DRUGI SLOVENSKI
KONGRES O VODAH 2017

ZBORNIK

Urednika:
Lidija Globevnik in **Andrej Širca**

DRUGI SLOVENSKI
KONGRES O VODAH 2017
ZBORNIK

Urednika:
Lidija Globevnik in **Andrej Širca**

SLOCOLD
DRUŠTVO VODARJEV SLOVENIJE

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

626/628(497.4)(082)

SLOVENSKI kongres o vodah (2 ; 2017 ; Ljubljana)
Zbornik / Drugi slovenski kongres o vodah 2017 ; urednika Lidija Globevnik in Andrej Širca. - Ljubljana : DVS - Društvo vodarjev Slovenije : SLOCOLD - Slovenski nacionalni komite za velike pregrade, 2017

ISBN 978-961-92445-1-7 (Društvo vodarjev Slovenije)
1. Globevnik, Lidija
289820160

Naslov: 2. SLOVENSKI KONGRES O VODAH

Urednika: Lidija Globevnik in Andrej Širca

Zbiranje prispevkov in tehnična podpora: Anton Prešeren

Tehnično urejanje teksta in priprava za tisk: Andrej Sedej

Oblikovanje platnic in celostna podoba kongresa: Dani Sušnik

Založnik: SLOCOLD – Slovenski nacionalni komite za velike pregrade in DVS – Društvo vodarjev Slovenije
Kraj izdaje: Ljubljana

Tisk: Birografika Bori

Leto izida: 2017

Nosilec avtorskih pravic: SLOCOLD – Slovenski nacionalni komite za velike pregrade in DVS – Društvo vodarjev Slovenije
Naklada: 300 izvodov

ORGANIZATORJI

SLOVENSKI NACIONALNI KOMITE ZA VELIKE PREGRADE - SLOVENIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS
SLOCOLD

DRUŠTVO VODARJEV SLOVENIJE

I Z S
SLOVENIAN CHAMBER OF ENGINEERS

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE

SLOVENSKI KOMITE
SLOVENE COMMITTEE
iah aih
Društvo SKIAH

SLOVENSKO DRUŠTVO
ZA ZAŠČITO VODA

SDNO

SDHR

DBS
DRUŠTVO BIOLOGOV SLOVENIJE

ICRO
INŠTITUT ZA CELOSTNI RAZVOJ IN OKOLJE

Slovensko geotehniško društvo

GEOGRAFOV SLOVENIJE
1922

UNESCO
Organizacija Združenih narodov za izobraževanje, znanost in kulturo

Slovenski nacionalni odbor Mednarodnega hidrološkega programa

PETDESETLET
slovensko sociološko društvo

DKAS

ORGANIZACIJA KONGRESA

Glavna organizatorja

DVS – Društvo vodarjev Slovenije
Šipkova ulica 10, 1241 Kamnik, Slovenija / www.drustvo-vodarjev.si /
e-pošta: info@drustvo-vodarjev.si

SLOCOLD – Slovenski komite za velike pregrade
Hajdrihova ulica 4, 1000 Ljubljana, Slovenija / www.slocold.si / e-pošta: slocold@slocold.si

Soorganizatorji

SKIAH - Društvo Slovenski komite mednarodnega združenja hidrogeologov
Zaloška 143 / 1000 Ljubljana / www.skiah.si

ICRO – Inštitut za celostni razvoj in okolje
Savska 5 / 1230 Domžale

DRSV - Direkcija za vode RS
Hajdrihova 28c / 1000 Ljubljana / www.dv.gov.si

IZS - Inženirska zbornica Slovenije
Jarška cesta 10b / 1000 Ljubljana / www.izs.si

SDZV - Slovensko društvo za zaščito voda
Hajdrihova 19 / 1000 Ljubljana / www.sdzv-drustvo.si

DBS - Društvo biologov Slovenije
Večna pot 111 / 1000 Ljubljana / dbs.biologija.org

SSD - Slovensko sociološko društvo
Kardeljeva ploščad 5 / 1000 Ljubljana / www.sociolosko-drustvo.si

ZGS - Zveza geografov Slovenije, Komisija za hidrogeografijo
Gosposka ulica 13 / 1000 Ljubljana / zgs.zrc-sazu.si/

SDNO - Slovensko drustvo za namakanje in odvodnjo
Jamnikarjeva 101 / 1000 Ljubljana / www2.arnes.si/~ljsdno2/slo1.htm

SDHR - Slovensko društvo za hidravlične raziskave
Hajdrihova 28 / 1000 Ljubljana / www.hidroinstitut.si

SloGeD - Slovensko geotehniško društvo
Jamova 2 / 1000 Ljubljana / sloged.si

DKAS - Društvo krajinskih arhitektov Slovenije
Jamnikarjeva 101 / 1000 Ljubljana / www.dkas.si

SNC IHP - Slovenski nacionalni odbor programa IHP UNESCO
Hajdrihova 28 / 1000 Ljubljana / ksh.fgg.uni-lj.si/ihp

Programsko – organizacijski odbor

dr. Lidija Globevnik
mag. Zlatko Mikulič
dr. Marjetka Levstek
mag. Mojca Ravnikar Turk
prof. dr. Mitja Brilly
dr. Pavel Gantar
Gašper Šubelj
dr. Andrej Širca
Branka Bračič Železnik
prof. dr. Mihael Jožef Toman
Verica Vogrinčič
mag. Marta Vahtar
dr. Maja Simoneti
doc. dr. Barbara Čenčur Curk
Stanka Koren
Jure Mlačnik
prof. dr. Alenka Gaberščik
dr. Branko Zadnik
Andrej Draksler
Tone Prešeren

Znanstveni odbor

izr. prof. dr. Mihael Brenčič
prof. dr. Matjaž Četina
prof. dr. Pavel Gantar
dr. Uroš Krajnc
prof. dr. Andrej Lukšič
prof. dr. Mihael Jožef Toman
prof. Alma Zavodnik Lamovšek
prof. dr. Mitja Brilly
dr. Peter Frantar
dr. Lidija Globevnik
prof. dr. Matjaž Mikoš
dr. Maja Simoneti
dr. Tajan Trobec
doc. dr. Barbara Čenčur Curk
prof. dr. Alenka Gaberščik
dr. Mira Kobold
dr. Marjetka Levstek
dr. Andrej Širca
dr. Branko Zadnik

PREDGOVOR

Slovenija razpolaga z izrednim vodnim bogastvom, ki ga je treba ustrezno varovati in izkoriščati. Na posameznih področjih stanje v zadnjih desetletjih ni zavidljivo. To ima negativne posledice za razvoj posameznih dejavnosti na vodah in njihovo varovanje. Stanje voda, kot se je predvidevalo s 1. načrtom upravljanja voda, se do leta 2015 ni izboljšalo. V letu 2016 smo pravico do pitne vode vpisali tudi v Ustavo, škodljivo delovanje voda se v zadnjem desetletju ni zmanjšalo. Vpis pravice do pitne vode, neprilike pri škodljivem delovanju voda ter vedno večje okoljske in prostorske omejitve zahtevajo dodatne aktivnosti strokovnih združenj ter javnih in državnih ustanov. Odgovornost državne uprave na področju upravljanja z vodami so danes še večje, prav tako tudi potrebe po večji skrbi in vlaganjih v preventivne in strukturne ukrepe na področju voda.

Društvo vodarjev Slovenije (DVS), Slovenski nacionalni komite za velike pregrade (SLOCOLD), Društvo slovenski komite mednarodnega združenja hidrogeologov (SKIAH), Slovensko društvo za zaščito voda (SDZV), Društvo biologov Slovenije (DBS), Slovensko sociološko društvo (SSD), Zveza geografov Slovenije (ZGS), Inštitut za celostni razvoj in okolje (ICRO), Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo (SDNO), Slovensko društvo za hidravlične raziskave (SDHR), Slovensko geotehniško društvo (SloGeD, Društvo krajinskih arhitektov Slovenije (DKAS) in Slovenski nacionalni odbor programa IHP UNESCO, Direkcija Republike Slovenije za vode in Inženirska zbornica Slovenije smo v letu 2017 organizirali 2. slovenski kongres o vodah.

Na kongres je bilo povabljenih devet predavateljev in predavateljic, ki so nam dali splošni vpogled v aktualne problematike na področju ravnanja z vodami v Sloveniji. K razpravi se je prijavijo 77 skupin avtorjev ali posameznikov. Vsi njihovi prispevki so objavljeni v tem zborniku. Predstavitve so razdeljene v štiri teme, VARNOST OBJEKTOV NA VODAH IN VARNOST LJUDI PRED NEVARNIM DELOVANJEM VODA, UPRAVLJANJE Z VODAMI IN DEJAVNOSTI V VODNEM PROSTORU, RABA VODA in VODNI EKOSISTEMI ter VODE IN SODELOVANJE JAVNOSTI PRI SOODLOČANJU.

Vodni objekte so zgrajeni na območjih stalne nevarnosti erozije in poplav, zato morajo dosegati določeno odpornost na poškodbe ali porušitve. K temu odločilno prispeva redno vzdrževanje objektov in strug. V nevarnosti so ljudje in premoženje, ki se nahajajo na območjih poplav, erozije in plazov in ne poznajo nevarnosti. Nanje morajo biti pripravljeni in ustrezno zavarovani. Prostorski razvoj, gradnja prometne in druge infrastrukture in različne človekove dejavnosti spreminjajo tokove voda tako po površini kot v podzemlju. Skupaj z dinamičnimi vremenskimi dogodki in podnebnimi spremembami vse to vpliva na naše naravne vodne vire in jih ogroža. Prispevki obravnavajo različne naravno geografske, hidrogeološke, fizikalne, kemijsko biološke, sociološke in psihološke vidike upravljanja z vodami.

Količina, kakovost in časovna ter prostorska razporeditev vode v krajini pogojuje vrsto, kakovost in celovitost ekosistemov ter ključno vpliva na naše življenjsko okolje in naše dejavnosti. Za kakovostno življenje je nujno potrebna dostopnost zadostnih količin kakovostne vode, kar je povezano s sposobnostjo krajine za zadrževanje vode. Ker imajo različni tipi krajine različno zadrževalno sposobnost za vodo, je pomembno poznavanje naravnih danosti, ki zagotavljajo zadrževalno sposobnost za vodo, njeno ohranjanje, v razvrednoteni krajini pa možnost povečevanja zadrževanje vode. S tem lahko zmanjšamo ranljivost ekosistemov na izredne dogodke kot so suše, poplave itd. Prispevki obravnavajo vse te vidike in dajejo odgovore o tem, kako spremljamo razpoložljivost vodnih zalog v Sloveniji, kako vode rabimo in kako to rabo nadziramo. Dotaknejo se tudi ustavno zapisane pravice do pitne vode, varstva vodnih virov in različnih antropogenih pritiskov na vodno okolje. Preberemo lahko razmišljanja o uspešnosti izgradnjo kanalizacijskih sistemov in čistilnih naprav.

S pobudo o vpisu pravice do vode v našo Ustavo je veliko državljanov Slovenije izkazalo željo po trajni zaščiti voda kot javni dobrini. S pomočjo vizije teh državljanov, da o vodah odločamo sami, smo nakazali tudi nov vzorec razvoja slovenske družbe, ki je osnovan na ideji skupnosti in solidarnem gospodarstvu. S pomočjo naše visoke zavesti, da ohranjamo zdrave vode tudi za prihodnje rodove, pa gradimo kompetentno družbo. Ta ima izobražene in dobro informirane posameznike, ki so se sposobni posvetovati, enakopravno sodelovati in soodločati o perečih sodobnih problemih povezanih z rabo voda, izkoriščanjem vodnih moči, s poplavami, varstvom voda, celovitostjo vodnih ekosistemov in vodami v pokrajini na sploh. Nekateri prispevki tako razmišljajo tudi o javnem interesu in javnem dobrem na vodah, o načinih odločanja in izvajanja politik. Pri upravljanju z vodami je pomembno tudi sodelovanje javnosti in vseh institucionaliziranih oblik organizirane družbe. Visoke kompetence družbe za posvetovanje in soodločanje omogočajo lažje upravljanje in povzročajo manj konfliktov. Kar nekaj prispevkov opisuje ravno to: kako potekajo različni projekti osveščanja, izobraževanja in sodelovanja z javnostmi.

Lidija Globevnik, predsednica DVS

Andrej Širca, predsednik SLOCOLD

KAZALO VSEBINE

PREDGOVOR

AKTUALNE TEME IN POGLEDI (VABLJENA PREDAVANJA)

OD PITNE VODE DO ŠKODLJIVEGA DELOVANJA VODÁ 16

Matjaž Mikoš

SLOVENSKE VELIKE PREGRADE: STANJE, PERSPEKTIVE IN OVIRE 27

Andrej Širca

PODZEMNE VODE – MED NARAVOSLOVJEM, TEHNIKO, DRUŽBENIM IN POLITIČNIM 34

Mihael Brenčič

VODNI VIRI, VODNA INFRASTRUKTURA IN RAZUMEVANJE CELOVITOSTI UPRAVLJANJA Z VODAMI 41

Lidija Globevnik

VEČNAMENSKI PROJEKT NA SPODNJI SAVI KOT ELEMENT TRAJNOSTNEGA RAZVOJA 48

Andrej Vizjak

VODNI SVETOVI: NOVEJŠI PRISTOPI K DRUŽBENEMU RAZISKOVANJU VODA IN VODNEGA OKOLJA 54

Pavel Gantar

1. VARNOST OBJEKTOV NA VODAH IN VARNOST LJUDI PRED NEVARNIM DELOVANJEM VODA

KARTIRANJE RAZREDOV ANTROPOGENE POPLAVNE NEVARNOSTI 64

Gašper Rak, Franci Steinman

ČEZMEJNI PROJEKT FRISCO1 71

Bojan Jakopič, Špela Petelin, Tomaž Gril

STROKOVNE PODLAGE ZA OBRAVNAVO HIDRAVLIČNIH POSLEDIC PORUŠITEV PREGRAD 76

Rudi Rajar, Matjaž Četina, Andrej Umek

PROJEKTNI PRETOKI IN PODNEBNA SPREMENLJIVOST 82

Mojca Šraj

OBSEG IN POMEN REDNEGA UREJANJA VODA 88

Jože Papež

VLOGA STROKOVNIH ZDRUŽENJ PRI IZBOLJŠEVANJU VARNOSTI PREGRAD 94

Mojca Ravnikar Turk, Andrej Širca, Branko Zadnik

HUDOURNIŠKE POPLAVE V SLOVENIJI KOT ODRAZ HIDROGEOGRAFSKE SESTAVE VODOZBIRNIH ZALEDIJ **100**

Tajan Trobec

SISTEM PODAJNIH PREGRAD ZA ZAŠČITO PRED DROBIRSKIM TOKOM **109**

Tomaž Balut, Davor Rozman, Corinna Wendeler

NARAVNE IN UMETNE PREGRADE TER HIDRO-GEOMORFNI PROCESI **117**

Blaž Komac, Matija Zorn

MODELIRANJE TRANSPORTA PLAVIN NA MURI MED GORNJO RADGONO IN VERŽEJEM **123**

Tijana Mićić, Smiljan Juvan

ANALIZA ZAMULJEVANJA AKUMULACIJE PERNICA Z VIDIKA NJENEGA NAMENA **129**

Miha Kračun

SUHI ZADRŽEVALNIKI IN NADOMESTILA ZA ŠKODO ZARADI UNIČENJA ALI ZMANJŠANJA PRIDELKA NA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČIH **135**

Matjaž Glavan, Marina Pintar

MOŽNOST KONTAMINACIJE PITNE VODE IN VARNOSTNI UKREPI **141**

Daniel Kozelj, Darko Drev

VREDNOTENJE VPLIVA ODLAGALIŠČ NA STANJE PODZEMNE VODE **146**

Luka Serianz, Sonja Cerar, Katja Koren, Joerg Prestor, Nina Mali, Branka Mladenović

PRAKTIČNI PRISTOPI ZA IZVEDBO IZRAČUNOV OCEN OKOLJEVARSTVENEGA TVEGANJA ZA ZAPRTA ODLAGALIŠČA KOMUNALNIH ODPADKOV **152**

Igor Madon, Rok Rojko, Darko Drev, Jakob Likar

ZASUTE VRTAČE - POTENCIALNA NEVARNOST ZA VODNE VIRE **158**

Mateja Breg Valjavec, Mojca Zega

UPORABA PASIVNIH VZORČEVALNIKOV ZA DOLOČANJE ORGANSKIH ONESNAŽEVAL V PODZEMNI VODI **164**

Anja Koroša, Nina Mali, Primož Auersperger

KRIMINALITETA ZOPER VODE IN PROJEKT WATER CRIMES **169**

Gorazd Meško, Massimo Migliorini, Lorenzo Segato, Saša Kuhar, Katja Eman

2. UPRAVLJANJA Z VODAMI IN DEJAVNOSTI V VODNEM PROSTORU

PRAVICA DO PITNE VODE IN IZVAJANJE JAVNE SLUŽBE OSKRBE S PITNO VODO **176**

Iztok Rozman

DOBRO UPRAVLJANJE ZA GOSPODARJENJE Z VODAMI **182**

Andreja. Lukšič, Lidija Globevnik, Lara Vrtovec

URESNIČEVANJE NAČELA SODELOVANJA JAVNOSTI PRI UPRAVLJANJU VODA V REPUBLIKI SLOVENIJI: KAKO VLADATI SKUPNIM VODNIM DOBRINAM? 188

Jerneja Brumen

UPRAVLJANJE VODA V DRŽAVAH V TRANZICIJI S POSEBNIM OZIROM NA SLOVENIJO 201

Mitja Brilly

OSKRBA S PITNO VODO TER ODVODNJAVANJE IN ČIŠČENJE KOMUNALNIH ODPADNIH VODA V SLOVENIJI: STANJE, PROBLEMI, PERSPEKTIVE 207

Uroš Krajnc

NEUSKLAJENOST PREDPISOV IN PRAKSE NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA Z MODERNIMI EKOLOŠKIMI TRENDI 213

Darko Drev, Mario Krzyk

RABA PODATKOV IN INFORMACIJ DRŽAVNEGA HIDROLOŠKEGA MONITORINGA 218

Mira Kobold

SLOVENSKA MREŽA OPAZOVANJ IZOTOPSKE SESTAVE PADAVIN (SLONIP) – PREGLED IN MOŽNOST UPORABE PRI UPRAVLJANJU Z VODNIMI VIRI 225

Polona Vreča, Tjaša Kanduč, David Kocman, Sonja Lojen, Johanna Amalia Robinson, Marko Štrok

USKLAJENE HIDROGEOLOŠKE PODLAGE ZA UPRAVLJANJE S ČEZMEJNIMI PODZEMNIMI VODAMI MED SLOVENIJO IN HRVAŠKO NA OBMOČJU MED TRŽAŠKIM IN KVARNERSKIM ZALIVOM 235

Petra Meglič, Joerg Prestor, Bogomir Celarc

POMEN STALNEGA SPREMLJANJA FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV VODE ZA RAZUMEVANJE DELOVANJA KRAŠKIH VODONOSNIKOV 241

Blaž Kogovšek, Matej Blatnik, Metka Petrič, Nataša Ravbar, Franci Gabrovšek

UPORABA SLEDILNIH POSKUSOV V PROCESU UPRAVLJANJA S KRAŠKIMI VODNIMI VIRI V SLOVENIJI 247

Metka Petrič, Nataša Ravbar, Janja Kogovšek

UPORABA NUMERIČNIH MODELOV TOKA PODZEMNE VODE PRI UPRAVLJANJU S PODZEMNIMI VODAMI 253

Barbara Čenčur Curk, Goran Vižintin, Sašo Celarc, Petra Souvent

ANALIZA NIZKIH PRETOKOV NA KRAŠKIH IZVIRIH - PRIMER VIPAVE 259

Urška Pavlič, Mihael Brenčič

ZNAČILNOSTI PODZEMNE VODE V ZALEDJU IZVIROV LJUBLJANICE 265

Matej Blatnik, Franci Gabrovšek

IZOTOPSKA SESTAVA TERMALNIH VOD – POMEN IZBORA ANALIZNIH TEHNIK ZA NADZOR IN UPRAVLJANJE 272

Nina Rman, Polona Vreča, Andrej Lapanje

ODZIV ČRNEGA BORA IN GRADNA NA KOLIČINO RAZPOLOŽLJIVE VODE V POREČJU RIŽANE **279**

Simon Poljanšek, Tom Levanič

TRENDI TEMPERATUR VODE V SLOVENIJI **285**

Andrej Draksler, Peter Frantar, Vlado Savić, Gregor Vertačnik

KORAK K CELOVITEMU LOKALNEMU UPRAVLJANJU Z VODO IN VODNIM PROSTOROM: PRIMER DOBRE PRAKSE V OBČINI LOG - DRAGOMER **291**

Kristina Klemen, Marko Fatur

PRIPRAVA USMERITEV ZA PRIHODNJE UPRAVLJANJE SPODNJE DRAVE - REZULTAT PROJEKTA LIVEDRAVA **298**

Alenka Kovačič, Tijana Mićić

3. RABA VODA IN VODNI EKOSISTEMI

VODNO BILANČNI MODEL MGROWA-SI **304**

Peter Frantar, Mišo Andjelov, Jože Uhan, Frank Herrmann, Frank Wendland

POMEN EKOSISTEMOV, ODVISNIH OD PODZEMNE VODE PRI DOLOČITVI KOLIČINSKEGA STANJA PODZEMNIH VODA V SLOVENIJI **310**

Mitja Janža, Dejan Šram, Kim Mezga

VODOTOKI – HIDROLOŠKE NARAVNE VREDNOTE IN POSEGI NA NJIH **316**

Mojca Tomažič, Mina Dobravc

POMEN BIOFILMA V TEKOČIH VODAH – BIOFILM KOT PROMOTOR EKOLOŠKIH PROCESOV IN INDIKATOR STANJA **322**

Nataša Mori, Barbara Debeljak, Tjaša Kanduč, David Kocman, Tatjana Simčič

PREGLED ODNOSOV PRITISKOV IN STANJA NA EVROPSKIH REKAH S POUDARKOM NA SLOVENIJI **328**

Maja Koprivšek, Luka Snoj, Lidija Globevnik

DOBRO EKOLOŠKO STANJE LAHKO ZAGOTOVIMO KLJUB ODVZEMU VODE - PRIMER ALPSKIH VODOTOKOV **334**

Gorazd Urbanič, Nataša Smolar-Žvanut, Maja Pavlin Urbanič, Gorazd Kosi, Samo Podgornik, Vesna Petkovska, Darko Anzeljc, Sabina Blumauer, Maša Čarf, Blažo Djurović, Tina Eleršek, Mojca Hrovat, Aljaž Jenič, Miha Knehtl, Gregor Kolman, Aleksandra Krivograd Klemenčič, Tanja Mohorko, Dušan Rebolj, Rebeka Šiling, Janko Zakrajšek, Igor Zelnik

BISTVO, OČEM NEVIDNO – PRIKRITI PRITISK NA KRAŠKE PODZEMNE VODE **340**

Mitja Prelovšek, Mojca Zega

ELEMENTI V VODI IN SEDIMENTIH MED VISOKIM IN NIZKIM VODOSTAJEM REKE SAVE **348**

Radmila Milačič, Tea Zuliani, Janja Vidmar, Primož Oprčkal, Gregor Pavec, Janez Ščančar

RABA VODA V SLOVENIJI **354**

Jana Meljo, Jurij Krajčič, Nataša Smolar Žvanut

RABA VODE V VEČNAMENSKIH ZADRŽEVALNIKIH **361**
Jana Meljo, Jurij Krajčič, Nataša Smolar Žvanut

CELOVITOST IN IZZIVI IZVAJANJA KOPALNE DIREKTIVE – KOPALNE VODE KOT RAZVOJNI POTENCIAL **367**
Luka Snoj, Gašper Šubelj, Mateja Poje, Lidija Globevnik

POTENCIAL REČNEGA PROSTORA ZA RAZVOJ VESLAŠKIH DEJAVNOSTI **373**
Aleš Golja

VEČNAMENSKI PROJEKT UREDITVE LJUBLJANICE NA OBMOČJU ŠIRŠEGA CENTRA LJUBLJANE **379**
Andrej Širca, Marko Fatur, Dušan Ciuha, Metka Povž

DEVELOPMENT OF WATERFRONTS IN WARSAW: CHALLENGES AND SINS **385**
Karolina Thel, Marta Zimny

EKOSISTEMSKE TEHNOLOGIJE ZA TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE Z VODAMI: VEČNAMENSKI POPLAVNI ZADRŽEVALNIK PODUTIK **391**
Tjaša Griessler Bulc, Matej Uršič, Marta Vahtar, Aleksandra Krivograd Klemenčič

VODOODGOVORNO PRILAGAJANJA KMETIJSTVA PODNEBNIM SPREMEMBAM **397**
Rozalija Cvejić, Matjaž Tratnik, Marina Pintar

HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI – KRAJINSKE UREDITVE OD NAČRTOVANJA DO IZVEDBE **403**
Jelka Hudoklin

ANALIZA NAČRTOVANJA MALIH HIDROELEKTRARN NA GORENJSKEM V OBDOBJU 2006-2016 Z VIDIKA VARSTVA NARAVE **411**
Metod Rogelj

OMEJEVANJE POJAVA ANTIBIOTIČNE REZISTENCE V VODNEM OKOLJU Z UPORABO NAPREDNIH OKSIDACIJSKIH TEHNIK **417**
Igor Bošević, Gabriela Kalčikova, Andreja Žgajnar Gotvajn

UPORABA AEROBNEGA REAKTORJA ZA ODSTRANJEVANJE IZBRANIH ANTIBIOTIKOV IZ BOLNIŠNIČNE ODPADNE VODE **423**
Severina Stavbar, Andreja Goršek, Katarina Premzl, Mitja Kolar, Sonja Šostar Turk

ENERGY DEMAND REDUCTION IN SLUDGE DEWATERING USING BIO-NANO - COMPOSITE **429**
Edhem Salihovic

VODNA BILANCA CERKNIŠKEGA JEZERA **433**
Mario Krzyk, Špela Bobnar, Darko Drev, Jože Panjan

IZJEMNA PESTROST EDINSTVENEGA ŽIVALSTVA V PODZEMNIH VODAH SLOVENIJE **439**
Maja Zagmajster, Cene Fišer, Simona Prevorčnik

RABA PROSTORA IN OSKRBA S PITNO VODO – RAZLIČNI INTERESI DELEŽNIKOV V PROSTORU **445**
Branka Bračič Železnik, Anja Torkar, Primož Banovec, Ajda Cilenšek, Barbara Čenčur Curk

4. Vode in sodelovanje javnosti pri odločanju

KOMPETENTNA DRUŽBA – TEMELJ TRAJNOSTNEGA RAZVOJA **450**
Marta Vahtar

VLOGA PSIHOLOŠKIH IN SOCIALNIH DEJAVNIKOV PRI OKOLJSKI OZAVEŠČENOSTI IN VEDENJU V ZVEZI S PITNO VODO **456**
Katarina Polajnar Horvat

ODNOS PREBIVALCEV DO VODE V OBČINAH NA KRASU **464**
Valentina Brečko Grubar, Dajana Pavlič

VREDNOTENJE TRAJNOSTNOSTI UPRAVLJANJA Z VODAMI – PRIMER POREČJE REKE DO ŠKOCJANSKIH JAM **472**
Kim Mezga, Joerg Prestor, Simona Pestotnik, Katja Koren

OZAVEŠČANJE PREBIVALSTVA O POPLAVNI OGROŽENOSTI **478**
Maja Jelen, Barbara Potočnik, Aleš Bizjak

OZNAKE VISOKIH VODA V SLOVENIJI **484**
Peter Frantar, Florjana Ulaga, Marjan Bat, Marjan Jarnjak

POUK O(B) VODI IN ZA VODO **489**
Igor Lipovšek

IZOBRAŽEVANJE BODOČIH NOSILCEV RAZVOJA IN VLOGA GEOGRAFIJE **497**
Tatjana Kikec

DELAVNICE O PODZEMNI VODI **503**
Nina Rman, Petra Žvab Rožič

VODKO - PRIMER DOBRE PRAKSE NA PODROČJU NEFORMALNEGA IZOBRAŽEVANJA IN OZAVEŠČANJA ŠOLSKIH IN PREDŠOLSKIH OTROK **508**
Irena Sušelj Šajn, Mojca Jevšnik, Nevenka Ferfila

HERMAN LISJAK VÓDI PO VÔDI **514**
Jožica Trateški

VODNI DETEKTIVI VEDNO ODKRIJEMO KAJ ZANIMIVEGA **520**
Tatjana Tomašič

VODNI DETEKTIVI V OSNOVNI ŠOLI **527**
Marija Frontini

VODNA UČNA POT LESIČNO – PILŠTANJ IN NJENA UPORABA PRI POUKU GEOGRAFIJE **532**
Lidija Kotnik Klaužer

OBLIKE KOMUNIKACIJE Z JAVNOSTJO IN DELEŽNIKI KOT POMOČ PRI DOSEGANJU CILJEV UPRAVLJANJA VODA IN VARSTVA NARAVE **542**

Maša Bratina

AKTUALNI PROBLEMI UPRAVLJANJA IN GOSPODARJENJA Z VODAMI V SLOVENIJI **549**

Mitja Rismal

Aktualne teme in pogledi (vabljena predavanja)

OD PITNE VODE DO ŠKODLJIVEGA DELOVANJA VODÁ

red. prof. dr. Matjaž Mikoš, dr. sc. techn. ETH, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Ljubljani, Unesco katedra za zmanjševanje tveganj pred vodnimi ujmami in Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Jamova c. 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Prispevek poudarja izreden pomen vode za življenje in za trajnostni napredek slovenske družbe. Žal v organiziranosti vodarstva in v družbenem odnosu do vodá v Sloveniji ne sledimo njenemu pomenu. Voda je vir življenja, je bistveni sestavni del človeškega bitja in je strateška surovina 21. stoletja. V prispevku je na osnovi analize izbranih perečih izzivov, ki se postavljajo pred slovensko vodarstvo, na koncu navedenih več konkretnih predlogov za spremembo stanja slovenskega vodarstva, ki so uresničljivi do naslednjega tj. tretjega slovenskega kongresa o vodah.

Med najučinkovitejše ukrepe bi lahko šteli dosledno vsebinsko reorganizacijo vodarske stroke v Sloveniji, uveljavitev strateške vloge vodá v razvojnih dokumentih Slovenije, krepitev gospodarske funkcije vodá ob povečanju vlaganj v vodno infrastrukturo ter poglobitev odgovornosti družbe in posameznika do vodá, predvsem s krepitvijo soodločanja deležnikov na vodah v vseh relevantnih procesih, tj. s prehodom od državnega na participativno upravljanje in gospodarjenje z vodámi in vodnim prostorom. Časa ni veliko, izziv je jasen in nedvoumen – za vse nas.

Ključne besede:

vodarstvo, vodna infrastruktura, participativno upravljanje z vodámi, vodni prostor, gospodarjenje z vodami

1. Namesto uvoda

Voda je vir življenja, je bistveni sestavni del človeškega bitja in je strateška surovina 21. stoletja (Kummu et al., 2016). Voda v svojih različnih pojavnih oblikah je tudi vir ogrožanja človeških življenj in premoženja. Odnos človeka do vode je zato izrazito antropogen. Tako v skladu z Zakonom o vodah (2002) v Sloveniji govorimo o škodljivem delovanju voda, čeprav gre za iste molekule vode, ki smo jih morda malo pred tem zaužili kot varno pitno vodo.

Z vodami kot materijo (snovjo in energijo) v najširšem pomenu se ukvarja znanstvena veda hidrologija, z vsemi svojimi podzvrstmi, kot so ekohidrologija, hidrometeorologija, hidrologija podzemnih voda ali hidrogeologija, izotopska hidrologija, hidroinformatika, …. Zato je ukvarjanje z vodo nujno interdisciplinarno in multidisciplinarno, in ima ob naravoslovni in tehnični (inženirski) plati nujno tudi sociološko, kulturno, družbeno in zgodovinsko plat, ter zaradi družbenega sistema tudi ekonomsko (gospodarsko). V zadnjih dveh desetletjih vse preveč poudarjamo le upravljalsko (menedžersko) stran našega odnosa do vode (slika 1) in preveč pozabljamo na vse druge prej navedene plati. Razlog za take razmere je tudi vse bolj pogoste vodne ujme v zadnjem obdobju.

Posledica takega pristopa v zadnjih dveh desetletjih je tudi upad zavedanja pomena vodá za slovensko družbo - kako naj si sicer razlagamo dejstvo, da je voda v viziji Slovenije 2050 (www.slovenija2050.si) omenjena le obrobno, o naravnih nesrečah kot so suše in poplave ni govora, omenja se okoljska katastrofa v povezavi z 48-urno sončno nevihto.

Da ne bomo kritični le do drugih: ali ima področje vodnega gospodarstva v Sloveniji svojo vizijo in poslanstvo, svojo strategijo in nacionalni program, če že ima krovni Zakon o vodah in Zakon o varstvu okolja in Zakon o ohranjanju narave in Zakon o urejanju prostora, z vsemi podzakonskimi dokumenti vred? In imamo seveda še evropske direktive, od habitatne direktive (1992) in direktive o pitni vodi (1998) do vodne direktive (2000) in poplavne direktive (2007). Kje smo torej, kakšno je stanje v slovenskem vodarstvu in kako naprej?

Slika 1. Prihajajo »vodoupravljalci« (Anonymous, 2000, str. 52).

2. Voda, kritična surovina 21. stoletja

Pomen vode in še posebej pitne vode smo v Sloveniji prepoznali in konec leta 2016 pravico do (varne) pitne vode zapisali v Ustavo Republike Slovenije, in pri tem kot osnovo vzeli resolucijo Skupščine Združenih narodov o pravici do varne pitne vode in sanitarij iz leta 2010.

Država bo prevzela skrb za varno pitno vodo (boljši izraz bi bil neoporečna pitna voda). Viri pitne vode in oskrba prebivalstva z njo bosta imeli prednost pred gospodarsko rabo, recimo za stekleničenje in prodajo pijač. Voda namesto nafte postaja kritična surovina 21. stoletja, saj se bo poraba vode v svetu povečala zaradi naraščanja števila prebivalstva in zaradi dviga standarda v državah v razvoju, obenem pa bo njena razpoložljivost v času in prostoru postala bolj nepredvidljiva zaradi vpliva podnebnih sprememb. S tega vidika se zapis omenjene pravice v ustavo zdi pameten in nujen korak. Res je tudi, da se s tem zapisom pravice v ustavo odpira kar nekaj (tudi pravnih) vprašanj (npr. Lukić, 2016).

Zapis pravice do varne pitne vode v Ustavo RS bo namreč bistveno vplival na drugo zakonodajo, predvsem na področje upravljanja z vodami, ki ga ureja Zakon o vodah (2002). Pri pravici do pitne vode ne gre za enako pravico, kot je pravica do čistega okolja ali recimo zraka. Če je voda javna dobrina kot del hidrološkega kroga, je stvar manj problematična, toda varna pitna voda nujno zahteva urejeno in vzdrževano vodnogospodarsko infrastrukturo za njen zajem, pripravo in razdelitev. Drugače povedano: varna pitna voda mora imeti svojo ceno, sicer se nam lahko zgodi, da bomo zaradi ustavne pravice do vode prej povečali porabo te strateške surovine, če ne bo imela svoje cene, kot jo pa varovali in porabljali skladno z njeno razpoložljivostjo. Ali lahko recimo posamezniki, ki živijo v naseljih brez urejene preskrbe s pitno vodo (vodovoda) zahtevajo ustavno presojo zaradi neenakosti s tistimi, ki imajo dostop do pitne vode? Prav je, da ima pitna voda prednost pred njenimi drugimi (gospodarskimi) rabami, toda v Sloveniji nujno potrebujemo prestrukturiranje področja vodnega gospodarstva (vodarstva).

Če želimo imeti kakovostne vire pitne vode, bomo morali vodo mnogo bolj intenzivno zadrževati in je ne odvajati pospešeno, da ne bi povzročali prevelike škode ob poplavah. Že

desetletja govorimo o tem (npr. Steinman in Mikoš, 1993), poznamo gradbeno-tehnične ukrepe kot so manjše ali večje akumulacije in (protipoplavni mokri ali suhi) zadrževalniki voda, in tudi razpršene ukrepe za ponikanje in razprševanje vode na stabilnih in prepustnih tleh. Zaradi podnebnih sprememb in upadanja zalog pitne vode (podtalnice) bomo morali za vse daljša obdobja (hidrološke, kmetijske) suše imeti izvede ustrezne ukrepe in ne bomo smeli vode prehitro pošiljati sosedom, ne da bi je večkrat uporabili na lastnem ozemlju.

3. Škodljivo delovanje voda (povzeto po Mikoš, 2016)

Učimo se od narave, saj je narava najboljši učitelj. Ekstremni naravni dogodki so vedno možni, absolutne varnosti pred njihovim delovanjem ni, čas po poplavi je obenem čas pred (naslednjo) poplavo.

Narava ne pozna katastrof in »naravnih nesreč«. Obsežne poplave, ki so prizadele različne dele Evrope prve dni junija letos, so ponovno opozorilo, da je samo vprašanje časa, kdaj bo vodna ujma ponovno zajela dele Slovenije. Izkoristimo čas, ki nam ga je naklonila narava med dvema ujmama, in širimo kulturo sobivanja z naravnimi ujmami, vsak posameznik ali ustanova v skladu s svojimi možnostmi in s svojo odgovornostjo glede na vlogo, ki jo ima v družbi. Tveganja, ker smo izpostavljeni nevarnim naravnim dogodkom, kot so potresi, požari, poplave ali snežni in zemeljski plazovi, moramo razumeti in se nanje čim bolje pripraviti. Prostorsko moramo ugotoviti, kje obstajajo potrebe po ukrepanju, kakšne so te potrebe in jih razdeliti glede na prioriteto njihove izvedbe. Vsega ne moremo narediti naenkrat, vse pa lahko naredimo eno za drugim.

Ali se v Sloveniji dovolj zavedamo odgovornosti za zmanjšanje tveganj naravnih nesreč? Na zadnjem 13. kongresu Mednarodnega raziskovalnega združenja INTERPRAEVENT s sedežem v Celovcu v Avstriji, ki je 2016 potekal v Luzernu v Švici (http://interpraevent2016.ch), je prišlo 550 strokovnjakov, od tega iz Slovenije 4 - žal nikogar iz slovenske javne uprave. Torej premalo izkoriščamo odlične priložnosti za izmenjavo mnenj, izkušenj in ne vidimo primerov dobre prakse drugje v svetu.

V Švici so v desetletjih relativnega zatišja do obsežnih poplav leta 1987 gradili vodno infrastrukturo za varovanje pred naravnimi nesrečami, in jo dimenzionirali na projektne vrednosti obtežb v skladu s sprejeto zakonodajo. Po obsežnih poplavah 1987 so prišli do sklepa, da je nujno tako infrastrukturo izdelovati bolj robustno; táko, ki lahko »vzdrži« tudi obremenitve ob ekstremnem dogodku z večjo intenziteto od projektnega dogodka. Na tak primer ekstremnega dogodka se je treba pripraviti vnaprej, saj gre v bistvu za preostalo tveganje, ki presega varnost, zagotovljeno z že izvedenimi (tehniškimi) ukrepi. Obenem je treba znati razlikovati med stopnjo varovanja glede na pomen zemljišča oziroma infrastrukture (npr. travnik ali bolnišnica).

Kljub spremembam v svojem odnosu do naravnih tveganj, so Švico leta 2005 ponovno prizadele obilne poplave, škode so dosegle 3 milijarde švicarskih frankov (CHF). S poglobljeno analizo po poplavah so ugotovili, da na znanih poplavno ogroženih območjih živi 1,8 milijona prebivalcev (21,6 % prebivalstva Švice), vrednost potencialne škode (nepremičnin) na teh območjih pa je bila ocenjena na 48 milijard CHF; s poplavami je potencialno ogroženih tudi 1,7 milijona delovnih mest (32,5 % vseh v Švici). V Sloveniji primerljivi podatki govorijo o 2000 km² (10 % ozemlja) in 7,3 % prebivalstva (ocena iz l. 2012), ki živijo na območjih poplavljanj, poplavne škode pa so v zadnjih 25 letih v Sloveniji presegle vsoto 2 milijard evrov, samo v zadnjih 10 letih preko 1,2 milijarde evrov. Ali država resno jemlje te podatke? (slika 2).

Za izvedbo aktivnosti po evropski poplavni direktivi (2007) in za izvajanje tako gradbenih kot tudi negradbenih ukrepov obvladovanja poplavne ogroženosti bi samo na najbolj kritičnih območjih v Republiki Sloveniji po strokovni oceni potrebovali približno 600 mio EUR. Kako zagotoviti tako visoka sredstva, ko za redno vzdrževanje vodne infrastrukture namenjamo v letu 2016 le 1,5 milijona evrov oz. 6% od načrtovanih letnih 25 milijonov evrov (manj kot 20%

od 8 milijonov evrov vloženih letno v zadnjih letih!?) (Sodnik et al., 2015). Urejanje vodotokov iz sredstev vodnega sklada na območju spodnje Save zaradi gradnje hidroelektrarn ne more nadomestiti rednega vzdrževanja vodne infrastrukture na območju celotne Slovenije.

Na področju zmanjšanja tveganja nesreč je v svetu prišlo do prehoda od vprašanja *Kaj storiti*? v vprašanje *Kako to storiti*? (slika 3). Značilen je prehod iz varstva pred škodljivim delovanjem voda in zagotavljanja varnosti ali obvladovanja nesreč (samih) v obvladovanje tveganja nesreč, kot jasno določa Sendajski okvir za zmanjšanje tveganj nesreč 2015-2030. Omenjeni dokument je marca 2015 v Sendaju na Japonskem podpisala tudi Republika Slovenija.

Slika 2 Način razmišljanja državnih uradnikov pri pripravi proračunov Republike Slovenije na področju urejanja voda in varstva pred škodljivim delovanjem voda (vir: avtor).

Gre za drugačen način obvladovanja in zmanjšanja tveganj nesreč, ki v ospredje postavlja človeka in njegovo aktivno sodelovanje pri odločanju. Velik pomen je namenjen zavedanju posameznikov in dvigu njihove lastne soodgovornosti za dvigovanje odpornosti na naravna tveganja. Deležniki niso le pasivni »škodni potencial z različno stopnjo ranljivosti«, torej pasivne potencialne žrtve ali »škodni elementi« ob naravnih tveganjih, temveč so to aktivne osebe, ki spodbujajo spremembe na tem področju in odločajo o našem skupnem ravnanju.

Slika 3 Namen uporabe kart poplavne nevarnosti je jasen (povzeto po Lüthi, 2007).

Gre torej za pripravljenost družbe, da ne odpravlja posledic naravnih nesreč na način, ki »le« vzpostavlja stanje pred nesrečo, ampak naj bi vzpostavljali boljše stanje kot je bilo pred nesrečo (ang. build back better). Gre tudi za krepitev odgovornosti vseh za obvladovanje tveganj nesreč in za usklajevanje njihovih naporov.

V skladu s Sendajskim okvirom (2015) je osnovna odgovornost na državah, da uresničujejo aktivnosti za zmanjšanje tveganja naravnih in drugih nesreč. Toda država ni edina odgovorna oseba. V ospredje prihaja porazdeljena odgovornost države, regionalnih in lokalnih skupnosti, različnih gospodarskih sektorjev in drugih deležnikov. Nujno je popolno sodelovanje države na vseh njenih ravneh, tako zakonodajne kot tudi izvršilne oblasti. Pri uresničevanju moramo

spoštovati človekove pravice, sodelovati morajo vsi deli družbe. Zato je pri novem načinu obvladovanja izredno pomembnem sociološki pogled na obvladovanje tveganj, z mreženjem strokovnjakov in deležnikov, s krepitvijo družbenega dialoga, kjer ni nedovoljenih vprašanj in kjer so dostopna vsa dejstva za odločanje. Gre za razlike v dojemanju in sprejemanju različnih tveganj, in s tem tudi preostalega tveganja. Ker pri tem uresničujemo različne politike, moramo skrbeti za njihovo prepletenost. Ena od posebnosti novega obvladovanja je krepitev zmožnosti družbe, da obvladuje naravna in druga tveganja.

Glavno vodilo Sendajskega dokumenta je v tem, da sicer vemo *kaj storiti*, ne vemo pa *kako*. Ker stroka ve, kaj nam je storiti, se sprašujem, ali ve država, kaj je storiti njej? Ali se država Slovenija zaveda svoje odgovornosti na tem področju? Ali lahko odlagamo rešitve, ki jih poznamo, v nedogled? Zakaj? Ker se vzorec naravnih dogodkov s škodami ne ujema z vzorcem volitev na 4 leta? Prepričati moramo znati politiko, kaj so kratko, srednje in dolgoročne prednosti ter koristi zmanjševanja tveganja nesreč. Morda je to res naloga stroke, a je obenem tudi odgovornost politike, da to želi slišati in potem tudi izvesti. Na področju varstva pred škodljivim delovanjem voda in za redno vzdrževanje vodnega režima ustanovimo družbo, ki bo s sredstvi vodnega sklada izvajala ukrepe zmanjševanja tveganj.

Slika 4 Karte nevarnosti niso same sebi namen (povzeto po Lüthi, 2007).

In kaj lahko storimo v Sloveniji? S spremembo zakonodaje preskočimo od obrambe pred naravnimi nevarnostmi (varstva pred škodljivim delovanjem voda po Zakonu o vodah 2002) v ukrepe kulture (so)bivanja z naravnimi tveganji. Povežimo deležnike in ustanovimo konference o vodah, kot jih je zapovedal Zakon o vodah (2002, čl. 163). Prenova Zakona o urejanju prostora je priložnost, da povežemo rezultate ocenjevanja naravnih nevarnosti in tveganj po Zakonu o vodah s postopki prostorskega planiranja in usmerimo rabo prostora na varnejša območja ali predpišemo posebne pogoje gradnje na nevarnih območjih (slika 4). Za redno vzdrževanje vodne infrastrukture, ki je namenjena varstvu pred škodljivim delovanjem voda (t.j. poplav, hudournikov, plazov,…) in je ocenjena na slabo milijardo EUR, je obstoječi sistem koncesij neprimeren, zato ustanovimo državno_družbo in ji namenimo redna letna sredstva za vzdrževanje dosežene današnje ravni varnosti v višini vsaj 2% vrednosti infrastrukture, ki jo vzdržuje. Predvsem pa je treba v tej državni družbi zaposliti kompetenten strokovni kader s praktičnimi izkušnjami, samo premeščenje državnih uslužbencev iz ene državne ustanove v drugo pod drugim imenom in/ali tablo ne vodi nikamor, a to v veliki meri počnemo že od sredine 90-let prejšnjega stoletja – ali se kdo še spomni imen vseh ustanov, ki jih je nasledila Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO)? Namesto vsakokratnega sprejemanja sanacijske zakonodaje po poplavah sprejmimo sistemsko zakonodajo, uvedimo poseben sklad za financiranje preventivnega delovanja in odpravljanje posledic naravnih nesreč ali uvedimo obvezno zavarovanje pred naravnimi nesrečami – podobno obveznemu avtomobilskemu zavarovanju. Če je Republika Slovenija leta 2015 podpisala v Sendaju na

Japonskem mednarodno zavezujoč dokument, pričakujem kot njen državljan, da ga bo odgovorno uresničevala.

4. Nova paradigma v vodarstvu (povzeto po Mikoš, 2015)

V Veliki Britaniji ugotavljajo, da so spremenjeni vzorci poplavne verjetnosti in izpostavljenosti tveganju pripeljali do vzporednih sprememb pri upravljanju poplavnega tveganja. Od začetka 90 let prejšnjega stoletja se je zgodil prehod od varstva (obrambe) pred poplavami (ang. flood defence), katere namen je bilo zadrževanje poplavne vode, v upravljanje poplavnega tveganja (ang. flood risk management) z namenom (naučiti se) živeti s poplavami.

Velik vpliv na spremembe so imeli visoki stroški varstva pred poplavami v luči negotovosti zaradi podnebnih sprememb. Zaradi tega se je osredotočenost na tem področju spreminjala od izrazito tehno-centričnega sistema v socio-centrični sistem. Značilnosti tega sistema so poudarjanje vloge lokalne skupnosti ter osebne odgovornosti in odgovornosti lokalne skupnosti za načrtovanje poplavnega tveganja, zavedanje o poplavnih tveganjih in za odpornost na poplavna tveganja, kar naj bi dopolnjevalo bolj tradicionalno in centralno upravljane strukturne in tehnične ukrepe poplavnega varstva.

Gonilne sile v Veliki Britaniji so tri in sicer (Nye et al., 2011):

- potreba po prilagajanju na podnebne spremembe in prihajajoče obsežne poplave;
- pritiski po integraciji upravljanja poplavnega tveganja v agendo trajnostnega razvoja;
- širši napori po uvedbi »civilnega modela« v okoljsko politiko v Veliki Britaniji.

Če pogledamo širše od samo varstva pred poplavami, lahko ugotovimo, da se pojavlja nova paradigma o vodi in upravljanju z vodami, ki temelji na vse večjem spoznanju, da rast urbanizacije prostora, spreminjanje habitatov, onesnaževanje okolja in podnebne spremembe ogrožajo svetovni ekosistem. Kot rešitev za te probleme se ponujajo različno »novi« sistemi upravljanja z vodami.

Obstoječi modeli upravljanja so bili v veliki meri centralistični in temelječi na stacionarnosti (oziroma znani in napovedljivi negotovosti) in na reverzibilnih spremembah v naravnih sistemih. V takih okvirih razmišljanja se je upravljanje z vodami usmerjalo v maksimiranje rabe vode ob zmanjšanju naravne variabilnosti. Značilnosti takega sistema so centralizirane sektorske ustanove, omejeno sodelovanje deležnikov in strokovno reševanje problemov osredotočeno na tehnične inženirske rešitve. Tak pristop na znanosti temelječem upravljanju z vodami v zadnjem stoletju, ki je probleme delil na obvladljive ločene dele, je vse bolj in bolj puščal odprta vprašanja kako naprej v novih in spremenjenih razmerah človekovega razvoja.

Vse bolj v ospredje prihajajo zahteve po prilagodljivih kompetencah v pripravah na nenapovedane spremembe, ki sledijo iz kompleksnih povezav in povratnih vplivov med družbenimi skupnostmi, gospodarstvi in okoljem. Moderno upravljanje z vodami ne more temeljiti na predpostavki o ločenosti človeka in ekosistemov (Schoeman et al., 2014). Zaradi ugotovitve, da konvencionalni sistemi upravljanja z vodami ne zagotavljajo trajnostne in enakopravne rabe voda, se je pojavila nova paradigma o vodi, ki še ni popolnoma izoblikovana, a se kažejo njeni obrisi in značilnosti, kot so npr:

- sociološko-okoljski sistem se konceptualizira kot kompleksen in prilagodljiv sistem, ki je po svojem bistvu nepredvidljiv in ga je težko nadzorovati;
- spremembe v osredotočenosti upravljanja z vodami v smeri vključevanja trajnosti, varnosti preskrbe z vodo in prilagodljivih vodnih zalog;
- uresničevanje celostnih in prilagodljivih pristopov k upravljanju in reševanje problemov z dialogom in osredotočenostjo na izobraževanje, obvladovanje in človeško razsežnost upravljanja.

Nova vodna paradigma zahteva in omogoča upoštevanje ekonomske, ekološke, socialne in kulturne vrednosti voda. Odločanje o vodi se usmerja v dvigovanje koristi za človeka in ekosisteme s pomočjo širše participacije deležnikov, vključevanjem različnih znanj, pozornostjo za človeško dimenzijo upravljanja (potrebe, zahteve, zaznavanja, vrednosti in obnašanje), povezovanjem vprašanj, sektorjev in disciplin, in želja po krepitvi povezav med znanostjo, politiko in prakso (Schoeman et al., 2014).

Politike delovanja sistema, ki so bile razvite za znane razmere, lahko zelo hitro odpovedo v primeru novih in še neznanih pogojev oziroma razmer. Zato se na področju varstva pred naravnimi tveganji in upravljanja z vodami v svetovni strokovni literaturi pojavljajo zelo različni novi predlogi, kot so:

- celostno upravljanje z vodami (ang. integrated water management);
- prilagodljivo obvladovanje poplavnega tveganja (ang. adaptive flood risk governance);
- participatorno in skupno obvladovanje za trajnostno upravljanje poplavnega tveganja (ang. participatory and collaborative governance for sustainable flood risk management; Challies et al., 2016);
- participatorno upravljanje voda (ang. participatory water management; von Korff et al., 2012);
- prilagodljivo upravljanje z vodami (ang. adaptive water management) oziroma prilagodljivo soupravljanje z vodami (ang. adaptice co-management; Grover in Krantzberg, 2013);
- prilagodljivo obvladovanje (ang. adaptive governance), ki temelji na treh osnovah: celostnem ocenjevanju (ang. integrated assessment), prilagodljivem upravljanju (ang. adaptive management) in prilagodljivem oblikovanju politik (ang. adaptive policy-making);
- eko-sistemsko upravljanje z vodami (ang. eco-system based water management; Schoeman et al., 2014);
- prilagodljivo soupravljanje (ang. adaptive comanagement; Plummer et al., 2012; Becker et al., 2015);
- skupno obvladovanje (ang. collaborative governance; Hutter, 2016);
- »namenu primernega« obvladovanja (ang. »fit-for-purpose« governance; Rijke et al., 2012).

5. Vodarska razpršenost

Zanimiva bi bila podrobnejša analiza razpršenosti slovenske vodarske stroke, ki se deloma zaradi povezav v svetovna združenja, organizira v številnih domačih strokovnih in znanstvenih združenih. Pa jih naštejmo, ker morda marsikdo niti ne ve, katera vsa obstajajo – navajajo jih po abecednem vrstnem redu:

- Društvo Slovenski komite mednarodnega združenja hidrogeologov (SKIAH) – http://www.skiah.si/
- Društvo vodarjev Slovenije (DVS) – http://www.drustvo-vodarjev.si/
- Slovensko društvo za zaščito voda (SDZV) – http://www.sdzv-drustvo.si/
- Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo (SDNO) – http://www.drustvo-sdno.si/
- Slovensko društvo za hidravlične raziskave (SDHR) – http://www.hidroinstitut.si/?p=457

- Slovenski nacionalni odbor programa IHP UNESCO (SNC IHP) – http://ksh.fgg.uni-lj.si/ihp/
- Slovenski nacionalni komite za velike pregrade (SLOCOLD) – http://www.slocold.si/
- Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko (SZGG) – http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/

Omeniti moramo vsaj še društva, ki se dotikajo vodarskega področja tako ali drugače:

- Društvo biologov Slovenije (DBS) – http://dbs.biologija.org/
- Društvo za opazovanje in proučevanje ptic (DOPPS) – http://ptice.si/
- Društvo krajinskih arhitektov Slovenije (DKAS) – http://www.dkas.si/
- Geomorfološko društvo Slovenije (GDS) – http://www.geomorfolosko-drustvo.si/
- Inženirska zbornica Slovenije (IZS) – matična sekcija gradbenikov (MSG) - http://www.izs.si/maticne-sekcije/msg/
- Ribiška zveza Slovenije (RZS) – http://ribiska-zveza.si/
- Slovensko geološko društvo (SGD) – http://www.geoloskodrustvo.si/ (????)
- Slovensko geotehniško društvo (SloGeD) – http://sloged.si/
- Turistična zveza Slovenije (TZS) – http://www.turisticna-zveza.si/
- Zveza društev MHE Slovenije (ZDMHE) – http://www.zdmhe.si/
- (seznam ni izčrpan, manjkajo vsaj še druga društva s področja varstva narave in okolja)

Navedeni spisek kaže na eni strani na povezovalno vlogo vode v prostoru in v naravi, torej v naravnem in v grajenem okolju, na drugi strani pa se lahko vprašamo, ali imamo na 2. Kongresu o vodah zbrane vse ali vsaj večino deležnikov na vodah. Odgovor je verjetno nikalen. Družbeni diskurz o vodah je težko vseobsegajoč zaradi zelo različnih interesov na vodah in o vodah. Lahko bi povezali ožja specialistična društva s področja vodarstva v novo Zvezo vodarskih društev Slovenije (ZVDS), ki bi recimo prevzela skrb za organizacijo bienalnih ali trienalnih kongresov o vodah z najširšo udeležbo ter podprla redno izdajanje specializirane revije Acta hydrotechnica (Slovenica ?) – http://ksh.fgg.uni-lj.si/KSH/acta/.

Morda je lažje od ideje o imenovani zvezi poskrbeti, da se uresničijo konference o vodah, kot jih je predvideval Zakon o vodah (2002), oziroma ustanovijo sveti za vode, če pa še to ni možno v tej državi, predlagam vsaj nov logotip na področju promocije Republike Slovenije (slika 5) – sicer v rahlo narečni obliki, kar še poudari kulturno pestrost slovenskih dežel.

Primer dobre prakse sveta za vode je Svet za vode Savskega bazena (Sava Water Council), ki ga je konec leta 2015 ustanovila Mednarodna komisija za Savski bazen (International Sava River Basin Commission – http://www.savacommission.org/) in s tem postala prva mednarodna rečna komisija v Evropi, ki je ustanovila stalno posvetovalno platformo (Komatina, 2016). Menim, da je nujno, da na podoben način ustanovimo posvetovalne svete za vode v Sloveniji.

Slika 5 Predlog za nov logotip.

6. Zaključki

Kakor na vsakem strokovnem srečanju hidrotehnične in/ali vodarske stroke, premlevamo podobne probleme, iščemo (stare) rešitve in stopicamo na mestu. Ob tem, ko ugotavljamo, kako je prišla voda na planet Zemlja, nas mučijo nekatera bolj konkretna in vsakdanja vprašanja, kako to vodo na Zemlji ohraniti enako dostopno za vsa živa bitja in obenem zaradi dinamike voda v vseh njenih pojavnih oblikah ne trpeti škode ali umirati v sušah, poplavah in plazovih. Skromni nabor skupnega delovanja vodarskih strokovnjakov v Sloveniji je lahko naslednji (vrstni red brez prioritete):

- Ali smo zadovoljni z obstoječim Zakonom o vodah, nacionalno strategijo in nacionalnim programom gospodarjenja (upravljanja) z vodami, in različnimi načrti upravljanja voda na vseh ravneh? Če je odgovor ne, pripravimo časovnih načrt spremembe stanja in dajmo vodarstvu mesto, ki naj bi ga imelo v slovenski družbi. Samo izpolnjevanje obljub Bruslju ne zadoščajo več.
- Najodgovornejše naloge in mesta/položaje v celotni hierarhiji vodarstva naj zasedejo kompetentni strokovnjaki s kilometrino in celostnim pogledom na povezanost voda in vodnega režima v času in prostoru. Ali se kdo še spomni ustanovitve in dela Kadrovsko-akreditacijskega sveta (KAS), ko je politika svoje odločitve zavila v strokovna oblačila? Stroka naj prevzame svojo odgovornost, politika pa svojo.
- Koncentrirajmo vodarsko znanje in stroko na regionalni in državni ravni. Še enkrat premislimo o privatizaciji vodarske stroke in o ravni znanja državnih naročnikov in piscev projektnih nalog in javnih razpisov.
- Krepimo participatorni sistem sodelovanja javnosti na področju vodarstva in ravnanja z vodami in vodnim prostorom.
- Zagotovimo jasno razmejitev med javnim in zasebnim na področju vodá.
- Prizadevajmo si umestitev voda kot strateške naravne danosti v Sloveniji in vodarske problematike v vse strateške dokumente razvoja Slovenije.
- Dokončno popišimo vso vodno infrastrukturo, ji določimo njeno realno ekonomsko vrednost in iz nje opredelimo minimalna letna finančna sredstva za njihovo redno vzdrževanje. Obenem povečajmo finančna vlaganja in krepimo varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami ter kakovost in izdatnost vodnih virov.
- Pitna voda mora imeti svojo neprofitno a realno gospodarsko ceno – zrak kroži in nam priteka pred nos sam od sebe, s pitno vodo v večini primerov ni tako.
- Prevetrimo sistem koncesij na področju (rednega) vzdrževanja vodotokov in vodnega režima - za redno vzdrževanje v omejenem a nujnem obsegu ustanovimo javno gospodarsko službo v okviru državnih ustanov, ki izvaja dela za kontrolirane cene brez preplačevanja privatnega interesa in lastnine, za vse večje posege in investicijsko vzdrževanje na vodotokih pa naj ta državna ustanova skrbi za izdelavo kakovostne projektne dokumentacije, izvajanje del pa oddaja v večjih paketih na javnih razpisih, pri čemer pri izvajanju del skrbi za kakovosten nadzor. Zagotovljeno mora biti stabilno večletno financiranje brez prevelikih nihanj – obstoječi vodni sklad naj bo odskočna deska za te spremembe.
- Podpirajmo raziskave na področju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami in na področju celostnega gospodarjenja z vodámi. Uporabimo sredstva vodnega sklada za

sistematično teoretično in razvojno raziskovanje vodnega režima na vseh področjih, kjer zaostajamo z njimi. Samo denar iz Bruslja nam ne bo dal vseh odgovorov na vsa vprašanja celostnega gospodarjenja z vodami na ravni porečij.

- Podpirajmo institucionalno povezovanje Slovenije v mednarodne povezave na področju vodarstva in varstva pred naravnimi nesrečami, kot je Interpraevent, Alpska konvencija in Sendajski okvir za zmanjšanje tveganja nesreč.
- Poudarimo varstvo pred naravnimi nesrečami v izobraževalnem sistemu. Krepimo družbeni diskurz o vodáh. Zmanjšajmo tveganja zaradi naravnih in drugih nesreč.
- Zagotovimo vse strokovne podlage, kot jih zahteva obstoječi Zakon o vodah (2002), pri čemer naj to strokovno delo opravi država brez oddajanja del – ali pa naj dokončno sprivatizira vse svoje ustanove na področju voda.
- Poglobimo obstoječe načrte upravljanja voda (NUV) z vsebinami, ki manjkajo (predvsem erozija in prodna bilanca, celovito varstvo pred škodljivim delovanjem voda: hudourniki, erozija, poplave, zemeljski in snežni plazovi, podori in padajoče kamenje).
- Popolnoma integrirajmo vodarski sistem preventivnega varstva pred škodljivim delovanjem v vseh njenih oblikah v državni, regionalni in lokalni sistem prostorskega načrtovanja in planiranja.
- Okrepimo mednarodno povezanost vseh deležnikov - ne odkrivajmo tople vode, uporabljajmo primere dobre prakse drugih in učimo se vse življenje, kot vodarski strokovnjaki in kot odgovorni aktivni državljani.

7. Zahvala

Do marsikaterega spoznanja, navedenega v tem prispevku, se je avtor dokopal s strokovnim, razvojnim in raziskovalnim delom, med drugim tudi v okviru raziskovalnega program št. P2-0180 »Vodarstvo in geotehnika«, ki ga je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

8. Viri

[1] ANONYMOUS 2000. Prihajajo »vodoupravljalci«. Slovenski vodar, 10, 52. http://www.drustvo-vodarjev.si/SLIKE/04_SLOVENSKI_VODAR/SV10.pdf [dostop 4. februar 2017]

[2] BECKER, G., HUITEMA, D., AERTS, J.C.J.H. 2015. Prescriptions for adaptive comanagement: the case of flood management in the German Rhine basin. Ecology and Society, 20 (3), 1. doi:10.5751/ES-07562-200301.

[3] CHALLIES, E., NEWIG, J., THALER, T., KOCHSKÄMPFER, E., LEVIN-KEITEL, M. 2016. Participatory and collaborative governance for sustainable flood risk management: An emerging research agenda. Environmental Science & Policy, 55 (2). 275-280, doi:10.1016/j.envsci.2015.09.012.

[4] GROVER, V.I., KRANTZBERG, G. (ur.) 2013. Water Co-Management. CRC Press, Taylor and Francis Group, 364 str.

[5] HUTTER, G. 2016. Collaborative governance and rare floods in urban regions – Dealing with uncertainty and surprise. Environmental Science & Policy, 55 (2), 302-308, doi: 10.1016/j.envsci.2015.07.028.

[6] KOMATINA, D. 2016. Platform Sava Water Council - New mechanism for active involvement of stakeholders. Sava Newsflash, 17, p. 19. Available from: http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/sava_newsflash/17._izdanje/savanewsflash-no17-web.pdf [dostop 6. februar 2017]

[7] KUMMU, M., GUILLAUME, J.H.A., DE MOEL, H., EISNER, S., FLÖRKE, M., PORKKA, M., SIEBERT, S., VELDKAMP, T.I.E., WARD, P.J. 2016. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. Scientific Reports, 6, 38495; doi: 10.1038/srep38495 (2016).

[8] LUKIĆ, M. 2016. Pravica do pitne vode. Maribor, Univerza v Mariboru, Pravna fakulteta, magistrska naloga, 268 str. https://dk.um.si/Dokument.php?id=96523 [dostop 11. februar 2017]

[9] LÜTHI, R. (2007). Gefahrenkarten aus dem rechtlichen Blickwinkel – Merkblatt der Nationalen Plattform Naturgefahren PLANAT. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, Planat Reihe 1/2007, c/o Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 6 str. Avalaible from: http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/2006-2010/Luethi_2007_-_Gefahrenkarten_aus_dem_rechtlichen_Blickwinkel.pdf [dostop 4. februar 2017]

[10] MIKOŠ, M., 2012. Prispevek k zgodovinskemu pregledu razvoja hudourništva in hudourničarstva v Sloveniji = A Contribution to History of Torrent Control Theory and Practice. Gozdarski vestnik, 70 (10), 429–439.

[11] MIKOŠ, M., 2015. Od varstva pred naravnimi tveganji do kulture sobivanja z njimi. V: Zbornik 26. Mišičevega vodarskega dneva 2015, 7-18, http://www.mvd20.com/LETO2015/R5.pdf [dostop 4. februar 2017]

[12] MIKOŠ, M., 2016. Da bi bilo po nesreči bolje kot prej. Delo, 58 (164), 5, Available from: http://www.delo.si/mnenja/gostujoce-pero/da-bi-bilo-po-nesreci-bolje-kot-prej.html [dostop 11. februar 2017]

[13] NYE, M., TAPSELL, S., TWIGGER-ROSS, C. 2011. New social directions in UK flood risk management: moving towards flood risk citizenship? Journal of Flood Risk Management, 4, 288-297.

[14] PLUMMER, R., CRONA, B., ARMITAGE, D.R., OLSSON, P., TENGÖ, M., YUDINA, O. 2012. Adaptive comanagement: a systematic review and analysis. Ecology and Society, 17 (3): 11. doi:10.5751/ES-04952-170311.

[15] SCHOEMAN, J., ALLAN, C., FINLAYSON, C.M. 2014. A new paradigm for water? A comparative review of integrated, adaptive and ecosystem-based water management in the Anthropocene, International Journal of Water Resources Development, 30 (3=, 377-390, doi: 10.1080/07900627.2014.907087.

[16] SODNIK, J., KOGOVŠEK, B., MIKOŠ, M. 2015. Vlaganja v vodno infrastrukturo v Sloveniji in Avstriji = Investments into water infrastructure in Slovenia and in Austria. Gradbeni vestnik, 64 (1), 3-12.

[17] SODNIK, J., MIKOŠ, M., 2016. Quo vadis slovensko hudourništvo. V: Zbornik 27. Mišičevega vodarskega dneva 2016, 10-18. http://www.mvd20.com/LETO2016/R2.pdf [dostop 4. februar 2017]

[18] STEINMAN, F., MIKOŠ, M., 1993. Zadrževanje voda v Slvoeniji. V: Zbornik Mišičevega vodarskega dneva 1993, 95-99. http://www.mvd20.com/LETO1993/R15.pdf [dostop 9. februar 2017]

[19] VON KORFF, Y., DANIELL, K.A., MOELLENKAMP, S., BOTS, P., BIJLSMA, R.M. 2012. Implementing participatory water management: recent advances in theory, practice, and evaluation. Ecology and Society, 17 (1): 30. doi: 10.5751/ES-04733-170130.

SLOVENSKE VELIKE PREGRADE: STANJE, PERSPEKTIVE IN OVIRE

dr. Andrej Širca, univ. dipl. inž. grad.

SLOCOLD, Hajdrihova 4, Ljubljana

POVZETEK

Številna mednarodna strokovna telesa, ki se ukvarjajo z vodo, so že prišla do zaključka, da je potrebno poiskati načine medsebojnega razumevanja, soobstoja različnih rab vode ter sočasnega ohranjanja narave. V prispevku je z vidika Slovenskega komiteja za velike pregrade (SLOCOLD) prikazano aktualno stanje v Sloveniji ter nekatere perspektive razvoja. Poudarek je na iskanju večnamenskih projektov ter izrabi naravnih potencialov Slovenije za zadrževanje vode. Kljub dobrim naravnim danostim je zastopanost pregrad v strateških dokumentih za področje voda in energetike zelo slaba, poleg tega pa je zaradi krize vodarstva in gradbeništva zapostavljen tudi zakonodajni oz. upravni vidik pregradnega inženirstva. Takšno stanje vodi v povečanje nevarnosti s strani teh kompleksnih objektov, zato je v zaključku podan predlog za ustanovitev Službe za varnost pregrad, ki bi najprej normalizirala varnostno stanje in nato dvignila strokovno področje slovenskih velikih pregrad na nivo primerljivih evropskih držav.

Ključne besede:
velike pregrade, podnebne spremembe, vodarstvo, energetika, zakonodaja, varnost

1. Uvod

Velike pregrade imajo v svetu in tudi v Evropi še vedno velik pomen. Mednarodna komisija za velike pregrade (ICOLD) je skupaj z ICID (Mednarodna komisija za namakanje in osuševanje), IHA (Mednarodna zveza za hidroenergetiko) ter IWRA (Mednarodna zveza za vodne vire) leta 2012 v Kjotu sprejela Svetovno deklaracijo o Zadrževanju vode za trajnostni razvoj [1]. Na prvi pogled je bila deklaracija namenjena predvsem nerazvitim deželam, vendar bi jo morali v praktično vseh točkah resno obravnavati tudi v Sloveniji. Za zagotovitev trajnostnega razvoja sta bili v njej predlagani okrepitev obstoječih vodnih sistemov in dodajanje nove zadrževalne infrastrukture, kar zahteva ustrezno zakonodajo in financiranje. Deklaracija je predlagala optimizacijo razvoja za večnamensko rabo na petih področjih (glej tudi [2]): Obvladovanje poplav in suš, Namakanje za proizvodnjo hrane, Proizvodnja energije, Zagotavljanje pitne vode in Zagotavljanje tehnološke vode.

Evropski klub ICOLD je v letih 2015-2016 pripravil Manifest o pregradah in zadrževalnikih [3], ki predstavlja evropski odziv na predhodno navedeno Kjotsko deklaracijo. V Manifestu je pogled na pregrade strnjen v pet področij (glej tudi [2]): Pregrade in zdravje, Pregrade in energija, Pregrade in podnebje, Pregrade in okolje ter Pregrade in trajnostno naravnana družba. Manifest v zaključku realistično ugotavlja, da je vloga akumulacij in pregrad v Okvirni vodni direktivi (WFD) in Načrtu za varovanje evropskih vodnih virov vrednotena popolnoma drugače ali celo v nasprotju z vidiki IEA (Mednarodna agencija za energijo), lastnikov pregrad in nekaterih sektorskih organizacij. To vodi do konfliktov in politika nasprotovanja ne more dati pozitivnih rezultatov, kar smo že okusili tudi v Sloveniji. Zato moramo s pripravljenostjo na dialog iskati stične točke in ena od njih je zagotovo celostno upravljanje vodnih virov.

SLOCOLD se s tem prispevkom vključuje v diskusijo Drugega slovenskega kongresa o vodah z vidika velikih pregrad ter pregrad na splošno.

2. Stanje

Načrtovanje, razvoj, raba, obratovanje in vzdrževanje pregrad so v Sloveniji razdrobljeni med različne sektorje, med katerimi ni stične točke, t.j. organa ali ustanove, ki bi jih podobno kot v nekaterih drugih državah formalno povezovala. Vlogo povezovalca skuša na nevladnem nivoju opravljati SLOCOLD, ki pa nima nobenih pristojnosti in izvršne moči. V takšnih razmerah, ki jih dodatno poslabšuje kriza gradbeništva in vodarstva, pregradna stroka že dve desetletji nazaduje, saj v zadnjem času niti ne spremlja več svetovnega razvoja, kaj šele, da bi bila vanj vključena. S staranjem in upokojevanjem strokovnjakov se opuščajo še zadnji ostanki praks iz bivše skupne države, ki so vzdrževali vsaj zadovoljivo stanje. Ilustracija tega trenda je postopno slabšanje nivoja revizijskih pregledov dokumentacije za nove objekte, izključitev revizije iz obveznih zakonskih postopkov ter celo razmisleki o njihovem popolnem opuščanju. Po drugi strani se pregradna varnost v nekaterih državah postavlja ob bok jedrski varnosti in varnosti civilnega letalstva. Ne trdimo, da mora v Sloveniji imeti tako veliko vlogo, vendar bi bilo potrebno zagotoviti vsaj osnovne formalne elemente pregradne varnosti.

Energetske pregrade na Soči, Savi in Dravi so bile do sedaj dobro upravljane in vzdrževane. Sredstva za to so vedno na voljo iz dejavnosti pridobivanja električne energije, saj je interes upravljavcev zagotavljati nemoteno obratovanje v vseh hidroloških razmerah, pa tudi ustrezno varnost obvodnega prostora in prebivalstva. Od 40 slovenskih velikih pregrad jih ima energetski značaj 23.

Za 12 velikih in še večje število manjših vodnogospodarskih pregrad je projekt VODPREG konec leta 2012 [4] prikazal razmeroma slabo stanje. Situacija se od takrat ni bistveno spremenila. Investicijskega vzdrževanja praktično ni, na pregradah se večinoma izvaja monitoring v minimalnem obsegu in njihova prilagojenost spremenljivim hidrološkim, hidravličnim, klimatskim in drugim pogojem je v več primerih vprašljiva. Na posameznih pregradah se sicer vršijo aktivnosti, vendar še nikjer ni bilo vzpostavljeno vzorno stanje. Nekaj primerov:

- Vonarje so ena od najvišjih slovenskih nasutih pregrad in prostornina Sotelskega jezera, ki ga zadržuje, znaša 12,4 milijona m3, vendar je jezero že od leta 1988 prazno ter deluje le kot suhi zadrževalnik. Načrti za revitalizacijo so sicer pripravljeni, vendar se postopek odvija kot ponovno umeščanje objekta v prostor, čeprav je bilo to opravljeno že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja.
- Vogršček je najvišja slovenska nasuta pregrada, ki zagotavlja namakalno vodo za velik del spodnje Vipavske doline in tam omogoča kmetijstvo, vendar je že več let denivelirana zaradi puščanja odvzemnega cevovoda. Sanacija do sedaj ni stekla deloma zaradi pomanjkanja sredstev, deloma pa zaradi nestrokovnega spreminjanja tehničnih rešitev. Zaradi dolgotrajne deniveliranosti bazena se na pregradi kažejo posledice posedanja, ki v skrajnem primeru lahko vodijo do razpok v glinenem jedru in posledično možnosti puščanja ali celo porušitve po ponovni polnitvi.
- Loče so pregrada, ki nad Celjem zadržuje Šmartinsko jezero s 6,5 milijoni m3 akumulirane vode in je bila po ugotovitvah VODPREG leta 2012 v razmeroma slabem stanju. Rešitve se je k sreči našlo v okviru projekta poplavne zaščite Savinjske doline, ki je pregradi prinesel sanacijo betonov prelivnega objekta ter sanacijo dela temeljnega izpusta, še vedno pa ostaja neznanka neustrezno piezometrično stanje v telesu pregrade, ki kaže na odpoved drenažnih elementov.

- Klivnik in Mola sta v večnem dokazovanju, da njuna voda ni namenjena samo ribičem, temveč imata osnovno nalogo zadrževanja poplavnih voda, lahko pa bi zagotavljali tudi del pitne vode za Obalo.

Skupna prostornina vseh slovenskih zadrževalnikov znaša 0,303 km^3, kar je le 1,8% povprečnega letnega odtoka 17 km^3. Od naših sosed zadrži Hrvaška 4% ali 1,07 km^3 od 27 km^3, Avstrija 5,3% ali 3,03 km^3 od 56,2 km^3, Italija pa teoretično 11,8% ali 13 km^3 od 110 km^3 [5].

3. Perspektive

Pregrad za zagotavljanje pitne vode ne načrtujemo in to niti na področju Obale, kjer je potreba evidentna. Zgodovinski projekti kot so Kubed, Osp in Dragonja, tonejo v pozabo, novejši kot npr. Padež, pa so ustavljeni. Usoda velikega projekta zagotavljanja pitne vode za Obalo ni jasna, v ta namen se sicer omenja tudi možnost izrabe obstoječih zadrževalnikov Klivnik in Mola. V javnosti ni znano dejstvo, da imajo na pitno vodo vpliv tudi zajezitve pretočnih elektrarn na Dravi in Savi, zaradi česar tudi zajezitve na Muri, ki bi zagotavljale trajne nivoje podzemne vode v velikih vodonosnikih, ne dobijo podpore s tega vidika.

Namenskih pregrad za namakanje ne načrtujemo in ne gradimo. Po izdelavi Nacionalnega programa namakanja in vzpodbudnem začetku projektu Slovenian Irrigation Project (začetek leta 1998), ki ga je s kreditom podprla tudi Svetovna banka in v katerem so se evidentirale možne lokacije ter ocenila njihova izvedljivost v tehničnih in finančnih okvirih, so aktivnosti v veliki meri zamrle. V zvezi z gradnjo novih pregrad je bil izdelan projekt nasute pregrade na pritoku Dragonje Piševcu in verjetno še kakšen, vendar do izvedbe zaradi spleta številnih okoliščin ni prišlo. Projekti namakanja so se po drugi strani izvajali brez gradnje pregrad. Vprašamo se lahko, ali je to posledica prevelikih stroškov pregrad ali pa vnaprejšnjega strahu pred problemi umeščanja v prostor. Odsotnost gradnje velikih zadrževalnikov se skuša nadomestiti s sicer pozitivnim predlogom malih vodnih zadrževalnikov v velikostnih razredih do 1000 m^3, do 250.000 m^3 in več kot 250.000 m^3 [6], vendar ob morebitnih predlogih za olajšanje zakonodaje za gradnjo malih zadrževalnikov opozarjamo, da jih je treba vsestransko pretehtati. Veliko število razpršenih in nenadzorovanih objektov lahko predstavlja novo varnostno grožnjo, še toliko večjo, če nista nadzorovani niti njihovo načrtovanje in gradnja, ter bo njihovo vzdrževanje in obratovanje podvrženo zgolj interesu koriščenja vode. Primer dobrega pristopa v zadnjih letih predstavlja analiza možnosti večnamenske rabe zadrževalnikov na Savinji in Bolski, kjer bi se protipoplavni vlogi na podlagi nekaterih že izvedenih korakov DPN priključilo še rabo vode za potrebe namakanja [7].

Energetika je edino živo področje gradnje pregrad, ki za vse sodobne projekte zagotavlja tudi njihovo večnamenskost. V okviru energetske izrabe, protipoplavne zaščite in v realni perspektivi tudi zagotavljanja namakalne vode ter rekreacijsko-turističnega potenciala, poteka izgradnja HE na spodnji Savi. Zgrajene so tri od predvidenih petih HE (Boštanj, Arto - Blanca in Krško), v zaključku gradnje je četrta, HE Brežice, v pripravi pa je dokumentacija za HE Mokrice. Na srednji Savi je kljub večletnemu načrtovanju projekt praktično v stanju mirovanja. Veriga HE na srednji Savi še nima definiranega večnamenskega značaja, treba pa je vedeti, da sta zadnji stopnji na spodnji Savi, HE Brežice in HE Mokrice, zasnovani v obsegu, ki omogoča dnevno izravnavo pretokov celotne verige od Mavčič do državne meje s Hrvaško. Brez sklenjene verige je njen učinek na pridobivanje najdragocenejše vršne energije bistveno manjši.

Podnebne spremembe so v Sloveniji zaznane in med drugim ovrednotene v obliki spremenjenih klimatoloških in hidroloških parametrov. Med njimi so tudi naraščajoče temperature površinskih voda ter zniževanje rečnih pretokov [8]. Eden od najbolj učinkovitih ukrepov za blažitev posledic podnebnih sprememb je vsekakor gradnja pregrad in zadrževanje vode čim višje v povodjih. Posledica podnebnih sprememb so deloma tudi vse pogostejše in močnejše poplave: V letih od 2006 naprej so poplave v Sloveniji povzročile najmanj za

milijardo evrov škode (npr. Delo, 13.11.2014), pri čemer okoljska škoda v veliki meri niti ni bila upoštevana. Tudi za ta problem je eno od zdravil gradnja zadrževalnikov. Vendar se o čem takšnem težko razmišlja ob podatkih, da se je do sedaj namesto nekaj 10 milijonov €, v celotno vodno infrastrukturo, vključno s pregradami, vlagalo le po nekaj milijonov € letno, pri čemer so bile investicije omejene predvsem na nekaj točk ob Savinji in Dravi.

Na opisanih primerih vidimo, da imajo pregrade v vodnem gospodarstvu vsestransko uporabnost, ki jo je marsikje možno utemeljiti samo za en namen, še veliko večji pa so potenciali za večnamenske objekte, ki bi bili zasnovani in umeščeni v prostor na podlagi krovne strategije urejanja voda. Te Slovenija zaenkrat nima, zato smo njena potencialna izhodišča iskali v obstoječih dokumentih (glej tudi naslednje poglavje). Dobra osnova za vsak razmislek na temo slovenskih pregrad je vsekakor študija [9]. V njej je evidentiranih 465 potencialnih pregradnih prerezov, ki bi skupaj lahko zagotovili dodatnih 891 hm^3 zadrževalnega prostora (hm^3 = 1 milijon m^3).

Preglednica 1 Bruto zadrževalni potencial v Sloveniji po povodjih (vir podatkov: VGI, 1995)

	Vodno območje	Število zadrževalnikov	Koristna prostornina zadrževalnikov (hm3)	Letni dotok (hm3)	Delež zadržanega odtoka (%)
1	Mura	58	32,31	123	26,3
2	Drava	40	76,23	1255	6,1
3	Savinja - Sotla	156	240,48	1053	22,8
4	Dolenjska	77	127,46	1489	8,6
5	Ljubljanica - Sava	41	83,50	704	11,9
6	Gorenjska	49	240,28	2262	10,6
7	Soča	11	31,30	111	28,3
8	Primorska	33	59,56	370	16,1

Gre za teoretični bruto zadrževalni potencial, iz katerega so bile za izvedbo v bližnji prihodnosti (ki je do danes že minila…) predlagane akumulacije s skupno prostornino 70,3 hm^3, od tega 5,7 hm^3 za pitno vodo, 37,9 hm^3 za zadrževanje visokovodnih valov, 5,4 hm^3 za namakanje, 18,2 hm^3 za bogatenje nizkih pretokov ter 3,2 hm^3 za ostalo rabo.

4. Ovire

4.1 Strateški dokumenti

Načrt urejanja voda 2016-2021 kot temeljni dokument za načrtovanje v vodarstvu sicer deklarira zadrževanje, energetiko in še kaj, pregrad pa ne omenja kot možne rešitve. V NUV II VO Donava se besedni koren »pregrad« na 259 straneh pojavi 5-krat in je vedno vezan na splošne faktografske podatke. V NUV II za VO Jadransko morje je stanje s korenom »pregrad« podobno, na 266 straneh se pojavi 6-krat, vedno faktografsko. Vsebina osnutka Programa ukrepov v letu 2015 ni vzbujala vtisa, da so pregrade pomembne, vendar je res, da tudi niso bile pretirano problematične (vsega 9 pojavov korena besede »pregrad«): Omenjeno je bilo vzdrževanje pregrade Loče, vzdrževanje prodnih pregrad na Belci (2x), sanacija pregrade v Kočevski reki, nato pa še uravnavanje pretoka dolvodno od pregrad (vpliv na morfologijo in vodne organizme, DUDDS6, 2x) ter ukrepi za vzpostavitev premeščanja sedimenta (DUDDS7, 3x). V osnutku Programa ukrepov ver. 2.5 iz julija 2015 je pojavljanje besednega korena »pregrad« skopnelo na 2. Na podlagi tega dokumenta torej ne moremo pričakovati bistvenega preboja v smislu gradnje novih zadrževalnikov, niti konkretnih aktivnosti za večnamensko rabo obstoječih.

Za področje energetike Predlog usmeritev za pripravo energetskega koncepta Slovenije (Ministrstvo za infrastrukturo, junij 2015) pregrad ne omenja, vendar je na več mestih čutiti,

da se njihovega potenciala zaveda. V poglavju o Virih energije se na prvem mestu izmed obnovljivih virov energije (OVE) omenja hidroenergija in v naslednjem odstavku trajnostno izkoriščenje energetskega potenciala rek do leta 2035. Razvidno je tudi zavedanje o nujnosti prevlade javne koristi ter o določitvi ravnotežja med energetsko-podnebnimi, okoljskimi, ekonomskimi in drugimi politikami pri maksimalnem izkoriščanju OVE. Zaradi predvidenega povečanja uporabe OVE naj bi se tudi zagotovilo, da bo umeščanje v prostor upoštevalo širše prednosti OVE. Žal se Energetski koncept, kot že nekateri sorodni dokumenti pred njim, izgublja in vodeni ob vsesplošnem usklajevanju.

Če se iz državne sfere premaknemo v nevladno, so optimistične perspektive SLOCOLD o razvoju področja izpred nekaj let [10] le še lep spomin. In to kljub naporu, da bi s publikacijo »Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov« (IZS, 2012) zagotovili pregledno osnovo za razvoj stroke.

Za ustavitev nazadovanja stroke ali vsaj za premik z mrtve točke bi bil potreben konkretnejši angažma sfer, ki premorejo moč in pooblastila, da lahko vplivajo na razvoj Slovenije, vključno s področjem voda. V vsakem primeru pa pregrade so in morajo tudi v prihodnosti biti eden od ključnih elementov vsake vodarske strategije. Brez njih je vsak program nepopoln.

4.2 Zakonodaja

Za področje pregrad imamo v Sloveniji dva veljavna predpisa. Prvi je star, vendar zgoščeno zapisan Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov (Ur. l. SFRJ št. 7/1966). Drugi je Pravilnik o opazovanju seizmičnosti na območju velike pregrade (Ur. l. RS št. 92/1999, 44/2003 in 58/16). Oba pravilnika sta se doslej zadovoljivo dosledno izvajala na energetskih pregradah, na vodarskih pa precej slabše. Glavne težave zaradi tako skromnega nabora predpisobv so: Neenotne in nezanesljive evidence velikih pregrad; odsotnost standardov raziskav podlag, projektiranja, gradnje in vzdrževanja; odsotnost neodvisne kontrole poročil o tehničnem in seizmološkem opazovanju ter neustrezno poznavanje hidravličnih posledic porušitev velikih pregrad. Zaradi tega je SLOCOLD v letu 2010 že predlagal Vladi določitev pristojnega organa za varnost pregrad, vendar so po prvem koraku – odstopitvi pobude Ministrstvu za okolje – vse aktivnosti zamrle, po navedbah pristojnih zaradi pomanjkanj sredstev. V nadaljevanju je predlog ureditve področja podan ponovno.

Prvi korak za ureditev stanja je določitev pristojnega organa ter vzpostavitev evidence velikih pregrad, za kar predlagamo ustanovitev Službe za varnost pregrad (SVP) na Direkciji RS za vode (DRSV). DRSV že razpolaga z vsemi potrebnimi evidencami in kadri ter je kot lastnik vodnogospodarskih pregrad tudi zainteresiran za njihovo varno in zanesljivo obratovanje. Glavna naloga vodje SVP je vsakoletna ocena varnostnega stanja pregrad, pri čemer se mora obseg aktivnosti z začetnega poročanja postopoma razširiti na uveljavitev podrobnejše zakonodaje ter tehnične regulative, vse ob spremljanju aktualnih evropskih in svetovnih smernic. Kot pomoč pri delu in sprejemanju odločitev naj SVP izmed renomiranih strokovnjakov imenuje stalne ekspertne komisije, npr. Komisijo za varnost pregrad ter Komisijo za določitev hidravličnih posledic porušitev pregrad. V pomoč pri organizaciji celotnega področja je lahko publikacija »Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov« [11]. Formalno podlago za ustanovitev SVP in določitev njenih pristojnosti daje 44. člen Zakona o vodah, 5. odstavek.

V skladu z zaključki projektov VODPREG in VODPREG2 je ena od prioritetnih nalog SVP imenovanje Komisije za določitev hidravličnih posledic porušitev pregrad. Zaradi zastarelosti in neustreznosti izračunov ter potrebe po določitvi nevarnosti in po pripravi učinkovitih načrtov zaščite in reševanja je namreč nujno ponovno ovrednotenje hidravličnih posledic porušitev za večje število slovenskih velikih pregrad. Predlog Navodil za izdelavo ocene hidravličnih posledic porušitev pregrad [12] določa strokovna izhodišča za pripravo izračunov ter daje tudi usmeritve za sestavo Komisije za določitev hidravličnih posledic porušitev pregrad in za kategorizacijo pregrad. V zvezi s prikazom rezultatov in njihovim umeščanjem v aktualne podatkovne baze je osnova za prikaz obsega hidravličnih posledic porušitve pregrad lahko že

v obstoječi obliki Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Uradni list RS, št. 60/07), v nadaljevanju »Pravilnik«. Ta v členu 11 eksplicitno navaja porušitev vodnih objektov kot vir zelo majhne poplavne nevarnosti. Z doslednim izvajanjem določil tega Pravilnika bi moralo ministrstvo, pristojno za vode, že do sedaj zagotoviti, da bi se posledice porušitve velikih pregrad vnesle v vodni kataster (npr. člen 20 Pravilnika). Z ustanovitvijo SVP in njenimi aktivnostmi bo takšno dopolnjevanje vodnega katastra formalizirano.

5. Zaključki

Pregrade je potrebno eksplicitno vključiti v vse strateške državne dokumente, ki zadevajo vodo, energijo in podnebne spremembe.

Predlagamo gradnjo večnamenskih zadrževalnikov kot elementa trajnostnega razvoja države ter kot enega od učinkovitih ukrepov za obvladovanje podnebnih sprememb. Ob tem izhajamo iz dejstva, da Slovenija ima potenciale za zadrževanje vode, ki se morajo bistveno bolje kot do sedaj izkoristiti v obliki večnamenskih objektov. Kot prvo aktivnost je treba izvesti novelacijo in dopolnitev študije »Zadrževanje voda in večnamenska izraba akumulirane vode« iz leta 1995, da bo lahko predstavljala enega od ključnih elementov celostnega upravljanja z vodnimi viri.

Standardi načrtovanja, gradnje ter obratovanja in vzdrževanja novih pregrad morajo biti na visokem nivoju, ki zagotavlja visoko varnost objektov in dolvodnega prostora. Zato je treba takoj urediti zakonodajo za področje velikih pregrad, oz. vseh tistih pregrad, ki predstavljajo kritično infrastrukturo. Konkretno to pomeni ustanovitev Službe za varnost pregrad (SVP), ki bo vodila evidenco velikih pregrad, nadzirala njihovo stanje, postavljala prioritetne naloge v zvezi z njihovo varnostjo in po potrebi tudi s pooblastili ukrepala. Razpoložljivi aktualni osnovi za to nalogo sta dokumenta:

- Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov (IZS, 2012) in
- Predlog Navodil za izdelavo ocen hidravličnih posledic porušitve pregrad (VODPREG2, 2016)

6. Viri

[1] World Declaration Water Storage for Sustainable Development (2012). CIGB/ICOLD, ICID/CIID, IHA and IWRA. Kyoto, 5th June, 2015.

[2] Širca, A., 2015. Vodni zadrževalniki – Pozabljeni potencial Slovenije. V: 26. Mišičev vodraski dan 2016, 9. december 2015, Maribor. VGB Maribor; 120-128.

[3] MANIFESTO Dams & Reservoirs, European ICOLD Club. November 2016, 10 pages. Splet: http://cnpgb.apambiente.pt/IcoldClub/index.htm (dostopano 20.3.2017).

[4] Zemeljske in betonske vodne pregrade strateškega pomena v RS (VODPREG), 2012. Razvojno raziskovalni projekt, Končno poročilo; ZAG, IBE, FGG, Hidrotehnik in Ped-Sava, december 2012. Naročnik: MORS, URSZR.

[5] 2016 World Atlas & Industry Guide, 2016. Posebna izdaja The International Journal of Hydropower & Dams, Aqua-Media International, Wallington, Surrey, Združeno Kraljestvo.

[6] Glavan, M., Meljo, J., Zupan, M., Fazarinc, R., Podboj, M., Tratnik, M., Cvejić, R., Zupanc, V., Kregar, M., Krajčič, J., Bizjak, A. in Pintar, M. (2011) Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji. V: Zbornik 22. MVD, december 2011, str. 131-138.

[7] Možna vzpostavitev zadrževalnikov v zgornjem in srednjem toku Savinje in Bolske za dvonamensko rabo ter proučitev vodnih količin za namakanje na podlagi rešitev v DPN za Spodnjo Savinjsko dolino. Študija št. G42-FR/14, IZVO-R (s podizvajalci), Ljubljana, februar 2015. Naročnik: MOP.

[8] Kajfež Bogataj, L. (2012) Sušna tveganja ob podnebnih spremembah. V: Zbornik I. kongresa o vodah Slovenije, Ljubljana, marec 2012, str. 229-237.

[9] Zadrževanje voda in večnamenska izraba akumulirane vode – Osnovne proučitve. Študija št. C-194, Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, junij 1995.

[10] Širca, A. in Zadnik, B. (2010) Keeping and Developing the Know-how in Slovenian Dam Engineering; the Role of a National Committee. Proceedings of the 8th ICOLD European Club Symposium (IECS), Innsbruck, Austria, September 2010. pp 47-52.

[11] Zadnik, B. (2012) Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov. Založila: IZS. Spletna verzija: http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-AL9KNONO

[12] Zemeljske in betonske vodne pregrade strateškega pomena v RS, VODPREG2 (2016). Razvojno raziskovalni projekt, Končno poročilo. Zavod za gradbeništvo, IBE d.d., Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Hidrotehnik d.d. Ljubljana, oktober 2016.

PODZEMNE VODE – MED NARAVOSLOVJEM, TEHNIKO, DRUŽBENIM IN POLITIČNIM

izr. prof.dr. Mihael Brenčič[1,2,3], univ.dipl. inž. geol.

[1] Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, [2]Geološki zavod Slovenije, [3]Slovenski komite Mednarodnega združenja hidrogeologov

POVZETEK

Nacionalna vodna bilanca Slovenije kaže, da smo država bogata z vodo; med ta bogastva sodi tudi podzemna voda. Prispevek na esejistični način obravnava nekatera odprta vprašanja povezana z razumevanjem podzemne vode. Obravnavana je odvisnost družbenega razvoja od dosegljivosti vodnih virov, sledi diskusija o sektorski razdrobljenosti upravljanja s podzemno vodo. Dotaknemo se problema ustrezne terminologije in problemov pri medsebojni komunikacijami med strokami. Slovenija je zapisala v ustavo pravico do pitne vode, kar je neposredno povezano s podzemno vodo, saj je ta skoraj edini vir pitne vode. Za konec so podane teze, ki nakazujejo reševanje odprtih vprašanj v povezavi s podzemno vodo.

Ključne besede:

podzemne vode, pitna voda, vodonosnik, vodovarstveno območje, terminologija

1. Uvod

Kroženje vode v naravi je enovito in je posledica interakcije med energijo sonca, geotermalno energijo in množino vode na Zemlji. Koncept kroženja vode, ki ga spodbujajo različni viri energije, je v svoji osnovi zelo enostaven, zaradi pestrosti Zemlje, katere komponente lahko opišemo z različnimi sferami (npr. biosfera, litosfera, hidrosfera) pa izredno kompleksen. V hidroloških znanostih vodni krog najpogosteje opišemo s sistemom, ki je sestavljen iz treh velikih podsistemov; podsistema atmosferske vode, podsistema površinske vode in podsistema podzemne vode. Tudi te velike podsisteme nadaljne razdelimo še na manjše podpodsisteme ali komponente, najpogosteje v odvisnosti tega, kateri procesi znotraj vodnega kroga nas podrobneje zanimajo. Pri konceptualizaciji vodnega kroga je najbolj pomembno, da sledimo izmenjevanju energije in mase med temi komponentami. Odsotnost razumevanja fizikalnih danosti vodnega kroga vodi k napakam, ki so lahko v praksi tudi katastrofalne.

Voda je vseprisotna in esencialna spojina, ki ji starogrška filozofija ni zaman pripisovala statusa elementa, torej nečesa temeljnega, kar gradi materialni in tudi predstavni svet okoli nas. Je vsakdanja in samoumevna, hkrati pa izredno kompleksa; kompleksne so njene fizikalno kemijske lastnosti, kompleksne pa so tudi njene interakcije v okolju. Vse to vodi k neprestanim izzivom, ki so posledica soočanja z vodo in vodnim okoljem v najširšem pomenu. Brez pretiravanja lahko zapišemo, da vode in vodnega okolja še vedno ne razumemo dovolj dobro, pa čeprav so za človeštvom tisočletja izkušenj. Prav tako lahko brez pretiravanja zapišemo, da je to nerazumevanje posledica tega, da vodnega kroga še vedno ne obravnavamo kot celote, temveč, da je znanje o komponentah vodnega kroga neuravnoteženo in da posamezne komponente razumemo bolje, kot druge, da so nam nekatere komponente vodnega kroga bližje, ker jih vidimo in zaznavamo, kot druge, ki jih ne vidimo in so zaradi tega izkustveno

bolj oddaljene. Taka ne dovolj dobro razumljena komponenta vodnega kroga je podzemna voda, ki jo bomo v prispevku osvetlili s stališča nekaterih odprtih in aktualnih vprašanj.

2. Naravne danosti

Slovenija je bogata z vodo. Nacionalna vodna bilanca kaže, da je Slovenija v globalnem merilu med najbogatejšimi državami. Geografski položaj države ima za posledico, da je večji del njenega ozemlja podvržen relativno visokim letnim padavinam, izgube teh padavin, ki jih najpogosteje opredelimo z realno evapotranspiracijo, pa ne presegajo ene tretjine celotne letne količine padavin. To ima za posledico visok odtok in številne interakcije vode z ostalimi komponentami okolja. Če odtok preostalih padavin poenostavljeno razdelimo le na komponenti površinskega in podzemnega odtoka, bomo tudi v tem primeru opazili, da je v Sloveniji razmerje med tema dvema odtokoma drugačno, kot v primeru večine drugih območij na Zemljini obli. Delež podzemnega odtoka napram površinskemu odtoku je v Sloveniji mnogo višji, kot v večini drugih držav. To je posledica geološke zgradbe ozemlja Slovenije. Okoli polovico površine države prekrivajo karbonatne kamnine, preostali velik delež ozemlja pa predstavljajo obsežne s prodom in peskom zasute ravnine in kotline.

V karbonatnih kamninah se izmenjujejo apnenci in dolomiti, ki so različno zakraseli in tvorijo obsežne kraško razpoklinske vodonosnike. Ti se nahajajo v skoraj celotnem južnem delu Slovenije ter na zahodu in severozahodu, zlasti na območju alpskega visokogorja. Zanje je značilna zelo neenakomerna porazdelitev podzemne vode, ki se ponekod izraža v skoraj povsem suhi kamnini, drugod pa v velikih kraških izvirih, ki predstavljajo skoraj prave reke. Podzemna voda na krasu predstavlja vir pitne vode za skoraj polovico prebivalstva države. Velik del preostale polovice potrebne količine pitne vode se zagotavlja iz obsežnih odprtih medzrnskih vodonosnikov. Večina teh vodonosnikov je po svojih fizikalnih značilnostih izjemnih. Sem uvrstimo vodonosnike Ljubljanske kotline in Ljubljanskega barja, Spodnje Savinjsko kotlino, Krško Brežiško polje, Dravsko in Ptujsko polje ter vodonosnike Pomurja, če naštejemo le najpomembnejše.

Takšne naravne danosti imajo za posledico, da v Sloveniji podzemno vodo uporabljamo kot glavni vir pitne vode. Njena široka uporaba pa ni le posledica njene kvalitete, temveč tudi njene dosegljivosti. Mariskateri tehnološki postopek temelji na uporabi podzemne vode bodisi kot vhodne surovine bodisi kot podpore proizvodnji (npr. kot hladilna tekočina). V Sloveniji se vse premalo zavedamo, kako so vodni viri v preteklosti in tudi danes vplivali na razvoj poselitve in tudi na razvoj družbe kot celote. Našteli bi lahko vrsto primerov, ko je bila posamezna dejavnost vezana na vodni vir, nato pa se je okoli nje razvilo naselje ali obsežen industrijski kompleks.

Zaradi velike dosegljivosti vodnih virov podzemne vode z njimi še vedno ravnamo zelo mačehovsko. Še vedno je prisotna doktrina nadomeščanja vodnih virov v primeru večjih posegov v prostor. V preteklosti smo bili na primer pogosto soočeni z dejstvom, da bo načrtovana cesta prečkala neposredno zaledje črpališča ali pa celo povozila vodnjake. Ker se je v takšnem primeru razmišljalo le o tehnološko tehničnih rešitvah je bila del projekta ceste tudi premestitev vodnjaka. Večini primerov je hidrogeološka stroka takšne posege uspela preprečiti z drugimi ustreznejšimi rešitvami. Žal pa še danes nismo imuni pred takšnimi prostorskimi rešitvami. Zelo lep primer takšnega načrtovanja je izrivanje vodnih virov posameznih večjih mest. Pri tem se tehta zgolj neposredne stroške, kar je napačno, saj je to le trenutna obremenitev, realna ekonomska obremenitev pa se prenese v prihodnost in prizadane družbo kot celoto, predvsem pa se problem prelaga na kasnejši čas.

3. Parcializacija in sektorsko razumevanje

Predmet zanimanja hidrološke znanosti so vsi pojavi vode na Zemlji, in čeprav je vodni krog potrebno obravnavati enotno, so se zaradi njegove kompleksnosti ter posledično zaradi raznolikega pomena posameznih komponent vodnega kroga za človeka, pri preučevanju vode ter njenih pojavnih oblik, pojavile različne specializacije. Tako posamezne stroke, katerih primarni izvor znanja je zelo različen, obravnavajo zgolj posamezne komponente vodnega kroga, ne pa njegove celote. Celostni pogled na vodni krog je redek. Preučevanje vode v atmosferi je predvsem v domeni meteorološke stroke, ki v Sloveniji izhaja iz fizikalnih ved. V zahodnem svetu so površinske vode pogosto v domeni samostojne hidrološke stroke, kjer se strokovnjaki na univerzah izobražujejo le v ta namen, v Sloveniji pa je preučevanje površinske vode predvsem v domeni geografske stroke in hidrotehnikov, ki izhajajo iz gradbene stroke. Preučevanje podzemne vode je v domeni hidrogeologov, ki v Sloveniji in tudi v svetu, izhajajo iz geološke stroke; v svetu je hidrogeologija zelo redko samostojen študij. Na vodni krog pa ne moremo gledati le s tehnično naravoslovnega vidika, ampak se moram zavedati, da je voda pomembna tudi preko svoje pojavne (fenomenološke) oblike. Tako lahko ločimo še najmanj dve široki področji »ukvarjanja« z vodo in vodnim okoljem. Prvo je področje analize »ekosistemskih storitev« vodnega kroga, drugo pa je področje njenih »političnih« ter »socioekonomskih« vidikov. Prvo področje je v domeni bioloških ved ali morda nekoliko širše gledano, v okviru biotehniških ved, po drugem področju pa se »sprehajamo« vsi, čeprav naj bi strokovnjaki za to področje prihajali predvsem iz humanističnih in družboslovnih ved. Z vodo in vodnim okoljem se tako ukvarja veliko strok, ki so razvile zelo raznovrstne specializacije.

Zaradi narave vodnega kroga, v katerem so posamezne komponente soodvisne, mora posamezen strokovnjak - specialist posegati tudi na področje »drugega podsistema«, kjer se srečuje z drugimi strokovnjaki. Takšno križanje strok na presečnih območjih izboljšuje in bogati znanje o vodi, hkrati pa ustvarja konflikte, ki so praviloma kreativni, včasih pa tudi zaviralni. To zaviranje je lahko najprej posledica medsebojnega nerazumevanja jezika različnih strok, kar je predvsem posledica odsotnosti utrezne in vzajemno razumljene terminologije, to pa vodi v mimobežno komunikacijo ter razpršitev energije in sredstev namenjenih reševanju problemov. Zaviralni momenti razvoja so zelo pogosto tudi posledica a priorno konfliktnega odnosa med strokami. Stroke in disciplinarne znanosti, tudi tiste, ki se ukvarjajo z vodo pri tem niso izjema, predstavljajo »interesne« skupnosti z ozko in pogosto zelo jasno izraženo željo po nadzorovanju materialno ekonomskih virov ter svojega družbenega vpliva. Vprašanje upravljanja in gospodarjenja z vodo in vodnim okoljem predstavlja relativno široko nišo v kateri je možno učinkovito vgnezditi interese posamezne skupnosti. Morda se tega dejstva v Sloveniji premalo zavedamo.

Drobljenje pri upravljanju in gospodarjenju s komponentami vodnega kroga zaradi uveljavljanja interesov posameznih strok povzroča širšo družbeno neučinkovitost in nepotrebne stroške. Hkrati ima uveljavljanje interesov različnih strok za posledico, da so nekateri segmenti upravljanja z vodnim krogom, če ne že zanemarjeni, pa vsaj potisnjeni na stranski tir in deležni manjše finančne ter upravljalske podpore. Takšno podrejenost hidrogeološka stroka pogosto zaznava pri obravnavi podsistema podzemne vode. Vzroki za takšno neenakopravno obravnavo so večplastni. Problem družbeno in tudi politično neustrezne obravnave podzemne vode v veliki meri izvira iz njene nevidnosti.

Podzemna voda je v večini primerov očem nevidna in je za večino ljudi izkustveno tuja. Pri razumevanju vodonosnikov in vodonosnih sistemov v vseh segmentih javnosti težavo predstavlja njihova prostorska komponenta, ki je trodimenzionalna entiteta, in ki je po svojem volumnu mnogo večja, kot večina drugih podsistemskih komponentah vodnega kroga. Takšno nerazumevanje lahko ilustriramo na številnih praktičnih primerih uporabe podzemne vode kot vhodne surovine v tehnoloških procesih živilske industrije, podobne težave pa bomo zasledili tudi v drugih industrijskih panogah. Tam bomo naleteli na velike razlike pri vzdrževanju posameznih podsistemov za proizvodnjo. Polnilne in druge proizvodnje linije so vrhunske

kvalitete, izdelane s pomočjo najboljše razpoložljive tehnike, prav tako se v njihovo vzdrževanje vlaga velika sredstva. Na začetku tega proizvodnega procesa pa bomo pogosto opazili povsem zanemarjene in slabo vzdrževane vodnjake, ki so bili izdelani po konceptu minimalnih stroškov. V vzdrževanje vodnjaških sistemov se skorajda ne vlaga, praviloma le takrat, ko je sistem vodnjakov tik pred odpovedjo, ali pa je celo že odpovedal. To je navidez povsem nerazumljivo ravnanje, saj gre za vir od katerega je odvisna celotna proizvodnja, razložimo pa ga zlahka z dejstvom, da je narava vodnega vira in zajema vode iz njega povsem nerazumljena, iztok vode ali pa njene količine, ki so na voljo za črpanje pa so povsem samoumevne.

V Sloveniji je upravljanje z vodo in vodnim okoljem razdeljeno po različnih sektorjih države. Takšna razdelitev je zaradi kompleksne vloge vode lahko ustrezna, saj je vse segmente naenkrat in centralno težko obvladati. Hkrati ima takšno stanje za posledico, da je pogosto prisotna pomankljiva koordinacija med sektorji in neustrezno izmenjevanje informacij. Zdi se, da se ta sektorska razdrobljenost izrazito kaže prav pri upravljanju in gospodarjenju s podzemno vodo. Podzemna voda je v Sloveniji vir pitne vode v več kot devetdesetih odstotkih vode v vodovodnih sistemih, odgovornost za zagotavljanje zdravstveno ustrezne pitne vode je v domeni ministrstva pristojnega za zdravje. Podzemna voda je pomembna komponenta številnih živilskih proizvodov, med njimi je gotovo najbolj izpostavljena embalirana voda. Ta vidik rabe podzemne vode obravnava ministrstvo pristojno za prehrano. In zadnji prostorski in okoljski vidik, med katerega sodijo tudi vodovarstvena območja, 0ki ima centralno vlogo pri upravljanju s podzemno vodo, je v pristojnosti ministrstva odgovornega za okolje in prostor. Pri podzemni vodi pogosto nastopajo težave pri usklajevanju teh treh sektorjev. Praksa, ki jo pri svojem delu zaznavajo strokovnjaki, kaže, da so konflikti povzorčeni prav z neusklajenostjo med sektorji. Zdi pa se, da so problemi, ki izhajajo iz tega, pogosto neprepoznani. Reševanje teh problemov bi terjalo nadsektorsko usklajevanje. Morda bo sedaj spodbuda za takšno usklajevanje vpis pravice do pitne vode v ustavo. Ta pravica je neposredno povezana z vodnimi viri pitne vode, ta pa je v Sloveniji skoraj v celoti podzemna voda.

4. Terminološka zmeda

Z Zakonom o vodah smo leta 2000 v Sloveniji uvedli enotno poimenovanje vod. Mednje sodi tudi opredelitev vod, ki se nahajajo pod površjem tal. Zakon v svojem 7. členu – pomen pojmov pravi: »Podzemna voda je voda pod površino tal v zasičenem območju in v neposrednem stiku s tlemi ali podtaljem.« Čeprav bi lahko definiciji iz zakona do neke mere nasprotovali, ali pa vsaj odprli vprašanje njene ustrezne interpretacije, lahko ugotovimo, da kot podzemne vode opredelimo vode, ki se vnajširšem pomenu nahajajo pod površino tal. S tem naj bi bil pojem podzemna voda enoznačno opredeljen in kot tak tudi uporabljan v najširši praksi. In navkljub že skorajda častitljivi starosti Zakona o vodah in dolgoletnemu izvajanju načel Okvirne evropske direktive o vodah (WFD), iz katere zakon izhaja, temu ni tako. V določenih strokah, ki se ukvarjajo z vodo pod površjem tal, še vedno vlada popolna terminološka zmeda. To pogosto otežuje razumevanje in komunikacijo med različnimi strokami, posledice pa se odražajo na povsem praktičnih problemih in pogosto zgrešenih rešitvah.

Terminološka vprašanja so pomembna, in niso povezana zgolj z jezikovnim purizmom, kot pogosto dobimo vtis. Terminologija vedno odraža stanje razvoja znanosti in stroke, odraža razvoj teorije in njene implementacije v praksi. Hkrati omogoča vzajemno komunikacijo med različnimi področji ter prenašanje rešitev iz območja znanstveno strokovne domene, kjer so problemi obravnavani na abstraktni ravni, v materialno realizacijo in delovanje funkcionalnih tehničnih sistemov, od katerih sta odvisna razvoj in delovanje družbe. Razvoj znanstveno strokovne terminologije mora biti kombinacija spontane uporabe terminov ter širše znanstveno strokovne razprave, kot tudi vključevanja širše družbe v te diskusije. Prav na področju vprašanj razumevanja terminologije v povezavi z vodo in vodnim okoljem lahko

ugotovimo odsotnost terminoloških razprav, te so neustrezne in pomankljive tako znotraj disciplinarnih strok, kot tudi interdisciplinarno in transdisciplinarno. Vse preveč pogosto se zdi, da obstoječa slovenska terminologija in terminologija v današnji »*lingua franca*« angleščini zadoščata. Odsotnost in neustreznost aktualne terminološke rabe se odraža tudi pri obravnavi podzemne vode.

Slovenščina je bogat jezik, v katerem je možno bolje izraziti nekatere terminološke nianse, kot je to možno v nekaterih drugih jezikih, na primer v angleščini. Ta izjava na prvi pogled morda zveni pretirano in govorci angleškega jezika se z njo verjetno ne bi strinjali. Terminološko pestrost slovenščine lahko ponazorimo prav z izrazi za vodo v tleh. Če je angleški termin »*groundwater*« ali včasih v ameriški angleščini »*ground water*« nedvoumen, temu v slovenščini ni tako. V slovenščini bomo zasledili številne sopomenke – sinonime za pojav vode v tleh, pri čemer pa sinonimna raba teh besed ni premočrtna, nekatere besede so podpomenke, druge pa nadpomenke. Naštejemo nekatere od teh besed, pri tem pa se ne spuščajmo v podrobnosti ali celo v njihovo jezikovno ustreznost. Poleg podzemne vode so to še podtalnica, talnica, talna voda, voda v prsti, podzemska voda, podzemeljska voda, podtalna voda, voda v tleh, slojna voda, studenčnica, precejna voda, verjetno pa bi v rabi ali v kakšnem od strokovnih tekstov lahko odkrili še kakšen izraz, ki ga nismo zapisali. Nekatere od strok tem terminom pripisujejo natančno določen pomen, druge pa teh terminov ne pozanjo ali pa takšne razlage zavračajo. Vidimo lahko, da med strokami ni dogovora, kako uporabljati te termine, celo več, dogaja se, da se včasih vsiljuje eno terminologijo na račun druge.

Oglejmo si primer takšne protislovne in zavajajoče uporabe terminov, ki kažejo na nerazumevanje pojava vode pod površjem tal na primeru uporabe terminov podzemna voda in podtalnica. Po enem od tolmačenj naj bi kot podzemno vodo obravnavali vodo pod površjem tal, ki se nahaja znotraj kamnin, kot so na primer zakraseli apnenci ali dolomiti. Kot podtalnico pa naj se bi obravnavalo tisto vodo, ki se nahaja znotraj sedimentov, to je na primer peskov in prodov. Takšno terminološko razlikovanje lahko zavržemo že če si ogledamo pojavljanje vode v prodnopeščenih sedimentih Ljubljanskega polja med reko Savo in Ljubljanico. Debelina tega prodno peščenega zasipa v nekaterih primeri presega sto metrov in znotraj teh sedimentov se v osrednjem delu polja nahajajo obsežne plasti konglomeratov, ki jih z geološkega vidika nedvoumno uvrstimo med kamnine. Seveda so te kamnine na Ljubljanskem polju povsem zasičene z vodo. Razlikovanje med podtalnico in podzemno vodo bi pomenilo, da imamo v tem primeru v zgornjem delu vodonosnika opraviti s podtalnico, nato navzdol po globini s podzemno vodo, na dnu vodonosnika, ko so zopet prisotni pravi sedimenti, pa ponovno s podtalnico, čeprav gre glede na njeno kemijsko stanje za povsem isto vodo. Do podobnih protislovjih bi prišlo tudi v primeru, ko voda iz kamnin doteka v sedimente in obratno. V obeh primerih gre za isto vodo.

Drug primer nerazščiščene terminologije na primer zasledimo pri obravnavi pitne vode, katere izvor se nahaja v kraških vodonosnikih. Za kraške vodonsinke je značilno, da je njihovo kemijsko in bakteriološko stanje v veliki meri odvisno od padavin v napajalnem zaledju, če so padavine intenzivne se voda na zajetjih skali in pogosto pride tudi do povišane vsebnosti bakterij, in takšna voda je zdravstveno neustrezna. V praksi in tudi v slovenski strokovni literaturi bomo zasledili, da avtorji v teh primerih govorijo, da gre pri vodi iz kraških vodonosnikov za površinsko vodo. Pri tem pa se ne zavedajo, da mešajo termine, ki so vezani na pojavne oblike vode in na njeno stanje, v tem primeru kemijsko in bakteriološko stanje. Takšna neustrezna terminologija, pogosto vodi k neustreznim strokovnim odločitvam.

Pravno pogojena terminologija, ki v tem primeru izhaja iz Zakona o vodah, ne more in ne sme omejevati znanstveno strokovne terminologije. Ta mora biti prilagodlivejša, predvsem pa mora hitreje slediti razvoju, kot lahko sledi pravno pogojena terminologija. Hkrati se ne smemo vračati nazaj in uporabljati že zastarelih terminoloških rešitev. Pravna terminologija na področju področne zakonodaje, najpogosteje uporablja terminologijo, ki jo je stroka že uveljavila in je rezultat njenega dosedanjega razvoja. Zato je prav da stroke, ki se ukvarjajo z

vodo takšno terminologijo tudi uporabljajo in spoštujejo. Med takšne temeljne generične pojme sodi tudi termin podzemne vode.

5. Podzemni vodni viri pitne vode

V drugi polovici leta 2016 je bil v slovenskem parlamentu v Ustavo Republike Slovenije sprejet nov dopolnilni 70.a člen z naslovom »pravica do pitne vode«, ki je sestavljen iz štirih alinej. V prvi vrstici je zapisano »Vsakdo ima pravico do pitne vode.« Vpis tega člena v ustavo je rezultat dolgih in intenzivnih javnih ter strokovnih razprav o tem, ali je vpis takšne zahteve v ustavo upravičen ali ne. Od evropskih držav ima v ustavo takšno zahtevo zapisana le Republika Slovaška. Sedaj, ko je Ustava dopolnjena, pa se sprožajo številna vprašanja, kako zaveze iz njene dopolnitve tudi izvajati v praksi. Implementacija teh zahtev bo terjala tako obsežne zakonodajne spremembe, kot tudi temeljit strokovni premislek.

Glede na dejstvo, da je več kot devetdeset odstotkov dobavljene pitne vode v slovenskih vodovodnih sistemih po svojem izvoru iz podzemnih vodnih virov, se vprašanje zgotavljanja ustavne pravice do pitne vode v veliki meri nanaša prav na vprašanje zaščite, upravljanja in gospodarjenja s podzemno vodo. Zdi se, da se tega ob sprejemanju ustavnega dopolnila nismo zavedali.

Definicija pitne vode je navidez preprosta, to je tista voda, ki jo lahko pijemo brez posledic za zdravje. Seveda je takšna definicija preveč splošna, da bi jo lahko upoštevali tudi v praksi, zato je pojem pitne vode definiran v vsakokratnem Pravilniku o pitni vodi. Ti pravilniki se neprestano dopolnjujejo ter prilagajajo tako krovni zakonodaji, kot razvoju stroke. Ne glede na vsa prilagajanja in sprembe z zakonodajo določenih kriterijev v Sloveniji že ves čas težimo k temu, da kot pitno vodo uporabljamo vodo, ki je po svojem izvoru naravna. Današnja tehnologija čiščenja omogoča pripravo pitne vode skorajda iz katerega koli kemijskega stanja za čiščenje izhodiščne vode, toda ali je to sprejemljivo in kakšna je dejanska kvaliteta takšne vode? Ali želimo piti vodo, ki je v celoti predelana? Zagotavljanje pitne vode v vodovodnem omrežju, ki je obdelana v manjši meri, ali pa sploh ne, predstavlja visok standard, ki ni samoumeven, vsakršno odstopanje od tega standarda pa bi v Sloveniji pomenilo velik korak nazaj in nazadovanje. Zato je prav in smiselno, da tak standard zadržimo še naprej.

Kot vir zdrave pitne vode v Sloveniji, ki ima svoj izvor v naravi in jo je potrebno obdelati le v manjši meri, so najustreznejši različni vodonosniki in vodonosni sistemi. Pri tem pa dobro kemijsko stanje podzemne vode, ki ustreza kriterijem za pitno vodo ni samoumevno temveč ga je potrebno vzdrževati na sedanji ravni, v nekaterih primerih pa tudi izboljšati. Pomemben element zagotavljanja ustreznega kemijskega stanja podzemne vode v virih pitne vode predstavljajo vodovarstvena območja. Metodologija določevanja vodovarstvenih območij v Sloveniji je primerljiva ali celo boljša kot v večini evropskih držav. Problemi, ki se pojavljajo v zvezi z določanjem vodovarstvenih območij, so vezani na njihovo uveljavljanje skozi upravne postopke in implementacijo zaščitnih ukrepov v praksi. Sedemnajst let po sprejemu Zakona o voda, ki je odgovornost za zaščito vodnih virov prenesel v pristojnost države, imamo še vedno opraviti s starimi, tako imenovanimi vodovarstvenimi območji na nivoju občin. Država pri pripravi vodovarstvenih območij zelo zamuja in s svojimi aktivnostmi ne sledi potrebam razvoja na področju zaščite vodnih virov.

Težavo pri zaščiti napajalnih zaledij vodnih virov predstavlja tudi velik prostorski pritisk na že sprejeta vodovarstvena območja. Zlasti v urbanih območjih (na primer območji vodonosnika Ljubljanskega polja in Dravskega polja) so vodovarstvena območja podvržena neprestanim revizijam, ki zmanjšujejo raven že dosežene zaščite vodnih virov. Z veljavnim Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovarstvenih območij je bila v prakso vpeljana analiza tveganja za ugotavljanje potenciala onesnaženja vodnega vira. Več kot desetletna praksa na tem področju je pokazala, da je ta mehanizem prinesel pomemben napredek pri upravljanju in zaščiti vodnih virov, hkrati pa so bile številne analize tveganja izvedene neustrezno, zaradi česar se je raven

zaščite napajalnih zaledij virov pitne vode neustrezno znižala. Mehanizem analize tveganja nujno potrebuje temeljito revizijo in pregled dosedanje implementacije tega mehanizma v praksi.

6. Teze namesto sklepa

V zvezi s podzemno vodo, njenim razumevanjem in širšim pomenom za družbo, je odprtih veliko vprašanj. V kratkem prispevku smo odprili le nekatera med njimi in nakazali možne odgovore. Odprta vprašanja in probleme vezane na podzemno vodo v Sloveniji lahko strnemo v naslednje teze:

Teza 1. Izboljšati je potrebno zaščito napajalnih zaledij virov pitne vode v vodonosnikih z doslednim uveljavljanjem vodovarstvenih območij v skladu s strokovnimi kriteriji, obstoječa vodovarstvena območja z vsemi varstvenimi ukrepi pa je potrebno zadržati, v nekaterih primerih pa tudi nadgraditi.

Teza 2. Zaščita virov pitne vode je neposredno povezana z izpolnjevanjem 70.a člena Ustave, ki ureja pravico do pitne vode. Zdravstveno ustrezna pitna voda je voda, ki je po svojem izvoru naravna in minimalno obdelana voda.

Teza 3. Najustreznejši vir pitne vode v Sloveniji je podzemna voda.

Teza 4. Kot eden od treh velikih podsistemov vodnega kroga je upravljanje in gospodarjenje s podzemno vodo in vodnimi telesi podzemne vode v podrejenem položaju v primerjavi z upravljanjem in gospodarjenjem z ostalimi komponentami vodnega kroga.

Teza 5. Stopnja poznavanja naravnih danosti vodonosnikov in vodonosnih sistemov v Sloveniji terja nadaljnja vlaganja v njihove raziskave in razvoj hidrogeološke metodologije. V ta okvir sodi tudi nadaljnji razvoj teorije in prakse upravljanja s podzemnimi vodnimi viri.

Teza 6. Podzemna voda je pomembna komponenta okolja, obravnavati jo je potrebno celostno in ne le kot vir pitne vode. Upoštevati je potrebno njen vpliv na odvisne ekosisteme ter dejstvo, da je podzemna voda pomemben potencialni transportni medij za širjenje onesnaževal v prostor iz različnih virov onesnaženja.

Teza 7. Izboljšati je potrebno raven stroke, ki se ukvarja s podzemno vodo. Dvigniti je potrebno raven in kvaliteto uporabe hidrogeološke teorije tako v inženirski praksi, kot pri upravljanju in gospodarjenju s podzemno vodo.

Teza 8. Izboljšati je potrebno raven izobraževanja laične in strokovne javnosti o vlogi in pomenu podzemne vode.

Naštete teze niso nanizane v vrstnem redu glede na pomen temveč skušajo zaokrožiti odprta vprašanja v povezavi s podzemno vodo na območju Slovenije. Reševanje teh problemov in vprašanj je tako v domeni hidrogeološke stroke in drugih strok, ki se ukvarjajo z vodo, kot tudi države, ki skrbi za vodo kot javno dobro. Podsistema vodnega kroga podzemnih vod ne smemo obravnavati samostojno in oddvojeno od ostalih komponent vodnega kroga. Vodni krog je potrebno obravnavati kot integralno celoto.

VODNI VIRI, VODNA INFRASTRUKTURA IN RAZUMEVANJE CELOVITOSTI UPRAVLJANJA Z VODAMI

Dr. Lidija Globevnik[1,2]

[1]TC VODE, Tematski center za raziskave, študije in razvoj projektov na vodah d.o.o., Trnovski pristan 10, 1000 Ljubljana, Slovenija, [2]Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za okoljsko gradbeništvo, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana, Slovenija

POVZETEK

V prispevku osvetljujemo zadeve v zvezi z »opravljanjem nekaterih nalog« urejanja voda kot je naprimer izvajanje javnih služb na področju voda. Žal se med nami pojavlja različno razumevanje kaj so javne službe na področju voda ter kaj so vodni objekti in naprave, ki so predmet gospodarjenja teh služb. Ob vpisu »pravice do pitne vode« v Ustavo Republike Slovenije pa smo se ponovno srečali z izrazom »vodni viri«, ki ga prav tako zelo različno razumemo. Tako zadeva delovanja javnih služb na področju voda kot zadeva vodnih virov sodita v segmente urejanja voda, odločanja o rabi voda in v segment varstva voda. V članku opredeljujemo pojme kot so vodna infrastruktura, vzrdževanje vodotokov, vodni viri ter poudarjamo njihova različna dojemanja in razumevanja. Ugotavljamo, da vzdrževanje vodnih objektov in naprav, ki imajo status grajenega javnega dobrega ni dovolj saj je treba vzdrževati tudi določeno stabilnost in predvidljivost vodnega režima v porečjih. Izvajanje javnega interesa na področju voda (urejanje voda) kot je zapisano v zakonu o vodah je v primežu dveh nasprotujočih vrednostnih sistemov in razmišljanj. Še več, ne le izvajanje javne službe, že na strateških nivojih odločanja glede ciljev in načel upravljanja z vodami smo v primežu vrednostno nasprotujočih se politik oziroma konceptov. Iskanje alternativ, odločanje o standardih pretočnosti in stabilnosti objektov ter o načinih rabe voda (in posegov v vodni prostor) pa bi se moralo dogajati v konstruktivnem vse-vključujočem dialogu vseh, z jasnimi odgovornostmi in z vedenjem »koliko kaj stane«. Za trajnostno in s tem nujno celostno upravljanje voda je pomembno analizirati procese preteklega dogajanja na porečju/povodju, dobro poznati stanje voda in tekoča dogajanja ter imeti sposobnost napovedovanja posledic morebitnih posegov v vodne ekosisteme.

Ključne besede:

urejanje voda, naravna javna dobrina, vodni vir, upravljanje z vodami, vodna infrastruktura, ekosistemsko upravljanje

1. Uvod

Okvir pravnega in upravnega ravnanja z vodami v Sloveniji prvenstveno določata Zakon o vodah in Zakon o varstvu okolja. Prvi je pravzaprav zakon o "upravljanju z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči«, ki obsega tri segmente, VARSTVO VODA, UREJANJE VODA in ODLOČANJE O RABI VODA. Drugi, okoljevarstveni, ureja oskrbo prebivalstva s pitno vodo in ravnanje z odpadnimi vodami. Obe aktivnosti sodita v segment odločanja o rabi voda. V zakon o vodah so vključene tudi zakonodajne zahteve štirih EU direktiv, Vodne, Kopalne, Morske in Direktive o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti. V zakonu so našteti tudi

cilji upravljanja voda ter načela[1] delovanja. Opredeljeni so trije glavni cilji: 1) doseganje dobrega (ekološkega, kemijskega in količinskega) stanja voda in z vodami povezanih ekosistemov, 2) zmanjševanje škodljivega delovanja voda in 3) zagotavljanja vode za trajnostno rabo.

Način zapisa (in izbira) ciljev in načel v zakon odraža naš miselni vzorec, razumevanje področja in željenih politik. Deklarativno (zakonsko) je naša politika upravljanja z vodami (in vodnimi ter priobalnimi zemljišči) osnovana na načelih varstva okolja in je celovita, demokratična in trajnostna. Prvo načelo, načelo celovitosti poudarja, da moramo upoštevati naravne procese in dinamiko voda ter medsebojno povezanost in soodvisnost vodnih in obvodnih ekosistemov na območju povodja. Drugo, tretje in četrto načelo v upravljanje z vodami vpeljejo trajnostni vidik (dolgoročno varstvo kakovosti in smotrne rabe razpoložljivih vodnih virov, zagotavljanje varnosti pred škodljivim delovanjem voda z upoštevanjem naravnih procesov in načelo povrnitve stroškov obremenjevanja voda). Peto načelo, načelo sodelovanja javnosti pri sprejemanju načrtov upravljanja z vodami pa vpelje demokratičnost pri upravljanju z vodami. Upravljanje z vodami in vodnimi ter priobalnimi zemljišči je sicer v pristojnosti države2 (oziroma njegovega pristojnega ministrstva, to je Ministrstvo za okolje in prostor) in je organizirano v izpostavah »organa v sestavi ministrstva, pristojnega za opravljanje posameznih nalog upravljanja voda« (to je sedaj Direkcija Republike Slovenije za vode). O tem kako udejanjamo demokratičnost pri upravljanju z vodami v Sloveniji je obravnavano v članku Brumen (v tem zborniku).

V tem prispevku bom osvetlila zadeve v zvezi z »opravljanjem nekaterih nalog« urejanja voda kot je naprimer izvajanje javnih služb na področju voda. Žal se med nami pojavlja različno razumevanje kaj so javne službe na področju voda ter kaj so vodni objekti in naprave, ki so predmet gospodarjenja teh služb. Ob vpisu »pravice do pitne vode« v Ustavo Republike Slovenije pa smo se ponovno srečali z izrazom »vodni viri«, ki ga prav tako zelo različno razumemo. Tako zadeva delovanja javnih služb na področju voda kot zadeva vodnih virov sodita v vse tri segmente, v urejanje voda, odločanje o rabi voda in v segment varstva voda Obe temi tako odražata naše razumevanje celovitosti in trajnosti pri upravljanju z vodami.

2. Voda kot naravna javno dobro, vodna infrastruktura in javni interes na področju voda

Zakon o varstvu okolja kot dele okolja definira tla, vode, mineralne surovine, zrak in živalske ter rastlinske vrste. Zakon podaja tudi definicijo "naravna dobrina". Naravna dobrina je del narave in je lahko "naravno javno dobro" (je del okolja, na katerem je z zakonom vzpostavljen status javnega dobra), "naravni vir" (je del okolja, kadar je predmet gospodarske rabe) in "naravna vrednota" (določena po predpisih o ohranjanju narave). Po definiciji tega zakona je naravno javno dobro tisti del okolja, na katerem je z zakonom vzpostavljen status javnega dobra. Za vode to naredi Zakon o vodah, v katerem piše, da so celinske vode in vodna zemljišča naravno vodno javno dobro3, morje in vodno zemljišče morja pa sta naravno morsko javno dobro.

Na vodotokih in drugih vodnih telesih smo že od pradavnine gradili različne vodne objekte in naprave z namenom rabe vode (naprave s pogonom na vodno moč, ribniki, zbiralniki,

---

1 Načelo (ali princip) je pravilo, prvina, osnovni zakon, doktrina ali podmena, predpostavka, koda vodenja ali naravni zakon.

2 Razen nekaterih drugih, v zakonu o vodah izrecno zapisanih nalog.

3 Izvzeta so vodna zemljišča v lasti osebe zasebnega prava, če voda na njem ni povezana z drugimi vodami (ribniki) ali če namenjena občasnemu zadrževanju visokih voda (suhi zadrževalnik).

vodnjaki, zajemi izvirov za oskrbo z vodo ali namakanje itd.), kontrole odtoka voda (nasipi, prestavitve strug, kanali, melioracijski jarki) ali zaradi stabilnosti objektov na vodah ali ob vodah (cestni oporniki, obrežni zidovi).

2.1 Vodna infrastruktura

Posebno mesto v slovenskem sistemu upravljanja z vodami imajo vodni objekti ali naprave, ki so namenjeni splošni kontroli pretokov voda in plavin (visokovodni nasip, jez, prag, zadrževalnik ipd.) ter izvajanju monitoringa voda. Na kratko jih imenujemo vodna infrastruktura. Zakon o vodah izrecno poudarja, da objekti in naprave, ki so namenjene posebni rabi vodnega ali morskega dobra (črpališče, jez, odvodni in dovodni kanal ipd., vključno z objektom ali napravo, namenjeno njihovemu neposrednemu varstvu pred škodljivim delovanjem voda) niso vodna infrastruktura. Za vodno infrastrukturo se šteje tudi vodotok, ki je nastal zaradi prestavitve naravnega vodotoka ali njegove ureditve. Vodno zemljišče, ki je nastalo zaradi prestavitve ali ureditve naravnega vodotoka, zajezitve tekočih voda, zaradi odvzema ali izkoriščanja mineralnih surovin ali drugega podobnega posega v prostor in se ga lahko nameni splošni rabi, lahko postane grajeno vodno javno dobro. Grajeno vodno javno dobro so tudi vodni objekt na vodnem ali priobalnem zemljišču, če se jih lahko nameni splošni rabi (kanal, grajena obala celinskih voda in drug podoben objekt). Vodna infrastruktura je lahko v lasti države ali izvajalca javne službe na področju voda.

2.2 Vzdrževanje vodotokov in vodne infrastrukture

Javne službe na področju voda na kratko in pogovorno razumemo kot izvajanje rednih vzdrževalnih del na vodotokih. Te službe torej skrbijo za vzdrževanje vodnih objektov in naprav, ki imajo status grajenega javnega dobrega (objekti ostajajo v »funkciji«). Vendar to ni dovolj. Treba je vzdrževati tudi določeno stabilnost in predvidljivost vodnega (ali rečemo tudi odtočnega) režima v porečjih. Struge naših vodotokov namreč tako kot povsod v Evropi in gospodarskem razvitem svetu, nimajo več naravnih dimenzij. Vse so več ali manj povečane, poglobljene ali prestavljene. V povsem naravnem stanju bi se na njih večje in dalj trajajoče poplave zgodile vsaj enkrat letno, prodni sedimenti pa bi se premeščali po vsaj dvakrat večji širini struge. Danes se večje poplave povprečno dogodijo le na nekaj let, ponekod so ti ciklusi dolgi od 10 do 50 let. Enostavneje povedano, struge so bile večinoma povečane tako, da se je njihova pretočna sposobnost povečala vsaj za dva-krat, širina struge zmanjšala prav toliko, poplavne površine pa poselile. Poplave na teh površinah so danes redkejše. Sodobni prostorski standard je torej vezan na te, spremenjene pretočne (odtočne) razmere. Če se velikost strug zmanjšuje, se zmanjšujejo tudi pretočne sposobnosti strug. Pogostost preplavljanja brežin in s tem poplav se tako veča.

Izvajalci javne službe na področju voda (urejanja voda) so že tradicionalno vodnogospodarska podjetja, ki opravljajo to dejavnost na osnovi koncesije in po porečjih (ali delih porečja) večjih slovenskih rek. Lokalne skupnosti in sami prebivalci se obračajo nanje ob težavah s poplavno varnostjo in od njih pričakujejo ustrezen nasvet, pomoč ali ukrepanje. Želijo si poglobitve strug, novih ali višjih nasipov ter na sploh povečanja pretočnih sposobnosti (sekanje drevja na brežinah). Nanje pa se obračajo tudi tisti, ki tega ne želijo, saj se s takimi deli in posegi lahko zmanjša ekološka vrednost vodotokov ali krni medsebojno povezanost in soodvisnost vodnih in obvodnih ekosistemov na celem porečju.

2.3 Javni interes in celovitost

Vodna infrastruktura se je prvenstveno gradila zaradi »zmanjševanja škodljivega delovanja škod«, če povzamemo besede iz zakona o vodah, v resnici pa smo jo gradili zato, da smo zniževali oz. »odpravljali« poplavno nevarnost na sicer naravnih poplavnih ravnicah, ki smo jih naselili. Velike škode ob poplavah in presenečenje javnosti, da se poplave sploh lahko zgodijo, pa žal kažejo na naše slabo zavedanje in šibko usposobljenost upravljanja s poplavami. Večina komentarjev v medijih ob poplavah septembra 2010 (Globevnik, 2011) in 2014 je s prstom kazala na »slabo očiščene struge vodotokov«, zaradi katerih naj bi bile poplave še večje in še

bolj škodljive. Leta 2012 se je ocenilo, da bi za investicije in vzdrževanje vodne infrastrukture in vodotokov potrebovali (brez dodatnih novih poškodb objektov) 446 mio € (Globevnik, 2012). V primeru najbolj optimističnega realnega financiranja (25-30 mio letno) bi to predstavljalo 15- letno obdobje. Žal so se leta 2014 spet pojavile poplave, ki so znatno povečale poškodbe, s tem pa tudi potrebna sredstva za opravljanje te javne službe. Po oceni Agencije za okolje Republike Slovenije (do leta 2016 organ v sestavi ministrstva, ki je bil zadolžen za opravljanje javne službe na področju urejanja voda, sedaj je to Direkcija Republike Slovenije za vode) je bila leta 2010 skupna vrednost objektov vodne infrastrukture skoraj 725 mio € (Koren, 2010). Ob upoštevanju amortizacijske stopnje bi samo za letno vzdrževanje objektov vodne infrastrukture potrebovali nekaj manj kot 15 mio € (Sapač in Brilly, 2015), za sanacije novih poškodbah pa torej še enkrat toliko.

Poplavne nevarnosti, ki smo jo v preteklosti do izbrane stopnje varnosti (verjetnosti pojava) z regulacijami in ponekod tudi z gradnjo vodnih zadrževalnikov zmanjševali, so nam dajale varljiv občutek varnosti. Danes smo sicer dosegli določeno zavedanje, da absolutne varnosti ni. Odgovornost za to varnost pa se še vedno prelaga predvsem na državno upravo, ki zastopa sicer javni interes. Zato je v Zakonu o vodah zapisano, da je gradnja vodne infrastrukture v javnem interesu. V njem je tudi zapisano, da javne službe na področju voda kot javna storitev zagotavljajo ohranjanje in uravnavanje vodnih količin, spremljajo stanje, varujejo pred škodljivim delovanjem voda tako in izvajajo izredne ukrepe v času povečane stopnje ogroženosti. Na tem mestu je treba poudariti, da »ohranjanje in uravnavanje vodnih količin« pomeni ohranjanje pretočnosti strug, na katere je vezan naš prostorski in gospodarski standard. Ob tem naj bi se seveda upoštevalo naravne procese in dinamiko voda ter skrbelo za medsebojno povezanost in soodvisnost vodnih in obvodnih ekosistemov na nivoju porečja. Uspešnost tega je torej odvisna predvsem od dobrega in celovitega poznavanja eko-hidro-morfo-dinamičnih procesov toka voda ter dobrega in uspešnega sodelovanja pri postavljanju operativnih ciljev urejanja voda. K slabi uspešnosti tega pa znatno prispevajo nasprotujoči se cilji varstva narave, turizma, kmetijstva, energetike, razvoja prometa in poselitve (kot odraz gospodarskega razvoja).

Številne vode so po predpisih za ohranjanje narave opredeljene kot naravna vrednota. Posegi in dejavnosti na teh območjih se lahko izvajajo le, če ni drugih prostorskih ali tehničnih možnosti, pa tudi v teh primerih jih je treba opravljati tako, da naravna vrednota ni ogrožena in da se ne spreminjajo tiste lastnosti, zaradi katerih je bil del narave spoznan za naravno vrednoto. Ti pogoji prostorsko in časovno večinoma ne dovoljuje, da bi se pretočnost struge vzdrževala na stanje pred razglasitvijo naravne vrednote. Če cilji varstva narave vodijo k doseganju manjše pretočnosti, cilji prostorskega razvoja in cilji kmetijstva vodijo k večanju ali vsaj ohranjanju pretočnosti. Odločitve o urejanju voda so odraz moči argumentov, vztrajnosti in ekonomskih pritiskov iz vseh naštetih področij.

Izvajanje javnega interesa na področju voda (urejanje voda) kot je zapisano v zakonu o vodah je v primežu dveh nasprotujočih vrednostnih sistemov in razmišljanj. Še več, ne le izvajanje javne službe, že na strateških nivojih odločanja glede ciljev in načel upravljanja z vodami smo v primežu vrednostno nasprotujočih se politik oziroma konceptov. Vodarska stroka ni politična stroka in lahko s svojim znanjem prispeva predvsem k boljšem družbenem prepoznavanju naravnih procesov, dinamike voda (hidro-morfo-dinamike) in poznavanju vloge vodnih objektov in naprav. Iskanje alternativ, odločanje o standardih pretočnosti in stabilnosti objektov ter o načinih rabe voda (in posegov v vodni prostor) pa bi se moralo dogajati v konstruktivnem vse-vključujočem dialogu vseh, z jasnimi odgovornostmi in z vedenjem »koliko kaj stane«. Tega žal v Sloveniji še ni. Celovitost torej ostaja še vedno precej deklarativna.

3. Vodni viri in zapis pravice do pitne vode v Ustavo Republike Slovenije

V Ustavo Republike Slovenije smo zapisali, da »vodni viri služijo prednostno in trajnostno oskrbi prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev in v tem delu niso tržno blago«. Razumevanje kaj so »vodni viri« pa je zelo različno.

Ustava seveda ne definira kaj je to »vodni vir«, zato poglejmo v Zakon o vodah. Tudi ta ga ne definira, še več, ta izraz uporabi le enkrat v členu 117: ".... če to omogoča izdatnost vodnega vira". Vprašamo se, ali to pomeni »izdatnost vodnega vira, iz katerega se črpa voda za različne uporabnike«?. To lahko torej razumemo kot širši izraz, saj je treba upoštevati vse odvzeme in ne le posamezne. Iz vidika podzemnih voda so to vodonosniki (vodonosni sistemi), iz vidika površinskih voda pa je to celoten rečni sistem. Vodni viri so torej po načelu celovitosti celi vodonosniki in cel rečni sistem, torej vse vodovje porečij. S tem se potrdi tudi dejstvo sicer zapisano tako v Zakon o vodah kot v Ustavo, da »država skrbi« za vse vodne vire in ne le tiste v rabi. Skrbeti za vodni vir pomeni skrbeti za količinsko in kakovostno stanje voda.

Statistični urad Republike Slovenije (SURS) v brošuri »Voda od izvira do izliva« (Žitnik in ostali, 2013) [4] na strani 25 kot vodni vir opredeljuje vodo za namakanje oz. na strani 37 vse vode. Na strani 39 je dane naslednja definicija: »Vodni vir je vir vode, iz katerega se zajema voda za preskrbo prebivalstva ali za tehnološki proces in hlajenje v podjetjih. Vodni viri so:

- podzemna voda izdatnejših vodonosnikov: črpališča na vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo, studenci/vodnjaki, črpališča podzemne vode vodonosnikov z razpoklinsko poroznostjo, kraško/razpoklinsko poroznostjo ali mešano poroznostjo;
- izviri podzemne vode, ki ne zajemajo hkrati tudi površinskega dotoka: kraški izviri, izviri na stikih bolj propustnih s slabo propustnimi ali nepropustnimi plastmi, studenci z gravitacijskim dotokom vode;
- izviri podzemne vode s površinskim dotokom: izviri podzemne vode, v katere priteka še površinska voda;
- tekoče vode: reke, potoki;
- naravna jezera;
- umetni zbiralniki vode: akumulacije, ribniki, zalite gramoznice, kali;
- meteorne vode: kapnica ali drugače zajeta padavinska voda in
- umetne bogatitve: zajem podtalne vode, ki jo umetno bogatimo s površinsko vodo (drenaže rečne vode, bazeni za bogatenje)«.

Mnenje enega izmed ekspertov za hidrogeološko stroko je, da je teoretično taka definicija ustrezna: iz glavne definicije je razbrati, da »se ne zajema celoten vir«, ampak je to »vir vode za neko uporabo«. V naštevanju vrst vodnih virov pa se nato lahko razbere, da se kot vodni vir razume »vse vode v neki obliki«, ki se jih potencialno lahko uporabi (zajame). Ob tem se lahko vprašamo tudi, ali je "vodni vir podzemne vode" a) lokacija z vodo, ki se jo zajema (črpa) za oskrbo ali je to b) zajetje (v primeru površinske vode ali izvira oz. črpališče) - torej, ali je vodni vir voda in vrtina (ali zajetje) ali tudi celo napajalno zaledje ali cel vodonosnik (iz katerega se črpa voda). Možni so bili vsi različni odgovori! Recimo: »Vodni vir je širši pomen« ali: »vir pitne vode je le en del (tisti del, ki je v napajalnem območju vrtine/izvira). Odgovor je bil tudi: »Zame je vodni vir podzemne vode cel vodonosnik«.

[4] http://www.stat.si/doc/pub/vodaodizviradoizpusta.pdf

Inštitut za vode RS (IzVRS) sicer ugotavlja, da v Sloveniji pravno nimamo usklajenih definicij glede nekaterih ostalih pojmov, ki se nanašajo na pitno vodo. V dokumentu »Priprava predloga definicij pojmov površinska voda, podzemna voda, izvir, vodni vir, potencialni in rezervni vodni vir, zajetje in rezervno zajetje« [5]. IzVRS predlaga, da je vodni vir površinska ali podzemna voda, ki je namenjena za posebne rabe vode. Vprašamo se, zakaj samo za posebne rabe? Ali je torej raba za organizirano, javno oskrbo s pitno vodo? Kaj pa »lastni vir vode« kot je padavinska voda iz strehe zbrana v zbiralnik. Ali pa prečiščena voda iz odpadne hišne vode? Tehnologije se razvijajo v ta namen v okviru krožnega gospodarstva!.

Eno izmed učnih gradiv Univerze v Ljubljani z naslovom "Vodni viri"[6] obravnava izrabo vodnih moči za proizvodnjo energije in to besedo uporabi samo v naslovu. To pomeni, da razume »vodni vir« kot vir energije, oziroma kot "obnovljivi vir energije".

Smo torej za začetku procesa razvoja skupnega in vsaj približno enakega razumevanja izraza vodni vir, saj ga imamo zapisanega v Ustavo. Iz tega seveda izhajajo pristojnosti in odgovornosti. Menim, da so vodni viri sicer lahko razumljeni kot tisti del voda, ki se dejansko rabi. Da pa je ta vir ustrezne kakovosti in količinsko ustrezen, je treba upoštevati cel vodni krog. In tu ima vzdrževanje vodotokov oziroma regulacija odtočnega režima ključno mesto!

4. Zaključek

Za trajnostno in s tem nujno celostno upravljanje voda je pomembno analizirati procese preteklega dogajanja na porečju/povodju, dobro poznati stanje voda in tekoča dogajanja ter imeti sposobnost napovedovanja posledic morebitnih posegov v vodne ekosisteme. Metodološki okvir celostnega upravljanja voda izhaja iz principov ekosistemskega gospodarjenja (Vogt, 2009). Vpeljevanje principov ekosistemskega upravljanja voda pomeni, da ohranjamo naravne funkcije in strukturo sladkovodnih ekosistemov, ki so deli večjega po(rečnega) ekosistema (Globevnik, 2008). Tu je načelo »maksimalnega donosa« zamenjano z načelom „samovzdrževanja sistema". Koncept trajnosti vira (sustainable yield), čemur sledi posamezen sektorski način gospodarjenja, ni več pomemben, temveč je pomembna »trajnost ekosistema (sustainable ecosystem)«.

Ekosistemska ideja upravljanja voda pomeni, da ohranjamo naravne funkcije in strukturo vodnih ekosistemov. Vodni sistemi pa niso le posamične kategorije voda kot na primer jezera, ribniki, mlake, kali, močvirja, barja, izviri, potoki, reke in podobno, ampak so to na nivoju porečij/povodij funkcionalno in strukturno povezana jezera, ribniki, mlake, kali, močvirja, barja, izviri, potoki, reke, podzemne vode in voda v tleh! Vode v celoto povezujejo hidrološki in hidravlični zakoni. Brez upoštevanja teh zakonitosti ni moč celostno upravljati z vodami.

Ekosistemsko upravljanje voda zahteva učenje na lastnih napakah, ne sme biti togo in imeti mora vzpostavljen sistem povratnega informiranja in odločanja v polju vedno pomankljivih informacij. Znati moramo oceniti, pretehtati in se razumno odločati. Šele nato lahko rečemo, da upravljamo z vodami celostno in na trajnosten način.

5. Viri

[1] GLOBEVNIK, L. 2008. Principi ekosistemskega upravljanja z vodami. V »Stanje in perspektive ravnanja z vodo v slovenski družbi«, ure

[2] GLOBEVNIK, L. 2011. Upravljanje s poplavami, prostorska politika in vzdrževanje vodotokov. Vode v Sloveniji. Fit media. Celje, 2011. 196-203.

[5] http://voda.svoboda.si/gradivo/definicije/

[6] http://lab.fs.uni-lj.si/lvts/datoteke/hidroenergetski%20sistemi%20predavanja.pdf

[3] GLOBEVNIK, L. 2012. Vzdrževanje vodne infrastrukture in vodotokov - pomen, realnost in perspektive. Zbornik. Urednik: Brilly, M. 1. kongres o vodah Slovenije. 110-121.

[4] SAPAČ, K. IN BRILLY, M. 2015. Stroški varstva pred poplavami v Republiki Sloveniji.

Actahydrotechnica 27/46 (2014). Ljubljana. 52-57.

[5] VOGT. K.A (ur.) 1996. Ecosystems: balancing science with management. Springer-Verlag New York, Inc.

[6] ŽITNIK M., ČUČEK, S. IN POGRAJC M. 2013. Voda - od izvira do izpusta [Elektronski vir]. Statistični urad Republike Slovenije, 2013.

VEČNAMENSKI PROJEKT NA SPODNJI SAVI KOT ELEMENT TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

mag. Andrej Vizjak, vodja službe za razvoj in investicije

HESS, d.o.o., Cesta bratov Cerjakov 33a, Brežice

POVZETEK

Večnamenski projekt na spodnji Savi, ki je pogosto preozko interpretiran kot zgolj gradnja hidroelektrarn (HE) na spodnji Savi, je tipičen projekt za dosego ciljev strategije trajnostnega razvoja. Dejstvo je, da gre v prvi meri za daleč največji energetski projekt v obnovljive vire v samostojni državi in mu v zadnjem obdobju tudi težko najdemo primerjavo v evropskem merilu. S 184 MW dodatne instalirane moči petih HE na spodnji Savi s povprečno letno proizvodnjo 711 GWh bo Slovenija naredila pomemben korak k izpolnitvi zavezujočih ciljev glede deleža obnovljivih virov v končni porabi električne energije do leta 2020 in zmanjševanju emisij CO2. Projekt je izrazito večnamenski, ker se sočasno z gradnjo energetskega dela izvaja tudi protipoplavna zaščita Posavja, posodablja se državna in lokalna infrastruktura, z dvigom nizkih nivojev podtalnice v sušnih obdobjih in z možnostjo namakanja se omogoča prestrukturiranje in razvoj kmetijstva, ob in v akumulacijskih bazenih se ustvarjajo pogoji za razvoj športa, rekreacije in turizma. Iz vodno gospodarskega stališča je večnamenski projekt pomemben zlasti iz dveh vidikov. Projekt predstavlja učinkovito zaščito Posavja pred škodljivim delovanjem visokih voda, saj ščiti vsa naselja pred pojavom stoletnih voda in vse kmetijske površine pred pojavom dvajsetletnih voda. Po drugi strani projekt pomembno krepi nivoje podzemne vode zlasti ob nizkih in srednjih nivojih oziroma pretokih Save, kar hkrati bogati in stabilizira vire pitne vode.

Ključne besede:
trajnostni razvoj, hidroenergija, Sava, protipoplavna zaščita, vodno gospodarstvo

1. Uvod

V številnih strateških dokumentih smo zapisali, da mora prihodnost našega planeta in države temeljiti na trajnostnem razvoju. Najpogosteje citirana definicija trajnostnega razvoja pravi, da trajnostni razvoj zadovoljuje potrebe sedanjega človeškega rodu, ne da bi ogrozili možnosti prihodnjih rodov, da zadovoljujejo svoje potrebe. Strategija trajnostnega razvoja obsega tri stebre in sicer: gospodarski razvoj, socialni razvoj in varstvo okolja. Direktive podnebno-energetskega paketa iz leta 2008, ki zavezujejo države članice Evropske unije (EU) k višjim deležem obnovljivih virov pri pridobivanju električne energije (OVE) in zmanjševanju emisij v okolje, so pomembni konkretni cilji za izvajanje strategije trajnostnega razvoja. Ko pa preidemo k konkretnim projektom za dosego teh ciljev, se pogosto zatakne, ker različni parcialni pogledi zameglijo njihov širši, trajnostni in večnamenski pomen.

Cilji energetske politike v Republiki Sloveniji (RS) so usmerjeni v dosego varne, zanesljive, trajnostne in konkurenčne oskrbe gospodarstva in prebivalstva z električno energijo in so se v preteklosti odražali tudi skozi nove projekte gradnje proizvodnih virov. RS ni samozadostna pri oskrbi z električno energijo, čeprav je to njen dolgoročni cilj, ima pa ugodno strukturo proizvodnih virov, ki se pogosto dopolnjujejo, zato je oskrba z električno energijo razmeroma

zanesljiva. V letu 2015 je bila pokritost porabe v RS z domačo proizvodnjo 81%. Poraba električne energije pri poslovnem odjemu po začetku gospodarske in finančne krize v letu 2008 zopet narašča in je v letu 2015 praktično dosegla nivoje, kakršnii so bili pred začetkom krize leta 2008. Glede gospodinjskega odjema v zadnjem desetletju ni občutiti večjih sprememb, kar pomeni, da se večja energetska učinkovitost (varčne sijalke, varčni gospodinjski aparati, …) kompenzira z dodatno porabo (klimatske naprave, toplotne črpalke, …). Ocenjujemo, da bo poraba električne energije v prihodnje še naraščala, še posebej, ko bo prišlo do preboja pri električni mobilnosti. Smotrna so torej dodatna vlaganja v proizvodne vire, ki so trajnostno naravnani, večnamenski in konkurenčni. Republika Slovenija (RS) skladno z nacionalno energetsko politiko in direktivami EU potrebuje dodatne obnovljive vire pri proizvodnji električne energije. Večnamenski projekt na spodnji Savi ni le pomemben energetski projekt, ki predvideva gradnjo petih hidroelektrarn na spodnji Savi z dodatnimi 184 MW nazivne moči in ocenjeno povprečno letno proizvodnjo 711 GWh, ker predstavlja znatno dodano vrednost tudi na drugih področjih

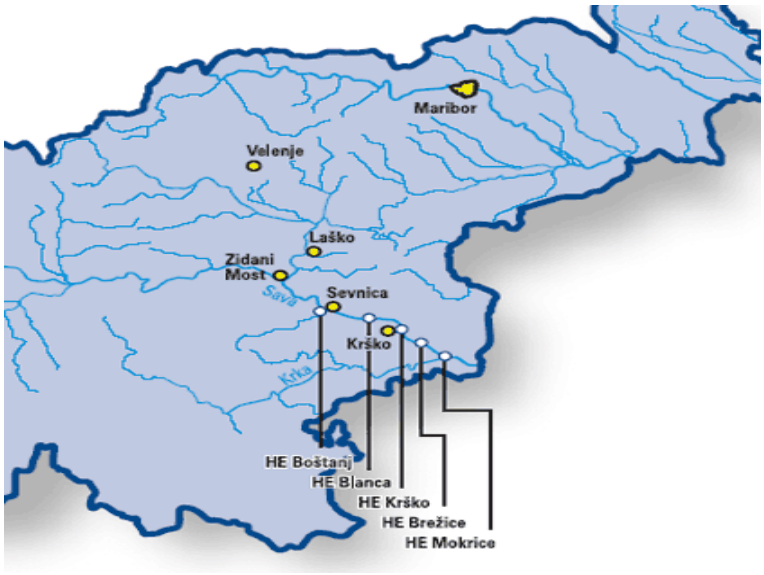
2. Obseg in pomen večnamenskega projekta na spodnji Savi

Večnamenski projekt na spodnji Savi se sestoji iz gradnje:

- petih HE na spodnji Savi in sicer HE Boštanj, HE Arto Blanca, HE Krško, HE Brežice in HE Mokrice,
- spremljajoče infrastrukture (akumulacijski bazeni in protipoplavna zaščita) in
- ostale državne (posodobitve cest in železnice), vodne (ureditve vodotoka in pritokov) in lokalne infrastrukture (posodobitev lokalne cestne infrastrukture, mostovi in premostitve čez Savo, …).

2.1 Gradnja petih HE na spodnji Savi

Doslej je dokončana gradnja treh HE na spodnji Savi (HE Boštanj, HE Arto Blanca in HE Krško), četrta HE Brežice je praktično dokončana in je v fazi testiranja opreme, HE Mokrice je po sprejetem državnem prostorskem načrtu v fazi pridobivanja okoljevarstvenega soglasja. Osnovne karakteristike posameznih HE so razvidne iz Tabele 1. Vse HE skupaj predstavljajo nekaj več kot 20% vseh hidro kapacitet v RS in prav toliko proizvodnje, kar predstavlja približno 5% pokritja porabe električne energije v RS. Veriga HE je zasnovana za delovanje v pretočno akumulacijskem režimu z dnevno izravnavo pretokov. Investitor gradnje petih HE na spodnji Savi je podjetje HESS, d.o.o., ki je v 100% posredni državni lasti preko obeh slovenskih energetskih stebrov proizvodnje električne energije (GEN Energija in HSE).



Slika 1: Lokacija petih hidroelektrarn na spodnji Savi v Republiki Sloveniji.

Tabela 1: Osnovni podatki hidroelektrarn na spodnji Savi (instaliran pretok Save 500 m³/s).

	HE Boštanj	**HE Arto Blanca**	**HE Krško**	**HE Brežice**	**HE Mokrice**	**Skupaj**
Nazivna moč (MW)	32,5	39,12	39,12	45,3	28,35	184,39
Letna proizvodnja (GW)	109	140	154	161	146,92	710,92
Agregati	3 x Cevna	3 x Kaplan	3 x Kaplan	3 x Kaplan	3 x Cevna	
Bruto padec (m)	7,74	9,29	9,14	11	7,89	45

Slika 2: Prikaz HE Boštanj in prereza strojnice z vgrajenimi horizontalnimi cevnimi agregati.

2.2 Gradnja akumulacijskih bazenov in protipoplavne zaščite

Gradnjo petih HE na spodnji Savi spremlja tudi gradnja akumulacijskih bazenov z nasipi z utrditvijo in zatesnitvijo na gorvodni in dolvodni strani pregrade ter ureditve za zmanjševanje vplivov dviga gladine v akumulacijskih bazenih na dvig nivoja podtalnice. Glede na to, da sta pri HE Brežice in HE Mokrice predvidena tudi visokovodna razbremenilnika, je potrebno naselja varovati pred Q100, kar posledično zahteva gradnjo sekundarnih protipoplavnih nasipov okoli določenih naselij (npr. Loče, Mihalovci). Učinki gradnje akumulacijskih bazenov ob gradnji HE za namene protipoplavne zaščite so na praktičnem primeru razvidni iz Slike 3, kjer je prikazana primerjava nivojev vode v Sevnici iz leta 1990, ko še ni bil zgrajen

akumulacijski bazen in iz leta 2010, ko je bil akumulacijski bazen HE Arto Blanca že dokončan. Na sliki je označen isti objekt (fotografiran le iz druge smeri), ki je bil leta 1990 poplavljen, v letu 2010 pa praktično ni bilo nobenih posledic. Pretok Save je bil v obeh primerih skoraj identičen.

Slika 3: Zgrajen akumulacijski bazen je Sevnici zagotovil poplavno varnost.

3. Večnamenski vidik projekta na spodnji Savi

Glavni učinki projekta zaradi katerega ga imenujemo - Večnamenski projekt na spodnji Savi - so:

- Izgradnja verige 5 hidroelektrarn, kar poveča letni povprečni delež obnovljivih virov energije za 711 GWh letno, kar je 21% proizvodnje iz hidro virov. Omenjen delež je ključen za dosego zavez iz evropskih direktive podnebno – energetskega paketa, predstavlja večja samooskrbo RS z električno energijo in pomeni zmanjšanje emisij CO2 in drugih toplogrednih plinov v ozračje.
- Zavarovanje naselij, infrastrukture in kmetijskih zemljišč pred poplavami v Posavju, pri čemer so akumulacijski bazeni HE hkrati tudi protipoplavni nasipi. Vsa naselja na območju ob Savi so varovana pred stoletnimi vodami (Q100) in vse kmetijske površine so zavarovane pred dvajsetletnimi vodami (Q20). Ker pri HE Brežice in HE Mokrice niso zadosti zgolj protipoplavni nasipi v obliki nasipov akumulacijskih bazenov, je potrebno protipoplavno zaščito izvesti še s sekundarnimi nasipi v zaledju in sonaravnimi ureditvami v Krki, ki je pritok Save na tem delu.
- Stabilizacija nivojev pozemne vode in dvig nivojev podzemne vode ob nizkih in srednjih pretokih Save. Dolgoletni trendi padanja nivojev podzemne vode na širšem območju spodnje Save se s tem zaustavljajo, kar ugodno vpliva na krepitev bogatih virov pitne vode na območju Posavja.
- Dvig gospodarske aktivnosti in zaposlovanja v RS, ker približno 90% investicije izvedejo slovenska podjetja. Izdelana je ocena, da ta projekt pomeni ~ 0,3% doprinosa k letni rasti BDP.
- Sočasno je zagotovljena trajna ureditev prostora ob izgradnji (vodotoki, pritoki, državna in lokalna cestna infrastruktura, zemljišča, …).
- Možnost razvoja kmetijstva z dvigom podtalnice ob nizkih nivojih na celotnem krško-brežiškem polju ter možnostjo izvedbe namakanja kmetijskih površin z vodo iz akumulacijskih bazenov.
- Možnost razvoja turizma, športa in rekreacije na in ob akumulacijskih bazenih.

Večnamenski projekt na spodnji Savi je kompatibilen tudi s projektom »Zagreb na Savi«, ki se odvija v Republiki Hrvaški. Sinergije obeh projektov so na področju energetike, ker bi se projekt na hrvaški strani lahko nadaljeval z verigo HE dolvodno od slovensko-hrvaške meje. Znanje in izkušnje, ki smo jih pridobili ob načrtovanju, umeščanju v prostor in izgradnji slovenskega projekta, lahko prenesemo na hrvaške kolege. Seveda pa obstaja tudi možnost sofinanciranja hrvaškega projekta s strani slovenske energetike. Sinergije se kažejo tudi na področjih prometa oziroma plovnosti Save, kar lahko predstavlja na primer vodno pot od recimo Term Čatež do Zagreba in obratno, na področju turizma s kolesarskimi potmi ob Savi, razvojem vodnih športov (veslanje) in podobno.

4. Financiranje večnamenskega projekta na spodnji Savi – naložba države

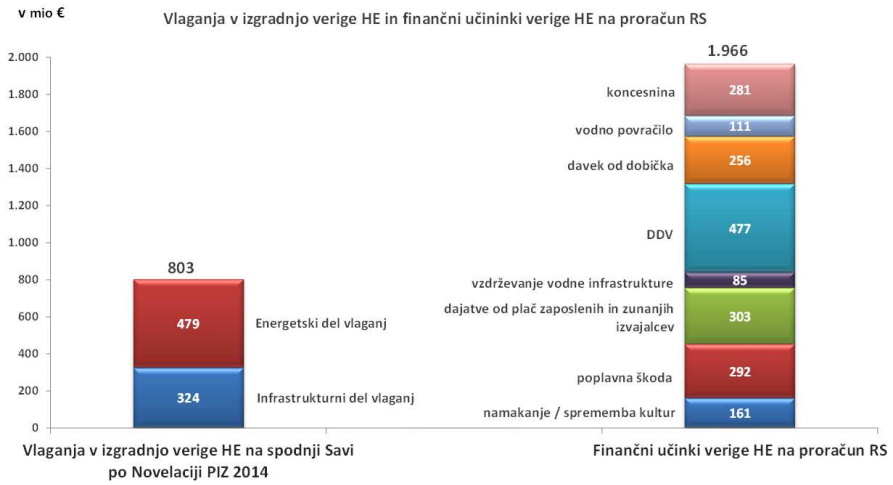
Financiranje večnamenskega projekta je razdeljeno med slovensko energetiko in državni proračun. V kolikor ne bi bile infrastrukturne ureditve financirane s strani proračunskih virov, bi bil projekt za energetiko (HESS, d.o.o.) ekonomsko neupravičen in se sploh ne bi pričel. Slika 4 prikazuje obseg in delitev stroškov projekta iz novelacije predinvesticijske zasnove (PIZ) projekta iz leta 2014. Ker projekt še ni končan, bodo točne številke znane na koncu projekta, vendar večjih odstopanj ni pričakovati, zlasti ne na energetskem delu investicije.

Ovrednoteni so bili tudi pozitivni finančni učinki večnamenskega projekta na spodnji Savi na proračun RS. Ti finančni učinki znašajo v obdobju koncesije (50 let) skoraj 2 mrd EUR in so po strukturi razvidni iz Slike 4. Delimo jih na:

- neposredne finančne učinke (koncesnina, vodno povračilo, davek o dohodka pravnih oseb, razbremenitev RS vzdrževanja vodotokov),
- posredni finančni učinki (DDV, dajatve od plač in zunanjih izvajalcev) in
- ostali posredni finančni učinki (manj škode zaradi poplav, prihodki od kmetijstva zaradi namakanja, prihodki zaradi novih delovnih mest, ne plačilo kazni zaradi neizpolnjevanja zavez iz direktive OVE).

Iz Slike 4 je jasno razvidno, da je večnamenski projekt na spodnji Savi dobra dolgoročna naložba za javne finance, ker se sredstva, namenjena infrastrukturnim ureditvam, v obdobju koncesije vrnejo 6 krat.

V proračun RS se vrne 6 x več sredstev, kot je infrastrukturni del vlaganj, ki je obveznost RS



Slika 4: Pozitivni finančni učinek večnamenskega projekta na spodnji Savi na proračun RS

5. Zaključek

Glede na obseg realizacije in rezultate, ki jih že daje predstavljeni večnamenski projekt na spodnji Savi, je jasno, da se prvotno zastavljeni cilji projekta uresničujejo. Realizirana proizvodnja električne energije iz zgrajenih HE Boštanj, HE Arto Blanca in HE Krško celo presega načrtovane vrednosti. Dokazano je, da je izgradnja akumulacijskega bazena HE Arto Blanca v letu 2010 obvarovala Sevnico in ostala območja pred poplavami, pri čemer je bila preprečena znatna škoda. Učinki projekta se kažejo tudi na drugih področjih v smislu plovnosti po akumulacijskem bazenu HE Boštanj, zgrajenih kolesarskih poteh in novih območjih namenjenih za rekreacijo, zgrajeni novi državni in lokalni infrastrukturi (ceste, mostovi, …), urejenih pritokih Save in podobno. Modeli, ki so napovedovali dvig in stabilizacijo nivojev podzemne vode, se z izvajanjem monitoringov potrjujejo, kar bo imelo pomemben pozitivni učinek zlasti na območju krško-brežiškega polja, ki je bogato z viri kakovostne pitne vode. Večnamenski projekt na spodnji Savi je potrebno čim prej dokončati, da bodo učinki v celoti doseženi in zaokroženi, saj le celota nudi vse sinergije. Dosedanje rezultati in izkušnje na projektu predstavljajo prepričljivo osnovo, da se s podobnimi projekti nadaljuje tudi drugod v RS, zlasti na območju srednje Save in tudi prek meja. Glede na specifično finančno konstrukcijo projekta, ko se projekt gradi z minimalnim zadolževanjem in v sodelovanju med energetskimi družbami in državo, bodo pozitivni finančni učinki tako energetskega kot infrastrukturnega dela v prihodnje predstavljali zelo primerno osnovo za financiranje novih energetskih in drugih infrastrukturnih projektov, kar predstavlja gonilno silo gospodarske rasti in zaposlovanja. Nenazadnje je projekt prepričljiv odgovor na izziv prilagajanja podnebnim spremembam, ker združuje nove obnovljive vire pri proizvodnji električne energije z ukrepi proti negativnim posledicam podnebnih sprememb, kot so pogostejše in obsežnejše poplave.

VODNI SVETOVI: NOVEJŠI PRISTOPI K DRUŽBENEMU RAZISKOVANJU VODA IN VODNEGA OKOLJA

Doc. dr. Pavel Gantar, Prostorski sociolog, upokojen

POVZETEK

Čeprav je pomen voda za nastanek in oblikovanje človeških družb in civilizacij na splošno znan in prepoznan in tudi razmeroma dobro raziskan, pač glede na omejene zgodovinske in arheološke vire, je vendarle nenavadno, da sodobne družbene znanosti, predvsem sociologija »vodnemu vprašanju«, odnosu do vode in vlogi vode v družbeni organizaciji, niso posvečale veliko pozornosti. Vodo so družbene znanosti dojemale kot naravni vir in kot del naravnega okolja za razliko od družbenega (torej proizvedenega) okolja, zato je torej nastopala kot nekakšna zunanja »nedružbena« okoliščina v družboslovnih analizah. V zadnjih dveh desetletjih pa so se razmere spremenile. Najprej lahko beležimo povečevanje družbenih in političnih konfliktov v zvezi z dostopom in uporabo vode in to na različnih ravneh – od globalnih geopolitičnih pa do povsem lokalnih konfliktov. Izkazalo se je, da je voda mnogo več kot le »zunanji dejavnik« družbenega razvoja, ampak generira in strukturira razmerja družbene moči, načine vladanja in upravljanja, ki presegajo ozko opredeljeni pomen vode kot naravnega vodnega vira.

V prispevku bo posebna pozornost posvečena a) pomenu vode v kontekstu retorike človekovih pravic, b) razumevanju vode kot "totalnega družbenega dejstva" skoz koncepte vodnih svetov in socionature, c) politično ekološkim pristopom k obravnavi vodnega vprašanja in d) v zaključku pomenu novejših spoznanj za družbeno upravljanje z vodami v Sloveniji.

1. Uvod

Proučevanje voda je seveda predvsem v domeni naravoslovnih, tehniških in medicinskih disciplin. Od družboslovnih ved se z vodami tradicionalno ukvarja pravo v povezavi s pravnim statusom voda, lastninskimi in vodnimi pravicami, pa tudi ekonomija, predvsem takrat ko jo obravnava kot redki resurs, ali kot ekonomsko dobrino, ki je namenjena za gospodarsko in javno rabo. Vlogo vode in rabo vodnih virov v razvoju civilizacij tudi razmerama obsežno proučujeta zgodovina in arheologija. Naj na tem mestu opozorimo na tako imenovano »*hidravlično hipotezo*« Karla Wittfogla, ki je v delu o orientalskem despotizmu, vzpostavil vzročno povezavo med velikimi namakalnimi sistemi in vzponom avtokratske vladavine v starodavnih civilizacijah Orienta in je s tem po mnenju nekaterih vzpostavil »temeljne soodvisnosti med vodnimi viri, upravljanjem, infrastrukturnimi sistemi in politično organizacijo«. [1] Vlogo in pomen vodnih virov za namakanje in plovne poti v civilizacijah starodavne Mezopotanije, Egipta, Indije in Kitajske obširno opisuje Solomon. [2] Vseeno je treba dodati, da je Wittfoglova hidravlična hipoteza zbudila številne kontroverze v zvezi s tem, ali je izgradnja in obratovanje velikih namakalnih sistemov predpostavljalo vnaprejšno oblikovanje avtokratske in centralizirane moči, ali pa je bilo ravno obratno. Danes se večina raziskovalcev strinja, da ni šlo za enostavno vzročno posledično razmerje med razvojem namakalnih sistemov in koncentracijo oblasti, ampak so bila ta razmerja posredovana skozi kulturne, védenjske in religiozne vzorce, ki so utemeljili način konstitucije oblasti in vladanja. Prim.: [2] (Tretje poglavje).

Za antropologijo, politične vede in predvsem sociologijo pa je veljalo, da vodi kot elementu naravnega okolja niso posvečali večje pozornosti. Sociologija (v dobršni meri velja to tudi za politične vede in socialno antropologijo) se je namreč ob koncu 19. stoletja konstituirala prav v opoziciji do biologije in pojasnjevana družbenih fenomenov s pomočjo organskih analogij.

Če sta začetnika sodobne sociologije H. Spencer in A. Comte še obravnavala sociologijo, kot »epistemološko in ontološko odvisno ali podrejeno biologiji« [3] (Str. 2), pa sta sociološka klasika E. Durkheim in M. Weber sociologijo kot družbeno znanost utemeljila prav s tem, da družbene fenomene in procese pojasnjuje kot produkt specifično človeškega in družbenega delovanja, ne pa z naravnimi procesi. Sociologi seveda niso zanikali, da imajo določene naravne, geografske in klimatske danosti vpliv na družbene procese, vendar so hkrati zatrjevali, da je ta vpliv družbeno posredovan skozi tehnologijo in družbeno strukturo. Okolje s katerim se je ukvarjala sociologija je bilo *družbeno* okolje, produkt človekovega delovanja, narava je bila *predmet* človekovega delovanja (kmetijske površine, surovine, voda) in družbeno konstituirana kot dejavnik družbenega (ekonomskega) razvoja.

Z okoljsko krizo v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja se je pogled družbenih znanosti na vprašanje naravnega okolja temeljito spremenil. Razumevanje in pojasnjevanje družbenih, ekonomskih in političnih razsežnosti okoljske krize je zahtevalo ponoven premislek o razmerju med naravnim in družbenim, preseganje dihotomije med naravo in družbo in prepoznanje, da družba ni le skupnost človeških bitij, ampak vključuje tudi vse tisto, kar omogoča in podpira življenje kot tako. Pravzaprav iz te perspektive ne moremo več govoriti o človeški družbi kot nekakšni izolirani entiteti, pač pa, kot pravi Hannigan, govorimo o »socionaravi« kjer sta »družba in narava nedeljivi, družbeno proizvedeni in spremenljivi«. [4] (Str. 35) V tem prispevku seveda ne bomo mogli slediti različnim, včasih tudi nasprotujočim se zastavitvam preseganja dihotomije med kulturo (družbo) in naravo, ključno pa je, da so ti pristopi odprli nove perspektive v družboslovnem raziskovanju voda in vodnega okolja.

2. Pristopi k družbenemu proučevanju voda

V osnovi lahko pristope k družbenemu proučevanju voda in vodnega okolja razdelimo na dve glavni skupini, pri čemer naj poudarimo, da ne gre za strogo dihotomno delitev, pač pa se posamezni pristopi prepletajo in prehajajo drug v drugega. V prvo skupino sodijo pristopi, ki vprašanje voda, navzlic že prisotni ekološki senzitivnosti, še vedno obravnavajo kot vprašanje »razmerja med ljudmi«, kot klasično »družbeni problem«. V drugo skupino pa lahko uvrstimo tiste, ki problematiko voda razumejo v širšem ekosistemskem kontekstu, ki je pomemben za življenje nasploh in ne samo za ljudi.

V prvo skupino lahko uvrstimo naslednje pristope:

- Teoretski in normativni pristopi: ukvarjajo se z vprašanjem pravičnosti pri dostopu do vode; voda dojeta kot temeljna potreba in človekova pravica; kaj se šteje kot pravično, fer in enakopravno; dostop do vode kot vir neenakosti; voda kot javno dobro; do katere mere in kako voda omogoča realizacijo človekovih svoboščin in sposobnosti (capabilities). Ti pristopi vsebujejo močno okoljsko etično razsežnost. Veliko teh pristopov temelji na teoriji distributivne pravičnosti Johna Rawlsa in Amartya Sena. Primerjaj: [3] (Str. 99-100).
- Voda in problemi kolektivnega (družbenega) delovanja: gre za raziskovanje različnih oblik individualnega in kolektivnega delovanja v zvezi z vodami. V veliki meri se opira na teorije racionalne in/ali družbene izbire, na analizi kooperativnih (igre pozitivne vsote) in nekooperativnih strategij (igre ničelne vsote) v zvezi z rabo voda. Ta pristop temelji na opredelitvi vode kot skupnostnega vira (common pool ressource), ki je podvržen nevarnostim prekomerne rabe in degradacije. V veliki meri se napaja iz znamenitega članka Geretta Hardina [5] ki opozarja, da pride do nujne degradacije omejenih naravnih virov, kadar vsi uporabniki poskušajo maksimizirati svoje koristi. Hardinova, sicer pesimistična sporočila so odprla pot k raziskovanju konfliktov v zvezi

z rabo skupnih virov, predvsem k analizi strategij delovanja posameznih akterjev, udeležencev v konfliktih. Kritični odzivi na Hardinovo tezo o »tragediji skupnostnega« in poznejša raziskovanja so pokazala, da so možne tudi drugačne strategije, ki omogočajo ohranjanje (obnovljivih) skupnostnih virov. [6]

- Socioekonomske in politične (politološke) analize rabe vodnih virov. Predvsem imamo v mislih marksistične, neomarksistične in radikalne študije kapitalističnega razvoja ki vodo in vodne vire obravnava kot blago, jih komercializira in privatizira javno oskrbo z vodo z namenom, da bi ustvarjali čim večji dobiček. Voda je medij družbenega in ekološkega izkoriščanja in razlaščanja prebivalcev. Gre za tako imenovani »water business«, ki prevladuje nad javnimi koristmi. Tovrstne študije obravnavajo primere privatizacije vodooskrbe, z njo povezane vodne proteste in upore, negativne vidike privatizacije vodooskrbe ali vodnih virov, gibanja za vodno pravičnost. Gre tudi za analize velikih posegov, predvsem pri gradnji velikih pregrad. Vodne teme so v teh študijah obravnavane kot (še) en primer kapitalističnega profit maksimirajočega razvoja, ki se lahko dogaja le skozi oblike prisilnega izkoriščanja in razlaščanja ljudi. [7]
- Študije primerov: voda in skupnost oz. kultura. Praviloma gre za podrobne terenske tudi etnometodološke in kvalitativno sociološke študije običajev, tradicij in kulturnih vzorcev, ki so povezani z vodo in rabo vode v vsakdanjem življenju. Voda ne funkcionira samo kot življenjska nujnost, ampak se preko vzpostavljenih pravil in običajev vzpostavljajo tudi družbene vezi, ki sploh oblikujejo neko skupnost. Zato te študije raziskujejo formalna in neformalna pravila v zvezo z rabo vode, odnos do vode, načine njene zaščite in sploh pomen vode v vsakodnevnem življenju.
- Študije urbanih voda in urbane vodooskrbe: hiter razvoj urbanizacije in rast mega urbanih aglomeracij, predvsem v »tretjem svetu« je povzročil številne probleme pri vodooskrbi. Praviloma razvoj vodooskrbe nikakor ni sledil hitri urbanizaciji, zato se pojavljajo številni konflikti v zvezi z dostopom do vode ter številne oblike neformalne vodooskrbe. S problemom urbane vodooskrbe se srečujejo tudi številna metropolitanska območja v razvitem svetu, še posebej v tistih mestih, ki jih je zaznamovala deindustrializacija, upadanje delovnih mest in prebivalstva (shrinking cities), finančna kriza mest in posledično propadanje urbane infrastrukture vključno z vodovodnim omrežjem. Dober primer predstavlja študija Dane Kornberg, ki pokaže kako se je v deindustrializiranem in finančno bankrotiranem Detroitu upravljanje z vodooskrbo premestilo v konflikte med predmestjem in mestom in v medrasne konflikte. [8]
- Vloga in pomen vode v kontekstu mesta in urbanega okolja. Pomen vodne infrastrukture za urbani razvoj. Voda kot element urbanizma, obvodna arhitektura (waterfront architecture) simbolni pomen vode, estetske funkcije vode v urbanem okolju. Razvoj vodne infrastrukture (za vodooskrbo, odvajanje odpadnih voda in poplavno varnost itd.) in njen vpliv na organizacijo urbanega prostora.[9]
- Študije vodnih megaprojektov: gradnje visokih pregrad, regionalnih in nadregionalnih vodovodnih omrežij, problemi financiranja megaprojektov, razmerje med ekonomijo, ekologijo in politično močjo; vodni megaprojekti kot modernizacijska sila industrijske družbe.

V drugo skupino pa bi lahko uvrstili pristope, ki v osnovi naslavljajo povsem enake probleme, kot v prvi skupini, vendarle pa s pomembno razliko. Voda in vodno okolje ni obravnavano samó in predvsem skozi prizmo »«družbenega«, ampak tudi v njegovih ekosistemskih lastnostih. Gre za tako imenovani politično ekološki pristop, ki temelji na predpostavki, da »družbeno-okoljske spremembe spreminjajo tako družbena kot fizična okolja in proizvajajo družbene in fizične miljeje z novimi prepoznavnimi kvalitetami. Z drugimi besedami, okolja (environments) so sestavljeni družbeno fizični konstrukti, ki so aktivno in zgodovinsko proizvedeni, tako glede družbene vsebine kot fizično okoljskih kvalitet.« [10] (str. 124) V tej perspektivi je voda s svojimi biofizikalnimi lastnostmi že integrirana v socialno in politično ekološko analizo, denimo, da v zvezi z dostopom in rabo vode sokonstituira politična razmerja moči in vladanja v družbah.

Politično ekološkemu pristopu bomo namenili več pozornosti v nadaljevanju. Kot najbolj ilustrativen primer razlike med tradicionalnimi družbenimi pristopi k proučevanju voda in pristopi, ki temeljijo na opredelitvi vode kot biosocialne in biopolitične entitete, ki konstituira družbo skupaj z njenim (naravnim) okoljem, lahko navedemo zadržan in kritičen odnos do opredelitve vode kot človekove pravice.

3. Voda kot človekova pravica: kritičen razmislek iz politično ekološke perspektive

Zagovorniki politično ekološkega pristopa k proučevanju vode in vodnega okolja na povsem načelni ravni sicer ne nasprotujejo opredelitvi vode kot človekove pravice. Poudarjajo, da ima lahko prizadevanje za opredelitev vode kot človekove pravice pomembno motivacijsko in mobilizacijsko funkcijo v boju za boljšo vodooskrbo, hkrati pa ta pravica, vsaj na načelni ravni, moralno zavezuje javne oblasti da kaj storijo za boljšo vodooskrbo. Kritiki najprej opozarjajo na pomanjkljivosti tako imenovanega normativnega in predpisovalnega (preskripitvnega) pristopa, ki ima dve pomanjkljivosti. Prvič, zahteva po vodi kot človekovi pravici se nanaša na vse ljudi, ne glede na to, da se nekateri kopajo v vodnem bogastvu in neracionalni rabi, kot tudi na tiste, ki so prikrajšani celo za minimalne dnevne količine za osnovne potrebe. S tega zornega kota zagovorniki vode kot človekove pravice spregledajo potrebo po diferenciranem pristopu, ki bi vključuje predvsem strategije in politike zagotavljanja vode tistim ki, zaradi takšnih ali drugačnih razlogov, živijo v vodnem stresu. Drugič, voda kot človekova pravica je že v Resoluciji ZN postavljena v okvir tako imenovanega »mehkega prava«, se pravi, da zadeva prostovoljne zaveze držav članic in hkrati ni neposredno izvršljiva. Prav tu nastopi pomemben problem, kot poudarja Bakker, [11] namreč vprašanje pravne učinkovitosti, to je implementacije pravice do vode v izvedljiv zakon. (Str. 148) Mimogrede, vse kaže, da bo to tudi problem vpisa vode kot človekove pravice v Ustavo Republike Slovenije, ko še sploh ni jasno, kako spremeniti vodno zakonodajo, da bi lahko praktično udejanjili spremenjeno vlogo države pri vodooskrbi.[12]

Ključni argumenti, ki jih sistematizira Bakkerjeva se nanašajo na dejstvo, da so človekove pravice po svoji naravi antropocentrične in puščajo ob strani vprašanje pravice do vode za neljudi in sploh za ekološke naravne sisteme. Bakkerjeva zatrjuje, da lahko v določenih okoliščinah »zagotavljanje človekove pravice do vode, ironično implicira možnost degradacije hidrodružbenih sistemov od katerih so odvisni ekosistemi in s tem tudi človeška bitja.« (Str. 149) Obenem uveljavljanje človekove pravice do vode lahko sproži konflikte z obstoječimi tradicionalnimi vodnimi pravicami, ki jih ima lokalno prebivalstvo in pravzaprav lahko vodi k razlastitvi skupnih vodnih virov.

Eden od pomembnih argumentov, ki jih navajajo zagovorniki pravice do vode kot človekove pravice je, da vpis takšne pravice v zakonodajo zahteva aktivno vlogo države pri zagotavljanju vodooskrbe in preprečuje oziroma celo odpravlja nevarnost privatizacije vodnih virov, oziroma privatizacijo vodooskrbe. Vendar Bakkerjeva opozarja, da je »sedanji mednarodni

režim človekovih pravic tako fleksibilen, da je povsem združljiv s privatno lastninskimi pravicami in tudi s privatnim zagotavljanjem infrastrukture in njenim upravljanjem, pa naj gre za vodo ali kakšne druge potrebe.« (Str. 151) Skratka po mnenju Bakkerjeve so »človekove pravice individualistične, antropocentrične, državocentrične in popolnoma združljive s privatnim zagotavljanjem oskrbe z vodo; zato argumenti človekovih pravic predstavljajo omejeno strategijo za tiste, ki zavračajo privatizacijo vode ali uporabo tržnih načel v upravljanju z vodami.« (Str. 151-2) Pristop k upravljanju z vodami in k zagotavljanju primerne oskrbe z vodo z vidika človekovih pravic, po njenem mnenju ne more, nasloviti kompleksnih kolektivnih upravljavskih problemov, ki omejujejo enakopraven dostop do vode. (Str. 157) Bakkerjeva sicer meni, da je probleme oskrbe z vodo potrebno zastaviti onkraj dileme »javno-privatno« in razviti strategije družbeno ekološkega upravljanja (governance), ki razširjajo solidarnost na ekosisteme in v upravljanje z vodami vključiti celo vrsto družbenih akterjev na različnih ravneh in revitalizirati idejo skupnostnega v prizadevanjih za oskrbo z vodo, ki ne bo trčila ob ekološke meje. Voda kot človekova pravica zato ne more biti cilj sam po sebi, ampak bolj strategija za enakopraven dostop do vode. (Str. 213)

Če povzamemo, da Bakkerjeva problematiko enakopravnega dostopa do vode premesti iz normativne »retorike človekovih pravic« na razumevanje vloge vode v družbeno-ekosistemih v katerih »voda za ljudi« pomeni samo en segment v kroženja in izmenjavi vode med različnimi družbenimi in naravnimi oblikami življenja.

4. Voda: na poti k novim raziskovalnim perspektivam

Bakkerjeva kritika vode kot človekove pravice nazorno pokaže temeljito premestitev raziskovalnega polja v zvezi vodami – od obravnavanja dostopa do vode kot čistega razmerja »med ljudmi« pa do pojmovanja vode kot povezovalnega elementa med družbenimi in ekološkimi sistemi. Ti pristopi izhajajo iz začetne ugotovitve, da se voda izmika enopomenskim opredelitvam, da jo z vidika družbenega proučevanja ne moremo zamejiti zgolj na njene biofizikalne lastnosti. Kot pravi Bakker je »Voda hkrati ekonomski vložek, estetska referenca, religiozni simbol, javna služba, privatna dobrina, temelj javnega zdravstva in biofizikalna nujnost za ljudi in ekosisteme«. (Str. 3) Seveda pa gredo nekateri avtorji še bistveno dlje. Tako Mollinga, utemeljitelj politične sociologije upravljanja z vodnimi viri, zatrjuje, da je upravljanje z vodami »inheretno politično« [13] v nasprotju s splošno uveljavljeno predstavo, da je upravljanje z vodo in vodno infrastrukturo tehnično regulativna dejavnost, neke vrste vrednostno nevtralni »socialni inženiring« ki naj ne bi imel političnega značaja. Zopet drugi, z antropoloških izhodišč, vsaj navidezno v nasprotju z biosocialno naravo vode, zatrjujejo, da je voda »totalno družbeno dejstvo«, saj je glede na njeno naravo »integralna, celo bistvena za številne, če celo ne vse družbene sfere in institucije – ekonomske, politične, religiozne, rekreacijske…« [14] Verjetno pa so najbolj radikalni z vidika odpiranja novih perspektiv proučevanja voda, politično ekološki pristopi z osrednjim konceptom hidrodružbenih teritorijev v katerih voda opravlja temeljno povezovalno vlogo med ekološkimi in družbenimi sistemi in procesi. [15]

4.1 Biopolitična narava vode

Trditev, da je voda »inherentno politična« je z vidika tradicionalnih družbenih znanostih, da ne govorimo o naravoslovnih, medicinskih in tehničnih, najmanj nenavadna in, če že ne kaj drugega ustvarja pomisleke zakaj sploh »politizirati« probleme, ki so povezani z vodami. Ali ni prav nepotrebna »politizacija« vzrok za marsikatero težavo pri ravnanju z vodami? Političnost in bipolitičnost vode sta seveda mišljeni v čisto drugačnem razumevanju političnega: »Voda je tako politična kot biopolitična. Ko teče skozi hidrološke krogotoke, povezuje individualna telesa s kroženjem vode od enega organizma, enega ekosistema do drugega. Ko kroži, voda preči geopolitične meje, se zoperstavlja različnim pravnim ureditvam, dolvodnim uporabnikom zoperstavlja gorvodne, ustvarja tekmovanje in konflikte v zvezi z njeno rabo kot

vira (ali kot vložka v procesu modernizacije, industrializacije urbanizacije) in ponikne, ali pa se jo znebimo kot odpadno vodo. Voda je zato intenzivno politična v konvencionalnem pomenu besede; je umeščena v konfliktna razmerja moči in avtoritete«. [11] (Str. 189-90) Voda torej »ne povezuje ljudi samo materialno, ampak tudi politično in družbeno« (Str. 191)s tem, da pri rabi vode ustvarja razmerja med ljudmi, organizacijami in navsezadnje tudi med državo in državljani. Političnost vode ima mnogo obrazov – od Foucultovskega vsakodnevnega tehničnega reglementiranja in upravljanja vodooskrbe s katerim skrbimo za javno zdravje in družbeno produktivnost, pa do odnosa do vode kot tistega skupnega imenovalca ob katerem se lahko na ideološki ravni poenotijo še tako različni politični interesi. Navedimo primer: razlog za vpis vode kot človekove pravice v Ustavo Republike Slovenije gotovo ni vodni stres pod katerim naj bi živeli prebivalci Slovenije, ampak vodni viri v ustavnem zapisu dobesedno utelešajo idejo nacionalno suverenost pri razpolaganju s skupnim dobrim. Voda v tem primeru nima samo političnega značaja, ampak opravlja tudi funkcijo ideološkega poenotenja.

4.2 Hidrodružbeni teritoriji

Osrednji koncept politično ekološkega pristopa k obravnavanju voda je koncept hidrodružbenih teritorijev. Avtorji hidrodružbene teritorije opredeljujejo kot »kot konfliktni imaginarij in socio-okoljska materializacija prostorsko povezanega multiskalarnega omrežja in v katerem se ljudje, vodni tokovi, ekološka razmerja, hidravlična infrastruktura, finančna sredstva, legalno administrativne ureditve, kulturne inštitucije in prakse medsebojno opredeljujejo, prilagajajo in mobilizirajo s pomočjo epistemoloških sistemov verjetja (belief systems), političnih hierarhij in naturalizirajočih diskurzov.« [15] (Str. 2) Navedena definicija je zelo zahtevna, zato jo bomo poskušali razgraditi in interpretirati. Hidrodružbeni teritoriji niso samo neke vrste materialne, realno obstoječe prostorske enote, ampak vanje sodijo tudi konfliktne predstave, ki jih imamo o njih. Ključno opredelitev hidrodružbenih teritorijev je da ti niso vnaprej dani in prostorsko zamejeni, ampak njihovo teritorialnost in prostorsko povezanost organizirajo medsebojne interakcije med elementi fizičnega in družbenega okolja, ki so povezani z vodo.

V vodarstvu seveda že dolgo poznamo različne oblike vodno prostorskih sovisnosti kot so na primer porečja, povodja, vodonosna in vodozbirna območja, vendar so ta definirana z geološkimi, fizično geografskimi ter biofizikalnimi lastnostmi vodnih tokov. Ključna inovacija koncepta hidrodružbenih teritorijev, je da v njihovo opredelitev vnese tudi družbene vidike, ki oblikujejo vodno okolje in medsebojne interakcije med elementi v tem okolju. Zato hidrodružbene teritorije obravnavajo kot hibride, ki v svojih (re) konfiguracijah simultano utelešajo tako naravno kot družbeno. (Str.3.)

Koncept hidrodružbenih teritorijev je prav zaradi kompleksnosti, ki jo poskuša zajeti še v marsičem nedorečen in odprt. Njegovo vrednost vidimo prav v tem, da gre za koncept, ki omogoča organizacijo in povezovanje različnih znanj, delovanj in akterjev, ki so povezani z upravljanjem z vodami na določenem teritoriju in s tem presegajo zgolj fizično geografske opredelitve.

4.3 Vodni svetovi – voda kot »totalno družbeno dejstvo«

Ideja, da bi proučevali vodo kot »totalno družbeno dejstvo«, (izraz je uveljavil francoski antropolog Marcel Mauss), je vsaj navidezno v nasprotju s konceptom hidrodružbenih teritorijev, dejansko pa prinaša zelo podobne poudarke k proučevanju voda. »Totalnost« družbenega dejstva vodi podeljuje spoznanje, da voda povezuje različne domene družbenega življenja, in da ta povezava ni naključna, saj so te domene medsebojno soodvisne. [14] Tudi pri tem pristopu voda igra ključno povezovalno vlogo med različnimi družbenimi segmenti, vendar pa manj radikalno kot v primeru hidrodružbenih teritorijev, ki implicirajo hibridni družbeno-naravni pomen vode. Če pri politično ekološkem pristopu zavzema osrednjo vlogo koncept hidrodružbenih teritorijev, pa pri antropološkem takšno vogo igra koncept vodnih svetov, kot »totalnosti vseh povezav, ki jih ima lahko voda v dani družbi.« (Str. 403) S

konceptom vodnih svetov opredeljujejo pet osrednjih tem, ki se nanašajo na a) različni vrednotni odnos do voda (voda je lahko dojeta negativno kot poplavna nevarnost, ali pa pozitivno kot vir življenja), b) enakost pri dostopu do vode, c) vprašanja upravljanja z vodami, d) na vodno problematiko kot vir političnega diskurza in konflikta ter e) na razmerje med znanstvenimi spoznanji in tradicionalnim védenjem o vodah. Antropološki koncept vodnih svetov izpostavlja predvsem raznovrstne odnose in razmerja, ki jih imajo ljudje in družbene skupnosti do vode, njeno povezovalno vlogo v tvorjenju družbenih vezi in se s tem navezuje tudi na politično ekološke pristope, čeprav je v izpeljavi posledic, ki jih imajo takšni pristopi manj radikalen.

5. Zaključek

Kot smo poskušali pokazati se v zadnjih dveh desetletij horizonti raziskovanja voda in vodnega okolja močno razpirajo. Ob uveljavljenem in že klasičnem raziskovanju problemov voda se odpirajo nove perspektive, ki povezujejo družbene in ekološke razsežnosti voda. Vendar so teorije, koncepti in hipoteze, ki se porajajo še vedno predmet številnih razprav in so odprti za kritične revizije in empirične preveritve. Vendarle pa ostaja enostavno dejstvo, da problemov z vodo na globalni ravni, četudi smo v Sloveniji zaenkrat še na varni strani, ne bo mogoče rešiti brez novih pristopov in novih načinov družbenega, ne pa samo zgolj in samo državnega upravljanja z vodami.

V Sloveniji močno zaostajamo pri uvajanju novih raziskovalnih pristopov, ki bi integrirali znanja strokovnjakov z različnih družboslovnih, tehniških, naravoslovnih in medicinskih področij, kar se navsezadnje izraža tudi v skromnosti instrumentov in načinov upravljanja z vodami. Zato je treba pričujoči prispevek brati predvsem kot poziv za oblikovanje skupne raziskovalne platforme, ki bo omogočila sodelovanje in integracijo mnogovrstnega znanja o vodah.

5.1 Literatura in viri

[1] OBERREIS, J., MOSS, T., MOLLINGA, P.P., BICHSEL, C., 2016. Water, Infrastructure and Political Rule: Introduction to the Special Issue. Water Alternatives 9(2):168-181. www.water-alternatives.org

[2] SOLOMON, S., 2009. Water. The Epic Struggle for Wealth, Power, and Civilization. HarperCollins e-books.

[3] GOLDBLATT, D., Social Theory and the Environment. Cambridge: Polity Press.

[4] HANNIGAN, J., 1995. Environmental Sociology. London:Routledge.

[5] HARDIN, G., 1986. Tragedy of the Commons. Science Vol. 162.

[6] OSTROM, E., DIETZ, T., DOLSAK, N., STERN, P.C., STONICH, S. and WEBER, E.U. (Eds.), 2002. The Drama of the Commons. Washington: National Research Council, National Academy of Science. DOI 10.17226/10287, http://www.nap.edu

[7] HOLLAND SJÖLANDER, A. 2005. The Water Business. Corporations Versus People. London: Zed Books.

[8] KORNBERG, D., 2016. The Structural Orgins of Territorial Stigma: Water and Racial Politics in Metropolitan Detroit. International Journal of Urban and Regional Research. Vol. 40, No.2.

[9] GANDY, M., 2014. The Fabric of Space. Water, Modernity, and the Urban Imagination. Cammbridge: MIT Press.

[10] SWYNGEDOUW, E., KAİKA, M., CASTRO, E. 2002. Urban Water: A political-ecology perspective. Built Environment, Vol. 28.

[11] BAKKER, K., 2010. Privatizing Water. Governance Failure and the World's Urban Water Crisis. Ithaka: Cornell University Press.

[12] GANTAR, P. 2016. Ustava in voda: za ponoven premislek. Dnevnik, 17. november 2016.

[13] MOLLINGA, P., 2008. Water, Politics and Development: Framing a Political Sociology of Water Ressources Management. Water Alternatives 1(1):7-23. www.water-alternatives.org .

[14] ORLOVE, B., CATON, S. C., 2010. Water Sustainability: Antropological Approaches and Prospects. Annual Review of Anthropology. 39. 401-15. www.reasearchgate.net/publication/2281173371

[15] BOELENS, R., HOOGSTETER, J., SWYNGEDOUW, E., VOS, J., WESTER, P. 2016. Hydrosocial territories: a political ecology perspective. Water International, 41:4, 1-14. DOI: 10,1080/02508060.2016.1134898.

1.

Varnost objektov na vodah in varnost ljudi pred nevarnim delovanjem voda

KARTIRANJE RAZREDOV ANTROPOGENE POPLAVNE NEVARNOSTI

mag. Gašper Rak, prof.dr. Franci Steinman

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Za učinkovitejše obvladovanje tveganj, povezanih s poplavami, je bila v letu 2007 v EU sprejeta poplavna direktiva za določanje poplavno ogroženih območij, na katerih je, glede na stopnjo poplavne nevarnosti, omejena raba prostora. Razredi poplavne nevarnosti so določeni na podlagi več faktorjev in praviloma z upoštevanjem visokovodnih dogodkov v vodotokih z različnimi povratnimi dobami. Treba pa je upoštevati tudi antropogeno povzročene scenarije, ki lahko nastopijo ob izrednih dogodkih kot so porušitev visokovodnih nasipov, nepravilno ali omejeno delovanje hidromehanske opreme na hidrotehničnih objektih ipd. Pod antropogene vplive lahko vključujemo tudi načrtovanje oz. nadzor rabe prostora na vplivnem območju vodnogospodarske infrastrukture, ki zajema daljše odseke vodotokov in lahko tam spremenjene razmere pomembno spremenijo odtočni režim in poplavno nevarnost v obvodnem prostoru v celotni dobi delovanja objektov. V članku bo prikazan primer upoštevanja izrednih dogodkov, povzročenih s strani človeka, pri kartiranju razredov poplavne nevarnosti.

Ključne besede:

Visokovodni dogodki, poplavna nevarnost, antropogeni vplivi, kartiranje, raba prostora

1. Uvod

Za zmanjšanje oziroma učinkovitejše obvladovanje poplavne ogroženosti in drugih tveganj, povezanih z vodami, z ustreznim prostorskim načrtovanjem, ki je predvsem s preventivnimi ukrepi usmerjeno v zmanjšanje ranljivosti, sta Evropski parlament in Svet evropske unije konec oktobra leta 2007 sprejela evropsko ti. Poplavno direktivo. Ta je od članic EU zahtevala, da se do konca leta 2013 pripravijo karte razredov poplavne nevarnosti (KRPN) in karte poplavne ogroženosti, do konec leta 2015 pa tudi načrte za obvladovanje poplavne ogroženosti, s poudarkom na preprečevanju in varstvu ter pripravljenosti za ukrepanje, vključno z napovedovanjem poplav in sistemi zgodnjega obveščanja. Za izpolnitev ciljev sta bila v Sloveniji sprejeta Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (MOP, 2007) in Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Vlada RS, 2008). Z vsebino teh predpisov je država natančneje uredila ravnanje ob nevarnostih, povezanih z vodami, in želela učinkoviteje conirati prostor ob vodotokih, za katerega se stopnjuje omejevanje rabe.

Danes je sicer moderno govoriti o podnebnih spremembah, vendar pa je treba poudariti, da se ogroženost povečuje predvsem na račun antropogenih posegov v prostor, pri katerih se premalo upošteva njihova ranljivost. Razlogi so številni: intenzivna raba prostora in s tem povečevanje ekonomske vrednosti objektov in infrastrukture znotraj ogroženih območij, zmanjševanje prostora za razlivanje vode ob ekstremnih dogodkih, zagotavljanje zgolj

minimalnih varnostnih ukrepov in neprimerno vzdrževanje le-teh itd. (Loat 2003). Z večanjem ogroženosti pa se povečuje tudi tveganje. Ko se pojavi dogodek, ki prinaša tveganje, ga je treba obravnavati deljeno, kot prevzeto tveganje, ki je bilo npr. s projektom urejeno in nato vzdrževano, in na preostalo tveganje. Katastrofalni dogodki v preteklosti so pokazali, da je negativne posledice možno le delno ublažiti z gradbenimi ukrepi in da imajo protipoplavni ukrepi v Sloveniji, kot tudi drugje po Evropi, omejen doseg, medtem ko se ranljivost in s tem ogroženost drugih objektov in rab v prostoru povečuje.

Protipoplavni ukrepi in drugi posegi v vodni in obvodni prostor so dimenzionirani na ti. »projektni pretok«, do katerega so posegi v prostor varovani pred visokimi vodami (npr. Q_{100}+varnostno nadvišanje) oz. se doseže tudi zmanjšanje poplavne nevarnosti. To posledično »privabi« intenzivnejšo rabo prostora, s tem pa narašča škodni potencial ob nastopu poplav. Pri tem pa se navadno ne upošteva, kaj se zgodi v primeru izrednih dogodkov, npr. pri porušitvi protipoplavnega nasipa, pri nepravilnem, omejenem delovanju ali celo nedelovanju hidromehanske opreme na hidrotehničnih objektih. Kot negativne antropogene vplive na obvladovanja poplavne nevarnosti lahko štejemo tudi neučinkovito varovanje dogovorjenega stanja oz. nenadzorovano spreminjanje rabe prostora na poplavnih površinah. Spremenjena raba prostora namreč privede do spremenjenih odtočnih razmer glede na razmere kot so bile upoštevane pri načrtovanju posegov v prostor. Nazoren primer škodljivega delovanja voda, do katerega privede stihijsko spremenjena raba prostora v obvodnem prostoru, je poškodba odvodnega kanala HE Formin – ker visoke vode po čezmerno zaraščeni strugi Drave niso mogle odtekati, je voda našla drugo, rušilno pot.

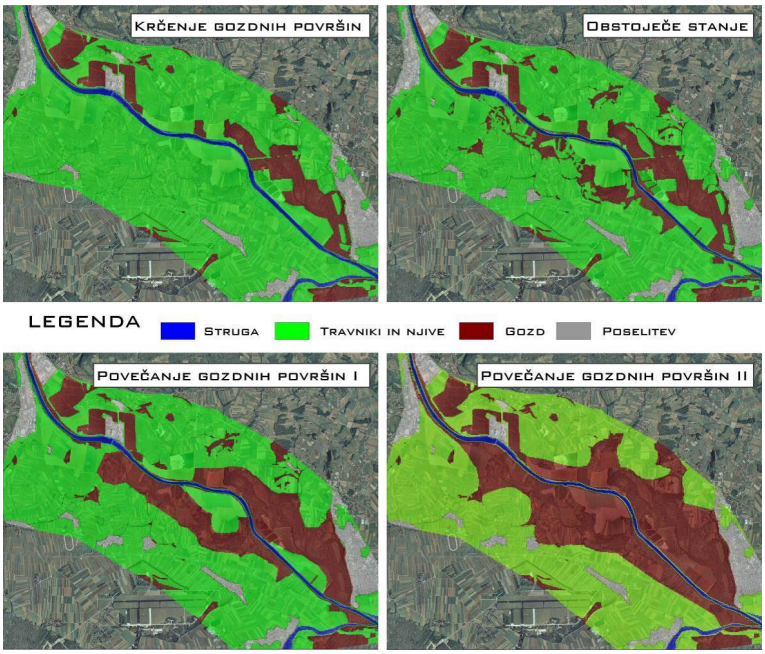
V prispevku sta prikazana dva primera antropogenega vpliva na spremenjeno poplavno nevarnost. V prvem primeru je prikazan vpliv nenadzorovane rabe prostora v času življenske dobe infrastrukturnega objekta na odtočne razmere in posledično spreminjajočo se poplavno nevarnost na vplivnem območju. V drugem primeru pa je prikazano, kaj se zgodi v primeru hipne ali postopne porušitve protipoplavnega nasipa ob izrednih ali ekstremnih dogodkih.

2. Stihijsko spremenjena raba prostora v obvodnem prostoru

Obvodni prostor in poplavne površine, predvsem na ravninskih območjih, predstavljajo velik razvojni potencial, hkrati pa obsežnejša poplavna območja s svojo zadrževalno sposobnostjo pomembno vplivajo na odtočni režim in poplavno varnost dolvodnih območij pri visokih vodah (v nadaljevanju VV). Zaradi navzkrižnih interesov pri prostorskem načrtovanju, umeščanju objektov v prostor oziroma določanju daljnoročne namembnosti rabe in varovanja značilnosti prostora oziroma okolja, je premišljena strategija razvoja prostora in posegov v vode nujno potrebna. Bistvena naloga pri tem je, kako z ustrezno rabo prostora ohranjati (s projekti zagotovljene) odtočne razmere na samem obravnavanem območju in s tem ne poslabšati razmer tudi na območjih dolvodno. »Zamrznitev« stanja na vplivnem območju pa je težavna, saj je dogajanje v prostoru vedno dinamično in je treba preverjati njihove morebitne negativne vplive. S predpisi [Vlada RS, 2008] so, v skladu s Poplavno direktivo, omejeni posegi na območju poplavne nevarnosti, kljub temu pa se lahko pojavijo različne spremembe v prostoru.

Na območju obsežnih retenzijskih površin Krško-Brežiškega polja je v zaključni fazi umeščanje v prostor HE Brežice, tj. vodna infrastruktura, ki zajema daljši odsek vodotoka in pomembno spreminja odtočni režim in poplavno nevarnost v vplivnem območju. Z izbranimi indikatorji, kot so potovalni čas konice poplavnih valov skozi obravnavan odsek, znižanje konice poplavnega vala v izhodnem prerezu, obseg površin poplavljenih območij, hitrosti in globine vode v retenziji itd., je mogoče nazorno pokazati hidravlični odziv na procese sprememb v prostoru. V nadaljevanju si oglejmo vpliv spreminjanja zaraščenosti obvodnega prostora, zaradi »nenamernih« antropogenih vplivov – npr. ko bi se zaradi opuščanja kmetijske dejavnosti prostor zaraščal ipd.

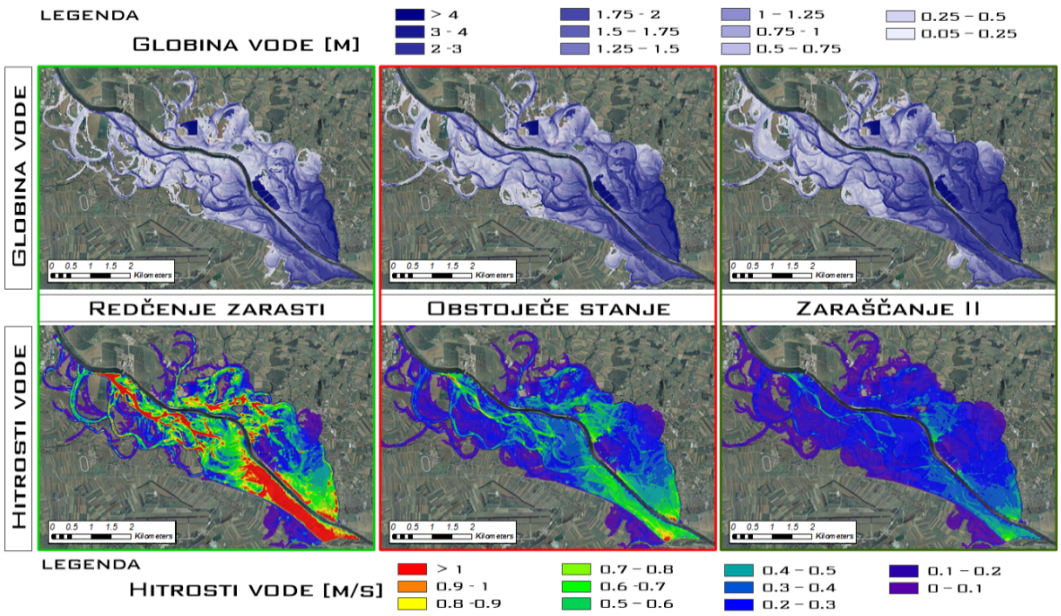
Na spodnji sliki so prikazani štirje različni scenariji zaraščanja oz. ogoljevanja površin, ko bi se na območju dosega stoletne visoke vode spreminjalo razmerje med gozdnimi in kmetijskimi površinami. Porazdelitev takšne rabe je v veliki meri vezana na parcelne meje, zato smo pri postopnem spreminjanju rabe upoštevali tudi povezanost s sosednjimi parcelami.



Slika 1: Različna razmerja površin posamezne rabe prostora, ki so bili upoštevani v izračunih.

Pri izdelavi KRPN se za dogodke s 100-letno povratno dobo poleg dosega vode upošteva tudi porazdelitev globine in hitrosti v poplavljenem prostoru. Podatek o globini in hitrosti vode je ključen za določanje stopnje intenzitete dogodka, saj gibalna količina (oz. sila) vode neposredno ogroža neodporne (ranljive) ljudi in objekte. Posamezni objekt je na primer odporen na obremenitve do določene globine preplavitve in neke hitrosti vode, pri višjih vodostajih oziroma hitrostih pa so že lahko bodisi ogrožena človeška življenja ali stabilnost objekta. S spreminjanjem deleža površin posamezne rabe prostora se pokaže hidravlični odziv poplavljenega prostora, v obliki spreminjanja obsega poplav in prostorske razporeditve poplavljenih območij ter s tem vsebin v KRPN [Šantl in Rak, 2010], določenih po kriterijih iz predpisa [MOP, 2007]. Ker je raba prostora s predpisom [Vlada RS, 2008] le delno omejevana, saj ureja le posege v prostor v skladu z enotno klasifikacijo vrst objektov (CC-SI) in 5 vrst dejavnosti, ki se morebiti v njih izvajajo. Vendar pa je za uporabnike prostora pomemben tudi podatek o spreminjanju poplavne nevarnosti glede na VSE spremembe rabe (npr. zarasčanje) prostora na celotnem vplivnem območju.

Pri prikazanih 4 scenarijih se pozitiven vpliv povečanja z gozdom poraščenih površin retenzije kaže pri določanju stopnje nevarnosti po 2. kriteriju (sila vodnega toka), saj se s povečanjem hrapavosti izrazito hitro zmanjša delež površin s hitrostmi vode nad 1 m/s, kjer veljajo strožje omejitve po uredbi. Treba pa je upoštevati, da je na ravninskih odsekih vodotokov, kjer se pojavlja poplavljanje, navadno prevladujoč 1. kriterij (globine vode). S povečanjem kmetijskih površin oz. površin z manjšo hrapavostjo se povečujejo hitrosti vodnega toka, obseg poplavljenosti znotraj območja pa se zmanjšuje. Prav tako se zvišuje konica, potovalni čas VV vala preko območja se skrajšuje in tudi ostali analizirani parametri se obnašajo nasprotno kot pri povečanju gozdnih površin. Tako absolutne kot tudi relativne spremembe vrednosti parametrov se zmanjšujejo z višanjem konic poplavnih valov in dolžino trajanja poplavnega vala, ko je presežena pretočna sposobnost osnovne struge vodotoka [Rak, 2013]. Spremembe prostorske prerazporeditve pri poljih globin in hitrosti pri različnih spremembah prostora so razvidne iz slike 3.



Slika 2: Primerjava prostorske razporeditve globin in hitrosti pri različni rabi prostora.

S spremenjeno rabo prostora se poleg na odtočne razmere znotraj območja vpliva tudi na višino konice in potovalni čas vala ter posledično na poplavno varnost dolvodnih območij. Z redčenjem gozdnih in povečanjem kmetijskih površin se sicer vpliva na povečanje odliva v retenzijo. Vendar pa so pri majhni hrapavosti retenzije hitrosti vode po vzporednih tokovih v retenziji velike, tj. reda velikosti hitrosti v strugi, zaradi česar ne prihaja do znatnega zadrževanja vodne mase, sovpadanje valov po strugi in retenziji pa je za znižanje konice poplavnega vala neugodno. Z večanjem zaraščenosti retenzije je tok vode po retenziji vse počasnejši, zaradi česar se voda iz retenzije v strugo vrača v kasnejši fazi hidrograma in manj prispeva h konici v izhodnem prerezu. Podaljšanje potovalnega časa konice preko obravnavanih vrst retenzije za dolvodna območja podaljšuje razpoložljivi čas za pripravo protipoplavnih ukrepov in omilitev negativnih posledic visokovodnih dogodkov, znižanje konice pa vpliva tudi na zmanjšanje intenzitete visokovodnega dogodka [Rak in sod., 2016]. Povečana zaraščenost retenzije zmanjšuje torej tudi hitrosti vodnega toka in s tem povezano nevarnost erozije. Odzivi različnih parametrov, ki kažejo tako spreminjanje poplavne varnosti znotraj območja, kakor tudi na območjih dolvodno, so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Spreminjanje analiziranih parametrov v procesu povečevanja oz. zmanjševanja deleža kmetijskih površin glede na obstoječe stanje (ozek VV val Q_{100} s konico 3750 m^3/s).

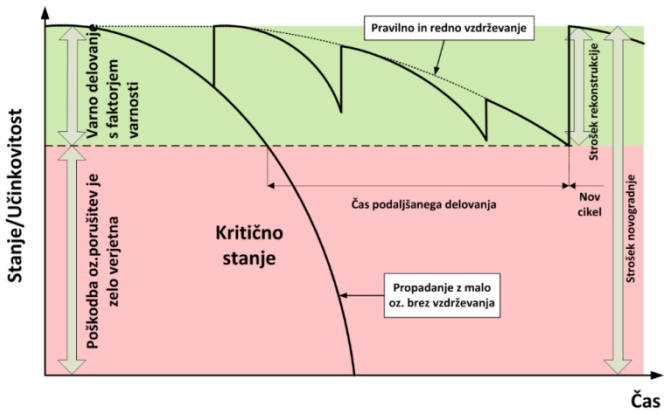
	VV val Q_{100}=3750m³/s					
	100 % kmetijske površine	*Redčenje zarasti in gozdnih površin I*	*Stanje upoštevano pri načrtovanju*	*Povečanje gozdnih površin I*	*Povečanje gozdnih površin II*	*100 % poraslost z gozdom*
Znižanje konice VV vala	*- 13.7 %*	*- 2.9 %*	***128 m³/s***	*+ 11.3 %*	*+ 36.1 %*	*+ 63.0 %*
Potovalni čas	*- 7.1 %*	*- 3.6 %*	***280 min***	*+ 3.6 %*	*+ 10.7 %*	*+ 10.7 %*
Površina poplavljenih območij	*- 6.8 %*	*- 5.7 %*	***19.1 km²***	*+ 1.6 %*	*+ 2.2 %*	*+ 4.5 %*
Površine z globino vode < 0.5 m	*+ 11.2 %*	*+ 2.5 %*	***4.5 km²***	*- 5.0 %*	*- 18.1 %*	*- 18.9 %*
Površine z globino vode 0.5 - 1.5 m	*- 7.7 %*	*- 7.5 %*	***7.8 km²***	*+ 1.9 %*	*- 3.3 %*	*- 3.9 %*
Površine z globino vode > 1.5 m	*- 17.9 %*	*- 9.1 %*	***6.8 km²***	*+ 5.7 %*	*+ 22.1 %*	*+ 29.7 %*

Površine s hitrostjo vode > 1 m/s	*+ 127.0 %*	*+ 118.9 %*	***0.6 km²***	*- 11.3 %*	*- 70.3 %*	*- 99.3 %*
Povprečna globina vode	*- 12.8 %*	*- 6.7 %*	***1.5 m***	*+ 4.0 %*	*+ 14.0 %*	*+ 19.6 %*
Povprečna hitrost vode	*+ 16.9 %*	*+ 9.6 %*	***0.4 m/s***	*- 8.8 %*	*- 27.3 %*	*- 38.5 %*

Prikazani vplivi se pojavljajo že pri spreminjanju zaraščenosti prostora, zato se namenski posegi v prostor obravnavajo posebej. Odločitev, ali dati prednost dolvodnim območjem ali v čim večji meri upoštevati uporabnike retenzije ali iskati kompromis, je zahtevna naloga »skrbnikov prostora«. Če so pri umeščanju posegov v prostor še jasne naloge in pristojnosti, pa je vprašanje, kdo bo dolgoročno skrbel za ohranjanje zadrževalne sposobnosti prostora. »Zamrznitev stanja«, tj. rabe oz. zaraščenosti, kot je bila upoštevana pri umeščanju v prostor (oz. pri izdaji Gradbenega dovoljenja), najbrž ni možna, saj življenje teče dalje. Po fazi umeščanja objekta v prostor torej ostane še zelo zahtevna naloga – z načrtovanjem oz. nadzorom rabe prostora na retenzijskih območjih je treba v celotni dobi delovanja objektov (npr. nasipov ob Savi) zagotavljati ustrezno zadrževalno sposobnost retenzijskega prostora. Šele to daje zagotovilo, da se razmere ob visokih vodah ne poslabšujejo niti uporabnikom na retenzijskem območju niti dolvodnim uporabnikom prostora.

3. Poplave zaradi porušitve protipoplavnih ukrepov (PPU)

Ko so PPU izvedeni, uporabniki prostora pričakujejo, da sta njihovo vzdrževanje in način obratovanja takšna, da zagotavljata delovanje v skladu s projekti oziroma dovoljenji v celotni življenjski dobi. Kot kaže spodnja slika, pa se učinkovitost s časom zmanjšuje zaradi staranja PPU in drugih procesov (konsolidacija zemljin ipd.). Brez vzdrževanja PPU hitro izgubljajo učinek varnostnega nadvišanja (glej DIN 31054, 2003) in s tem preidejo v območje, kjer je verjetnost poškodb in porušitve velika.

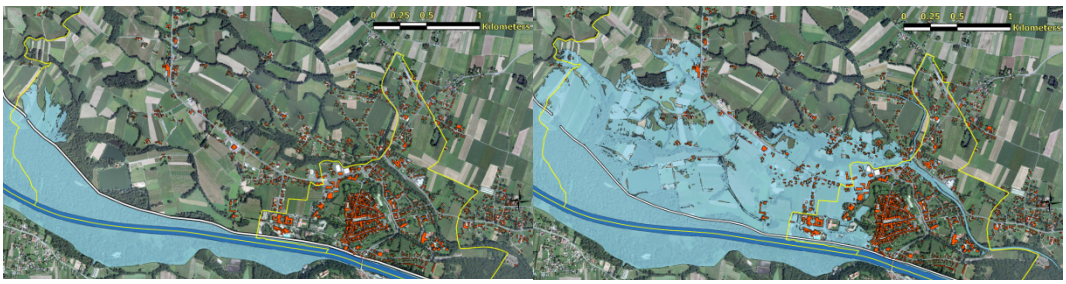


Slika 3: Spreminjanje učinkovitosti PPU glede na njihovo stanje oz. obseg vzdrževanja. (Romang, 2007).

Prikazano je tudi, da redno vzdrževanje ohranja funkcije PPU v daljšem časovnem obdobju, seveda pa procesov staranja ne more ustaviti in je kasneje potrebna rekonstrukcija oz. novogradnja po pravilih vsakokratnega stanja tehnike, primerov dobre prakse idr. Dobro gospodarjenje terja tudi dobro odločanje – ali v krajših časovnih obdobjih obnavljati poškodovane/porušene PPU ali pa z rednim vzdrževanjem čim dlje ohranjati njihove funkcije.

Pri protipoplavnih nasipih lahko ugotovimo, da se po izgradnji objekti posedajo, odvisno od vgrajene zemljine in heterogene nosilnosti terena, zato je treba občasno nadvišati nasipe na projektirano višino in preveriti/izboljšati njihovo stabilnost (nevarnost drsin?), da se funkcija takšnih protipoplavnih ukrepov ohranja. V obdobju med dvema posegoma se že lahko pojavijo kritični odseki, kjer so posedki lokalno večji, zato tam grozi pričetek prelivanja nasipov. Pri načrtovanju PPU se največkrat upoštevajo le običajne razmere (zajete s projektnimi pretoki), čeprav bi bilo treba analizirati še izredne dogodke (zamašitev

premostitev, vpliv dotekajočih hudournikov oz. zdrs plazov v strugo) ter izjemne (ekstremne) dogodke. Med izredne dogodke lahko štejemo tudi preboj ali porušitev dela PPU, ki bi sicer, ustrezno zgrajeni in vzdrževani, morali projektne obremenitve prestati brez problemov. Na šibki točki PPU lahko pride do ti. »hipne porušitve«, npr. dela varovalnega zidu ali do »postopne rušitve«, ko se pri prelivanju protipoplavnega nasipa, zaradi globinske in bočne erozije s časom povečuje dimenzija preboja. Tako na poplavljeno območje doteka vse večja količina vode in postopoma prodira na območja, ki so po KRPN obravnavana kot poplavno varna, pri tem pa prihaja do poplavljanja poseljenih območij, infrastrukture itd. Do prelivanja PPU pa lahko prihaja tudi v primeru izjemnih dogodkov, torej pri pojavu visokih pretokov, ki presegajo projektni pretok. PPU pomembnejših območij so dimenzionirani na pretok Q_{100} z varnostnim nadvišanjem. V primeru nastopa pretokov, kjer vodostaji presegajo niveleto izvedenih ureditev govorimo o nastopu »višje sile«. Analiza takih scenarijev je lahko namenjena tako pripravi smernic, omejitev, pogojev in prepovedi pri načrtovanju prostora, kakor tudi pri načrtovanju usklajenega delovanje služb za zaščito in reševanje v času takšnih dogodkov. Za pripravo scenarijev poplavljanja pa je treba pri porušitvi ali poškodbi nasipa analizirati še kritični kraj porušitve, časovni potek odnašanja zemljine in s tem večanja odprtine skozi katero vdira voda, končno širino porušenega odseka nasipa in pričetek rušenja nasipa (glede na potek poplavnega vala). Karti poplavne nevarnosti zaradi porušitve protipoplavnih nasipov na sliki 4 prikazujejo širjenje poplavnega vala za izbrano časovno dinamiko večanja odprtine v nasipu - prikazani sta stanji poplavljenosti po prvi uri in po 10. uri od pričetka preboja nasipa.



Slika 4: Širjenje odprtine v nasipu s časom in napredovanje iztekajoče vode po prvi uri od preboja nasipa (levo) in stanje po desetih urah (desno).

4. Zaključki

V prispevku prikazana primera kažeta le nekaj možnih vplivov antropogenih dejavnosti, ki pomembno vplivajo na poplavno nevarnost, jih je pa mogoče predhodno predvideti, njihov vpliv pa analizirati s hidravličnimi analizami odtočnih razmer v vodotokih in na obvodnem prostoru. Z njimi bi bilo mogoče izboljšati tako Načrte zaščite in reševanja kakor tudi pripravo konkretnih rešitev oziroma smernic, ki jih bo mogoče upoštevati pri prostorskem razvoju na območjih in iskanju primernih rešitev za dosego ciljev, ki bodo določeni v strategiji prostorskega razvoja poplavnih območij. S pripravo takšnih strokovnih podlag je mogoče uveljavljati zadržke pri posegih v prostor, ki bi oteževali ali pa celo onemogočali ukrepe zaščite in reševanja, pa tudi preprečevati prevzemanje prekomernega tveganja. Prav tako je pri načrtovanju rabe prostora treba upoštevati znanje in izkušnje, ki kažejo, da se po izgradnji objektov lahko pomembno spreminja raba prostora, kar vpliva na doseganje ciljev izvedenih protipoplavnih ukrepov. Zmanjšana poplavna nevarnost namreč »privabi« intenzivnejšo rabo prostora, s tem pa narašča škodni potencial ob nastopu poplav. Od izgradnje objektov do spremembe/razgradnje teh ureditev je treba zato spremljati, po potrebi pa tudi omejevati neprimerne rabe prostora na vplivnem območju v celotni življenjski dobi delovanja objektov, da ne bi voda pokazala svoje moči. Načrt učinkovitega in celovitega trajnostnega razvoja

prostora pa mora nedvomno vsebovati tudi sistematično obvladovanje poplavne nevarnosti ogroženih območij, upoštevaje tako časovno kot prostorsko dinamiko.

5. Viri

Loat, R. 2003. Risk management in Switzerland. Biel.

Ministrstvo za okolje in prostor, Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti, Ur. list RS št. 60/2007, 2007

Rak, G. 2013. Hidravlična analiza vpliva rabe prostora na poplavnih območjih na potovanje poplavnih valov, magistrsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Rak, G., Kozelj, D., Steinman, F. 2016. The impact of floodplain land use on flood wave propagation. Natural hazards 83; 1: 425-443.

Rak, G., Steinman, F. 2014. Kaj se zgodi ko ppu odpovedo – Poplavni scenariji v Gornji Radgoni. 25. Mišičev vodarski dan: 83-90.

Rak, G., Slokar, M., Steinman, F. 2014. Slovensko – avstrijsko sodelovanje pri poplavah zaradi porušitve protipoplavnih ukrepov na območju Gornje Radgone in Bad Radkersburga. Ujma: 245-254.

Rak, G., Müller, M., Kompare, K., Steinman, F. 2014. Vpliv zaraščenosti poplavnih površin na potovanje poplavnih valov. Gradbeni vestnik, 2-12.

Steinman F., Mueller M., Kozelj D., Rak G., Analiza poplavljanja mejne Mure/Abflussuntersuchung der Grenzmur. UL FGG, VGI. May 2012, EU project DRA-MUR-CI SI-AT 2007-2013.

Šantl S., Rak, G. 2010. Analiza poplavne nevarnosti in odtočnega režima – uporaba različnih tipov hidravličnih modelov, Gradbeni vestnik, Ljubljana, 147–156.

Vlada RS. 2008. Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, Ur.list RS št. 89/2008.

ČEZMEJNI PROJEKT FRISCO1

Bojan Jakopič, univ.dipl.inž.vod. in kom.inž., Špela Petelin, univ. dipl. inž. grad., Tomaž Grilj, univ. dipl. ing. geod.

Ministrstvo za okolje in prostor, Dunajska cesta 48, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Projekt FRISCO1 (Čezmejno usklajeno SI-HR zmanjševanje poplavne ogroženosti, ne-gradbeni ukrepi) je skupni slovensko hrvaški projekt Programa INTERREG V-A (2014 – 2020). V sklopu projekta sodeluje pet slovenskih in trije hrvaški partnerji. Namen prve faze projekta je zmanjševanje poplavne ogroženosti na šestih porečjih čezmejnih rek (del porečja Mure in Drave in na porečjih Sotle, Kolpe, Bregane in Dragonje) z izvedbo ne-gradbenih ukrepov. Omenjeni ukrepi obsegajo zbiranje obstoječih podatkov (študije, rečni profili, ipd.) in zajemanje novih (rečni profili, itd.), izboljšanje modelov za napovedovanje povečane stopnje vremenskih ogroženosti, hidrološko hidravlično modeliranje in kartiranje poplavne nevarnosti in ogroženosti, postavitev novih alarmnih siren na ogroženih območjih ter ozaveščanje javnosti o poplavni ogroženosti. V sklopu ozaveščanja javnosti o poplavni ogroženosti, bo na slovenski in hrvaški strani obravnavanih rek organiziranih štiriindvajset delavnic. Med aktivnosti projekta sodita tudi priprava celovite študije na ravni porečij in priprava dokumentacije za izvedbo gradbenih ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti. Namen celovitih študij je identifikacija razlivih površin izven poselitev, možnosti njihove ohranitve ali ponovne povezave z reko ter identifikacija optimalnih gradbenih ukrepov za dolgoročno zmanjševanje poplavne ogroženosti. V ospredju je vzpostavljanje zelene infrastrukture.

V sklopu projekta FRISCO1 je predvidena tudi priprava vse potrebne dokumentacije za začetek izvajanja druge faze projekta, tj. FRISCO2. Ta predvideva izvedbo gradbenih ukrepov. Priprave za drugo fazo projekta so že v teku, prvi pilotni projekt pa se bodo začeli izvajati v sredini leta 2017.

Ključne besede:

Poplave, ogroženost, nevarnost, napovedovanje poplav, poplavne karte, alarmiranje, ozaveščanje

1. Uvod

Reševanje problematike poplavne ogroženosti zahteva celostni pristop kar v okvirih reševanja problematike poplavne ogroženosti v prvi fazi pomeni, da je potrebno ukrepe, ki vplivajo na spreminjanje poplavne nevarnosti obravnavati na ustreznem vodozbirnem območju vodotoka. Vodozbirna območja vodotokov na obmejnih območjih večinoma niso skladna z antropogenimi delitvami državnih meja, zato se aktivnosti na le teh po navadi izvajajo v dveh ali več državah. V tovrstnih primerih je treba pri izvajanju gradbenih protipoplavnih ukrepov paziti, da se z nepremišljenim rešitvami v eni državi ne poslabšuje stanje v sosednjih državah. Program INTERREG V-A je primeren za iskanje tovrstnih skupnih rešitev, zato sta Hrvatske vode in Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije pripravila skupni projekt »Čezmejno usklajeno SI-HR zmanjševanje poplavne ogroženosti«« s kratkim imenom

»FRISCO«. Projekt je tematsko razdeljen na dva dela, na ne-gradbeni del poimenovan FRISCO1 in gradbeni del poimenovan FRISCO2. .

Ne-gradbeni ukrepi so kartiranje poplavne nevarnosti in ogroženosti, izboljšanje modelov za napovedovanje izrednih hidroloških dogodkov in postavitev novih opozorilnih sistemov ali njihovo izboljšanje. Vendar pa projekt FRISCO1 ni bil zasnovan le kot projekt v sklopu katerega se bo izvedlo ne-gradbene ukrepe. Je hkrati tudi strokovna podlaga in orodje za odločanje glede optimalnih gradbenih protipoplavnih ukrepov, za katere se bo pripravila vsa tehnična in upravna dokumentacija. Gradbeni ukrepi se bodo izvajali v drugem delu projekta (FRISCO2).

V sklopu projekta FRISCO1 so predvidene aktivnosti za zmanjšanje poplavne ogroženosti na šestih porečjih, Mura, Drava, Sotla, Bregana, Kolpa in Dragonja. Gradbeni protipoplavni ukrepi so predvideni na štirih, Mura, Drava, Sotla in Kolpa. V kolikšni meri bodo ne-gradbeni ukrepi vplivali na zmanjšanje poplavne ogroženosti je sicer težko kvantificirati, a so ključnega pomena predvsem v času pred poplavami.

1. Splošno o projektu

Projekt FRISCO1 se izvaja v okviru Programa sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška in sodi v prednostno os »Celostno obvladovanje poplavne ogroženosti v čezmejnih porečjih«. Primarni cilj projekta je zmanjšanje poplavne ogroženosti na ciljnih čezmejnih porečjih z izvedbo tako ne-gradbenih kot gradbenih protipoplavnih ukrepov. V projektu sodeluje skupno osem partnerjev, trije iz Hrvaške ter pet iz Slovenije. Vodilni partner so Hrvatske vode (HR), ostali partnerji so RS Ministrstvo za okolje in prostor (SI), Agencija RS za okolje (SI), Direkcija RS za vode (SI), Uprava RS za zaščito in reševanje (SI), Inštitut za hidravlične raziskave (SI), Državni hidrometeorološki zavod (HR) in Državna uprava za zaštitu i spašavanje (HR). Vzdolž slovensko-hrvaške meje predstavljajo poplave nevarnost s čezmejnimi učinki in zahtevajo celostno ukrepanje. V okviru programov teritorialnega sodelovanja se je ponudila priložnost za skupno reševanje poplavne problematike. Projekt FRISCO1 zaznamuje celovitost v prostorskem smislu (zajeta so porečja vzdolž slovensko-hrvaške meje) in v smislu nabora ukrepov (zajeti so vsi glavni ne-gradbeni ukrepi s področij pripravljenosti, preprečevanja in odziva na poplave). Celotna vrednost projekta je 4,07 milijonov EUR, 3,46 milijonov EUR pa znaša prispevek Evropskega sklada za regionalni razvoj (85 % sofinanciranje). Za izvedbo druge faze projekta, je za gradbene ukrepe v drugi fazi predvidenih še cca. 8 milijonov EUR.

Sam projekt je razdeljen na deset delovnih paketov:

- Vodenje projekta (WP M)
- Aktivnosti vezane na porečje Kolpe (WP 1)
- Aktivnosti vezane na porečje Sotle (WP 2)
- Aktivnosti vezane na del porečja Drave (WP 3)
- Aktivnosti vezane na del porečja Mure (WP 4)
- Aktivnosti vezane na povodje Dragonje (WP 5)
- Aktivnosti vezane na porečje Bregane (WP 6)
- Postavitev alarmnih siren za signaliziranje v primerih naravnih nesreč (WP 7)

- Ozaveščanje javnosti o poplavni ogroženosti (WP 8)
- Komunikacija z deležniki in promocija projekta (WP C)

Aktivnosti v dveh standardnih paketih WP M in WP C so namenjene vodenju projekta, komunikacijskim aktivnostim in promociji projekta. Čeprav tovrstni projekti (čezmejni projekti v sklopu programa Interreg) omogočajo usklajeno reševanje problemov v čezmejnih porečjih, se zaradi institucionalnih razlik pojavljajo dodatni izzivi, ki jih je treba premagati. Njihovo premagovanje je tako hkrati dober temelj za izboljšanje sodelovanja tako danes kot tudi v prihodnosti.

2. Aktivnosti na šestih ciljnih porečjih

Na šestih porečjih, Mure, Drave, Sotle, Bregane, Kolpe in Dragonje so predvidene naslednje aktivnosti:.

- Pridobivanje podatkov in vzpostavitev podatkovne baze
- Celovite študije porečji
- Hidrološko-hidravlično modeliranje
- Modeli za napovedovanje poplav
- Kartiranje poplavne nevarnosti
- Kartiranje poplavne ogroženosti

Dokumentacija za izbrane gradbene protipoplavne ukrepe se bo izdelala le na štirih od šestih porečjih, Mura, Drava, Kolpa in Sotla.

2.1 Podatki in podatkovna baza FRISCO1

V enotno podatkovno bazo bodo zbrani najprej vsi obstoječi topografski, hidrološki, meteorološki in pedološki podatki, podatki o vodni infrastrukturi, prebivalstvu, gospodarstvu, okolju in naravi. To bodo vsi javno dostopni podatki iz že izvedenih gradiv ali meritev. V nadaljevanju se bodo z novimi podatki dopolnile vrzeli oziroma osvežili obstoječi.

Načini zapisa podatkov (formati, struktura) in vsebine podatkovnih baz se med slovenskimi in hrvaškimi institucijami, ki se ukvarjajo s upravljanjem z vodami, razlikujejo. Zato je predvidena tudi združitev vseh podatkov v enotnem podatkovnem modelu. Skupna baza podatkov bo podporno orodje za dobro upravljanje z vodami na obravnavanih porečjih, hkrati pa bodo podatki uporabljeni tudi za izdelovanje hidrološko hidravličnih modelov, prognostičnih modelov za napovedovanje poplav in izdelovanje celovitih študij zmanjševanja poplavne ogroženosti.

Vsi zbrani podatki bodo javno dostopni na spletni strani projekta FRISCO1 (frisco-project.eu) kot digitalni hidrogeografski atlas. ledili bomo konceptu kot sta ga v RS Ministrstvo za okolje in prostor in Agencija RS za okolje že uporabila pri brezplačni distribuciji LIDAR podatkov, ki jih lahko sleherni uporabnik pridobi brezplačno preko svetovnega spleta (LIDAR je dostopen preko Atlasa okolja ali Atlasa voda).

2.2 Celovite študije porečij

Cilj celovitih študij je identifikacija razlivih površin izven poselitev, analiza možnosti njihovega ohranjanja oziroma vzpostavitve povezav z rekami ter identifikacija optimalnih gradbenih protipoplavnih ukrepov za dolgoročno zmanjševanje poplavne ogroženosti. Študija je razdeljena na dve fazi. V prvi se bodo preverile možnosti izvedbe »ukrepov brez obžalovanja« („no-regret measures“). Takšen pristop nam omogoča vključitev gradbenih ukrepov, ki so bili v preteklosti že predlagani kot primeren ukrep, vendar zaradi različnih razlogov niso bili realizirani. Ti ukrepi se bodo hidrološko in hidravlično preverili z uporabo obstoječih modelov. . V drugi fazi bodo predlagane nove gradbene rešitve. Skladno s programskimi

usmeritvami evropske politike zmanjševanja poplavne ogroženosti je treba najprej preveriti možnosti ohranitve obstoječih razlivnih površin in vzpostavitve nekdanjih razlivih površin izven poselitev ter preveriti možnosti izvedbe ukrepov, ki sodijo med ukrepe »zelene infrastrukture«. Tudi te ukrepe se bo hidrološko in hidravlično preverilo.

Izdelale se bodo tudi ocene stroškov in koristi predlaganih ukrepov ter za izbrane ukrepe tudi študija izvedljivosti. Končen produkt bo čezmejno usklajena študija zmanjševanja poplavne ogroženosti na podlagi katere bodo za drugo fazo projekta (FRISCO2) izbrani ter tudi izvedeni optimalni gradbeni protipoplavni ukrepi za dolgoročno zmanjševanje poplavne ogroženosti na štirih izbranih čezmejnih porečjih, Mura, Drava, Sotla in Kolpa.

2.3 Izboljšanje hidrološko hidravličnih modelov z namenom izboljšanja evidenc o poplavni nevarnosti in ogroženosti

Na vseh obravnavanih porečjih se bo izdelalo karte poplavne nevarnosti in ogroženosti. Karte poplavne nevarnosti podajo informacijo o nevarnostnem potencialu glede na izbrane povratne dobe pretokov, medtem ko karte poplavne ogroženosti podajo informacijo o ranljivih elementih v prostoru glede na nevarnostni potencial. Slovenija in Hrvaška uporabljata za izdelavo kart drugačne pristop, zato je cilj projekta tudi razvoj enotne metodologije na tem področju.

Kartiranje poplavne nevarnosti se izvaja na podlagi rezultatov hidrološko hidravličnega modeliranja. Slovenija se je primarno usmerila v kartiranje območij pomembnega vpliva poplav, ki so bila določena kot zaključene prostorske enote na katerih se glede na nevarnostni potencial pričakuje največje škode. Hrvaška je območja pomembnega vpliva poplav agregirala na prostorsko enoto občinskih meja. Glede na omenjeni razliki državi razpolagata z različno stopnjo natančnosti modelov in/ali poplavnimi kartami. Poplavne karte so za RS dostopne na portalu eVode preko pregledovalnika Atlas voda, hrvaške poplavne karte so dostopne na povezavi http://korp.voda.hr/.

2.4 Izboljšanje modelov za napovedovanje poplav

Modeli za napovedovanje poplavnih dogodkov so eden izmed ključnih ne-gradbenih ukrepov s področja obvladovanja poplavne ogroženosti. Slovenija že več let razpolaga s tovrstnim modelom, medtem ko je Hrvaška pričela razvijati tak model šele pred kratkim. Ne glede na stopnjo razvitosti modelov je treba le te stalno izpopolnjevati in nadgrajevati, da je možno boljše in natančno napovedovanje poplavnih dogodkov.

V sklopu projekta je predvidena nadgradnja obstoječih modelov za napovedovanje poplav in izdelava novih kjer je to potrebno. Obstoječe modele se bo nadgradilo tudi z novimi podatki terenskih meritev, s čimer se bo izboljšala njihova natančnost. Na podlagi večletnih izkušenj pri uporabi obstoječih modelov, se je izkazalo, da se morajo dodatno modelirati nekateri deli porečij, ki so relevantni za napovedovanje poplavnih dogodkov.

2.5 Priprava dokumentacije za gradbene ukrepe

Glavni namen projekta FRISCO1 je priprava na projekt FRISCO2, ki predvideva izvedbo gradbenih protipoplavnih ukrepov. Tako se bo v okviru prvega projekta izdelala tudi vsa tehnična in upravna dokumentacija za izvedbo izbranih gradbenih protipoplavnih ukrepov na delu porečja Mure in Drave ter na porečjih Sotle in Kolpe. Skladno s časovnim planom projekta FRISCO je v sredini leta 2017 predvidena priprava in oddaja vloge za prvi pilotni projekt. Za vse ukrepe je predvidenih približno 8 milijonov EUR, izbrani pa bodo na podlagi izsledkov in predlogov celovitih študij porečij.

2.6 Postavitev novih alarmnih siren

Med naravno nesrečo je alarmiranje ogroženih ljudi zelo pomembno, tako z vidika reševanja življenj kot z vidika reševanja premoženja. Tako je v sklopu projekta predvidena postavitev

novih alarmnih siren ali zamenjava zastarelih. Projektni partnerji so že analizirali obstoječe stanje in pripravili predloge za nadgradnjo sistema ozaveščanja v primeru naravnih nesreč. Optimalne lokacije za postavitev novih siren so bile določene na podlagi analiz obstoječega stanja in z upoštevanjem ključnih parametrov, kot so število ogroženih prebivalcev in trenutna pokritost z alarmnimi sirenami. Postavitev novih alarmnih siren se bo predvidoma pričela v letu 2017.

2.7 Ozaveščanje javnosti o poplavni ogroženosti

Namen ozaveščanja javnosti o poplavni ogroženosti je v ljudeh vzpodbuditi glede poplav kritično presojo, spoznavo svojih in tujih dejanj ter mnenj, začutiti odgovornost za neželjene posledice in vzpodbuditi spoznanje kaj pomeni poplavna ogroženost. V projektu se bo z različnimi metodami ljudem predstavilo zaželjeno obnašanje pred poplavo (npr. sledenje prognostičnim napovedim), med poplavo (npr. nespametno ravnaje, ki lahko povzroči smrtne žrtve) in po poplavi (npr. popis in sanacija škode). Izdelali se bodo fizični modeli za simulacijo poplav, erozije, učinkov zadrževalnikov in poselitve na poplavnih površinah.

V sklopu projekta je predvidenih 24 ozaveščevalnih delavnic, ki naj bi pritegnile čim več ljudi. V sklopu delavnic se bodo na slovenski strani tudi postavljale tablice, ki označujejo najvišjo zabeleženo gladino visokih voda na objektih ali kjer je to mogoče. Na hrvaški strani bodo izdelali igrice vezane na tematiko poplav.

Izdelali bomo tudi informacijske brošure, posnel se bo kratek film o poplavah. Vsa gradiva bodo dostopna na spletni strani projekta (www.frisco-project.eu).

3. Zaključek

Projekt FRISCO je zasnovan kot kombinacija ne-gradbenih (FRISCO1) in gradbenih ukrepov (FRISCO2). FRISCO1 se izvaja od aprila 2016, medtem ko je prijava prvega gradbenega pilotnega projekta predvidena v sredini leta 2017.

Končni rezultati projekta FRISCO1 so karte in digitalna baza podatkov o poplavni nevarnosti in ogroženosti in celovite študije zmanjševanja poplavne ogroženosti šestih čezmejih porečji. Institucije, pristojne za upravljanje z vodami bodo te rezultate uporabile za odločitve o ukrepih, prebivalci na teh porečjih pa bodo imeli boljšo informacijo o poplavni nevarnosti in ogroženosti. Hkrati bodo lahko vse javno objavljene podatke uporabili tudi sami.

Izboljšana napoved pojavljanja poplav bo omogočila natančnejšo izdajo opozoril v primerih izrednih vremenskih dogodkov. In s tem ustrezno samozaščito pred poplavami ter zmanjšano materialno škodo. Natančnejša napoved poplav bo omogočila tudi lažje odločanje pristojnih služb za zaščito in reševanje v primeru naravnih nesreč.

S pripravo vse potrebne strokovne, tehnične in upravne dokumentacije v sklopu projekta FRISCO1 za izbrane protipoplavne objekte se bo v nadaljevanju projekta (FRISCO2) izvedlo tudi gradbene protipoplavne ukrepe.

4. Viri

[1] Spletna stran projekta FRISCO1 (www.frisco-project.eu)

STROKOVNE PODLAGE ZA OBRAVNAVO HIDRAVLIČNIH POSLEDIC PORUŠITEV PREGRAD

prof. dr. Rudi Rajar, prof. dr. Matjaž Četina, Andrej Umek

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Čeprav je možnost porušitve pregrad izredno majhna, je za primer takšnega ekstremnega dogodka nujno predvideti zaščito prebivalstva in objektov dolvodno od pregrade. V večini držav obstajajo pravilniki - navodila, ki zakonsko določajo, da je lastnik ali upravljavec pregrade dolžan pripraviti študijo, v kateri je predvsem opisano področje, ki bi bilo v primeru porušitve poplavljeno. Poleg tega tovrstne študije podajajo še druge informacije o porušitvenem valu, kot npr. čas prihoda vala do določene lokacije, lokalne hitrosti toka ipd.

Do leta 1997 smo v Sloveniji uporabljali še navodila iz bivše Jugoslavije, potem pa smo izdali nova navodila za Slovenijo, ki pa nikoli niso bila zakonsko potrjena. V okviru projekta VODPREG2 smo v l. 2016 stara Navodila ("Navodilo za izdelavo ocen ogroženosti zaradi porušitev pregrad") renovirali in jih pripravili kot strokovno podlago za sprejem ustreznih zakonskih aktov pri ministrstvih, odgovornih za področje pregradnega inženirstva. V prispevku bomo kratko predstavili glavne točke Navodil. Rezultati teh Navodil bodo služili Upravi RS za zaščito in reševanje kot osnova za pripravo načrta zaščite in reševanja.

Poleg tega bomo opisali kratko aproksimativno metodo, s katero je možno (tudi na terenu) hitro določiti velikostni razred parametrov porušitvenih valov.

Ključne besede:

valovi po porušitvi pregrad; strokovne podlage; metode izračuna valov po porušitvi pregrad.

1. Nevarnost porušitve pregrad

Čeprav se pregrade gradijo po strogih varnostnih predpisih, določena nevarnost porušitve vedno obstaja, zato je nujno predvideti načrt zaščite in reševanja na področju, ki bi bilo ob primeru porušitve poplavljeno. V preteklosti se je zgodilo že več sto porušitev večjih pregrad, nekaj od teh je imelo katastrofalne posledice.

V osnovi poznamo dve vrsti takih dogodkov: porušitev umetno zgrajenih pregrad in porušitev naravnih pregrad, ki nastanejo zaradi zasutja reke z zemeljskim plazom, ki ga potem voda prelije in erodira.

Tipičen primer porušitve umetne pregrade se je zgodil l. 1959 v južni Franciji: ločna pregrada Malpasset se je porušila skoraj trenutno in v celoti, očitno zaradi napake v temeljenju na levem bregu (Slika 1). Porušitveni val je zahteval okrog 500 smrtnih žrtev v kraju Frejus, ca. 10 km dolvodno od pregrade. Ne tako redko pa se zgodi, da pri nasutih pregradah naravni dotok preseže prelivno sposobnost evakuacijskih organov (čeprav so ti dimenzionirani na desettisočletne pretoke) in voda začne prelivati pregrado, kar nato skoraj vedno rezultira v eroziji pregrade in njeni porušitvi.

Zgodi se pa tudi, navadno ob močnem deževju, da zemeljski plaz zdrsi v reko, ustvari naravno pregrado in zapre pretok. Gladina za pregrado narašča in ko začne voda neutrjeni material

plazu prelivati, ga vedno erodira in se potem razlije po dolini dolvodno. Takih primerov je razmeroma veliko v mladem gorovju, kot so npr. Andi, v manjšem merilu pa se je to zgodilo tudi na potku Lučnica na Štajerskem leta 1990. Dogodek je kratko opisan v poglavju 3.

Slika 1. Porušena pregrada Malpasset v južni Franciji, deset let po porušitvi.

2. Zakonodaja

2.1 Navodila

V vseh razvitih državah imajo pravilnike/navodila, ki obvezujejo lastnike ali uporabnike pregrad, da pripravijo izračun in opis prametrov vala, ki bi nastal ob eventuelni porušitvi, t.im. »porušitveni val« (ICOLD, 2012). Do l. 1996 smo v Sloveniji uprabljali navodila, ki so veljala v Jugoslaviji (Uputstvo, 1975). Ker pa so bila ta navodila v določenih točkah zelo neracionalna, smo leta 1996 sestavili nova navodila (Navodilo, 1996), ki pa niso bila nikoli uradno potrjena. Zato smo v okviru projekta Vodpreg 2, financiranem s strani Ministrstva za obrambo RS, v l. 2016 ta Navodila dopolnili in ažurirali in so pripravljena za uradno potrditev (Lenart in dr., 2016).

Navodila določajo, na kakšen način je treba pripraviti topografske in hidravlične podatke za izračune, določajo predvideni način porušitve za posamezne tipe pregrad, katere računske metode je dovoljeno uporabljati in podajajo detajlni opis, kaj vse mora vsebovati poročilo.

2.2 Način porušitve

Po naših izkušnjah je od vseh podatkov najvažnejše vprašanje načina porušitve pregrade, saj je to navadno težko jasno definirati, pri tem pa različni možni načini porušitve vplivajo na rezultate v bistveno večji meri kot točnost ostalih podatkov in računskih metod. Pri sestavljanju navodil smo pregledali navodila ca. 10 držav in naš predlog je sledeč:

Za ločne pregrade se prepostavlja trenutna in popolna porušitev, to upoštevajo vse države, saj so se taki primeri že zgodili.

Za težnostne betonske pregrade se upošteva delna trenutna porušitev. Obseg porušenega dela določi izdelovalec izračunov skupaj z lastnikom ali upravljavcem pregrade glede na velikost pregrade, topografijo terena in glede na kategorijo pregrade.

Za razčlenjene betonske pregrade se upošteva delna trenutna porušitev nekaterih delov.

Za nasute pregrade (zemeljske, skalometne) se upošteva bodisi postopna porušitev zaradi erozije pri prelivanju, bodisi se predpostavi začetna manjša odprtina na pregradi, dalje pa postopno rušenje zaradi erozije pri prelivanju.

Navodila tudi zahtevajo imenovanje strokovne komisije, ki bo v primeru zelo kompleksnih primerov in velike nevarnosti za prebivalstvo določila način porušitve in tudi nekatere druge parametre.

2.3 Metode izračuna

Pred letom 1980 je bilo za pregrade, kjer bi porušitev povzročila tudi človeške žrtve, obvezno zgraditi fizični (hidravlični) model in na njem določiti parametre porušitvenega vala. Danes so numerični (matematični) modeli že tako zanesljivi, da Navodila dovoljujejo uporabo teh modelov, saj je njihova uporaba veliko bolj ekonomična in hitrejša od fizičnih modelov. Če bi se porušitveni val širil po razmeroma ozki dolini, se lahko uporabi 1-dimenzijski (1D) model, kadar pa bi se val razlival po širokem področju, je nujna uporaba 2-dimenzijskega (2D) modela.

Fizikalni pojav je zelo kompleksen, zato smo v letu 1970 v takratnem Vodogradbenem laboratoriju zgradili fizični model, na katerem smo simulirali popolno in trenutno porušitev ločne pregrade Grančarevo v BiH v merilu 1:400 (slika 2). Istočasno z meritvami na fizičnem modelu smo izdelali 1D numerični model, ki je bil umerjen in kalibriran na osnovi pojava in meritev (Rajar, 1972; Rajar, 1978).

Slika 2. Fizični model akumulacijske jezera za pregrado Grančarevo v BiH in področja do mesta Trebinje za meritve porušitvenega vala.

V letih 1988-1990 smo nato izdelali 2D model, ki lahko bolj točno simulira pojav na razgibanem terenu. V okviru projekta VODPREG 2 smo kot vzorčni primer detajlno izračunali in prikazali hidravlične posledice porušitve pregrade Loče. Računsko področje globinsko povprečnega numeričnega modela je bilo razdeljeno na 305.500 končnih volumnov (celic) (Lenart in dr., 2016).

2.4 Poročilo

V poročilu o hidravličnih posledicah porušitve pregrade mora biti opisano naslednje:

1) Podlage: detajlni geometrijski, strukturni in obratovalni podatki o pregradi, predpostavljeni način porušitve z ustrezno utemeljitvijo, geodetski načrti, na podlagi katerih so bili izdelani izračuni in hidravlični podatki, ki so bili uporabljeni v izračunih.
2) Opis uporabljenih metod: podati je treba kratek opis uporabljene metode in navesti uporabljene vire; podana mora biti ocena točnosti metode in rezultatov.
3) Prikaz rezultatov: rezultati morajo biti v poročilu detajlno prikazani v grafični in tekstovni obliki. Pri obsegu poplavljenega področja morajo biti navedena naselja, deli naselij, važnejši objekti in infrastruktura, ki bi bili poplavljeni. Za te lokacije morajo biti navedene globina, hitrosti in čas poplavljanja po porušitvi ter navedeno trajanje poplavljenosti. Prikazano mora biti tudi, katera kota vode v akumulaciji je še "varna kota", torej ne pomeni bistvene nevarnosti za prebivalce v dolvodnih krajih.
4) Treba je opisati, na kakšen način in v kakšnem času bi se akumulacija v primeru potrebe znižanja gladine izpraznila do varne kote. Pri tem je treba tudi prikazti, kakšen maksimalni pretok je še dopusten, da pri tem niso bistveno ogroženi dolvodni kraji.

3. Aproksimativna metoda za izračun porušitvenega vala

Kot je navedeno v poglavju 2, Navodila zahtevajo izračune parametrov porušitvenega vala po kompleksnih numeričnih metodah, ki rešujejo osnovne enačbe mehanike tekočin po numeričnih metodah v eni ali dveh dimenzijah.

Takšni izračuni zahtevajo veliko časa (najmanj nekaj tednov), da se pripravijo vsi vhodni podatki (npr. točna topografija akumulacijskega prostora in dolvodnega področja, ocena načina možne porušitve, ocena koeficientov hrapavosti itd.), razen tega pa kompleksne računalniške simulacije zahtevajo uporabo zelo zmogljivih računalnikov in računalniški čas, ki je lahko, kljub zmogljivim računalnikom, tudi več dni za en primer izračuna.

Ena od nalog projekta VODPREG 2 je bila zato izdelati poenostavljen računski program za hitro oceno možnih posledic porušitve pregrad. Izdelan je bil računalniški program *PREGPORUS*, ki omogoča zelo hitro preliminarno oceno parametrov porušitve pregrade tudi na terenu s pomočjo prenosnega računalnika ali celo pametnega telefona.

Zavedati se moramo, da je dejanski fizikalni pojav razlivanja vode po porušitvi pregrade po (često dokaj razgibanem) terenu zelo kompleksen, zato so bile pri izdelavi dovolj enostavnih metod potrebne številne poenostavitve in je točnost te metodike reda ca. +/- 50%, torej lahko določimo le red velikosti parametrov porušitvenega vala. Glavni rezultat je po vseh metodah maksimalni pretok, ki bi nastal v odseku dolvodno od pregrade v primeru porušitve (Lenart in dr., 2016).

Pri uporabi te poenostavljene metodike se je treba najprej odločiti, katero od treh spodaj opisanih metod je za določen primer porušitve treba izbrati.

Metoda Rajar

Ta metoda je uporabna v primerih popolne ali večinske porušitve pregrad, kar pomeni, da se poruši več kot ca. 50% pregradnega profila. Torej bi metoda prišla v poštev, kadar bi grozila popolna ali večinska porušitev ločne ali težnostne pregrade (možnost diverzije, miniranja).

Za najbolj karakteristične oblike akumulacijskih bazenov in dolvodnih predelov so bile vnaprej izdelane serije izračunov porušitev (Rajar, 1973). Preko zakonov podobnosti so bili rezultati preračunani in zbrani v nomogramu, v letu 2016 pa so bili nomogrami še digitalizirani (Umek, 2016), tako da je uporaba zelo enostavna in hitra.

Rezultate metode smo primerjali (Preglednica 1) z rezultati numerične metode na primeru delne trenutne porušitve pregrade Vogršček (Umek, 2016). Predpostavljena je bila trapezna porušitvena odprtina: širina odprtine 20 m na koti 72,5 m in širina 70 m na koti 100 m. V preglednici 2 so primerjani rezultati izračuna po obeh metodah.

Preglednica 1: Primerjava izračunanih maksimalnih pretokov Q_m (na mestu pregrade) in vrednosti pretoka Q_x (na razdalji X1=847 m od pregrade) za primer porušitve pregrade Vogršček

	Numerična metoda	Metoda Rajar	Razlika
Qm [m3/s]	17555,5	14533	-17,22%
Qx [m3/s]	10458,7	7267	-30,52%

Metoda preliva

Ta metoda (Lenart in dr., 2016) se uporablja, kadar je odprtina porušitve razmeroma majhna v primerjavi s celotnim profilom doline na mestu pregrade (pod 25 % pregradnega profila). Predpostavlja se, da je porušena odprtina preliv trapezne oblike. Ker je pretok preko tega preliva razmeroma majhen v primerjavo z velikostjo pregrade in volumna akumulacije, bo pretok preko preliva po začetnem zelo hitrem naraščanju ostal dalj časa konstanten.

Rezultate metode smo primerjali (Preglednica 2) z rezultati numerične metode na primeru delne porušitve z malo odprtino pregrad Loče in Vanganel. Predpostavljene so bile trapezne odprtine porušitvenih odprtin h = 8,2 m, b_{sp} = 3 m, b_{zg} = 27,6 m (Loče) in h = 5 m, b_{sp} = 5 m, b_{zg} = 15 m (Vanganel).

Preglednica 2: Primerjava izračunanih maksimalnih pretokov v profilu pregrade za primer porušitve pregrad Loče in Vanganel

	Numerična metoda	Metoda preliva	Razlika
Loče, Qm [m3/s]	800	675	-16%
Vanganel,Qm[m3/s]	164	210	+28%

Statistična Metoda Molinaro

Ta metoda je zasnovana na statistični obdelavi podatkov primerov porušitev nasutih pregrad, ki so se že zgodile v preteklosti (Molinaro, 1990). Gre za primere, kjer so visoke vode začele prelivati naravno ali umetno nasuto pregrado, ki se zaradi prelivanja in erozije dalje postopno ruši. Pretok je na začetku razmeroma majhen, ker pa dolvodna stran nasute pregrade načeloma ni utrjena proti eroziji, jo začne prelivajoča voda erodirati in povečuje odprtino. Pretok se najprej veča z večanjem erodirane odprtine, po določenem času, ko se največji del volumna akumulacije že izlije preko odprtine, pa pretok doseže maksimalno vrednost in začne upadati. Velikost maksimalnega pretoka je odvisna od volumna akumulacije in od višine pregrade, kar je zajeto v statističnih enačbah. Rezultat metode je maksimalni pretok, ki bi nastal po nekem določenem času po začetku prelivanja. Ker pa je material v umetno zgrajenih pregradah drugače utrjen kot v naravnih zasutjih reke z zemeljskimi plazovi, se uporablja dve različni enačbi

Slika 3. Plaz na Lučnici je v sedmih urah predrla voda

Slika 4. Večji del jezera se je do jutra že izpraznil

Rezultate metode smo primerjali (Preglednica 3) z rezultati numeričnih izračunov na realnem primeru analize porušitve naravne pregrade na Lučnici. Tam je zaradi obilnega deževja 1. novembra 1990 v potok zdrsnil plaz, ki je povzročil zajezbo potoka (slika 3) in nastanek akumulacije (slika 4). Po približno 7 urah je voda prelila plaz in povzročila vodni val, ki je poplavil vas Luče. Na osnovi naknadnih meritev robov poplavljenega področja, analize volumna akumulacije in volumna ter sestave plazu in analize dogodka smo lahko ponazorili simulacijo porušitvenega vala (Rajar in Zakrajšek, 1993; 1993a). V izračunu je bila upoštevana višina pregrade 15 m in volumen nastalega jezera 730.000 m^3.

Preglednica 3: Primerjava izračunanih maksimalnih pretokov Q_m za primer prelivanja naravne pregrade na Lučnici

	Numerična metoda	Metoda Molinaro	Razlika
Qm [m3/s]	170 do 290 (dve ocenjeni velikosti zrn materiala)	182	+7 % do -59 %

4. Zaključki

Opisana so pripravljena Navodila za določitev parametrov porušitvenega vala, na podalgi katerih bo lastnik ali upravljavec pregrade obvezan pripraviti detajlno poročilo o obsegu poplave in drugih rezultatih. Na osnovi tega poročila bo Uprava RS za zaščito in reševanje izdelala načrt zaščite in reševanja za primer eventualne porušitve pregrade.

Prikazana je tudi aproksimativna metoda za hitro in enostavno določitev parametrov porušitvenega vala. Na nekaj primerih primerjave rezultatov aproksimativne metode z rezultati numeričnih metod je bilo dokazano, da je metoda uporabna, čeprav zaradi nujnih poenostavitev kompleksnega fizikalnega pojava metoda lahko poda samo red velikosti pretoka dolvodno od pregrade.

5. Viri

ICOLD (International Committee on large Dams), 2012. Report of European Club, Working group on Safety of Existing Dams: Report. Lizbona, Portugalska.

MOLINARO, P., 1990. Statistical methods for the estimate of the peak discharge following the breach of an earth dam. Internal Report ENEL CRIS, Milano, Italija.

NAVODILO, 1996. Navodilo za izdelavo ocen ogroženosti zaradi porušitev pregrad, Osnutek 10. 7. 1996. Ljubljana (izdaja minister za obrambo).

RAJAR, R., 1973. Modelé mathématique et abaques sans dimensions pour la détermination de l' écoulement qui suit la rupture d' un barrage. (Matematični model in brezdimenzijski nomogrami za določitev toka po porušitvi pregrad). XI Congress Int. Commission on Large Dams, Madrid, Q.40, R.34: str. 503-521.

RAJAR, R., ZAKRAJŠEK, M., 1993. Modelling a real case of a landslide-created dam collapse (Modeliranje resničnega primera porušitve naravne pregrade), 25. kongres Medn. društva za hidravlične raziskave (XXV IAHR Congress), Tokio, Japonska, B-4-1, str. 109-116.

RAJAR, R., ZAKRAJŠEK, M., 1993a. Modeliranje poplavnega vala pri prelivanju plazu na Lučnici, UJMA, Ljubljana, št. 7, str. 77-80.

RAJAR, R. 1972. Recherche theorique et experimentale sur la propagation des ondes de rupture de barrage dans une vallee naturelle (Teoretične in eksperimentalne raziskave valov, ki nastanejo pri porušitvi pregrad). Doktorska disertacija, Toulouse, Francija.

RAJAR, R. 1978. Mathematical Simulation of Dam Break Flow (Matematično simuliranje valov po porušitvi pregrade). Proceedings of the American Society of Civil Engineers, J. Hydraulic Division, HY 7.

LENART, S., BRENČIČ, M., ČETINA, M., KUHAR, M., PAPEŽ, J., RAJAR, R., ŠIRCA, A., RAVNIKAR TURK, M., 2016. Zemeljske in betonske vodne pregrade strateškega pomena v RS – VODPREG 2, Končno poročilo, Ljubljana.

UPUTSTVO, 1975. Uputstvo o izradi dokumentacije za oddređivanje posledica usled iznenadnog rušenja ili prelivanja visokih brana. Savezni Komitet za poljoprivredu, Beograd.

UMEK, A., 2016. Uporaba poenostavljenih metod za račun valov vsled porušitev pregrad. Diplomska naloga, UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

PROJEKTNI PRETOKI IN PODNEBNA SPREMENLJIVOST

doc. dr. Mojca Šraj

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Številne raziskave kažejo, da se pogostost in intenziteta ekstremnih hidroloških dogodkov spreminja in se bo verjetno tudi v bližnji prihodnosti. Posledično bi to morali upoštevati tudi v praksi pri določanju projektnih pretokov. V prispevku so predstavljene nove metode določanja projektnih pretokov z upoštevanjem nestacionarnosti podnebja. Pri teh modelih v parametre izbrane teoretične porazdelitve vgradimo trende različnih klimatoloških ali drugih spremenljivk. V prispevku so prikazani rezultati različnih alternativnih metod in primerjava s klasično verjetnostno analizo. Rezultati na primeru obravnavane vodomerne postaje kažejo, da lahko klasična verjetnostna analiza močno podceni projektne pretoke izbrane povratne dobe. Analiza je pokazala, da lahko v določenih primerih pretok s 100-letno povratno dobo z upoštevanjem stacionarnih pogojev postane pretok z 20-letno povratno dobo v primeru nestacionarnih pogojev. Z drugimi besedami, če želimo v omenjenem primeru danes zagotoviti nivo varovanja pred visoko vodo s 100-letno povratno dobo pod nestacionarnimi pogoji, moramo ob upoštevanju stacionarnih pogojev izbrati projektni pretok z 200- ali celo 500-letno povratno dobo.

Ključne besede:

Poplave, projektni pretok, povratna doba, podnebna spemenljivost, nestacionarnost

1. Uvod

Globalna temperatura zraka v zadnjih desetletjih opazno narašča (Easterling et al., 1997; Jones et al., 1999; Pachauri et al. 2014). Posledice se kažejo v spremembi pogostosti in jakosti pojava hidroloških in meteoroloških ekstremov po celem svetu (Groisman et al., 2005; Blöschl in Montanari 2010; Bezak et al., 2015; Šraj et al., 2016a). Se pa te spremembe razlikujejo od regije do regije. Znanstveniki so ugotovili, da so npr. spremembe temperature v evropskih Alpah dvakrat večje od povprečnih globalnih sprememb (Blöschl in Montanari (2010). Podobne pa so tudi ugotovitve za padavine in pretoke. V nekaterih regijah so zaznali naraščajoče, v drugih regijah padajoče trende. Tako so npr. Pachauri et al. (2014) v svoji raziskavi ugotovili, da povprečna letna količina padavin v severni Evropi narašča, medtem ko v južni Evropi pada. Trenda padavin pa ne moremo vedno neposredno povezati s pripadajočim trendom pretokov, saj so ti odvisni tudi od drugih spremenljivk, kot je npr. predhodna namočenost zemljine, razporeditev padavin znotraj padavinskega dogodka (Šraj et al., 2016b) ali npr. urbanizacija (Prosdocimi et al., 2015). Raziskovalci so za nekatere celine (npr. severna in južna Amerika, Azija) ugotovili naraščajoče trende visokih vod, za nekatere druge (npr. Afrika, posamezni deli Evrope) pa padajoče (npr. Labat et al., 2004; Hall et al., 2014). Za Evropo torej ni bil ugotovljen enoznačni trend. Pregled rezultatov različnih raziskav je pokazal padajoči trend visokih voda v zahodnem delu Sredozemlja ter v Severni in Vzhodni Evropi, v preostalih delih pa naraščajočega (Hall et al., 2014). Analiza povprečnih pretokov pa je pokazala padajoči trend v južnem in vzhodnem delu Evrope in v splošnem naraščajočega v preostalih delih Evrope

(Stahl et al., 2010). Tudi za visoke vode v vodotokih Slovenije ni bil zaznan enoznačni naraščajoči ali padajoči trend (Šraj et al., 2016a). Nekatere vodomerne postaje so izkazale naraščajoč trend, nekatere padajočega in druge nobenega statistično značilnega trenda.

Spremembe v pretokih pa imajo seveda vpliv tudi na rezultate verjetnostnih analiz, s katerimi v praksi določamo projektne pretoke. Pri teh analizah je ena od glavnih predpostavk stacionarnost pojava, ki pa je zaradi že omenjenih sprememb visokih vod zelo vprašljiva. Zato se v zadnjih letih razvijajo nove alternativne metode določanja projektnih pretokov z upoštevanjem nestacionarnosti podnebja (Vogel et al., 2011; Salas in Obeysekera, 2014; Šraj et al., 2016b) in antropogenih vplivnih dejavnikov (npr. urbanizacije, sečnje gozdov) Prosdocimi et al., 2015).

Analize za Slovenijo so pokazale, da se število ekstremnih poplavnih dogodkov v zadnjih dveh desetletjih v Sloveniji povečuje (Kobold et al., 2012), zato je natančnost obstoječih metod določanja projektnih pretokov tudi pri nas vprašljiva, saj se je posledično spremenilo tudi poplavno tveganje. Tako v zadnjem obdobju že praktično vsako leto govorimo o 100-letnih poplavah. Dokončnih rešitev, na kakšen način upoštevati omenjene spremembe v hidrološki praksi, tudi v drugih državah še ni, zato je to zagotovo področje, v katerega bo treba v bližnji prihodnosti vložiti več naporov.

V prispevku so predstavljene nekatere alternativne metode določanja projektnih pretokov z upoštevanjem nestacionarnosti podnebja. Pri teh modelih v parametre izbrane teoretične porazdelitve vgradimo trende različnih klimatoloških spremenljivk. Prikazani so rezultati različnih alternativnih metod in primerjava s klasično verjetnostno analizo na primeru vodomerne postaje Kobarid na reki Soči, ki izkazuje statistično značilen naraščajoč trend največjih letnih pretokov.

2. Podatki in metode

V prispevku so uporabljeni podatki o letnih visokovodnih konicah vodomerne postaje Kobarid na reki Soči (ARSO, 2015), ki je ena od postaj, ki je že v preteklih raziskavah izkazala statistično značilen naraščajoč trend visokih vod (Menih, 2014; Šraj et al., 2016a). Za Sočo pri Kobaridu je značilen alpski snežno-dežni režim, kjer glavni pretočni višek zaradi taljenja snega nastopi pozno pomladi in drugi v jeseni kot posledica obilnih padavin. Prispevna površina porečja znaša 437 km^2. V analizah je bilo obravnavano obdobje 65-ih let (1949-2013). Padavine so bile privzete s padavinske postaje Soča za isto obravnavano obdobje. Povprečna letna količina padavin te postaje za obravnavano obdobje znaša 2452 mm.

Pri ugotavljanju nestacionarnosti je prvi korak analiza trendov. Eden najpogosteje uporabljenih testov za zaznavanje časovnega trenda je Mann-Kendallov (MK) neparametrični test. Rezultat MK testne statistike (*tau*) opisuje moč trenda in njegovo naraščanje ali padanje. V raziskavi smo statistično značilnost določali z mejo zaupanja 0.05. Statistično značilnost linearnega trenda med visokovodnimi konicami in padavinami pa smo ugotavljali s pomočjo t-testa. Tudi pri tem testu je bila izbrana meja zaupanja 0.05.

Za verjetnostne analize je bila uporabljena generalizirana porazdelitev ekstremnih vrednosti (GEV), ki je najpogosteje uporabljena porazdelitev za analize nestacionarnosti velikih pretokov, saj je fleksibilna v smislu vgraditve trendov v parametre porazdelitve. Porazdelitvena funkcija GEV modela je definirana kot (Guilleland and Katz, 2011):

$$F(x;\mu,\propto,\kappa) = exp\left\{-\left[1-\kappa\frac{(x-\mu)}{\alpha}\right]^{\frac{1}{\kappa}}\right\},\ \kappa \neq 0, \quad (1)$$

Kjer so $\mu, \propto, \kappa$ parametri porazdelitve. Ocene parametrov porazdelitev so bile narejene po metodi največjega verjetja (MLE) (Šraj et al., 2013; Salas in Obeysekera, 2014).

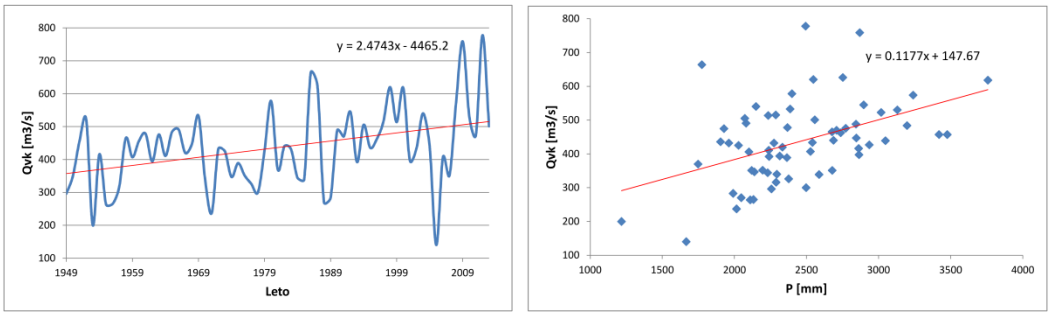
V prispevku smo primerjali rezultate verjetnostnih analiz (ocenjene pretoke izbrane povratne dobe) klasičnega stacionarnega modela (S) in treh različnih nestacionarnih modelov z

upoštevanjem nestacionarnosti v enem ali dveh parametrih porazdelitve. Pri prvem nestacionarnem modelu (NS1) smo vgradili časovni trend spreminjanja pretokov v lokacijski parameter μ, pri drugem nestacionarnem modelu (NS2) smo vgradili časovni trend hkrati v lokacijski parameter μ in parameter $\propto$, ki opisuje razpršenost podatkov, pri tretjem nestacionarnem modelu (NS3) pa smo predpostavili, da je lokacijski parameter odvisen od količine padavin in ne od časa.

Za izbiro najboljšega modela je bil v raziskavi uporabljen kriterij AIC (Akaike Information Criterion), ki se pogosto uporablja v primerih, ko parametre porazdelitev določamo z metodo največjega verjetja (MLE) (Salas in Obeysekera, 2014; Bezak et al., 2016). Manjša vrednost AIC pomeni boljše obnašanje modela.

3. Rezultati in razprava

Rezultati MK testa so pokazali statistično značilen naraščajoč trend največjih letnih visokovodnih konic Qvk Soče v Kobaridu v obdobju 1949-2013 (tau = 0.26, p <<0.01) (slika 1). Prav tako je analiza s pomočjo t-testa pokazala močno statistično značilno odvisnost visokovodnih konic od padavin (p<<0.01), kar smo pričakovali, saj so visokovodne konice, sploh v zadnjem obdobju, največkrat posledica obilnejših padavin (slika 1).



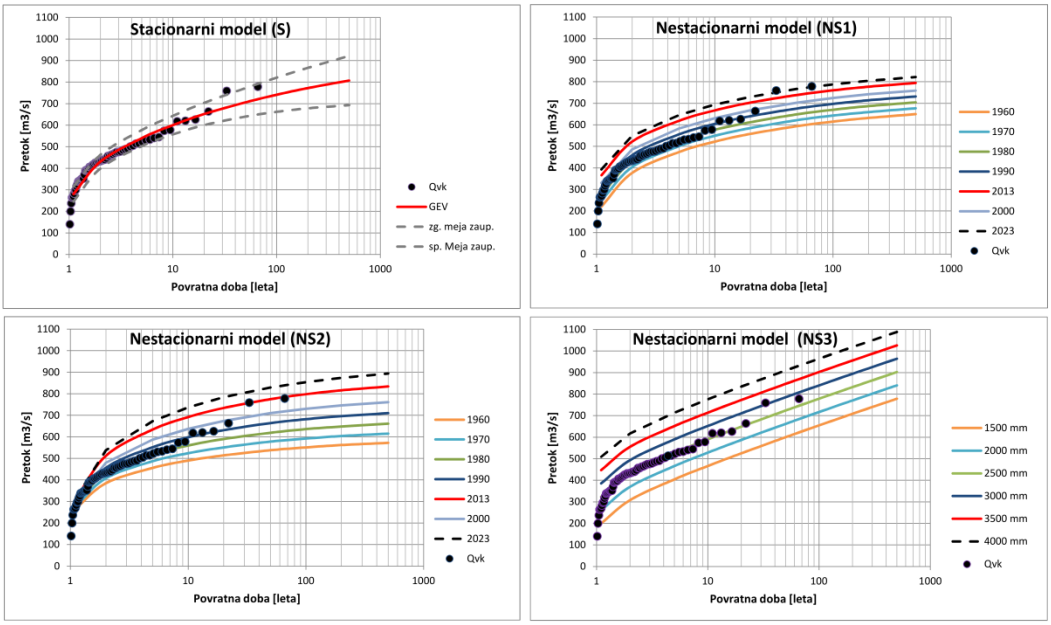
Slika 1 Časovni trend največjih letnih konic za vodomerno postajo Kobarid na reki Soči (levo) in odvisnost največjih letnih konic od padavin (desno)

Je pa nadaljnja podrobnejša analiza pokazala, da tri največje visokovodne konice pripadajo bolj ali manj povprečnim letnim padavinam (slika 1). V letu 2012, ko se je zgodila največja visokovodna konica (778 m^3/s), je letna količina padavin znašala 2493 mm, kar je praktično enako povprečnim letnim padavinam. Omenjena visokovodna konica je bila posledica velike količine padavin v začetku novembra, ki so padle na predhodno zelo namočena tla, saj je en teden pred tem močan dež povzročil poplave s 50-letno povratno dobo (ARSO, 2012). V istem letu pa je bila pred tem huda suša, ki se je začela že konec leta 2011, kar je posledično vplivalo na to, da je bila v celotnem letu 2012 količina padavin zelo povprečna. Drugi največji dogodek (759 m^3/s) se je zgodil v letu 2009 in je sicer povezan z nadpovprečnimi, a ne ekstremnimi letnimi padavinami. Dogodek je posledica 5-dnevnih padavin z zmerno intenziteto konec decembra in hkrati nenadne otoplitve, ki je stalila obstoječo snežno odejo (15 cm) (ARSO, 2009).

V nadaljevanju smo naredili verjetnostne analize z uporabo generalizirane porazdelitve ekstremnih vrednosti (GEV). Postavljeni so bili štirje modeli, en klasičen z upoštevanjem stacionarnih pogojev (S) in trije z upoštevanjem nestacionarnih pogojev (NS1, NS2, NS3). Vsi nestacionarni modeli so izkazali boljše rezultate od stacionarnega modela. Rezultati testa AIC so pokazali, da je vsak korak upoštevanja nestacionarnosti podal boljše ujemanje modela z meritvami. Vključitev časovnega trenda v lokacijski parameter μ (NS1) je znatno izboljšalo rezultate modela. Nadaljnje izboljšanje pa se je pokazalo tudi po vključitvi časovnega trenda

hkrati v lokacijski parameter μ in parameter $\propto$, ki opisuje razpršenost podatkov (NS2). Izboljšanje rezultatov z upoštevanjem nestacionarnosti so ugotovili tudi drugi avtorji raziskav (npr. Delgado et al., 2010; Gül et al., 2014), ne pa nujno tudi izboljšanja samega nestacionarnega modela z upoštevanjem časovnega trenda v obeh parametrih. V zadnjem modelu, pri katerem smo predpostavili, da je lokacijski parameter odvisen od količine padavin (NS3), so rezultati testa izkazali najboljše ujemanje (najmanjši AIC).

Naslednji korak analize je bil izračun pretokov z izbranimi povratnimi dobami. Rezultati so pokazali, da klasični stacionarni model podcenjuje največje izmerjene konice zadnjih let (slika 2). Podobno velja tudi za nestacionarni model (NS1), kjer je visokovodna konica iz leta 2012 enaka napovedi 100-letne vode za leto 2023. Iz rezultatov nestacionarnih modelov (NS1, NS2) (slika 2) lahko opazimo, da povratna doba izbranega pretoka pada, če se premikamo iz preteklosti v prihodnost. Pretok s 100-letno povratno dobo v stacionarnih pogojih (S) ustreza pretoku s približno 50-letno povratno dobo v primeru nestacionarnega modela NS1 in pretoku s 25-letno povratno dobo v primeru nestacionranega modela NS2 (slika 2, preglednica 1). Verjetnost pojava dogodka torej naraste z 1 % na 2 oz. 4 %. Z drugimi besedami, če bi želeli v Kobaridu danes zagotoviti nivo varovanja pred visoko vodo s 100-letno povratno dobo pod nestacionarnimi pogoji, bi morali ob upoštevanju stacionarnih pogojev izbrati projektni pretok s skoraj 200-letno povratno dobo (NS1) ali celo s 500-letno povratno dobo (NS2). V primeru upoštevanja nestacionarnega modela NS3 in največjih padavin obravnavanega obdobja (3758 mm), postane dogodek iz leta 2012 s 67-letno povratno dobo in povprečnimi padavinami, dogodek s približno 12-letno povratno dobo (slika 2). Isti dogodek ima v stacionarnih pogojih povratno dobo več kot 200 let.



Slika 2 Rezultati verjetnostnih analiz za stacionarni model in tri nestacionarne modele vodomerne postaje Kobarid na reki Soči

Preglednica 1. Ocenjene vrednosti pretokov [m3/s] z določeno povratno dobo T za vodomerno postajo Kobarid na Soči.

Model	T=10	T=20	T=50	T=100
S	600	652	705	741
NS1	667	703	739	760
NS2	692	734	775	798

4. Zaključki

Analize študije kažejo, da se rezultati ocenjenih pretokov z izbranimi povratnimi dobami z upoštevanjem nestacionarnih pogojev zelo razlikujejo od rezultatov stacionarnih modelov. Za obravnavani primer stacionarni model podcenjuje ocenjene pretoke nestacionarnih modelov v zadnjih letih, podcenjuje pa tudi največje izmerjene visokovodne konice v zadnjih letih. Pri določanju projektnih pretokov, ki jih določamo danes za celotno življenjsko obdobje objekta v prihodnosti, moramo biti seveda zelo previdni. Trenutna podnebna spremenljivost kaže na to, da upoštevanje stacionarnih pogojev ni primerno. Tudi pri upoštevanju nestacionarnih pogojev s časovnimi trendi je potrebna previdnost, saj ni nujno, da bodo spremembe v prihodnosti enake, kot so bile v preteklosti, kar še posebej velja za napovedi za več kot 10 let naprej (več kot 10-letne povratne dobe). Ravno tu pa bi bila lahko prednost nestacionarnih modelov, odvisnih od padavin. Je pa res, da uporaba takih modelov zahteva najprej dobre scenarije napovedi sprememb padavin v prihodnosti.

5. Viri

ARSO. 2009. Hidrološko poročilo o povodnji v dneh od 23. Do 27. Decembra 2009. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Ljubljana.

ARSO. 2012. Hidrološko porocilo o poplavah v dneh med 4. in 6. novembrom 2012. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Agencija RS za okolje, Ljubljana.

ARSO. 2015. Arhiv hidroloških podatkov – dnevni podatki [online]. Dostopno na: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php [dostop 4. september 2015].

Bezak, N., Horvat, A., Šraj, M. 2015. Analysis of flood events in Slovenian streams. Journal of Hydrology and Hydromechanics, 63, 134–144.

Bezak, N., Brilly, M., Šraj, M. 2016. Flood frequency analyses, statistical trends and seasonality analyses of discharge data: a case study of the Litija station on the Sava River. Journal of Flood Risk Management, 9, 154-168.

Blöschl, G., Montanari, A. 2010. Climate change impacts—throwing the dice? Hydrological Processes, 24, 374–381.

Delgado, J.M., Apel, H., and Merz, B., 2010. Flood trends and variability in the Mekong river. Hydrology and Earth System Sciences, 14(3), 407–418.

Easterling, D. R., Horton, B., Jones, P. D., Peterson, T. C., Karl, T. R., Parker, D. E., … Folland, C. K. 1997. Maximum and minimum temperature trends for the globe. Science 277(5324), 364-367.

Gilleland, E., Katz, R.W. 2011. New software to analyze how extremes change over time. Eos, 92(2), 13–14.

Groisman, P.Y., Knight, R.W., Easterling, D.R., Karl T.R., Hegerl, G.C., Razuvaev, V.N., 2005. Trends in intense precipitation in the climate record. Jornal of Climatology, 18, 1326–1350.

Gül, G., Aşıkoğlu, Ö., Gül, A., Gülçem Yaşoğlu, F., Benzeden, E., 2014. Nonstationarity in Flood Time Series. Journal of Hydrologic Engineering, 19(7), 1349–1360.

Hall, J. et al., 2014. Understanding flood regime changes in Europe: a state-of-the-art assessment. Hydrology and Earth System Sciences, 18(7), 2735–2772.

Jones, P.D., New, M., Parker, D.E., Martin, S., Rigor, I.G., 1999. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. Reviews of Geophysics, 37(2), 173–199.

Kobold, M., Dolinar, M., Frantar, P. 2012. Spremembe vodnega režima zaradi podnebnih sprememb in drugih antropogenih vplivov. I. Kongres o vodah Slovenije 2012, 22. 3. 2012, Ljubljana, 7-22.

Labat, D., Godderis, Y., Probst, J.L., Guyot, J.L., 2004. Evidence for global runoff increase related to climate warming. Advances in Water Resources, 27(6), 631–642.

Menih, M. 2014. Analiza vpliva izbranega obdobja meritev na rezultate verjetnostnih analiz visokovodnih konic. Diplomsko delo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani.

Pachauri, R.K., Allen, M.R., Barros, V.R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & van Vuuren, D. 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland.

Prosdocimi, I., Kjeldsen, T.R., Miller, J.D., 2015. Detection and attribution of urbanization effect on flood extremes using nonstationary flood-frequency models. Water Resources Research, 51, 4244–4262.

Salas, J.D., Obeysekera, J., 2014. Revisiting the Concepts of Return Period and Risk for Nonstationary Hydrologic Extreme Events. Journal of Hydrologic Engineering, 19, 554–568.

Šraj, M., Bezak, N., Brilly, M., 2013. Primerjava med klasičnimi univariatnimi verjetnostnimi analizami in bivariatnimi z uporabo funkcije kopula. Acta hydrotechnica 26(44), 37-48.

Šraj, M., Menih, M., Bezak, N. 2016a. Climate variability impact assessment on the flood risk in Slovenia. Physical Geography, 37(1), 73-87.

Šraj, M., Viglione, A., Parajka, J., Blöschl, G. 2016b. The influence of non-stationarity in extreme hydrological events on flood frequency estimation. Journal of Hydrology and Hydromechanics, 64(4), 426-437.

Vogel, R.M., Yaindl, C., Walter, M., 2011. Nonstationarity: Flood magnification and recurrence reduction factors in the United States, Journal of American Water Resources Association, 47, 464–474.

OBSEG IN POMEN REDNEGA UREJANJA VODA

mag. Jože Papež

Hidrotehnik, Slovenčeva 97, 1000 Ljubljana

POVZETEK

V prispevku je s pomočjo opisa obsežnosti izvajanja obvezne državne gospodarske službe urejanja voda na območju srednje Save in Soče ter s konkretnimi primeri utemeljen pomen neprekinjenega, pravočasnega in ustreznega vzdrževanja vodnih in priobalnih zemljišč ter vodne infrastrukture. Za Slovenijo, z vodo bogato in obenem poplavno in erozijsko zelo ogroženo deželo, je preventivno in redno vzdrževanje dogovorjenih lastnosti vodnega režima ena izmed stabilnih javnih storitev in podlaga za razvoj. Ker pa za ta namen niso zagotovljena zadostna proračunska sredstva, je ta javna storitev nezadovoljiva. To odsevajo pisma in pozivi lokalnih skupnosti ob večjih ujmah. Tudi v strokovnih krogih se je pojavil dvom, ali je v družbi sploh dovolj znano, kaj vse vključuje t.i. "redno vzdrževanje vodotokov, vodnih objektov ter vodnih in priobalnih zemljišč" in kakšne negativne posledice lahko ima neustrezno, nezadostno in neredno oz. nepravočasno izvajanje teh del.

Vzdrževanje vodnih in obvodnih zemljišč ter obratovanje in vzdrževanje objektov vodne infrastrukture se v Sloveniji izvaja v okviru koncesijske dejavnosti urejanja voda. Izvajanje gradbenih in "ne-gradbenih" protipoplavnih ukrepov je predpogoj za uspešno obvladovanje poplavnih škod in preprečevanje nepotrebnega povečevanja poplavne ogroženosti ljudi, gospodarstva, okolja in kulturne dediščine. Govorimo o sistemskem vlaganju v preventivo, s katerim kot družba dokazujemo odgovornost do sedanjih in prihodnjih generacij.

Vladni akcijski načrt za zmanjševanje poplavne ogroženosti iz leta 2014 je nakazal politiko odločenosti Vlade, da bomo na sistemski ravni presegli nerazumno logiko dragega saniranja poplavnih škod in z bistveno cenejšim rednim vzdrževanjem vodotokov in hkratnim sistematičnim vlaganjem v zmanjševanje poplavne ogroženosti intenzivirali preventivne aktivnosti. Predpostavka o pravočasnem in zadostnem izvajanju vzdrževalnih del je namreč pogoj za ustrezno delovanje obstoječe vodne infrastrukture. Še več, pomeni tudi izhodiščno stanje za načrtovane investicije in za izvajanje načrtov zaščite in reševanja pred poplavami. Žal je redno vzdrževanje vodne infrastrukture in vodnih zemljišč še vedno nezadostno in ne preprečuje nastajanja večjih poplavnih škod v takšni meri, kot bi lahko/moralo.

Ključne besede:

vodni režim, škodljivo delovanje voda, hudourniki, poplave, erozija, poplavne škode, urejanje voda, redno vzdrževanje.

1. Obseg obvezne gospodarske javne službe urejanja voda

Z opravljanjem javnih služb urejanja voda se v Republiki Sloveniji kot javna storitev zagotavlja ohranjanje in uravnavanje vodnih količin, spremljanje stanja in varstvo pred škodljivim delovanjem voda. V to storitev je vključena tudi izvedba izrednih ukrepov v času povečane stopnje ogroženosti ter vzdrževanje vodne infrastrukture vodnih ter priobalnih zemljišč po vremenski ujmi. Sem sodi tudi vodovarstveni nadzor in skrb za dobro hidromorfološko stanje vodnega režima.

Namen urejanja voda, ki se izvaja kot koncesijska dejavnost, je:

- trajno in nemoteno zagotavljanje obratovanja, vzdrževanja in spremljanja stanja vodne infrastrukture, s katero se ohranjanja in uravnava vodne količine in varuje pred škodljivim delovanjem voda;
- izvedba izrednih ukrepov v času povečane stopnje ogroženosti zaradi škodljivega delovanja voda;
- izvedba izrednih ukrepov zaradi škodljivega delovanja voda;
- vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč sladkih voda (vodna in priobalna zemljišča morja so izključena);
- zagotavjanje vodovarstvenega nadzora.

Poleg navedenih del koncesionarji opravljajo tudi druge strokovne naloge, katerih velik del obsega izdelavo projektne in tehnične dokumentacije. Hidrotehnik z enotama v Ljubljani in v Novi Gorici izvaja gospodarsko javno službo na področju urejanja voda na območjih

- porečja srednje Save, ki obsega 3.966 km2 oz.19,70 % ozemlja Republike Slovenije in zajema naslednje hidrosisteme (HS): HS Sava, HS Ljubljanica, HS Kamniška Bistrica, HS Krka in HS Kolpa;
- porečja Soče, ki obsega 2.323 km2 oziroma 11,54 % ozemlja Republike Slovenije in ga sestavljajo porečje Soče z vodotoki v Goriških Brdih, porečje Idrijce in Bače ter porečje Vipave.

Dela se v okviru koncesijske pogodbe izvajajo z letnimi programi, ki se zaradi spreminjanja vodnega režima lahko med letom dopolnjujejo v okviru razpoložljivih sredstev.

1.1 Obratovanje, vzdrževanje in spremljanje stanja vodne infrastrukture, namenjene ohranjanju in uravnavanju vodnih količin ter varstvu pred škodljivim delovanjem voda

Obseg rednih nalog v okviru koncesijske pogodbe urejanja voda je naslednji: zadrževanje in uravnavanje odtoka in dotoka voda in pri tem uravnavanje zapornic, prelivov, zasunov, vtočnih in iztočnih objektov ter naprav; prevajanje vodnih količin po transportnih cevovodih, rovih, kanalih in podobno; ravnanje z napravami in sistemi za umetno bogatenje ali napajanje vodnih teles; redna popravila manjših poškodb kamnitih, lesenih in betonskih delov objektov, zemeljskih pregrad, visokovodnih nasipov ter vseh vrst jezov in pragov; redno pleskanje, mazanje kovinskih delov objektov; odstranjevanje škodljive zarasti na zemeljskih nasipih in utrjenih brežinah; strojno in ročno utrjevanje utrjenih brežin; popravila in zamenjava opreme in naprav (npr. zapornic, dvižnih mehanizmov jezovnih naprav, zasunov, cevovodov in podobno); manjša gradbena dela v zvezi s popravilom objekta (popravila poškodb, gradbena dela v povezavi z investicijskim vzdrževanjem pripadajočih naprav in podobno); redno kontrolno opazovanje in evidentiranje stanja vodne infrastrukture, izvajanje kontrolnih testov in meritev naprav ter opreme v skladu s tehničnimi standardi; beleženje izrednih hidroloških stanj na objektih vodne infrastrukture ali drugih objektih v neposredni bližini, beleženje pomembnih sprememb, poškodb in drugih znakov vpliva hidroloških ali morfoloških stanj vodnega režima na vodno infrastrukturo.

1.2 Izvedba izrednih ukrepov v času povečane stopnje ogroženosti zaradi škodljivega delovanja voda

Obseg izrednih nalog urejanja voda v času povečane stopnje ogrožensoti je naslednji: izvajanje vzdrževalnih del v javno korist na vodnih, priobalnih in drugih zemljiščih ter vodni

infrastrukturi, s katerimi se prepreči povečanje posledic škodljivega delovanja voda (gre za izvedbo gradbenih, inštalacijskih in obrtniških del, s katerimi se lahko spremeni velikost, strukturo, videz in s tem zmogljivost objekta, da se zagotovi oz. ohrani njegovo osnovno namembnost); dežurna služba za spremljanje meteoroloških in hidroloških napovedi in vodostajev rek; povečan nadzor nad vodno infrastrukturo, kopičenjem plavja in plavin, zdrsi brežin, delovanjem vodnih objektov, poškodbami vodnih in drugih objektov; izvajanje začasnih ukrepov za preprečevanje škodljivega delovanja voda, kot so utrjevanje obstoječih in začasnih novih nasipov, preusmerjanje voda na območja z manjšim škodnim potencialom, odstranjevanje plavin, zasipov, zajed, odpiranje varnostnih prelivov in zasunov ter izvajanje začasnih ukrepov za zagotavljanje največje možne pretočnosti, predvsem odstranjevanje plavja ob prelivih jezov, mostnih odprtinah, prepustih ter na priobalnih zemljiščih.

1.3 Izvedba izrednih ukrepov po naravni nesreči zaradi škodljivega delovanja voda

Izredne naloge po nastanku škod vključujejo: izvajanje ukrepov na vodnih, priobalnih in drugih zemljiščih ter vodni infrastrukturi, s katerimi se prepreči povečanje posledic škodljivega delovanja voda, npr. utrjevanje obstoječih in začasnih novih nasipov, nasutij ali prebojev, odstranjevanje plavin, naplavin, plavja ali zasipov, preprečitev širjenja zajed, odpiranje varnostnih prelivov in zasunov, omogočanje pretočnosti struge tekočih voda, preusmerjanje vode na območja z manjšim škodnim potencialom; zagotavljanje celodnevne dežurne službe za spremljanje meteoroloških in hidroloških napovedi in vodostajev rek; povečan nadzor nad stanjem vodne infrastrukture, kopičenjem plavja in plavin, zdrsi brežin, delovanjem vodnih objektov, poškodbami vodnih in drugih objektov; povečan nadzor na vodovarstvenih območjih; spremljanje nenadnega onesnaženja voda.

1.4 Vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč, razen nalog obvezne državne gospodarske javne službe vzdrževanja vodnih in priobalnih zemljišč morja

Redno vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč celinskih voda se izvaja glede na ugotovitve rednega spremljanja stanja terenske rečno-nadzorne vodovarstvene službe, pobud lokalnih skupnosti in priobrežnih lastnikov zemljišč, strokovnih presoj projektantskega oddelka koncesionarja ter na podlagi usmeritev Direkcije RS za vode. Vzdrževanje zajema: strojno in ročno utrjevanje bregov in dna vodotokov; uravnavanje prekomerno odloženih naplavin; košnjo in odstranjevanje prekomerne zarasti, ki zmanjšuje potrebno pretočno sposobnost v strugi in ki bi lahko povzročila večje zdrse brežin ali nestabilnost strug na odsekih z večjo poselitvijo in infrastrukturnimi objekti; skrb za evidentiranje nedovoljenih virov onesnaženj; odstranjevanje plavja, odpadkov ter drugih opuščenih in odvrženih predmetov in snovi iz površinskih voda; največje možno varstvo naravnih vrednot ter ohranitev ugodnega stanja ogroženih in zavarovanih rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov, ki se prednostno ohranjajo v ugodnem stanju, ter varovanih in zavarovanih območij po predpisih o ohranjanju narave.

2. Pomen rednega vzdrževanja z vidika preprečevanja povečevanja poplavne ogroženosti in "nepotrebnih" poplavnih škod na primerih

2.1 Zapornice na Ljubljanici

Osnovni namen delovanja zapornic na Ljubljanici, zgrajeni na Ambroževem trgu v Ljubljani in na Gruberjevem prekopu, je zagotavljanje stalne vodne gladine Ljubljanice nad zapornicama in s tem stabilne in dovolj visoke kote površinske in podzemne vode na celem Barju. Vplivno

območje zapornic sega do Vrhnike pri Česnu (ca. 25 km gorvodno) ter zajema celo Barje. Zanimivo je, da ima vodna gladina Ljubljanice med Vrhniko in zapornicama v Ljubljani samo 1 m padca.

Obe zapornici sta objekta v lasti Republike Slovenije, z njima pa upravlja Ministrstvo za okolje in prostor oziroma njegov organ v sestavi Direkcija RS za vode (DRSV). Slednja je njihov formalni upravljavec, ki je nalogo "obratovanja, vzdrževanja in spremljanja stanja" kot koncendent zaupala koncesionarju na podlagi Koncesijske pogodbe o opravljanju gospodarske javne službe na področju urejanja voda na območju srednje Save. DRSV za ta namen zagotavlja potrebna finančna sredstva. Nadmorska višina stalne vodne gladine nad zapornicami v času pretokov, manjših od 120 m^3/s, je 285,60 m. Vzdrževanje te kote je pomembno zaradi dovolj visoke in več ali manj stalne gladine podzemne vode na Ljubljanskem barju. S tem se zagotavlja stabilnost brežin in obrežnih zidov Ljubljanice in Gruberjevega kanala nad zapornicami, ohranja vodne in z vodo povezane ekosisteme ter varuje grajene objekte na Barju. Ti so namreč večinoma temeljeni na lesenih pilotih, ki morajo biti stalno omočeni.

Koncesionar mora imeti za obratovanje zapornic organizirano stalno dežurno službo, ki najmanj dvakrat dnevno popiše kote gladin na vodomernih postajah, vizualno pregleda objekte, spremlja vodostaje (in pretoke) na avtomatskih postajah državnega monitoringa ter regulira vodostaj z manipuliranjem zaporničnih objektov.

Slika 5 (levo) in 2 (desno): Zapornice na Gruberjevem prekopu (levo). Ležijo približno 400 m dolvodno od Karlovškega mostu; zgrajene so bile leta 1912. Z zapornicami se še vedno upravlja ročno. Oba zaporničnа objekta na Ljubljanici sta potrebna celostne obnove oziroma zamenjave.

V primeru nedelovanja oz. neustreznega delovanja zapornic na Ljubljanici in Grubarjevem kanalu lahko ob visokih vodah pričakujemo veliko večje poplave, kot so prikazane na Atlasu voda oz. Atlasu okolja.

2.2 Zaplavne pregrade v hudourniških zaledjih

Ustalitveno-zaplavni in zaplavni objekti (prodni zadrževalniki) so hudourniški objekti, katerih glavni namen je zadrževanje hudourniških plavin in umirjanje hudourniške erozije. V hudourniških območjih so zato nepogrešljivi, saj zmanjšujejo ogroženost dolvodnih odsekov pred poplavami in erozijo. Pogoj za učinkovito in dolgoročno funkcioniranje zaplavnih objektov je redno praznenje zaplavnih prostorov. Neočiščen zaplavni prostor za pregrado namreč "deluje" samo še kot ustalitveni objekt, saj voda zemljsko in prodno lesni drobirski material odnaša dalje.

Na območju srednje Save, porečij Kamniške Bistrice, Ljubljanice ter delno Krke in Kolpe je 156 prodnih zadrževalnikov. Vsako leto je izdelan program njihovega vzdrževanja, osnovan na terenskih ogledih.

Reprezentativni primer zaplavne pregrade je Štrancarjeva pregrada na hudourniku Bistričica na Klemenčevem, ki ima 800 m^3 zaplavnega prostora. Pregrada zaustavlja erozijski drobir v obliki dolomitnih preperin, ki jih intenzivni erozijski procesi v zaledju sproščajo in premeščajo po jarkih in strugah dolvodno. Na ta način se preprečuje zasipavanje pretočnih profilov in preplavljanje visokih voda iz struge. Na spodnjih fotografijah so vidne posledice zapolnjenega

zaplavnega prostora, ko pregrada deluje zgolj v "ustalitvene" namene. Naplavine se tako odlagajo dovlodno na odsekih struge z manjšim padcem, na mestih razširitev ali zožitev s krivinami, na odsekih pod mostovi in prepustih.

Slika 3: Odložene naplavine na Bistričici pod mostom: pretočni profil v bližini stanovanjskih hiš je zamašen

Slika 4: Zadržane naplavine v zaplavnem prostoru Štrancarjeve pregrade na Bistričici

Da hudourniške pregrade dosežejo svoj osnovni namen, morajo biti redno vzdrževane (nanešen material odstranjen), saj v nasprotnem primeru ob visokih vodah pride do obsežnih in rušilnih preplavljanj (hudourniški izbruhi, drobirski tokovi). Poplavni dogodki so manj predvidljivi, kar otežuje interveniranje v času izrednih razmer. Načrti zaščite in reševanja so namreč pripravljeni ob predpostavki, da se pregrade redno vzdržujejo.

2.3 Vzdrževanje pretočnosti pretočnih profilov z nego obrežne zarasti in odstranjevanjem podrtega drevja

Prekomerna zaraščenost brežin, mnogokrat že tako preozkih strug vodotokov, zmanjšuje pretočnost strug (pretočnost pomeni tisti pretok vode, ko se voda še ne razliva preko brežin). Z vidika poplav to v večini primerov pomeni povečevanje poplavne ogroženosti! Ta učinek je še zlasti pomemben na odsekih vodotokov na naseljenih območjih. Prekomerna zarast zmanjšuje pretočnost na dva načina: vegetacija in na njej nabrane plavajoče snovi zmanjšujejo površino aktivnega pretočnega prereza (ožajo strugo) in obenem predstavljajo oviro v toku (večajo upor oziroma hrapavost brežin). Tako se v primerih močno zaraščenega vodotoka gladina vode ob istem pretoku poveča tudi za več deset centimetrov glede na gladino v neporaščenem vodotoku.

Slika 5: Na območjih strnjenih poselitev poskušamo z različnimi ukrepi, npr. odstranjevanjem ovir, ki dvigajo gladino, visoke vode obdržati v strugi.

Slika 6: Mali graben po selektivnem poseku obrežne zarasti

V primeru nerednega vzdrževanja pretočnosti strug prihaja do pogostejših in obsežnejših preplavljanj brežin ter posledično do poplavljanja in veliko večjih poplavnih škod.

2.4 Vzdrževanje požiralnikov na kraških poljih in ostalih območjih

V okviru preprečevanja povečevanja poplavne ogroženosti prebivalcev v naselij na kraških poljih in ob lokalnih požiralnikih se izvaja nadzor, čiščenje in vzdrževanje požiralnikov. Podjetje Hidrotehnik na podlagi poslovnika za obratovanje in vzdrževanje požiralnikov opravlja najmanj enkrat letno redni letni terenski ogled vseh požiralnikov, pripravlja tehnično dokumentacijo za njihovo vzdrževanje ter redno vodi evidence del. Po upadu nivojev visokih voda opravi rečni nadzornik detajlnejši terenski ogled. Če se pojavijo poškodbe ali če je naplavljenega veliko materiala, se v soglasju z Direkcijo RS za vode opravi vzdrževalna in sanacijska dela. Neočiščeni požiralniki praviloma povečujejo poplavno ogroženost in obseg poplavnih škod ob visokih vodah.

3. Zaključki

Negotovo, nezadostno, kot tudi nekontinuirano financiranje javne službe urejanja voda otežuje delo tako Direkcije Republike Slovenije za vode kot koncesionarjev. Predvsem nekontinuirano financiranje tekom leta zelo otežuje ustrezno operativno planiranje. Posebno zahtevna okoliščina pri programiranju del so tudi pogoji Zavoda RS za varstvo narave, ki večinoma dovoljujejo dela na vodotokih le v omejenih in kratkih časovnih terminih. Če resnično hočemo, da bi bila ob nastopu visokih voda poplavna škoda manjša ali da ponekje do nje sploh ne bi prišlo, potem moramo v letu 2015 soglasno sprejet "Akcijski načrt" tudi izvesti. Tako bi morali v Sloveniji že ob sprejemu državnega proračuna načrtovati na letni ravni približno 25 mio EUR rednih vzdrževalnih del. Žal se je v začetku leta 2016 načrtovalo dela le za 1,5 mio EUR sredstev, v letu 2017 pa 3,2 mio EUR.

4. Viri

[1] Arhiv Hidrotehnika

[2] Zbornik družbe Hidrotehnik ob 70-letnici delovanja, 2016

VLOGA STROKOVNIH ZDRUŽENJ PRI IZBOLJŠEVANJU VARNOSTI PREGRAD

mag. Mojca Ravnikar Turk[1], dr. Andrej Širca[2], dr. Branko Zadnik[3]

[1]ZAG Ljubljana, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, [2]SLOCOLD, Hajdrihova ulica 4, 1000 Ljubljana, [3]IZS, matična sekcija gradbenih inženirjev, Jarška cesta 10b, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Vodne zadrževalnike in spremljajoče pregrade gradimo za dolgo življenjsko dobo. Od zasnove in izvedbe prvih pregrad v prostoru današnje Slovenije se je do danes bistveno spremenilo projektiranje, posodobila se je gradnja, uporabljajo se novi materiali in tehnologije, vodenje strojne opreme pregrad se lahko izvaja na daljavo.

V obdobju zadnjih sto let se je večkrat spremenila organiziranost upravljanja s pregradami in vodotoki, kar je posledično pomenilo prekinitev kontinuitete spremljanja stanja pregrad in pri nekaterih objektih tudi izgubo arhivskih podatkov. Tako se z menjavo generacij snovalcev, graditeljev in skrbnikov teh objektov izgublja tudi informacije, ki temeljijo na njihovih znanjih in poznavanju razmer in specifičnih lokalnih pogojev.

Urejanje vodotokov mora biti izvajano na trajnostni način tako, da bo varnost ljudi zagotovljena v vseh možnih situacijah.

V prispevku so opisane aktivnosti strokovnih združenj; Slovenskega Geotehniškega društva (SloGeD), Slovenskega nacionalnega komiteja za velike pregrade (SLOCOLD) in Inženirske zbornice Slovenije (IZS) pri izboljševanju varnosti pregrad.

Ključne besede:

varnost pregrad, vodna infrastruktura, vloga strokovnih organizacij

1. Uvod

Kljub dejstvu, da absolutne varnosti pred nesrečami ni, bi morali vsi prebivalci po svojih močeh prispevati k preprečevanju nesreč, ki bi lahko nastale zaradi človeških posegov v prostor. Industrializacija je povzročila veliko potrebo po energiji, predvsem po električni energiji. Pridobivanje le-te je bilo povezano najprej z gradnjo hidroenergetskih pregrad, kasneje s termoelektrarnami, jedrskimi elektrarnami, v zadnjem stoletju pa tudi z gradnjo sončnih in vetrnih elektrarn. Največje tveganje za okolje prinašajo jedrske elektrarne, saj je njihovo gorivo smrtno nevarno. Zelo majhna tveganja predstavljajo vetrne elektrarne, medtem ko so tveganja, ki jih predstavljajo hidroelektrarne, odvisna predvsem od volumna zadrževane vode. Termoelektrarne so problematične z vidika škodljivih izpustov, nepravilno delovanje sončnih celic lahko predstavlja povečano nevarnost požara, prav tako je treba preučiti njihov vpliv na okolje z upoštevanjem celotnega življenjskega cikla.

Zaradi prednosti, ki jih imajo hidroelektrarne pred ostalimi viri električne energije, so in bodo tudi v prihodnosti z vidika trajnostnega razvoja za Slovenijo najustreznejši vir večjih količin električne energije. Življenjska doba vodih pregrad pa je dolga, zato bi se morali zagotavljanju varnosti pregrad zakonodajni organi v Sloveniji bolj posvečati.

2. Varnost pregrad

Uporaba okolju prijazne energije, ki je pridobljena iz obnovljivih virov, je pomembna z vidika trajnostnega razvoja. Manjše in srednje velike hidroelektrarne ter vetrne elektrarne predstavljajo v današnjem času največji potencial pri pridobivanju okolju prijazne energije, zato lahko pričakujemo v razvitem svetu povečano gradnjo teh objektov.

Pregrade ne služijo le za zadrževanje relativno čistih tekočih voda temveč tudi deponijam industrijskih odpadkov za zadrževanje okolju nevarnih snovi. Glede na odločbo MOP ARSO [6] je bilo v Sloveniji leta 2016 105 obratov večjega in manjšega tveganja za okolje, ki morajo zaradi tega imeti posebno okoljevarstveno dovoljenje. Ekološki nesreči kot je bila leta 2000 pri romunskem zlatem rudniku Baia Mare, ko je voda onesnažena s cianidom prebila nizko pregrado in odtekla v vodotok, in nesreča leta 2010 v madžarskem mestu Ajka, ko je jedko rdeče blato steklo iz deponijskega bazena ob tovarni aluminija, nas opozarjajo na možnost katastrof za pitno vodo v Sloveniji. Ti nesreči je povzročil človek z zanemarjanjem skrbi za vzdrževanje pregrad in s podcenjevanjem tveganja, ki ga te povzročajo.

Vodne zadrževalnike in spremljajoče pregrade gradimo za dolgo življenjsko dobo. Od zasnove in izvedbe prvih pregrad na območju današnje Slovenije se je do danes bistveno spremenilo projektiranje, posodobila se je gradnja, uporabljajo se novi materiali in tehnologije, vodenje strojne opreme pregrad se lahko izvaja na daljavo. Vgrajena merilna oprema in prenos podatkov omogočata stalen nadzor vplivov okolice na pregradne objekte od nivojev talne in površinske vode do obnašanja terena, v katerega je postavljen sam objekt in tudi zadrževalnik za njim. Vse našteto zagotavlja gradnjo varnejših pregrad in boljši nadzor nad obnašanjem inženirskih objektov in ter nad stanjem vodotokov.

V obdobju zadnjih sto let se je večkrat spremenila organiziranost upravljanja s pregradami in vodotoki, kar je posledično pomenilo prekinitev kontinuitete spremljanja stanja pregrad in pri nekaterih objektih tudi izgubo arhivskih podatkov. Tako se z menjavo generacij snovalcev, graditeljev in skrbnikov teh objektov izgublja tudi informacije, ki temeljijo na njihovih znanjih in poznavanju razmer in specifičnih lokalnih pogojev.

Urejanje vodotokov mora biti izvajano na trajnostni način tako, da bo varnost ljudi zagotovljena v vseh možnih situacijah.

2.1 Temeljenje in gradnja zemeljskih pregrad - SloGeD

Slovensko geotehniško društvo (SloGeD) je bilo ustanovljeno leta 1992 v Ljubljani. Združuje posameznike, ki so aktivni na področju mehanike tal, mehanike kamnin, inženirske geologije in geotehničnih konstrukcij. SloGeD ima več kot 130 individualnih članov, večinoma gradbenih inženirjev, geologov in geotehnologov. Osnovni cilj društva je napredek stroke in izobraževanje članov na področju geotehnike. Društvo zato organizira posvetovanja, delavnice, informira članstvo o strokovnih dogodkih doma in v tujini ter izdaja znanstvene in strokovne publikacije. Člani so kot eksperti na svojih področjih vključeni v projekte doma in v tujini. Posamezni člani so v preteklosti sodelovali pri pripravi nacionalnih tehničnih specifikacij in standardov, izkušeni člani so tudi v prihodnje pripravljeni sodelovati pri pripravi zakonodaje s področja graditve. Društvo je včlanjeno v mednarodno društva za mehaniko tal in geotehniko (ISSMGE), mehaniko kamnin (ISRM) ter inženirsko geologijo (IAEG). Vodstvo SloGeD, ki ga volijo člani vsake štiri leta, je organiziralo že sedem posvetovanj slovenskih geotehnikov, poleg tega od leta 2000 vsako leto organizira strokovno srečanje imenovano Šukljetovi dnevi. Strokovne publikacije izdane ob teh priložnostih so v elektronski obliki dostopne širši javnosti na spletni strani www.sloged.si.

Člani SloGeD ugotavljamo, da so se, zaradi zanemarjanja pomena geotehniške stroke v slovenskem pravnem redu in zaradi dosedanjih značilnosti javnega naročanja, pokazale posamezne napake pri graditvah. Jasno so se pokazale potrebe po uskladitvi veljavnih zakonov, pravilnikov, uredb in standardov na področju geotehničnega projektiranja. Žal tudi aktualni

predlog Gradbenega zakona [4] ne upošteva velike zahtevnosti pogojev tal v Sloveniji in zanemarja pomen varnega temeljenja in stabilnosti objektov, na kar smo v okviru javne obravnave novembra 2016 opozorili pripravljavca predloga.

Slovenski predpis Evrokod 7 [5] zahteva raziskave tal, katerih ugotovitve se podajajo v 'Poročilu o preiskavah tal' in izdelavo 'Poročila o geotehničnem projektu'. Dokumenta sodita med sestavne dele projektne dokumentacije, saj sta bistvena za kontrolo stabilnosti novega ali rekonstruiranega objekta. Uporaba Evrokoda 7 je obvezna že od januarja 2008. Če novi Gradbeni zakon [4] ne bo usklajen z veljavni standardom na področju geotehničnega projektiranja, bo geotehnično projektiranje lahko še naprej podvrženo nestrokovnemu pristopu.

Predlog Gradbenega zakona obravnava objekte glede na zahtevnost objekta, medtem ko Evrokod 7 [5] obravnava tri kategorije objektov glede na zahtevnost pogojev tal in glede na zahtevnost objekta. V geotehnično kategorijo 3 tako sodijo zelo veliki objekti (na primer pregrade) ter tudi konstrukcije, ki vključujejo izjemno zahtevne pogoje tal (na primer globoki izkopi pod nivojem talne vode).

Zakonodajni organi bi se morali zavedati pomena varne gradnje, ki se začne pri temeljenju, in tudi velikega pomena vzdrževanja zahtevnih objektov kot so vodne in jalovinske pregrade.

2.2 Vloga, izkušnje, ugotovitve in predlogi SLOCOLD

V Sloveniji je 40 velikih pregrad (visokih več kot 15 m, ali med 5 in 15 m ter s prostornino zadrževalnika najmanj 3 hm^3), od tega 12 vodnogospodarskih, ostale so predvsem v energetski rabi, dve industrijski (Za Travnikom in Bukovžlak) in tri zgodovinske (klavže v okolici Idrije). SLOCOLD je slovensko združenje strokovnjakov, ki se ukvarjajo z velikimi pregradami. Je član Mednarodne komisije za velike pregrade (ICOLD) in v tem svetovnem organu od leta 1993 predstavlja Slovenijo. V Sloveniji predvsem skrbi za ohranjanje in dvigovanje nivoja znanja v pregradnem inženirstvu ter za seznanjanje tudi širše javnosti s problematiko velikih pregrad in pregrad nasploh. V nadaljevanju je podanih nekaj sistemskih in nekaj fragmentarnih ugotovitev o stanju pregrad v Sloveniji, ki so se izoblikovale v obdobju 8 let, v času mandata sedanjega vodstva SLOCOLD (2009-2016).

1) Študija stanja pregrad »Zemeljske in betonske vodne pregrade strateškega pomena v RS« (2012) ter njeno nadaljevanje VODPREG2 (2016), ki ju je naročila URSZR, sta pokazali, da imajo vodnogospodarske pregrade precej pomanjkljivosti z vidika upravljanja in vzdrževanja. Nekatere obstoječe pregrade zato lahko predstavljajo potencialno grožnjo ob izrednih padavinskih dogodkih oz. poplavah. Kljub jasnim opozorilom študij se v 5 letih še niso izvedle praktično nobene aktivnosti za sanacijo stanja.
2) V letu 2016 se je v okviru VODPREG2 na podlagi 10 do 30 let starih arhivskih izračunov izdelala podatkovna baza s pregledom hidravličnih posledic porušitev največjih vodnogospodarskih pregrad. Pripravljen je bil noveliran predlog 'Navodila za izdelavo ocene hidravličnih posledic porušitve pregrad', na podlagi katerega bi se izračuni za vse objekte posodobili, vendar se zaradi razdrobljene pristojnosti MOP (področji vodarstva in vodnih pregrad ter graditve) do sedaj ni bilo mogoče zediniti, v okviru katerega zakona bi se Navodila lahko izvajala. Prva verzija tega dokumenta je bila kot Navodilo za izdelavo ocen ogroženosti zaradi porušitev pregrad pripravljena že v letu 1996 pod krovnim Zakonom o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami, ob soglasju ministrstev za okolje in prostor ter za gospodarske dejavnosti. Žal do sprejema usklajenega dokumenta ni prišlo, so se pa ta Navodila vse do danes in se še, v praksi uporabljala za vse novejše preračune porušitev pregrad.
3) V letu 2011 je bilo 32 občinam, v katerih se nahajajo velike pregrade, poslano gradivo v zvezi s problematiko teh objektov in povabilo, da se vključijo v aktivnosti SLOCOLD. Odzvale so se le 4 občine in sicer vse negativno. Rezultat kaže na stanje zavedanja o pregradah kot kritični infrastrukturi, ki v javnosti nima ustreznega mesta.

4) Za specifično področje pregrad imamo v Sloveniji le dva veljavna predpisa. Prvi je star, vendar zgoščeno zapisan Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov (Ur. l. SFRJ št. 7/1966). Drugi je Pravilnik o opazovanju seizmičnosti na območju velike pregrade (Ur. l. RS št. 92/1999, 44/2003 in 58/16). Oba pravilnika sta se doslej zadovoljivo dosledno izvajala na energetskih pregradah, na vodarskih pa precej slabše. Tehnično opazovanje se več kot 10 let večinoma izvaja le simbolično, seizmološko opazovanje pa razen na pregradi Vogršček kljub zakonski obvezi sploh ni vzpostavljeno. Na energetskih pregradah po drugi strani obstaja nevarnost, da se bo zaradi ohlapnosti kontrole navedenih dveh predpisov ob morebitnem slabšanju finančne kondicije elektrogospodarstva, prodaji njenih delov ali zgolj upokojitvi ključnih kadrov, ki za področje skrbijo, stanje poslabšalo.
5) V predhodnih točkah opisano stanje je posledica zanemarjanja širšega področja vodarstva, še dodatno pa nerazumevanja dejstva, da so velike pregrade posebni objekti, ki zahtevajo državni organ, ki bo vodil enotno evidenco velikih pregrad, nadziral njihovo stanje, postavljal prioritetne naloge in po potrebi lahko tudi ukrepal. SLOCOLD je ministrstvom in vladi že leta 2010 dal pobudo za določitev pristojnega državnega organa in ustanovitev ustrezne strokovne komisije, vendar kljub prvim izrazom razumevanja do tega ni prišlo. V sodelovanju z IZS so bile kot pomoč pri snovanju takšnega organa tudi pripravljene in publicirane Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov (2012); http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-AL9KNONO
6) Evropske države imajo zakonodajo urejeno na različne načine, vendar imajo vse uraden register velikih pregrad. Slovenija ga nima, neuradno ga vzdržuje le nevladna organizacija SLOCOLD. Posebne zakone ali predpise o pregradah imajo Finska (1984), Italija (1933), Norveška (2010), Portugalska (1990), Španija (1967), Združeno kraljestvo (1975 Anglija in Wales, Škotska in Severna Irska kasneje); v oklepajih so navedene letnice prvih predpisov o varnosti pregrad [3]. Po drugi strani Avstrija, Francija in Švedska shajajo brez posebnega zakona, vendar imajo varnost pregrad jasno definirano v različnih zakonih: Avstrija v zveznem Zakonu o vodah, Francija v Zakonu o vodah in Zakonu o okolju, Švedska pa v Zakonu o okolju in Zakonu o civilni zaščiti. Najbolj popoln pregled evropske zakonodaje za področje velikih pregrad vsekakor nudi literatura [3].

SLOCOLD bo na podlagi navedenih izhodišč in izvedenih sklepov, ki so še v pripravi in usklajevanju, na kongresu ponovno predlagal, da se pri Ministrstvu za okolje in prostor določi pristojni organ za varnost velikih pregrad in da se ob njem ustanovi tudi Strokovna komisija za varnost velikih pregrad. Pristojni organ (npr. Inšpektorat za okolje in prostor, Gradbena, geodetska in stanovanjska inšpekcija) bo vodil kataster velikih pregrad, zbiral poročila o opazovanju velikih pregrad, vodil administrativna dela za strokovno komisijo ter izdajal odločbe po predlogih strokovne komisije. Strokovna komisija za varnost velikih pregrad bo pregledovala poročila o opazovanju, revidirala ocene varnosti in predloge iz poročil opazovalcev, določala potrebne ukrepe in posege ter v razširjeni zasedbi tudi presojala račune porušitev pregrad v skladu z Navodili za izdelavo ocene hidravličnih posledic porušitve pregrad.

2.3 Prispevek MSG IZS za doseganje večje varnosti pregrad

Inženirska zbornica Slovenije je samostojna poklicna organizacija, ki v matičnih sekcijah združuje inženirje različnih strok, od gradbene, elektro, strojne, geodetske do različnih tehnoloških strok in rudarstva. Deluje v skladu s predpisi o graditvi objektov in predpisi o geodetski dejavnosti ter skrbi za strokovni razvoj inženirskih strok in svojih članov [1]. Med ostalimi aktivnostmi skrbi za vseživljensko izobraževanje članov in spodbuja njihovo strokovno, kulturno, družbeno in tudi družabno dejavnost. Za širšo družbo so zelo pomembne aktivnosti, ki jih izvaja v različnih oblikah sodelovanja z zakonodajnimi in upravnimi organi, to je s pristojnimi ministrstvi, pri pripravi zakonov in tudi podzakonskih aktov. Žal ugotavljamo, da tovrstno sodelovanje ni najuspešneje saj naša mnenja in predlogi niso upoštevani v obsegu, kot ga pričakujemo in kot bi bilo glede na naravo tematike tudi potrebno.

Priprava zakonodaje s področja graditeljstva zahteva podporo in upoštevanje predlogov zelo širokega kroga strokovnjakov, kar pa žal v Sloveniji ni primer. Inženirstvo je pri teh postopkih, prevečkrat prezrto. Ugotavljamo, da je tudi aktualna situacija pri pripravi nove zakonodaje na področju graditeljstva na nivoju državnih služb, ki pripravljajo predloge zakonov, ne daje rezultatov s katerimi bi bila stroka zadovoljna.

Matična sekcija gradbenih inženirjev pri Inženirski zbornici Slovenije posveča veliko pozornost kvalitetnemu delu svojih članov in skuša s svojimi aktivnostmi tudi konkretno prispevati k dvigu kvalitete dela članov in posledično varnosti gradbenih objektov. V sklopu teh aktivnosti vzpodbuja in podpira delovanje strokovnih društev (Zvezo društev gradbenih inženirjev in tehnikov - ZDGITS, Slovenski komite za velike pregrade - SLOCOLD, Slovensko društvo za vode Drava - SDV, Slovensko geotehnično društvo, Društvo za ceste SV Slovenije, aktivnosti študentov UM FG), izhajanje Gradbenega vestnika, poleg tega pa tudi preko Akademije IZS omogoča svojim članom spremljanje razvoja stroke in tako vseživljensko izobraževanje. Posebno področje delovanja so aktivnosti kot je priprava različnih priročnikov, navodil in smernic za specifična področja dela v gradbeništvu. Tako je konkretno za področje pregradnega inženirstva MSG IZS izdala Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov [2].

Vodilna ideja pri izdelavi tega dokumenta je bila, da se pripravi strokovna izhodišča, ki bodo služila zakonodajnemu organu kot osnova za izdelavo tehnične regulative, ki bo urejala in predpisovala aktivnosti in postopke za varno obravnavanje pregradnih objektov. Podobne dokumente, prilagojene svojim razmeram, imajo praktično vse razvite države. Slovensko pregradno inženirstvo se že desetletja trudi, da bi to zelo pomembno področje zakonsko kvalitetno uredili tudi pri nas, vendar se do danes na strani zakonodajalca ni še nič spremenilo. Problematika načrtovanja, gradnje, obratovanja in varnosti pri pregradah je sicer indirektno in zelo nejasno vključena v obstoječo zakonodajo in tehnično regulativo, ki obravnava gradbene objekte v splošnem. Zaradi tega so deli regulative, ki se konkretno nanašajo na področje pregradnega inženirstva in ga tudi urejajo, razpršeni po različnih zakonih, nepregledni in v določenih segmentih tudi nepopolni.

V obdobju, ko pričakovana regulativa še ni izdelana, lahko Smernice [2] uporablja kot delovni pripomoček vsak, ki je, oziroma bo, vključen v organizacijsko-tehnično-gradbene procese, povezane s pregradnim inženirstvom. To zajema celotno področje obravnavanja pregrad in pridruženih objektov, od raziskovalnih del, projektiranja, izgradnje in obratovanja. Temeljni principi smernic se nanašajo na vse tipe ter velikosti pregrad in sami po sebi še niso pravilniki ali standardi za praktično uporabo pri obravnavi pregrad, so pa osnova za izdelavo tehnične regulative. Sprejemati jih je potrebno kot napotke, ki jih je potrebno privzemati pri konkretni aplikaciji z določenim premislekom za vsak posamezni objekt tako, da bodo sprejete odločitve logične in ustrezne tipu, velikosti, kompleksnosti in hazardu pregrade.

Ob upoštevanju domače in tuje prakse in literature so postavljena osnovna napotila za izdelavo regulatornih aktov. Predlagana je organizacija subjektov na področju pregradnega inženirstva na način, ki bo zagotavljal optimalno doseganje varnosti pregrad v meri in obsegu, za katerega smatramo, da je v današnji organizaciji slovenske družbe mogoč in izvedljiv. V ločenih poglavjih so obdelana zakonska izhodišča in situacija v svetu in pri nas, opredeljeni so namen in cilji, ki jih s pričujočim aktom skušamo doseči, predlagana je organizacija državnih služb in nato obdelan celoten postopek tehničnih aktivnosti od raziskovalnih del na lokaciji objekta, projektiranja, gradnje, spremljanja obratovanja pregrade do aktivnosti ob izrednih razmerah, ki bi lahko varnostno ogrozile objekt.

Strateški cilj tega dokumenta je prepoznati postopke, ki bodo podpirali varnostni pristop pri pregradah vseh vrst in tipov, pri čemer pa se je potrebno zavedati, da je doseganje primerne stopnje varnosti pregrade kontinuiran in dinamičen proces, v sklopu katerega se moramo zavedati, da so vsa navodila, pravila ali praktične izkušnje podvržene spremembam, ki jih je potrebno periodično preverjati in usklajevati z napredkom v znanosti in stroki. Ta dimenzija

je sestavni del sporočila Smernice [2], ki upošteva dejstvo, da se morajo vsi tehnični postopki neprestano izpopolnjevati.

3. Zaključki

Kljub dejstvu, da absolutne varnosti pred nesrečami ni, bi morali vsi prebivalci po svojih močeh prispevati k preprečevanju nesreč, ki bi lahko nastale zaradi človeških posegov v prostor. Zaradi prednosti, ki jih imajo hidroelektrarne pred ostalimi viri električne energije, so in bodo tudi v prihodnosti z vidika trajnostnega razvoja za Slovenijo najustreznejši vir večjih količin električne energije. Življenjska doba vodih pregrad pa je dolga, zato bi se morali zagotavljanju varnosti pregrad zakonodajni organi v Sloveniji bolj posvečati.

Predlagamo, da pri Ministrstvu za okolje in prostor določi organ, ki bo pristojen za varnost pregrad, in da se ob njem ustanovi tudi Strokovna komisija za varnost velikih pregrad. Predlagamo tudi, da SLOCOLD sodeluje pri imenovanju in delu komisije. Delo komisije se lahko pretežno financira preko obvezne revizije poročil o opazovanju velikih pregrad in tako ne obremenjuje v celoti proračuna.

Neurejeno stanje v slovenski zakonodaji na področju graditve dejansko povzroča zanemarjanje geotehničnih vidikov gradnje, zanemarjanje vzdrževanja in opazovanja obnašanja vodnih in jalovinskih pregrad pa lahko vodi do velikih gospodarskih škod in tveganih situacij, ki lahko tudi povzročijo človeške žrtve.

4. Viri

[1] Statut inženirske zbornice Slovenije, Ljubljana, 2014

[2] Zadnik, B. Smernice za zagotavljanje varnosti pregradnih objektov, IZS MSG 01/2012, Ljubljana 2012

[3] Dam Legislation. Working Group (WG) on Legislation. European ICOLD Club, 2016. Tudi: http://cnpgb.apambiente.pt/IcoldClub/index.htm (dostop 23.1.2017).

[4] Gradbeni zakon (GZ) – predlog za obravnavo, v javni obravnavi do 4. 11. 2016 s prilogami (priloga 1 Razvrščanje objektov, Vzdrževanje objekta)

[5] SIST EN 1997-1:2005, Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – Del 1: Splošna pravila

[6] Seznam izdanih odločb za obrate manjšega in večjega tveganja za okolje, MOP ARSO, http://okolje.arso.gov.si/ippc/uploads/dokumenti/Seveso2016/SEVESO%20odlocbe%2029marec2016.pdf [dostop 3. januar 2017].

HUDOURNIŠKE POPLAVE V SLOVENIJI KOT ODRAZ HIDROGEOGRAFSKE SESTAVE VODOZBIRNIH ZALEDIJ

dr. Tajan Trobec

Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo in Komisija za hidrogeografijo pri Zvezi geografov Slovenije

POVZETEK

Namen prispevka je ovrednotenje vpliva hidrogeografske sestave vodozbirnih zaledij na pojavljanje in potencialno intenzivnost hudourniških poplav v Sloveniji. Pri tem smo izhajali iz spleta različnih hidrogeografskih dejavnikov odtoka (pokrovnost, prst, matična podlaga in relief), upoštevali pa smo tudi dovzetnost za erozijske procese. Izdelali smo hidrogeografski model odločitvene sheme za ocenjevanje dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav ter karto dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav, ki temeljita na potencialu za odtok padavinske vode z vodozbirnih zaledij ob ekstremnih padavinah. Dobljeni rezultati kažejo, da je glede na upoštevane dejavnike več kot polovica območij v Sloveniji dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav, kar pomeni, da se s teh območij padavinska voda razmeroma hitro steka v hudourniške vodotoke, ob katerih se lahko pojavljajo hudourniške poplave. Predstavljene so tudi možnosti uporabe dobljenih rezultatov za izboljšanje hidrološke napovedi ob ekstremnih padavinah.

Ključne besede:

naravne nesreče, fizična geografija, hidrogeografija, hudourniške poplave, hidrogeografski dejavniki odtoka, hidrogeografska sestava vodozbirnih zaledij, potencial za odtok, dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav, Slovenija

1. Uvod

V Sloveniji se kot odraz velike pokrajinske in s tem tudi hidrološke pestrosti pojavljajo različni tipi poplav (Natek, 2005). Zaradi pogostih obilnih in intenzivnih padavin ter prevlade strmih, povirnih vodozbirnih zaledij se ob večini vodotokov pojavljajo hudourniške poplave (Brilly, Mikoš, Šraj, 1999). Zanje je značilno, da se zaradi hitrega odtoka vode proti strugam in po toku navzdol pojavijo nenadno, skoraj neposredno po padavinah in trajajo razmeroma kratek čas (Georgakakos, 1986).

Številne raziskave in izkušnje iz preteklih poplav na območju Slovenije kažejo, da na pojavljanje in intenzivnost hudourniških poplav poleg obilnih in intenzivnih padavin, vpliva tudi hidrogeografska sestava vodozbirnih zaledij. Slednja se nanaša na splet hidrogeografskih dejavnikov odtoka, kot so pokrovnost, prst, matična podlaga in relief (Musy, Higy, 2011). Neprepustne kamnine, strm relief, slabo prepustne in plitve prsti ter gole ali pozidane površine vplivajo na večji potencial za odtok ob ekstremnih padavinah. Ker je odtok vode hitrejši, je na takih območjih večja tudi dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav. Prepustne kamnine, blagi nakloni, dobro prepustne in globoke prsti ter gozdne površine po drugi strani vplivajo na manjši potencial za odtok. Zaradi počasnejšega odtoka vode je na takih območjih ob ekstremnih padavinah tudi dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav manjša. Poznavanje hidrogeografske sestave vodozbirnih zaledij v tem kontekstu predstavlja eno izmed osnov za

preventivno delovanje, ozaveščanje prebivalcev o poplavni nevarnosti ter večjo prožnost lokalnih skupnosti ob poplavah, kar so nenazadnje tudi osrednji cilji evropske poplavne direktive (Direktiva 2007/60/ES …, 2017).

Pričujoči prispevek predstavlja poskus ovrednotenja vpliva hidrogeografske sestave vodozbirnih zaledij na pojavljanje in potencialno intenzivnost hudourniških poplav v Sloveniji. Izdelali smo hidrogeografski model odločitvene sheme za ocenjevanje dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav. Rezultati modela omogočajo ocenjevanje potencialne intenzivnosti hudourniških poplav in spremljevalnih procesov na posameznih območjih ter v posameznih porečjih v Sloveniji. Predstavljene so tudi možnosti uporabe dobljenih rezultatov za izboljšanje hidrološke napovedi ob ekstremnih padavinah.

2. Metodologija

Pri vrednotenju vpliva hidrogeografske sestave na pojavljanje in intenzivnost hudourniških poplav smo izhajali iz spleta različnih hidrogeografskih dejavnikov odtoka (pokrovnost, prst, matična podlaga in relief), upoštevali pa smo tudi dovzetnost za erozijske procese. Padavin v modelu nismo upoštevali, ker nas je zanimala zgolj dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav same pokrajine brez padavin. Pri pokrovnosti smo izhajali iz podatkovnega sloja Corine Land Cover (Pokrovnost tal …, 2012), pri prsti iz Pedološke karte Slovenije (Pedološka karta …, 2012), pri matični podlagi iz hidrogogeološke karte (Hidrogeološka …, 2014), pri reliefu iz digitalnega modela nadmorskih višin ločjivosti 100 × 100 m (Digitalni model višin …, 2013), pri eroziji pa iz opozorilne karte erozije (Erozijska območja …, 2014).

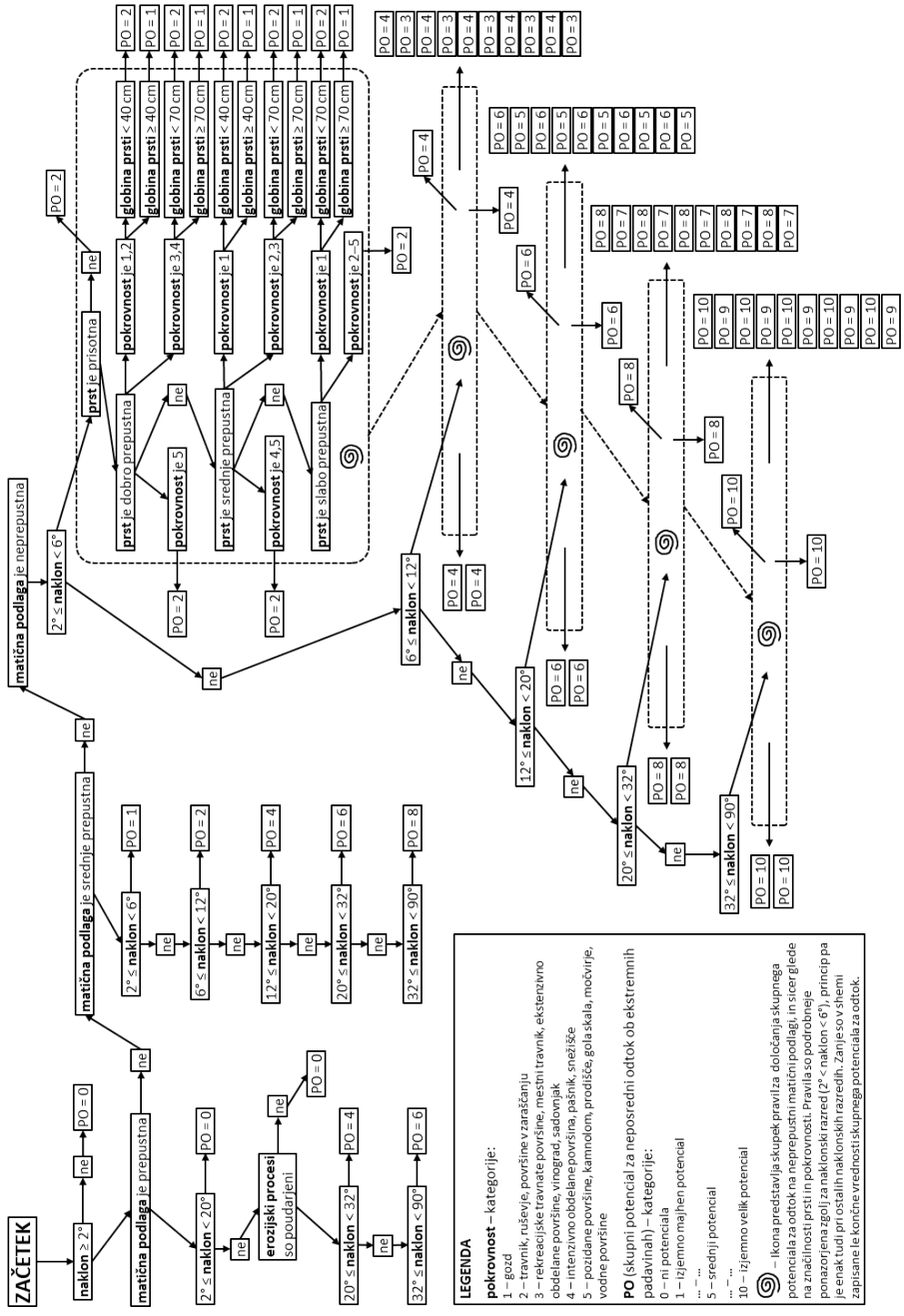
Posamezne vplivne dejavnike smo na podlagi izsledkov iz literature (na primer: Eshleman, 2004; Lilly, Dunn, Baggaley, 2012; Prestor, 2004; Natek, 1983) razvrstili v nekaj razredov glede na potencial za odtok ob ekstremnih padavinah. Različne tipe pokrovnosti smo razvrstili v 5 razredov. V razred z največjim potencialom za odtok smo uvrstili pozidane in vodne površine, ter golo skalnato površje in prodišča, v razred z najmanjšim potencialom za odtok pa gozdne površine. Pri prsti smo upoštevali tri razrede prepustnosti (dobra prepustnost, srednja prepustnost, slaba prepustnost) in tri razrede globine (do 40 cm, do 70 cm ter 70 in več cm), posebej pa smo obravnavali tudi območja brez prsti. Pri matični podlagi smo glede na hidrogeološke značilnosti upoštevali tri razrede prepustnosti (prepustna, srednje prepustna, neprepustna matična podlaga). Pri reliefu smo upoštevali 6 naklonskih razredov. V razred z najmanjšim potencialom za odtok smo uvrstili območja z naklonom med 0° in 1,9°, v razred z največjim potencialom za odtok pa območja z naklonom nad 32°. Erozijo smo z vidika dovzetnosti posameznih območij za erozijske procese razvrstili na območja s poudarjenimi erozijskimi procesi (vsa območja, kjer se na opozorilni karti erozije pojavlja erozija) ter na območja brez poudarjenih erozijskih procesov.

V nadaljevanju smo glede na značilnosti vseh vplivnih dejavnikov hkrati določili skupni potencial za odtok za Slovenijo na ravni 100 metrskih celic. Vrednosti za skupni potencial za odtok smo določali na lestvici od 0 do 10, kjer vrednost 0 pomeni da ni potenciala za odtok, vrednost 1 pomeni izredno majhen potencial za odtok, vrednost 10 pa izredno velik potencial za odtok. Srednji potencial za odtok okvirno ustreza vrednosti 5. Večji kot je na nekem območju potencial za odtok, večja je tudi dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav ob vodotokih, ki to območje odmakajo. Način določanja potenciala za odtok je ponazorjen na izdelanem hidrogeografskem modelu odločitvene sheme za ocenjevanje dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav (Slika 1). Pri izdelavi modela smo se oprli na izsledke nekaterih avtorjev podobnih modelov (na primer: Scherrer, Naef, 2003; Uhlenbrook, 2003; Uhlenbrook, Roser, Tilch, 2004; Schmocker-Fackel, Naef, Scherrer, 2007; Tetzlaff in sod., 2007).

Glede na to, da imajo ravnine neznaten potencial za odtok, smo v prvem koraku zajeli vsa območja, kjer je naklon manjši od 2°, in jim neodvisno od ostalih hidrogeografskih dejavnikov

odtoka pripisali vrednost potenciala za odtok 0. Preostala območja, kjer je naklon večji ali enak 2°, smo delili glede na prepustnost matične podlage. Za vsako izmed treh stopenj prepustnosti matične podlage (prepustna, srednje prepustna in neprepustna) smo za določanje potenciala za odtok postavili različna pravila.

Slika 6 Hidrogeografski model odločitvene sheme za ocenjevanje dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav v Sloveniji.



Območjem s prepustno matično podlago (večinoma karbonatne kamnine in sipki fluvialni nanosi) do naklona 20° smo določili ničen potencial za odtok, saj na teh območjih zaradi izjemne prepustnosti podlage (>36 mm/h oziroma >864 mm/dan (Prestor, 2004)) glavnina padavinske vode ob ekstremnih padavinah prenikne. Večjo vrednost potenciala za odtok smo na neprepustni matični podlagi določili le na območjih z naklonom nad 20° s poudarjenimi erozijskimi procesi. Z upoštevanjem erozije smo med seboj ločili območja alpskega in

predalpskega krasa, za katera so značilni poudarjeni erozijski procesi, od dinarskega krasa, kjer so slednji prisotni le izjemoma. Tudi v praksi se v Slovenij hudourniške poplave na območju dinarskega krasa praviloma ne pojavljajo, medtem ko so na območju strmega alpskega in predalpskega krasa marsikje povsem običajne (Trobec, 2016).

Na srednje prepustni matični podlagi (večinoma dolomit) smo pri določanju potenciala za odtok upoštevali le naklon, saj sta pokrovnost in prst v primerjavi z matično podlago manj pomembna. Srednje prepustne kamnine, za katere je značilna okvirna prepustnost med 3,6 in 36 mm/h oziroma 86,4 in 864 mm/dan (Prestor, 2004), so namreč v povprečju zmožne zadržati še večjo količino ekstremnih padavin, kot se jih lahko zadrži v prsti ali kot jih lahko prestreže vegetacija. Relativno večjo pomembnost naklona pa utemeljujemo z dejstvom, da se hudourniške poplave na območjih s srednje prepustno matično podlago v praksi v Sloveniji pojavljajo le, kadar izjemno velika količina padavin pade na strma pobočja, s katerih se padavinska voda hitro steka proti vodotokom (Trobec, 2015).

Na neprepustni matični podlagi je ob ekstremnih padavinah delež v podlago prenikle padavinske vode zanemarljiv (<3,6 mm/h oziroma <86,4 mm/dan) (Prestor, 2004). Na teh območjih prevladuje neposredni (površinski ali podpovršinski) odtok padavinske vode proti vodotokom, zaradi česar je tudi potencial za odtok v splošnem večji kot pri območjih s prepustno ali srednje prepustno matično podlago. Zaradi zanemarljivega prenikanja vode v podlago na odtok v večji meri vplivajo tudi preostali hidrogeografski dejavniki odtoka. Posledično je na območjih z neprepustno matično podlago model najbolj kompleksen. Glavni hidrogeografski dejavnik odtoka je tudi na neprepustni matični podlagi naklon. Znotraj posameznega naklonskega razreda pa na potencial za odtok vplivajo tudi prepustnost in globina prsti v kombinaciji s pokrovnostjo.

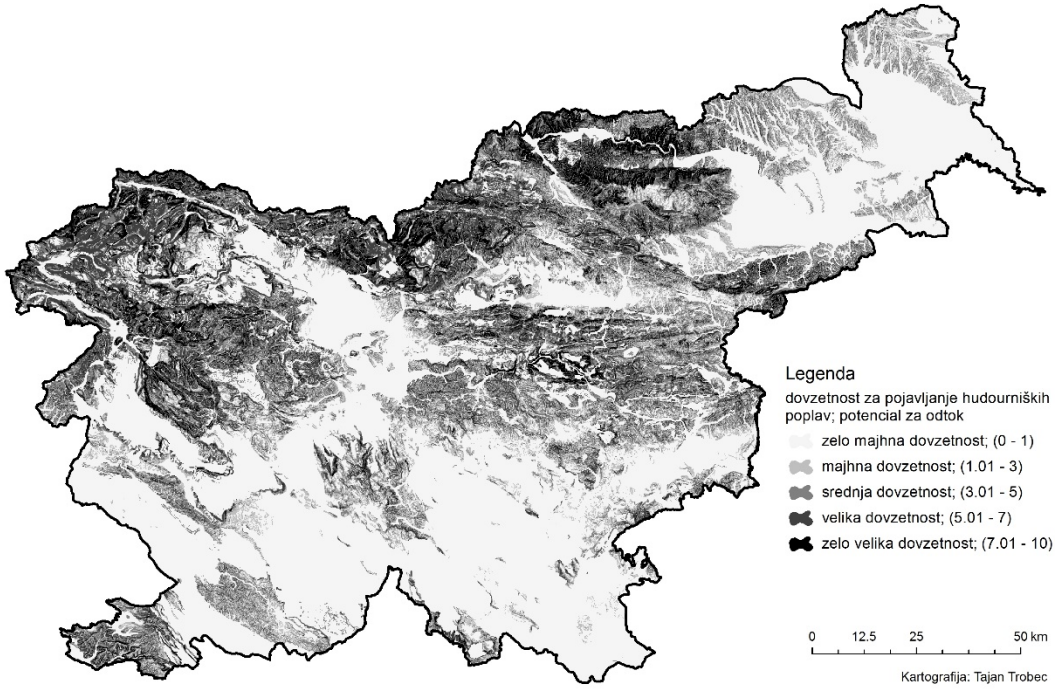
3. Dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav v Sloveniji

S hidrogeografskim modelom odločitvene sheme za ocenjevanje dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav smo izdelali karto, ki prikazuje oceno dovzetnosti posameznih območij v Sloveniji za pojavljanje hudourniških poplav (Slika 2). Višje vrednosti na karti predstavljajo večji potencial za odtok in s tem večjo dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav, nižje pa manjšo dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav. Za vodotoke, ki odmakajo območja z veliko dovzetnostjo za pojavljanje hudourniških poplav, lahko pričakujemo, da imajo izrazito hudourniški značaj in buren hidrološki odziv, ki se ob ekstremnih padavinah odraža tudi v pojavljanju uničujočih hudourniških poplav. Porečja vodotokov, ki odmakajo območja z manjšo dovzetnostjo za pojavljanje hudourniških poplav, pa imajo zmernejši hidrološki odziv, zaradi česar so ob takih vodotokih ob ekstremnih padavinah hudourniške poplave dosti manj nevarne in razdiralne, lahko pa se tudi sploh ne pojavljajo.

V splošnem so najvišje vrednosti potenciala za odtok na območjih strmih gorovij in hribovij v alpskem in predalpskem svetu, še zlasti na neprepustni matični podlagi. Gorovjem in hribovjem sledijo gričevja, najprej strmejša (na primer Koprska brda in Haloze) in nato položnejša (na primer Slovenske gorice in Goričko). Najnižje vrednosti se pojavljajo na večjih sklenjenih ravninah v dnu kotlin in širših dolin. Zaradi prepustnih kamnin ter majhnih naklonov prevladujejo nizke vrednosti tudi na dinarskem krasu ter na alpskih kraških planotah in podih.

Glede na rezultate modela lahko sklepamo, da je v Sloveniji ob ekstremnih padavinah okoli 10.800 km², oziroma več kot polovica ozemlja (53, 3 %), dovzetnega za pojavljanje hudourniških poplav. Slednje ne pomeni, da na vseh teh območjih ob poplavah tudi dejansko prihaja do razlivanja vode, obilnega zasipavanja z rečnim gradivom, nastanka drobirskih in blatnih tokov ipd. Pomeni pa, da se s teh območij, v odvisnosti od njihovega potenciala za odtok, ob ekstremnih padavinah padavinska voda v večjih ali manjših količinah ter z večjo ali manjšo hitrostjo steka v hudourniške vodotoke, ob katerih se posledično lahko pojavljajo bolj

ali manj razdiralne hudourniške poplave. Omenjena območja tako predstavljajo tip površja, na katerem lahko pričakujemo pojavljanje hudourniških poplav.

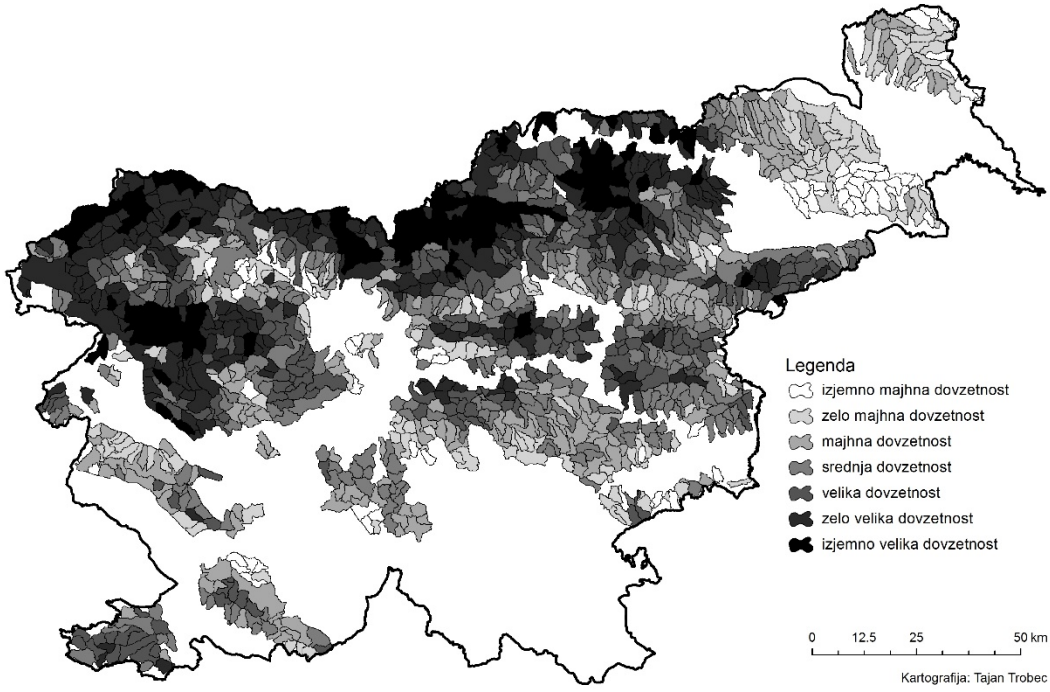


Slika 2 Ocena dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav v Sloveniji.

Med območja, dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav, se uvrščajo predvsem območja, s katerih se ob ekstremnih padavinah voda steka neposredno (površinsko ali podpovršinsko) proti hudourniškim vodotokom. Slednje je značilno predvsem za območja na neprepustni ter deloma na srednje prepustni matični podlagi. Za pojavljanje hudourniških poplav so dovzetna tudi nekatera območja na prepustni matični podlagi, s katerih padavinska voda ob ekstremnih padavinah proti hudourniškim vodotokom (ali proti izvirom s katerimi se ti napajajo) odteka podzemno, a je pri tem zaradi specifičnih odtočnih razmer vpliv kraškega zadržka občutno zmanjšan. Slednje je značilno predvsem za strmejša območja alpskega krasa.

Vrednosti s karte dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav, smo v nadaljevanju povprečili na porečja različnih velikostnih redov. Porečja smo glede na dobljene vrednosti z Jenksovo optimizacijsko metodo naravnih meja (Jenks, 1967) razvrstili v sedem razredov. Dobljena karta predstavlja dovzetnost posameznih porečij različnih velikostnih redov za pojavljanje hudourniških poplav glede na v modelu upoštevane dejavnike (Slika 3) Porečja, ki se uvrščajo v višje razrede, imajo burnejši hidrološki odziv in so tako v splošnem bolj dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav od porečij, ki se uvrščajo v nižje razrede.

Če bi nad poljubnimi po velikosti primerljivimi porečji hipotetično padla enaka količina ekstremnih padavin, bi se v splošnem gledano vodotoki porečij, ki se uvrščajo v višje razrede, na padavine odzvali burneje od vodotokov porečij, ki se uvrščajo v nižje razrede. V porečjih višjih razredov bi se namreč v odtok preusmeril večji delež padavin kot v porečjih nižjih razredov. V vodotokih porečij višjih razredov bi se posledično v krajšem času znašla večja količina vode, ki bi tudi po strugi navzdol napredovala hitreje. Ob doseženi pretočni konici visokovodnega vala bi bili v vodotokih porečij višjih razredov posledično v povprečju večji tudi odtoki z enote površine, voda pa bi imela večjo sposobnost za erozijo in večjo transportno moč.



Slika 3 Ocena dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav v Sloveniji za porečja različnih velikostni redov.

Dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav se ne nanaša na pogostnost njihovega pojavljanja, zaradi česar večja dovzetnost še ne pomeni, da se hudourniške poplave v porečjih višjih razredov pojavljajo pogosteje (nastanek hudourniških poplav je namreč odvisen od padavin, ki pa jih izdelani model ne upošteva). Pomeni pa, da so v porečjih, ki so zaradi specifične hidrogeografske sestave bolj dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav, slednje lahko potencialno bolj intenzivne, nevarne in razdiralne kot v porečjih, ki so manj dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav. V porečjih z majhno dovzetnostjo za pojavljanje hudourniških poplav (na primer na Goričkem, v Slovenskih goricah itd.) se, ne glede na količino ekstremnih padavin, izjemno intenzivne in razdiralne hudourniške poplave pravzaprav skoraj ne morejo pojaviti, ker so zaradi specifične hidrogeografske sestave porečij hitrosti odtekanja vode, erozija in akumulacija omejene. Povsem drugače je v porečjih z večjo dovzetnostjo za pojavljanje hudourniških poplav (na primer na Pohorju, v Zgornji Savinjski dolini ali na južnih pobočjih Spodnjih Bohinjskih gora), kjer ob ekstremnih padavinah hidrogeografska sestava porečij dopušča bistveno večje odtoke, ki se potencialno lahko odrazijo v zelo uničujočih hudourniških poplavah in spremljajočih procesih.

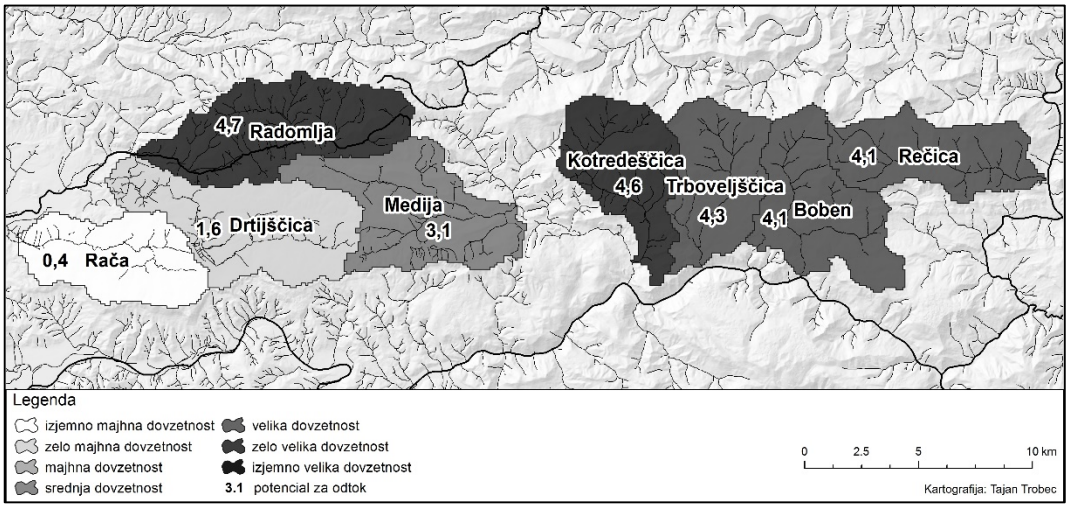
4. Uporabna vrednost dobljenih rezultatov

Karta dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav po porečjih različnih velikostnih redov (Slika 3) je potencialno uporabna tudi z operativnega vidika. Na zaključenih območjih s podobno intenzivnostjo in količino ekstremih padavinskih dogodkov namreč med porečji enakega velikostnega reda posredno omogoča okvirno primerjavo z vidika relativne količine padavin, ki je v posameznem porečju potrebna za nastanek hudourniških poplav.

Na priloženem izseku karte dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav so predstavljeni vodotoki s porečji velikostnega reda 25–49,9 km² v zahodnem delu Posavskega hribovja (Slika 4). Glede na obstoječe podatke (Največja 12-urna …, 2012) je za celotno območje, na katerem se nahajajo izbrana porečja, značilna podobna količina 12-urnih 100-letnih padavin, ki okvirno znaša med 110 in 125 mm. Za vsako izmed porečij je moč razbrati razred in konkretno vrednost za dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav. Zaradi burnejšega hidrološkega

odziva porečij z večjo dovzetnostjo za pojavljanje hudourniških poplav je moč sklepati, da je pri njih za nastanek hudourniških poplav v splošnem potrebna manjša količina padavin kot v porečjih z manjšo dovzetnostjo za pojavljanje hudourniških poplav. Če bi torej hipotetično celotno območje zajele enake ekstremne padavine, bi bili zaradi hidrogeografske sestave njunih porečij, ki ju odlikuje največji skupni potencial za odtok, najbolj na udaru Radomlja in Kotredeščica. Ti dve porečji sta namreč razmeroma strmi in imata razmeroma majhen delež prepustne matične podlage, kar pospešuje odtok. Sledili bi vodotoki Trboveljščica, Boben in Rečica ter nato Medija, ki ima v povirnem delu porečja že bistveno večji delež prepustne matične podlage, kar odtok nekoliko umirja. Najmanj na udaru bi bili Drtijščica in Rača, za kateri so poleg velikega deleža prepustne matične podlage značilni tudi že nekoliko manjši nakloni, kar le še dodatno umirja odtok. Glede na dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav posameznih porečij lahko sklepamo, da je prag za količino padavin, ki je potrebna za pojavitev hudourniških poplav, v tem primeru najmanjši na porečjih Radomlje in Kotredeščice, največji pa na porečjih Rače in Drtijščice.

Slika 4 Dovzetnost za pojavljanje hudourniških poplav izbranih porečij velikostnega reda 25–49,9 km^2 v zahodnem delu Posavskega hribovja.



S kombinacijo uporabe modelnih napovedi padavin, kot je na primer ALADIN, ter karte dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav po porečjih različnih velikostnih redov, bi bilo v času ekstremnih pretokov in poplav možno izboljšati tudi samo hidrološko napoved za posamezna porečja. Karta dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav po porečjih različnih velikostnih redov bi poleg tega lahko predstavljala podlago za določanje padavinskega praga za nastanek hudourniških poplav pri posameznih porečjih (Ntelekos, Georgakakos, Krajewski, 2006).

Omejitev pri primerjavi med posameznimi porečji predstavlja dejstvo, da je primerjava z vidika relativne količine padavin, ki je v posameznem porečju potrebna za nastanek hudourniških poplav, možna le na območjih s podobno intenzivnostjo in količino ekstremih padavinskih dogodkov. Slednja namreč zagotavlja, da so struge vodotokov v hidravličnem in hidromorfološkem smislu podobno prilagojene na odvodnjo visokih voda ob ekstremnih padavinah. Le v tem primeru lahko tudi sklepamo, da se hudourniške poplave v različnih, primerljivo velikih porečjih, prično pojavljati ob podobnih odtokih z enote površine. Tako na primer že v osnovi ne moremo primerjati porečij Julijskih Alp s porečji Goričkega ali Slovenskih goric, saj sta intenzivnost in količina ekstremnih padavin v Julijcih lahko tudi do nekaj velikostnih redov večji od intenzivnosti in količine padavin v vzhodni Sloveniji, kar se odraža tudi v različni prilagoditvi odvodnje. Iz prakse je nenazadnje znano, da na primer 12-urne padavine reda velikosti okoli 100 mm v vzhodnem delu države povzročijo hudourniške

poplave s praktično maksimalnimi možnimi pretoki, medtem ko enaka količina padavin v Julijcih v marsikaterem porečju niti še ne predstavlja praga za nastop hudourniških poplav.

5. Zaključki

Ovrednotenje vpliva hidrogeografske sestave vodozbirnih zaledij na pojavljanje in intenzivnost hudourniških poplav v Sloveniji je pokazalo, da je glede na značilnosti vplivnih hidrogeografskih dejavnikov odtoka (pokrovnost, prst, matična podlaga in relief) več kot polovica območij v Sloveniji dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav. Pri teh območjih gre za tip površja s katerega padavinska voda razmeroma hitro odteka v hudourniške vodotoke, ob katerih se posledično lahko pojavljajo tudi hudourniške poplave.

Za pojavljanje hudourniških poplav so najbolj dovzetna strma gorovja in hribovja v alpskem in predalpskem svetu z neprepustno matično podlago. Najmanj dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav pa so območja večjih sklenjenih ravnin v dnu kotlin in širših rečnih dolin, območja dinarskih planot, kraška polja in podolja ter alpske kraške planote in podi. V porečjih, ki so zaradi specifične hidrogeografske sestave bolj dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav, so slednje lahko potencialno bolj intenzivne, nevarne in razdiralne kot v porečjih, ki so manj dovzetna za pojavljanje hudourniških poplav. Tako se denimo na Goričkem ali v Slovenskih goricah ne glede na količino ekstremnih padavin izjemno intenzivne in razdiralne hudourniške poplave pravzaprav skoraj ne morejo pojaviti, ker so tam hitrosti odtekanja vode, erozija in akumulacija omejene. Na Pohorju, v Zgornji Savinjski dolini ali na južnih pobočjih Spodnjih Bohinjskih gora, kjer hidrogeografska sestava porečij ob ekstremnih padavinah dopušča bistveno večje odtoke, pa se ti potencialno lahko odrazijo v zelo uničujočih hudourniških poplavah in spremljajočih procesih.

Izdelana karta dovzetnosti za pojavljanje hudourniških poplav po porečjih različnih velikostnih redov omogoča tudi okvirno primerjavo z vidika relativne količine padavin, ki je v posameznem porečju potrebna za nastanek hudourniških poplav. Na podlagi izdelane karte je ob kombinaciji z modelnimi napovedmi padavin (na primer ALADIN) tako moč izboljšati hidrološko napoved za posamezna porečja v času ekstremnih pretokov in poplav. Slednje bi se lahko izkazalo za uporabno pri preventivnem delovanju, napovedovanju poplav ter opozarjanju nanje.

6. Viri

[1] BRILLY, M., MIKOŠ, M., ŠRAJ, M., 1999. Vodne ujme – varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

[2] Digitalni model višin z ločljivostjo 100 × 100 m [online]. GURS. Available from: http://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/topografski-in-kartografski-podatki/digitalni-model-visin/digitalni-model-visin-z-locljivostjo-dmv-125-dmv-25-dmv-100/ [dostop 27. november 2013].

[3] Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti [online]. Bruselj. Available from: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:SL:PDF [dostop 10. januar 2017].

[4] Erozijska območja - opozorilna karta erozije. Spletna objektna storitev (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov [online]. ARSO. Available from: http://gis.arso.gov.si/wfs_web/faces/WFSLayersList.jspx [dostop 22. september 2014].

[5] ESHLEMAN, K.N., 2004. Hydrological Consequences of Land Use Change: A Review of the State-of-Science. *V:* Defries, R.S., Asner, G.P., Houghton, R.A., ur. *Ecosystems and Land Use Change.* Washington, DC: American Geophysical Union, 13-29.

[6] GEORGAKAKOS, K.P., 1986. On the design of natural, real-time warning systems with capability for site-specific, flash flood forecasts. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 67 (10), 1233-1239.

[7] Hidrogeološka karta prepustnosti matične podlage. Geološki zavod Slovenije. 2014.

[8] JENKS, G.F., 1967. The Data Model Concept in Statistical Mapping. *International Yearbook of Cartography*, 7, 186-190.

[9] LILLY, A., DUNN, S.M., BAGGALEY, N.J., 2012. Hydrological Classifications of Soils and their Use in Hydrological Modeling. *V:* Lin, H., ur. *Hydropedology: Synergistic Integration of Soil Science and Hydrology.* Amsterdam, Boston: Academic Press, Elsevier, 537-557.

[10] MUSY, A., HIGY, C., 2011. Hydrology – a science of nature. Enfield: Science Publishers.

[11] Največja 12-urna višina padavin s povratno dobo 100 let (1961–2000). ARSO. 2012.

[12] NATEK, K., 1983. Metoda izdelave in uporabnost splošne geomorfološke karte. Magistrsko delo. Ljubljana: Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo.

[13] NATEK, K., 2005. Poplavna območja v Sloveniji. *Geografski obzornik,* 52 (1), 13-18.

[14] NTELEKOS, A. A., GEORGAKAKOS, K. P., KRAJEWSKI, W. F., 2006. On the Uncertainties of Flash Flood Guidance: Toward Probabilistic Forecasting of Flash Floods. *Journal of Hydrometeorology,* 7 (5), 896- 915.

[15] Pedološka karta Slovenije [online]. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Sektor za sonaravno kmetijstvo. Available from: http://rkg.gov.si/GERK/documents/PedoloskaKarta.zip [dostop 22. junija 2012].

[16] Pokrovnost tal v Sloveniji po CORINE 2006. Spletna objektna storitev (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov [online]. ARSO. Available from: http://gis.arso.gov.si/wfs_web/faces/WFSLayersList.jspx [dostop 22. junija 2012].

[17] PRESTOR, J., 2004. Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode Republike Slovenije (Sklepno poročilo 3.faze). Hidrogeološke Podlage za začetno opredelitev teles podzemne vode Republike Slovenije. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.

[18] SCHERRER, S., NAEF, F., 2003. A decision scheme to indicate dominant hydrological flow processes on temperate grassland. *Hydrological Processes*, 17, 391-401.

[19] SCHMOCKER-FACKEL, P., NAEF, F., SCHERRER, S., 2007. Identifying runoff processes on the plot and catchment scale. *Hydrology and Earth Syststem Sciences*, 11 (2), 891-906.

[20] TETZLAFF, D., SOULSBY, C., WALDRON, S., MALCOLM, A., BACON, P.J., DUNN, S.M., LILLY, A., YOUNGSON, A.F., 2007. Conceptualization of runoff processes using a geographical information system and tracers in a nested mesoscale catchment. *Hydrological Processes*, 21, 1289-1307.

[21] TROBEC, T., 2015. Hidrogeografska analiza pojavljanja hudourniških poplav v Slovenij. Doktorsko delo. Ljubljana: Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za geografijo.

[22] TROBEC, T., 2016. Prostorsko-časovna razporeditev hudourniških poplav v Sloveniji (Spatio-temporal distribution of flash floods in Slovenia). *Dela*, 46 (v tisku).

[23] UHLENBROOK, S., 2003. An empirical approach for delineating spatial units with the same dominating runoff generation processes. *Physics and Chemistry of the Earth*, 28, 297-303.

[24] UHLENBROOK, S., ROSER, S., TILCH, N., 2004. Hydrological process representation at the meso-scale: the potential of a distributed, conceptual catchment model. *Journal of Hydrology*, 291, 278-296.

SISTEM PODAJNIH PREGRAD ZA ZAŠČITO PRED DROBIRSKIM TOKOM

Tomaž Balut, univ. dipl. inž. grad.[1], Davor Rozman, univ. dipl. inž. grad.[2], dr. Corinna Wendeler, univ. dipl. inž. grad.[3]

[1]Corus inženirji d.o.o., 5270 Ajdovščina, [2]Rejda d.o.o., 1230 Domžale, [3]Geobrugg AG Protection Systems, Romanshorn, 8590 Romanshorn, Švica

POVZETEK

Zaradi intenzivnih padavin v oktobru 2014 in neugodne geološke sestave območja, se je v vasi Grahovo ob Bači zgodila posebna oblika masnega gibanja - drobirski tok. Pojav je povzročil uničujoče posledice na infrastrukturi in gmotno škodo na objektih. Zaradi problematične geološke sestave tal in težav z dostopom je izgradnja klasičnih ukrepov za zadrževaje in umirjanje drobirskega toka v takih situacijah otežena. Predlagana rešitev vključuje izgradnjo jeklenega sistema podajne pregrade, ki je v primerjavi s klasičnimi težnostnimi konstrukcijami lažja, enostavnejša za vgradnjo ter bolj ekonomična. Zaradi pomanjkanja izkušenj pri graditvi podajnih pregrad v Sloveniji smo pri načrtovanju uporabili izsledke testiranja v hudournikih Illgraben, Merdenson ter laboratorijskih preskusov s strani švicarskega federalnega inštituta za raziskovanje gozdov, snega in krajine (WSL). Izsledki testiranja na dejanskih pojavih drobirskega toka so bili uporabljeni za pripravo smernic za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje v celotnem življenjskem ciklu sistema podajnih pregrad.

Ključne besede:

hudournik, drobirski tok, sistem podajnih pregrad, testno polje, sidranje, dinamična obremenitev, disipacija energije, WSL

1. Obravnavano območje

Vas Grahovo ob Bači se nahaja na deluvialni terasi vzdolž hribovitega pobočja na desnem bregu reke Bače. Naselje se nahaja na nadmorski višini 200 do 400 m n.v. in leži ob regionalni cesti Hudajužna-Podbrdo (slika 1). Ker je ozka dolina omejena s precej strmimi pobočji, imajo glavni površinski odvodniki izrazito hudourniški značaj. Zato se v naselju ob visokih vodah pojavljajo težave s površinskim odtokom. Struge v zaledju so neurejene in podvržene spodjedanju ter bočni eroziji, tako da se visoka voda nekontrolirano steka po pobočju proti reki Bači.

Nekontroliran odvod vode povzroča težave tudi s površinsko erozijo, težave, povezane z zamakanjem pobočja ter težave z neustreznimi pretočnimi profili zacevljenih odsekov in prepustov pod regionalno cesto, še posebej v primeru pojava drobirskih tokov.

Obravnavani odsek se nahaja nad naseljem, kjer struga prehaja iz strmejšega povirnega dela proti položnejšemu delu doline. V tem območju prihaja do intenzivne erozije, saj so brežine večinoma iz nevezanega materiala ter kot take precej podvržene bočni eroziji. Pojav bočne erozije vodi v še večje deformacije pretočnega profila in pojave zdrsov ter usadov v strugo hudournika.

Slika7: Obravnavano območje hudournika.

2. Geološka sestava pobočja

Ob močnejših padavinah z večjo intenziteto prihaja do velikega sproščanja materiala. Geološko sestavo obravnavanega območja predstavljajo zelo pretrti plastoviti sivi dolomiti in apnenci (zgornji trias), nižje po pobočju pa se pojavlja pobočni grušč iz karbonatnih kamnin (slika 2) ter deluvialni sloj iz pobočnega grušča in preperinskega materiala (kvartar). V obdobjih intenzivnih padavin začne saturirani material drseti v strugo, kjer se prične pojav drobirskega toka.

Slika 2: Geološka sestava in struga hudournika.

3. Neurje v oktobru 2014

Problematično območje je zelo vodnato ter podvrženo lokalnim, izredno intenzivnim kratkotrajnim padavinam, kar vodi v hiter hudourniški odtok. Največ padavin je padlo na območju med Grahovim in Koritnico, lokalno prek 400 mm v manj kot 8 urah. Na zasebni merilni postaji v Grahovem je bilo v noči 21.10.2014 od 20:00 do 04:00 zabeleženih 400-420 mm padavin.

Padavine so bile najbolj intenzivne od 1 h do 4 h, kar pomeni, da je ta dan v treh urah padlo približno 260 mm dežja. Za padavinsko postajo Knežke Ravne je po podatkih ARSO 24-urna vsota padavin na dan 22.10.2014 znašala 149,9 mm. Kasnejša analiza padavinskega dogodka je pokazala, da so imele omenjene padavine za okoliške padavinske postaje povratno dobo približno 5 let, na ožjem območju Grahovo-Koritnica pa so bile padavine lokalno precej intenzivnejše in so imele povratno dobo približno 10 let.

Po zbranih informacijah lokalnih prebivalcev smo ugotovili, da so se večji pojavi drobirskih tokov zgodili leta 1993, 2004, 2007 in 2014, zato smo za daljše obdobje zbrali podatke za padavinsko postajo Knežke Ravne. Izkazalo se je, da imajo večji pojavi drobirskega toka povratno dobo približno 5-10 let in se pojavijo, ko lokalno na povodju pade več kot 200 mm

dežja v obdobju 2 do 4 ur. Po terenskih ogledih, analizah in zbranih informacijah ob izvedbi interventnih del je bilo ocenjeno, da se je na obravnavanem območju oktobra 2014 odložilo približno 800-1000 m^3 materiala, od tega približno 400-500 m^3 iz povirnega območja, ostalo se je sprostilo vzdolž potovanja vala v strugi na ocenjeni dolžini 300 m (slika 3).

Slika 3: Odloženi material in posledice po neurju jeseni 2014.

4. Razvoj sistemov podajnih pregrad za zaščito pred drobirskim tokom v svetu in Sloveniji

Podajne pregrade za zaščito pred drobirskim tokom so se razvile iz podajno lovilnih ograj za zaščito pred padajočim kamenjem, ki so bile naključno izpostavljene drobirskemu toku. Empirične izkušnje pri uporabi podajno lovilnih ograj v Evropi, Aziji in Severni Ameriki so pokazale, da so sistemi, ki so dimenzionirani na večje udarne energije sposobni zadržati udarni val ter volumen drobirskega toka. Za proučevanje vpliva drobirskega toka na podajne pregrade se je od leta 2000 izvedlo več poskusov, tako v naravi, kot v laboratoriju. V Sloveniji se je prva podajna pregrada zgradila po uničujočem dogodku leta 2007, ki je poškodoval partizansko bolnico Franja.

4.1 Testno polje Illgraben

Illgraben je eden najbolj aktivnih hudournikov v Švici, povprečno se pričakuje vsaj en dogodek drobirskega toka na leto. Hudournik in intenzivne vsakoletne pojave v njem je že od leta 2000 spremljal švicarski federalni inštitut za raziskovanje gozdov, snega in krajine (WSL). Iz tega razloga se je na tej lokaciji postavilo prvo testno polje za raziskovanje vpliva podajnih pregrad na drobirski tok. Dodatna prednost lokacije je enostavna možnost dostopa ter razpoložljivost vse potrebne infrastrukture za priklop merilnih naprav.

Slika 4: Testno polje v naravni velikosti na hudourniku Illgraben, Švica. Prazna (levo) ter zapolnjena podajna pregrada (desno). 18.05.2006 se je ob močnih nalivih iz zaledja sprostilo preko 15.000 m^3 materiala. 1.000 m^3 se je zadržalo za podajno pregrado, medtem ko se je preostanek brez poškodb prelil.

4.2 Poskusno polje Merdenson

Nadaljnje raziskave so potekale na hudourniku Merdenson (slika 5). Proučeval se je vpliv vgradnje serije več (treh) podajnih pregrad na dinamiko drobirskega toka. Pri vgradnji podajnih pregrad v nizu je zelo pomembna razdalja med pregradnimi profili. Naklon dna za zapolnjeno pregrado mora zagotavljati formiranje mirnega toka ter pojav stabilnega vodnega skoka tik pod pregrado, saj se le tako lahko zagotovi zadostna disipacija energije. Zaradi daljšega časovnega obdobja poskusov se je ocenila tudi erozijska odpornost konstrukcije zapolnjenih podajnih pregrad.

Slika 5: Niz pregrad na hudourniku Merdenson, Švica. Prazne (levo) ter polne pregrade (desno).

4.3 Laboratorijski poskus WSL

Izvedla se je serija sedmih laboratorijskih poskusov za proučevanje vpliva velikosti odprtin mreže glede na granulacijo premeščenega materiala. Poskus se je izvajal v laboratorijskem kanalu v naklonu s kvadratnim prerezom dimenzije 30x30 cm (slika 6). Za izvajanje poskusov se je uporabil material iz dejanskih hudournikov, vendar se je zaradi geometrijske omejitve kanala uporabila le frakcija manjša od 30 mm.

Slika 6 Kanal za analiziranje drobirskega toka. Laboratorij švicarskega federalnega inštituta za raziskovanje gozdov, snega in krajine (WSL).

4.4 Podajna pregrada VX160 Bolnica Franja

Neurje in hudourniški izbruh v letu 2007 je popolnoma uničil 14 izmed 16 objektov partizanske bolnišnice Franja ter skoraj vso originalno opremo. Za zaščito obnovljenih in restavriranih objektov se je nad območjem bolnice zgradila podajna pregrada tipa VX160 proizvajalca Geobrugg (slika 7). Sistem podajne pregrade je nadomestil prvotno načrtovano betonsko ločno pregrado višine 10 m, katere zaradi visokih zahtev kvalitete betona ni bilo možno zgraditi v drugače nedostopni soteski Pasice. Za transport in gradnjo podajne pregrade ter betonske pete se je poleg manjše gozdarske žičnice v večji meri uporabila ročna tehnika.

Slika 7: Prva podajna pregrada v Sloveniji: partizanska bolnica Franja.

4.5 Rezultati opazovanj

Pri načrtovanju sistema je potrebno upoštevati dinamične pritiske več zaporednih poplavnih valov, statične in hidrostatske pritiske na sistem ter upoštevati možnost prelivanja povsem zaplavljenega objekta. Izsledki večletnih raziskav kažejo da:

- Podajne pregrade lahko ob ustrezni zasnovi brez poškodb zadržijo ali zmanjšajo volumen drobirskega toka.
- Na obliko podajne pregrade pod obremenitvijo je možno vplivati s statično analizo konstrukcije (potek jeklenic, lokacija sidrišč). Ustrezna oblika zapolnjene pregrade ugodno vpliva na hidravliko (disipacija energije v podslapju) ter korozijsko odpornost (zmanjšanje abrazije).
- Za statično in dinamično analizo podajnih objektov je bil razvit simulacijski program FARO, ki deluje po metodi končnih elementov (Volkwein, 2005). Program je uspešno umerjen na podlagi rezultatov opazovanj.

- Prelivanje materiala preko podajne pregrade lahko postane projektna opcija v primeru, ko z eno pregrado ne moremo zadržati celotnega volumna drobirskega toka. V tem primeru vgradimo več pregrad v nizu, ki lahko tudi po zapolnitvi ohranjajo funkcijo klasičnih hudourniških pregrad.
- Večji kamniti bloki, ki potujejo s tokom nimajo bistvenega vpliva na pregrado. Trki so bili z merilnimi instrumenti zaznani, vendar niso presegali 5% največje skupne obremenitve podajne pregrade.
- Optimalne rezultate zadrževanja se doseže ob odprtini mreže in višini bazne odprtine, ki je približno enaka velikosti frakcije d_{90}.

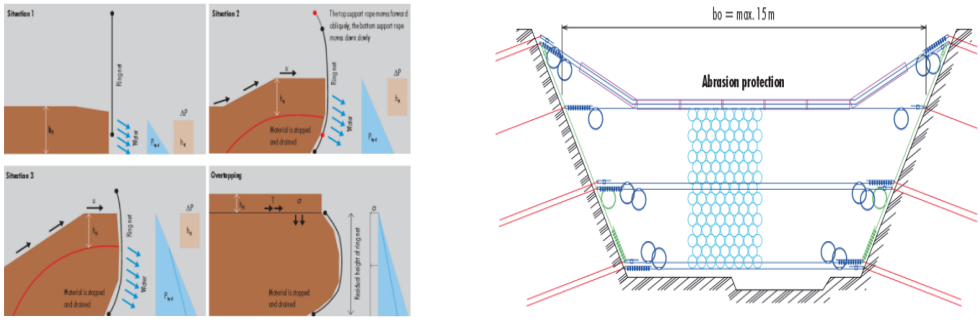
5. Načrtovanje podajne pregrade v Grahovem ob Bači

Predvidena rešitev v pregradnem profilu mora zagotavljati učinkovito disipacijo energije ter zadrževalni volumen. Zaželena je dostopnost z možnostjo praznjenja. Pregradni profil mora zagotavljati možnost ustreznega sidranja ter upoštevati geološke pogoje, v nasprotnem je sidranje sistema zahtevnejše in dražje. Kot ukrep za zadrževanje drobirskih tokov je bil izbran sistem podajne pregrade Geobrugg VX-140, skupne višine 5 m, širine 4,5 m na dnu ter 12,5 m na vrhu pregrade. Predviden zadrževalni volumen polne pregrade je cca. 250-300 m^3. Spodnja bazna odprtina v višini 0,5 m zagotavlja normalen odtok vode.

Ker so sposobnosti sistema preizkušene, dokazane in analizirane z opravljenimi poskusi 1:1, je bil za izračun obremenitve in potrebne nosilnosti podajno lovilne pregrade uporabljen s strani proizvajalca razvit računalniški program za dimenzioniranje sistema. V programu se je preverilo mejno stanje nosilnosti v primeru obremenitve pregrade z valom v velikosti 300, 400 in 500 m^3.

Konstrukcija je dimenzionirana na dinamične obremenitve več zaporednih drobirskih tokov gostote 2000 kg/m^3 in volumni do približno 500 m^3. Pretok drobirskega toka je ocenjen na podlagi enačbe Rickenmanna (Rickenmann, 1999), hitrost pa je izračunana na podlagi empirične enačbe Manning-Strickler. Za gruščnati tok s pretokom 17 m^3/s in hitrostjo vala 5 m/s, znaša izračunana dinamična obremenitev sistema $D_{k,d}$=101 kN/m^2, v primeru statične obremenitve znaša obtežba $S_{k,d}$=56 kN/m^2.

Zaradi nezanesljivosti vhodnih podatkov o konkretnih drobirskih tokovih in težko napovedljivih naravnih pojavih v prihodnosti, je glede na ogroženost območja smiselno upoštevati tudi določene varnostne faktorje za računske nosilnosti sistema (v tem primeru minimalno 1,50).



Slika 8: Prikaz obremenitve sistema (I. faza – dinamična obremenitev, II. faza – statična obtežba), shematski prikaz izbrane sidrane podajno lovilne pregrade (Geobrugg VX-140 brez vmesnih stebrov).

Ker je za izvedbo sidranja in montaže sistema potrebno upoštevati navodila izbranega proizvajalca glede vgrajevanja, ojačitvenih in sidrnih vrvi, zavor in sidrišč, je potrebno zagotoviti tudi ustrezno nosilnost geotehničnih sider za sidranje in napenjanje nosilnih jeklenih vrvi. Za izračun potrebne nosilnosti sidra (za izbran sistem F_s = 350 kN/sidro) je potrebno upoštevati podatke o obremenitvi sistema, ki so pridobljeni na podlagi testov v naravi ter računalniških in laboratorijskih simulacij, saj v nasprotnem ni možno zagotoviti predvidene nosilnosti sistema kot celote.

Za sidranje nosilnih vzdolžnih in stranskih vrvi je na posameznem boku pregrade predvideno sidranje sistema z devetimi sidri. Zaradi velikih dinamičnih obremenitev so tudi zahtevane nosilnosti posameznih sider precej visoke, saj v hudourniških strugah dostikrat ni mogoče zagotoviti ustrezne vpetosti sider v kvalitetno podlago. Omenjeno je lahko težava v neugodnih geoloških pogojih (pobočni grušč, ipd.), saj zagotavljanje tako velikih nosilnosti povsod ni mogoče, problematična je lahko tudi globalna stabilnost celotnega boka pregrade. V skladu z ugotovljenimi geološkimi pogoji je potrebno sidra ustrezno načrtovati in prilagoditi.

6. Zaključki

Podajne pregrade so objekti za zmanjševanje vplivov drobirskega toka. Če so pregrade ustrezno načrtovane, so sposobne zadržati tudi preostale vplive, kot na primer lesne naplavine, zrnske tokove ali snežne plazove. Prednost uporabe podajnih sistemov je predvsem ekonomičnost, saj jih je mogoče v relativno hitrem času postaviti tudi v najzahtevnejših in nedostopnih terenih.

Premer jeklenih obročev mora biti prilagojen granulometrični sestavi premeščenih sedimentov in se morajo čim bolj približati vrednosti d_{90}, kar nakazujejo laboratorijski testi. Smernice so uporabne tudi v primeru pojava zrnskega toka. Testiranja na hudournikih Illgraben in Merdenson izkazujejo, da so podajne pregrade ustrezen ukrep za zadrževanje drobirskih tokov manjših volumnov. V primeru gradnje niza podajnih pregrad se zadržani volumen ustrezno poveča, prav tako se z učinkom umirjanja toka zmanjša erozijski vpliv na brežine.

Empirični podatki o trajnosti takih objektov so znani predvsem za sisteme podajno lovilnih ograj za zaščito pred padajočim kamenjem, ki načeloma niso izpostavljeni učinkom tekočinske dinamike drobirskega toka. Z večletnimi raziskavami in testiranji podajnih pregrad so sistemi prišli na tak nivo, da lahko zagotovijo predvidljivo obnašanje ter s tem dolgoročno trajnost. Kljub temu je potrebno za zagotovitev trajnosti poskrbeti za ustrezno načrtovanje, ki obsega določevanje vrste in magnitude vplivov, izbiro varnostnih faktorjev, izbiro sistema, izbiro lokacije, kvalitetno statično in dinamično analizo sistema ter kvalitetno vgradnjo. Zaradi odročnih lokacij umestitve morajo biti zagotovljeni ustrezni in kvalitetni redni pregledi ter vzdrževanje podajnih pregrad.

Podajna pregrada v Grahovem ob Bači je načrtovana v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike in upošteva priznane izsledke znanosti in tehnike na področju varovanja pred drobirskim tokom. Vsi, ki so bili vključeni v projekt, vključno s projektantom, proizvajalcem sistema ter občinskimi organi, so tesno in konstruktivno sodelovali z namenom, da se izboljša varnost ogroženega dela naselja.

7. Viri

[1] BALUT, T., 2015. Podajno lovilna pregrada za drobirski tok. *Velike pregrade,* 2-3, 6-9.

[2] RICKENMANN, D., 1999. Empirical Relationships for Debris Flows. *Natural Hazards*,

19, 47-77.

[3] ROTH, A., DENK, M., ZÜND, T., 2006. Technischer Bericht und Bemessung, Milibach Meiringen, Murgangrückhalt Louwenenbach, Flexible Murgangrückhaltesysteme. Fatzer AG, Romanshorn.

[4] VOLKWEIN, A., 2005. Numerical Simulation of flexible rockfall protection systems. P*roc. Computing in Civil Engineering*. Cancun: ASCE.

[5] WENDELER, C. 2006. Techn. report laboratory experiments debris flow retention Gummen. WSL, Birmensdorf.

[6] WENDELER, C., VOLKWEIN, A., ROTH, A., HERZOG, B., HÄHLEN, N., WEGNER, M. 2008. Hazard prevention using flexible multi-level debris flow barriers. WSL, Birmensdorf.

[7] WENDELER, C., VOLKWEIN, A. 2015. Laboratory tests for the optimization of mesh size for flexible debris-flow barriers. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15*, 2597–2604.

[8] WENDELER, C., 2016. Debris Flow Protection Systems for Mountain Torrents. WSL, Birmensdorf.

[9] ZIMMERMANN, M., 2005. Geschiebeverhältnisse im Milibach, Thun.

NARAVNE IN UMETNE PREGRADE TER HIDRO-GEOMORFNI PROCESI

Blaž Komac, Matija Zorn

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, p. p. 306, 1001 Ljubljana

POVZETEK

V članku predstavljamo hidro-geomorfne procese, ki so povezani z naravnimi in umetnimi pregradami. Ob zajezitvah, ki nastajajo za pregradami, prihaja zaradi različnih vzrokov, kot je nihanje vodne gladine, do proženja zemeljskih plazov in skalnih podorov. Takšni pojavi lahko povzročijo prelitje ali podrtje pregrad. Predstavljamo tovrstne povečini spregledane pojave v Sloveniji ter nekaj večjih pojavov po svetu.

Ključne besede:

geografija, umetne pregrade, plazovne pregrade, porušitev jezov, poplave, prožnost

1. Uvod

Pobočni procesi posebej na potresno dejavnih območjih povzročajo zajezitve. Pobočni procesi pa so povezani tudi z umetnimi pregradami, saj lahko nastanejo med njihovo gradnjo ali ob polnjenju jezov (Komac, Natek in Zorn 2008; Komac in Zorn 2016). V prispevku obravnavamo vpliv naravnih zajezitev na pobočne procese in obratno, vpliv pobočnih procesov na zajezitve oziroma z njimi povezane poplave. V tem smislu obravnavamo tudi umetne zajezitve.

2. Naravne pregrade

2.1 Porušitve naravnih pregrad po svetu

Na potresno ogroženih območjih so zemeljski plazovi in skalni podori pogosto tako veliki, da prekrijejo dolinsko dno, ga zatrpajo in ustvarijo tudi več sto metrov visoke pregrade. Za njimi po navadi že v nekaj dneh nastanejo jezera. Pregrade pomenijo dvojno nevarnost: jezero zalije naselja nad njimi, ogrožena so tudi naselja pod njimi. Na Novi Zelandiji so evidentirali 232, v Švici 31, na Kitajskem pa kar 1239 naravnih pregrad. Na tak način je na primer nastalo Davoško jezero (Korup 2002; Bonnard 2011).

Več kot polovica (55 %) naravnih pregrad se podre že po enem tednu, večina (89 %) pa v času enega leta. V prvem mesecu po nastanku se poruši 65 % pregrad, petina ostane stabilnih leto dni, desetina pa več kot deset let. Največ pregrad se podre zaradi prelitja. Voda v plazovini ustvari strugo ter jo nato zaradi velikega strmca hitro erozijsko poglobi in razširi. Večji prerez omogoči še večji pretok, dokler pozitivna povratna zveza ne privede do podrtja jezu in hipnega razlitja preostale vode. Poplavni val je po navadi zelo velik in uničujoč. Nekateri jezovi se podrejo zaradi pronicanja vode skozi porozne sedimente plazov, drugi pa zaradi nastanka sekundarnih plazov na pregradi ali na pobočjih nad jezerom. Do podrtja ne pride, če gradivo sestavljajo veliki kamninski bloki in je gradivo dovolj porozno, da je mogoče pronicanje vode ali če je površina jezera tako velika, da izhlapevanje uravna pritok vode. Prelitje lahko prepreči

človek z odstranjevanjem gradiva ali kopanjem kanalov (Schuster 1986; Costa in Schuster 1998; 1991; Evans in ostali 2011; Tacconi Stefanelli, Catani in Casagli 2015).

Ob podrtju jezu na reki Bairaman v Papui Novi Gvineji je nastal 80 m debel drobirski tok, ki je še 39 km pod jezom meril 8 m. Pregrada podora 'La Josefina' na reki Paute v Ekvadorju se je porušila po 26 letih, reka je poplavljala v dolžini 100 km. Drobirski tok je nastal tudi po preboju pregrade pri gori Cayley v Kanadi. V severni Italiji je podor leta 1404 zajezil dolino Passer. Nastalo je 50 m globoko in 1 km dolgo jezero (Wildsee), ki je obstajalo skoraj 400 let. V tem času je večkrat prišlo do porušitve delov pregrade. Leta 1409 je zaradi poplave kot posledice delnega podrtja v 25 km dolvodno ležečem Meranu umrlo 400 ljudi. Leta 1786 je zaradi zrušenja pregrade, ki je po potresu z magnitudo 7,7 nastala na reki Dadu v Sečuanu na Kitajskem, umrlo 100.000 ljudi. Ob potresu februarja 1783 v Kalabriji je nastalo 215 zajezitvenih jezer. Februarja 1911 je potres z magnitudo 7,6 v Pamirju v Tadžikistanu sprožil kamniti zdrs velikosti 2 km^3. Nastal je 600 m visok jez, ki je največji znani naravni ali umetni jez na svetu. Njegova gladina narašča za 18,5 cm na leto. V dolini Mayunmarca v Peruju se je aprila 1974 sprožil zemeljski plaz velikosti 1,2 km^3 in ustvaril zajezitveno jezero. Decembra 1960 je ob enem najmočnejših zgodovinskih potresov doslej z magnitudo 9,5 na obali južnega Čila zemeljski plaz s 40 milijoni m^3 gradiva zajezil reko Río San Pedro. Ob potresu leta 2008 v provinci Sečuan na Kitajskem so plazovi zajezili najmanj 34 rek. Na zemeljskem plazu, ki je ustvaril jezero Tangjiashan na reki Jianjiang, so skopali kanal, po katerem je voda začela odtekati iz jezera, s čimer so zmanjšali možnost porušitve pregrade. Pod jezom živi 1,3 milijona ljudi (Komac in Zorn 2016).

2.2 Porušitve naravnih pregrad v Sloveniji

V Sloveniji so bili številni takšni pojavi ob koncu pleistocena. V Srpeniškem jezeru, ki je nastalo za podorom Kuntri, in je segalo v Bovško kotlino, se je odložilo več kot 200 m jezerske krede. Zdrs s Trnovskega gozda pri Selu je verjetno zajezil, gotovo pa preusmeril tok Vipave (Komac in Zorn 2016). Ob Idrijskem potresu 26. marca 1511 je skalni podor s Kobalovega hriba zajezil Idrijco, jezero naj bi zalilo rudnik živega srebra. Takrat so potresni podori zaprli promet čez pomembno gorsko cesto čez Predel, saj naj bi se "dva sosednja hriba zrušila en proti drugemu in zaprla cesto v Nemčijo." (Cecić 2011, 28). Približno deset milijonov m3 gradiva izpod Planskega vrha je za nekaj časa zajezilo Savo na območju Jesenic. V jezeru, ki je segalo do Hrušice, se je odložilo 10 m jezerske krede. Podoben učinek sta imela podora v Radovni in dolini Tolminke, katerega gradivo je doseglo območje Tolmina (Komac in Zorn 2016). Po hudem deževju leta 1811 je plaz s Plesišča pri Fali zasul Radoljno. Naravni jez je voda po kratkem času predrla, tako da je »... pol ure naprej oddaljeno lovrenško fužino tako rekoč posnela in ni bilo več videti, kje je stala. Veliko kladivo, ki tehta nekaj stotov, so valovi odnesli. Po daljšem času so ga našli v Dravi pol ure pod Mariborom, voda ga je valila skoraj 4 milje daleč« (Trontelj 1997, 109). Ob poplavah 4. in 5. julija 1954 je zemeljski plaz zajezil Hudinjo na Dobrnici. Ko ga je voda prebila, »... se je začela razlivati s silovito močjo in po glavni cesti do Vojnika drla od 1,5 do 2 m na visoko. Vojnik je bil zalit v 20 minutah. Vodni val je odnesel gasilski dom s temelji vred, šest gospodarskih poslopij, povsem pa je uničil številne kmetije. Železni most prek Hudinje je voda zaradi pritiska naplavljenih hlodov in drugega materiala premaknila za 400 m ... Svet med Višnjo vasjo in Vojnikom je bil nasut 80 cm na debelo s prodnimi in peščenimi naplavinami, ali pa je ostal popolnoma brez prsti ... Od Vojnika proti Celju so vode prihrumele kot nad 1 m visok in 200 m širok vodni val. Po izlivu Hudinje v Voglajno je nastalo jezero, ki je zajemalo svet med Štorami na vzhodu, Arjo vasjo na zahodu in Škofjo vasjo na severu. V Celju so bile ulice pod 150 do 200 cm globoko vodo ... v mestu je voda porušila sedem mostov« (Jesenovec 1995, 32–33). Plazovno jezero je nastalo tudi v Podvolovjeku leta 1990, ko je Tratičnikov plaz 20 m na debelo in 200 m na široko zaprl pot Lučnici. V nekaj urah je nastalo 10 do 15 m globoko jezero, ki je segalo kilometer in pol po dolini navzgor. Po predrtju pregrade je dvometrski poplavni val razdejal del Luč. Leta 2004 je skalni podor v Pologu zajezil Tolminko, nastalo je manjše jezero (Komac, Natek in Zorn 2008; Komac in Zorn 2009).

3. Umetne pregrade

Po podatkih Svetovne komisije za jezove (Dams … 2000) je bilo na svetu do začetka 20. stoletja zgrajenih nekaj sto večjih pregrad. Njihovo število je do sredine 20. stoletja naraslo na 5000, do konca stoletja pa je preseglo 45.000. Na svetu je 1000 jezov, ki so višji od 15 m in zadržujejo vsaj 500 milijonov m^3 vode. Samo na Kitajskem je več kot 85.000 »večjih« jezov, »manjših« pa več milijonov. V Indiji je več kot 4000, v Rusiji pa 2000 »večjih« jezov (Fuggle in Smith 2000; Malik in ostali 2000; Rangachari in ostali 2000).

3.1 Porušitve umetnih pregrad po svetu

Pri vsaki umetni zajezitvi je mogoča porušitev pregrade. Na zahodu Združenih držav Amerike se je v obdobju 1990–2008 letno porušilo prek 30 jezov, skupaj 566. Pogosto so v nevarnosti naselja, saj pri porušenju nastane hiter in visok poplavni val. Razlita voda povzroča zaradi velike energije tudi veliko škode in erozijo. Nekatera območja zato postanejo neprimerna za kmetijsko dejavnost ali bivanje. Ta pojav so zato izkoriščali v vojaške namene (Komac in Zorn 2016).

Številne porušitve so posledica ekstremnih vremenskih razmer. Januarja 1959 se je po obilnem deževju porušil 34 metrov visok betonski jez v Vega de Tera v Španiji. Osem milijonov m3 vode je po 20 minutah uničilo 5 km oddaljeno naselje Rivaldelago, v katerem je umrlo 144 ljudi. V Argentini se je januarja 1970 ob neurju podrl 15 metrov visok kamnito-betonski jez na reki Mendoza. Dvometrski poplavni val je uničil domove 500 ljudi, umrlo je 40 ljudi. Avgusta 1975 je ob tajfunu v kitajski provinci Henan v treh dneh padlo 1605 mm padavin, zaradi česar se je porušil jez Banqiao na reki Ruhe. Poplavljenih je bil milijon hektarov zemljišč, več kot 100 km železniške proge Peking-Guangzhou, umrlo je več kot 20.000 ljudi. Leta 1993 je ob porušitvi betonskega jezu Gouhou v isti provinci umrlo 1200 ljudi. Ob tropskem ciklonu Alberto leta 1994 se je v ameriški zvezni državi Georgija porušilo 200 manjših jezov. 6. novembra 1977 se je ob obilnih padavinah podrl jez Kelly Barnes v isti ameriški zvezni državi. V poplavi z najvišjim pretokom približno 7300 m^3/s je umrlo 39 ljudi. Septembra 1985 se je na reki Öre na Švedskem podrl 16 m visok zemeljski jez. V 45 minutah so odtekli trije milijoni m^3 vode. Vodni tok s pretokom velikostnega reda 1000 m^3/s je v dolžini dva kilometra izdolbel novo strugo (Komac in Zorn 2016).

Leta 1925 se je ob potresu porušil 200 metrov dolg in 7,5 m visok jez iz zemlje Sheffield severno od naselja Santa Barbara v Združenih državah Amerike. Ob potresu je prišlo do utekočinjenja materiala, ki je gradil jez (Komac in Zorn 2016).

Za številne porušitve ne poznamo povoda, temveč gre za preplet različnih vzrokov. Decembra 1976 se je porušil 66 metrov visok jez na reki Revan. 22 milijonov m^3 vode je uničilo mesto Fréjus v Franciji, umrlo je 421 ljudi. Leta 2002 se je podrl jez Zeyzoun v severni Siriji. Odteklo je približno 71 milijonov m^3 vode, ki je poplavila 8000 km^2 zemljišč 350 km severno od Damaska. Umrlo je 20 ljudi. Marca 2004 se je podrl 15 m visok zemeljski jez na reki Bay Creek v ameriški zvezni državi Misisipi. Petmetrski poplavni val je porušil več kot sto stavb. Decembra 2005 se je na podnožju Profit Mountain v Združenih državah Amerike porušil 30 dolini je odteklo 2000 m^3 vode; umrlo je več ljudi. Na reki Snake v ameriški zvezni državi Idaho se je junija 1976 ob prvem polnjenju zaradi napake pri načrtovanju podrl 93 metrov visok jez iz zemlje in odteklo je 300 milijonov m^3 vode. Bilo je »le« enajst žrtev, ker so prebivalce spodaj ležečih naselij pravočasno posvarili pred nevarnostjo (Komac in Zorn 2016). Februarja 2017 je po močnem deževju prišlo do prelivanja in močne erozije na jezu Oroville v Kaliforniji, evakuirali so skoraj 190.000 ljudi (Petkovšek 2017).

3.2 Porušitve umetnih pregrad v Sloveniji

V Sloveniji je 47 pomembnejših pregrad. Tri so v Primorju, v Posočju štiri, v Posavju sedem, v Pomurju osem, v Podravju enajst in v Posavinju trinajst. Med njimi je le ena z majhno do srednjo nevarnostjo za porušitev, 40 % je srednje nevarnih, 46 % srednje do visoko nevarnih,

desetina pa je visoko nevarnih. Najbolj nevarne so pregrade v Posočju (ocena 4,5 na lestvici od 1 do 5, kjer 5 pomeni najvišjo nevarnost), sledi Posavje (3,9), Primorje (3,7) ter enako ocenjene regije Posavinje, Pomurje in Podravje (3,5) (preračunano po Kryžanowski in ostali 2012).

Glede na zgornje navedbe bi morala biti sanacija nujna na skoraj vseh pregradah (Petkovšek 2017), kar pomeni, da ob neustreznem ukrepanju porušitve niso izključene.

Iz zgodovine poznamo porušitve umetnih jezov, ki pa so bile manjšega obsega. Na Pšati so ob regulacijah pri Mengšu zgradili jez. Ko se je 10. aprila 1968 porušil, je voda zalila 15 ha obdelovalnih zemljišč pri Jabljah, v Trzinu in Depali vasi. Ob poplavah Drave jeseni 1998 je v Dupleku popustil jez gramoznice, Drava je vdrla v naselje in v kratkem času poplavila približno 350 hiš (Komac in Zorn 2016). Poplavni val, sicer posredno povezan z obilnimi padavinami, lahko povzročijo tudi upravljavci hidroelektrarn. V začetku novembra 2012 je pretok Drave zaradi načrtno povečanega dotoka iz avstrijskih zajezitev dosegel najvišje izmerjene vrednosti. Posledična poplava je povzročila precejšno gmotno škodo (105 milijonov evrov), ki bi bila pri le naravnem pretoku za tretjino do polovico manjša (Ocena škode … 2013).

4. Nestabilnosti pobočij zaradi nihanja vodne gladine

Pojavi nestabilnosti zaradi nihanja gladine nastajajo ob morskih obalah, za naravnimi in umetnimi pregradami ter na obalah rek in kanalov. Spremembe vodne gladine vplivajo na raven podtalnice in s tem na stabilnost bregov. Poveča se porni tlak, zmanjša se strižna trdnost in pojavijo se nestabilnosti.

Verjetno najbolj znana tovrstna katastrofa Evropi je bil vajontski zdrs v Italiji. 9. oktobra 1963 je 1,8 km dolg in 1,6 km širok kamniti zdrs zgrmel v zajezitveno jezero s 115 milijoni m^3 vode. Prek pregrade se je proti dolini Piave izlilo 25–30 milijonov m^3 vode, 70-metrski poplavni val je v naseljih Longarone, Pirago, Villanova, Rivalta in Faé vzel več kot 2000 življenj, betonski jez pa je ostal skoraj nepoškodovan (Semenza 2001; Barla in Paronuzzi 2013; Genevois in Tecca 2013). Ob gradnji Panamskega prekopa v Panami so zaradi nevarnosti plazenja nenačrtovano premaknili 40 milijonov m^3 gradiva, kar je toliko kot za 15 Keopsovih piramid. Prekop so napolnili z vodo leta 1913, a ga zaradi pogostega plazenja še leto dni niso odprli za promet. Plovba je bila zaradi plazov močno otežena v letih 1931 in 1974, leta 1986 pa so ga zaradi tovrstne nevarnosti skoraj zaprli za promet. Na Japonskem se je za umetnimi pregradami med letoma 1956 in 1997 sprožilo 20 zemeljskih plazov. Med gradnjo jezu Grand Coulee v ameriški zvezni državi Washington se je v nevezanih ledeniško-rečnih sedimentih med letoma 1941 in 1953 na obali Rooseveltovega jezera na reki Columbia sprožilo približno 500 zemeljskih plazov – povprečno več kot 40 letno. Do podobnega pojava je prišlo tudi na Češkem v jezeru Nechranice. Pregrado so zgradili leta 1968, leto kasneje pa se je med nižanjem gladine jezera z 270 m na 252 m sprožilo več zemeljskih plazov. Do nestabilnosti je prišlo med polnjenjem jezer Orava na istoimenski reki na Slovaškem in Włocławek na reki Visli na Poljskem. Podobne primere poznamo iz Romunije, na primer zemeljski plaz, ki se je sprožil v akumulacijsko jezero Siriu. Ob izjemni oseki v 40. letih prejšnjega stoletja je v pokrajini Zeeland na Nizozemskem morska gladina upadla za 2,8 do 4,6 m bolj kot običajno, zaradi česar so na obali nastali številni peščeni tokovi. Na jezeru Tablachaca v vzhodnem Peruju se je v 70. letih prejšnjega stoletja začel premikati fosilni kamniti zdrs in ogrozil 80 m visok jez. V Španiji sta se sprožila fosilna plazova v zajezitvi Cortes na reki Júcar (Schuster 1979; Komac in Zorn 2016).

5. Zaključki

V članku smo predstavili nekaj primerov zajezitev zaradi naravnih pregrad ter posledice porušitev naravnih in umetnih pregrad, kot tudi pobočne procese, ki nastajajo za pregradami,

predvsem zaradi spremijanja ravni podtalnice v pobočjih zaradi nihanja gladine jezer. Naravnih zajezitev zaradi velikosti pogosto ne moremo preprečiti, lahko pa s hitrim ukrepanjem preprečimo večje posledice ob njihovih porušitvah. Pri umetnih pregradah je za preprečitev porušitev nujno njihovo stalno vzdrževanje.

6. Viri

[1] BARLA, G., PARONUZZI, P., 2013. The 1963 Vajont landslide: 50th anniversary. Rock Mechanics and Rock Engineering, 46 (6), 1267–1270.

[2] BONNARD, C., 2011. Technical and human aspects of historic rockslide-dammed lakes and landslide dam breaches. V: S.G. Evans, R.L. Hermanns, A. Strom, G. Scarascia-Mugnozza, ur. Natural and Artificial Rockslide Dams. Berlin: Springer, 101–122.

[3] CECIĆ, I., 2011. Idrijski potres 1511 – kaj pravzaprav vemo o njem? Geografski obzornik, 58 (1), 24–29.

[4] COSTA, J.E., SCHUSTER, R.L., 1988. The formation and failure of natural dams. Geological Society of America Bulletin, 100 (7), 1054-1068.

[5] COSTA, J.E., SCHUSTER, R.L., 1991. Documented Historical Landslide Dams from Around the World. U. S. Geological Survey Open-File Report, 91-239. Vancouver: U. S. Geological Survey.

[6] DAMS and Development: A New Framework. The report of the World Commission on Dams (2000). Medmrežje: http://www.unep.org/dams/WCD/report/WCD_DAMS%20report.pdf [dostop 11. oktober 2016]

[7] EVANS, S.G., HERMANNS, R.L., STROM, A., SCARASCIA-MUGNOZZA, G., ur. 2011. Natural and Artificial Rockslide Dams. Berlin: Springer.

[8] FUGGLE, R., SMITH, W.T., 2000. Large Dams in Water and Energy Resource Development in the People's Republic of China. Cape Town: World Commission on Dams.

[9] GENEVOIS, R., TECCA, P.R., 2013. The Vajont landslide: state-of-the-art. Italian Journal of Engineering Geology and Environment - Book Series 6: International Conference on Vajont – 1963–2013 - Thoughts and Analyses After 50 Years Since the Catastrophic Landslide. Padua, 15–39.

[10] JESENOVEC, S., ur. 1995. Pogubna razigranost – 110 let organiziranega hudourničarstva na Slovenskem 1884–1994. Ljubljana: PUH.

[11] KOMAC, B., NATEK, K., ZORN, M., 2008. Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Geografija Slovenije, 20. Ljubljana: Založba ZRC.

[12] KOMAC, B., ZORN, M., 2009. Pokrajinski učinki skalnega podora v Pologu. Geografski vestnik, 81 (1), 37–50.

[13] KOMAC, B., ZORN, M., 2016. Naravne in umetne pregrade ter z njimi povezani hidro-geomorfni procesi. Geografski vestnik, 88 (2), 69–90.

[14] KORUP, O., 2002. Recent research on landslide dams–a literature review with special attention to New Zealand. Progress in Physical Geography, 26 (2), 206–235.

[15] KRYŽANOWSKI, A., ŠIRCA, A., HUMAR, N., RAVNIKAR TURK, M., ŽVANUT, P., ČETINA, M., RAJAR, R., DETELA, I., POLIČ, M., 2012. Zemeljske in betonske vodne pregrade strateškega pomena v RS - VODPREG. Raziskovalno poročilo. Ljubljana: Zavod za gradbeništvo Slovenije.

[16] MALIK, L.K., KORONKEVICH, N.I., ZAITSEVA, I.S., BARABANOVA, E.A., 2000. Development of Dams in the Russian Federation and NIS Countries. Cape Town: World Commission on Dams.

[17] OCENA škode zaradi poplave Drave 5. in 6. 11. 2012: Končno poročilo, 18. 9. 2013. Ljubljana: Inštitut za vode Republike Slovenije. Medmrežje: http://www.izvrs.si/project/ocena-skode-zaradi-poplave-drave-5-in-6-11-2012-koncno-porocilo-18-9-2013/ [dostop 11. oktober 2016]

[18] PETKOVŠEK, J. 2017. Država podcenjuje možnost zrušenja zemeljskih pregrad. Delo, 17. 2. 2017.

[19] RANGACHARI, R., SENGUPTA, N., IYER, R.R., BANERJI, P., SINGH, S., 2000. Large Dams: India's Experience. Cape Town: World Commission on Dams.

[20] SCHUSTER, R.L., 1979. Reservoir-induced landslides. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 20 (1), 9–15.

[21] SCHUSTER, R.L., ur. 1986. Landslide Dams: Processes, Risk and Mitigation. New York: American Society of Civil Engineers.

[22] SEMENZA, E., 2001. La storia del Vaiont; raccontata dal geologo, che ha scoperto la frana. San Bartolomeo in Bosco: Tecomproject.

[23] TACCONI STEFANELLI, C., CATANI, F., CASAGLI, N., 2015. Geomorphological investigations on landslide dams. Geoenvironmental Disasters, 2 (21), 1–15.

[24] TRONTELJ, M., 1997. Kronika izrednih vremenskih dogodkov XX. stoletja. Ljubljana: Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije.

MODELIRANJE TRANSPORTA PLAVIN NA MURI MED GORNJO RADGONO IN VERŽEJEM

Tijana Mićić, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž., mag. Smiljan Juvan, univ. dipl. inž. gradb.

Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o.

POVZETEK

Študija transporta plavin na Muri je bila izdelana v okviru načrtovanja hidroelektrarne Hrastje-Mota (v nadaljevanju HE). Poznavanje hidravličnih parametrov toka in sedimentov pri različnih robnih pogojih je ključnega pomena za načrtovanje in umeščanje načrtovane He v prostor. Za simulacijo vpliva je bil uporabljen 1D hidravlični model HEC-RAS (verzija 5.0, marec 2016), ki poleg hidravličnega modula vsebuje tudi modul za simulacijo transporta plavin. V nalogi smo modelirali 19,5 km dolg odsek Mure od mostu v Gornji Radgoni do Veržeja. Osnovo za račun transporta plavin je predstavljal umerjeni hidravlični model. Model transporta plavin je bil umerjen na podlagi meritev prečnih profilov Mure v letih 1980/84 in 2009/10. Umerjanje modela transporta plavin se je izkazalo za zahtevno nalogo, v okviru katere so bile testirane različne transportne enačbe. Za transport rinjenih plavin je bila izbrana enačba Meyer-Peter Muller-ja, v kateri je bilo potrebno umerjati več kalibracijskih parametrov enačbe.

Ključne besede:

transport rinjenih plavin, 1D matematično modeliranje, transportne enačbe, enačba Meyer-Peter Muller, umerjanje modela

1. Uvod

Modeliranje transporta plavin sodi med manj raziskana področja matematičnega modeliranja. Napovedovanje transporta je zapleten in kompleksen proces, saj je gibanje plavin izrazito tridimenzionalno. Kljub temu, pa lahko z enodimenzionalnimi (1D) modeli zelo dobro ponazorimo tendence transporta sedimentov, saj se glavnina gibanja sedimentov odvija v vzdolžni smeri.

V okviru načrtovanja HE Hrastje-Mota na Muri je bilo potrebno poseg obravnavati tudi z vidika zagotavljanja kontinuitete premeščanja rinjenih in lebdečih (suspendiranih) plavin dolvodno od pregrade. Uporaba 1D modela se je glede na skope razpoložljive podatke in njihovo kakovost o geometriji struge, analizah proda, dnevnih/urnih pretokih ter neobstoječih podatkih o prodonosnosti in zrnavostni sestavi dotekajočih plavin, izkazala kot upravičena izbira orodja za modeliranje transporta plavin na Muri. Prav tako so ureditve oblikovanja akumulacije HE Hrastje-Mota (nasipi) načrtovane zelo blizu osnovne struge, kar dodatno upraviči izbor modela. Ena od osnovnih nalog modeliranja je tudi umerjanje matematičnega modela. Slednje se je izkazalo za razmeroma zahtevno nalogo tako pri umerjanju hidravličnega kot tudi transportnega modela.

2. Območje obravnave

Mura v Slovenijo priteče kot mejna reka med Slovenijo in Avstrijo (mejna Mura). Od Gornje Radgone do Razkrižja teče samo po slovenskem ozemlju (notranja Mura), nato pa postane ponovno mejna reka med Slovenijo in Hrvaško. Projektno območje izgradnje HE Hrastje Mota obsega odsek notranje Mure od mostu v Petanjcih do AC mostu čez Muro v Vučji vasi. Za izdelavo modela transporta plavin je bilo projektno območje nekoliko razširjeno, saj postavitev robnih pogojev na rob projektnega območja ni priporočljivo zaradi nezanesljivega obnašanja modela na robovih. Za izdelavo matematičnega modela transporta plavin je bil model na gorvodnem odseku podaljšan do mostu v Gornji Radgoni, dolvodno pa do Veržeja.

3. Vhodni podatki za modeliranje transporta plavin

Za račun transporta rinjenih in suspendiranih plavin je bil uporabljen 1D matematični model HEC-RAS (verzija 5.0, marec 2016), za katerega je značilno, da se geometrija vodotoka vključno z inundacijskim prostorom opiše s prečnimi profili. Račun temelji na reševanju kontinuitetne enačbe za določitev količine (volumna) erodiranega in odloženega materiala, pri tem pa upošteva algoritme za razvrščanje sedimentov in odpornost krovne plasti (armoring).

Osnova modela transporta sedimentov je hidravlični model, kjer se nestalni tok (hidrogram) ponazori s serijo stalnih pretokov različnega trajanja. Za vsak pretok model v vseh prečnih profilih izračuna gladino, energijo, hitrost, globino in druge parametre. Na podlagi teh parametrov, trajanja posameznega pretoka ter izbrane enačbe za transport sedimentov model izračuna potencialno transportno sposobnost in volumen transportiranega ali odloženega materiala (sedimenta) znotraj posameznega odseka ter osveži geometrijo prečnega profila, ki nato predstavlja vhodni podatek v naslednjem računskem koraku ter tako ponavlja proces za celotno serijo stalnih pretokov iz hidrograma. Čeprav nova verzija programa HEC-RAS 5.0 (marec 2016), ki je bila uporabljena za izdelavo študije, omogoča tudi nestacionarni izračun transporta sedimentov, je slednja izšla šele v zaključni fazi izdelave te študije, testna verzija HEC-RAS 5.0-beta (avgust 2015) pa je vsebovala še vedno preveč napak (ni deloval pregledovalnik rezultatov), da bi lahko to funkcijo testirali tudi v tem projektu.

Osnovo za izdelavo kvalitetnega modela transporta plavin predstavljajo vhodni podatki. Čeprav na Muri obstajajo razmeroma dobre in predvsem dolgotrajne meritve pretokov, temperature ter količine suspendiranih delcev, pa še vedno obstajajo številne vrzeli v podatkih, predvsem na področju meritev rinjenih plavin (količine in zrnavosti) ter geodetskih meritev prečnih profilov notranje Mure.

Geometrija

Osnovo za umerjanje modela predstavljajo merjeni prečni profili na obravnavanem odseku. Slednji se na mejni Muri merijo periodično na 3 leta, medtem ko so bili profili na celotnem odseku notranje Mure merjeni le leta 1980/84 in 2009/10.

Hidrološki podatki

Od hidroloških podatkov smo imeli za kalibracijsko obdobje (1980-2010) na razpolago skoraj celotni niz dnevnih pretokov, medtem ko so se urni pretoki pričeli beležit šele po letu 1993. Za model transporta sedimentov so bili zato uporabljeni dnevni pretoki. Takšen pristop tudi nosi določeno negotovost pri izračunu transporta rinjenih plavin. Predvsem ob nastopu poplavnih dogodkov lahko urne vrednosti pretokov močno variirajo od dnevne vrednosti.

Temperatura

Za obravnavan odsek Mure se na v.p. Gornja Radgona podatki o temperaturi merijo skoraj neprekinjeno od aprila 1980. Do krajše prekinitve je prišlo le v letu 1984 in 1986. Temperatura vode je povezana z viskoznostjo, zato lahko že sprememba temperature vode za nekaj stopinj znatno vpliva na transportno kapaciteto. Hladna voda ima večjo viskoznost od tople, kar se kaže v povečani transportni sposobnosti vodotoka. Prav tako viskoznost vpliva na hitrost usedanja suspendiranih delcev, in sicer se hitrost usedanja zmanjšuje s padanjem temperature.

Zrnavost

V skladu s projektno nalogo so bili na 5 različnih lokacijah vzdolž obravnavanega odseka odvzeti tudi vzorci proda, za katere so bile izdelane sejalne krivulje. Rezultati sejalnih analiz so pokazali, da se d50 (premer zrna plavin, od katerega je manjših 50 % zrn) na obravnavanem odseku Mure giblje od 19,5-41,7 mm, in sicer pada v smeri dolvodno po strugi. V povprečju je d50=27,5 mm (veliki prodniki). Srednja (artimetična) vrednost zrna (dm) pa znaša na obravnavanem odseku od 25-53 mm.

Dotok rinjenih/suspendiranih plavin na zgornjem robnem pogoju

Podlaga za določitev količine dotoka rinjenih plavin na zgornjem robnem pogoju modela je bila študija »Analiza stanja struge mejnega odseka reke Mure« [1]. Na podlagi primerjave prečnih profilov mejne Mure je bilo v tej študiji ugotovljeno, da se v odsek notranje Mure na letni ravni transportira v povprečju ca. 22.800 m^3 rinjenih plavin, kar je bil vhodni podatek tudi v modelu transporta plavin.

Na podlagi dnevnih meritev suspendiranih snovi na v.p. Gornja Radgona smo lahko za obdobje 1980-2005 izračunali letne količine transporta suspendiranih snovi. Po letu 2005 je v nizu meritev preveč prekinitev za konkretnejše analize. Izračunana povprečna letna količina transporta suspendiranih plavin v obdobju 1980-2005 je ca 400.000 ton oz. 270.000 m^3. Od povprečja najbolj izstopata leti 2003 in 1989. Leta 2003 je bilo tudi hidrološko najbolj sušno leto, saj so v povprečju pretoki na v.p. Radgona bili kar za 35 % nižji od dolgoletnega povprečja.

4. Umerjanje modela (rinjene plavine)

Umerjanje modela je potekalo v dveh korakih. Prvi korak je predstavljal umerjanje hidravličnega modela, kjer smo uporabili modul s fiksnim dnom za izračun gladin, drugi korak pa je predstavljal umerjanje modela transporta sedimentov, za katerega smo uporabili modul z gibljivim dnom.

Za namen modeliranja prodonosnosti je pomembno predvsem dogajanje znotraj struge, kjer je proces premikanja proda največji, zato je pri umerjanju 1D modela pomembna pravilna delitev pretoka med strugo in inundacijo. Inundacije lahko prevzamejo del pretoka, ki se razlije iz matice struge, takrat se v inundaciji vzpostavi vzporedni tok, ki ga lahko prav tako opišemo z 1D modelom, vendar pa je potrebno hkrati upoštevati, da se pri zelo širokih inundacijah z oddaljenostjo od struge hitrost vode zmanjšuje oz. voda celo stoji. Inundacija na tem delu ima vlogo zadrževalnega volumna, vendar pa aktivno ne prispeva k pretočnosti profila. Na podlagi tega je lahko umerjanje 1D hidravličnih modelov vodotokov z zelo širokimi poplavnimi ravnicami zelo zahtevna naloga.

Transport plavin se v modelu računa po transportnih enačbah, ki so razvite za določene meje zrnavosti in za različne tipe vodotokov. Izbor prave enačbe je tako ena od pomembnejših nalog modeliranja. Na žalost obstoječe enačbe ne pokrivajo celotnega spektra zrnavosti (od melja do velikih prodnikov), zato je pri modeliranju potrebno sprejeti določene predpostavke in izhodišča. Mura je v obstoječem stanju prodonosen vodotok, kjer suspendirane plavine bolj

ali manj ostajajo v lebdečem stanju in se transportirajo dolvodno, tiste, ki pa se usedejo pa nimajo pomembnejšega vpliva pri formiranju dna. Iz tega razloga smo, za izračun kalibracijskega modela in modela prognoze obstoječega stanja, suspendirane delce zanemarili ter za račun rinjenih plavin uporabili enačbo Meyer Peter Muller (MPM). Za stanje prognoze z umestitvijo HE pa imajo lahko suspendirane plavine pomembnejšo vlogo, zato smo za račun transporta v načrtovanem stanju uporabili kombinacijo enačbe skupnega transporta Ackers-White ter enačbe Krone in Parthenaides. Po slednji se računa transport frakcij gline in melja.

V osnovi smo model transporta umerjali na podlagi spremembe prostornine sedimenta iz merjenih profilov leta 1980/84 in 2009/10 (kalibracijsko obdobje - 31 let). Rezultate smo analizirali kot vsotno krivuljo spremembe prostornine vzdolž obravnavanega odseka. Slednja metoda velja kot najboljši način za analizo rezultatov, saj izloči šume lokalnih motenj v dnu in prikaže vzdolžni trend kalibracije. Na tak način ne primerjamo samo skupnega volumna ampak tudi obliko krivulje.

S spreminjanjem posameznega kalibracijskih parametrov smo izdelali analizo občutljivosti enačbe na spreminjanje le-teh v izbranih mejah. Enačbo MPM lahko zapišemo v splošni obliki kot

$$\phi_b = a(\tau^* - \tau^*_{kr})^b,$$

kjer je ϕ_b - Einsteinov parameter premeščanja. V enačbi so kalibracijski parametri: a - koeficient, ki je v povezavi s karakteristikami sedimentov v dnu, b – potenca enačbe in τ^*_{kr} - kritična strižna napetost za pričetek prodnega premika.

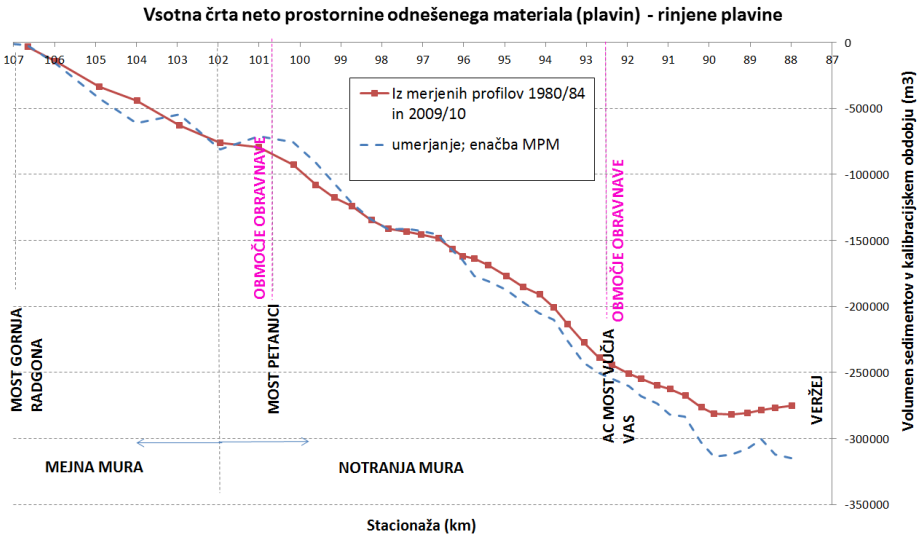
Kritična strižna napetost τ^*_{kr} (Shieldsov parameter) smo spreminjali v mejah od 0,01-0,1 (0,047=privzeta vrednost v enačbi MPM). Občutljivost enačbe na koeficient a smo preizkusili s spreminjanjem tega koeficienta v razponu od 4-12 (8=privzeta vrednost v enačbi MPM). Potenco enačbe smo spreminjali v vrednostih od 0.5-2 (1,5=privzeta vrednost v enačbi MPM). Pri izdelavi analize občutljivosti posameznega parametra smo ostale parametre enačbe pustili nespremenjene oz. so bile uporabljene privzete vrednosti.

Analiza občutljivosti enačbe MPM na spremembe koeficienta kritične strižne napetosti oz. Shieldsovega parametra kaže veliko občutljivost enačbe na ta parameter. To je tudi pričakovano, saj z njim opišemo začetni premik zrna. Manjša kot je vrednost τ^*_{kr} prej se začne transport posameznega zrna. Pri tem lahko v program HEC-RAS vnesemo le enotni Shieldsov parameter na celotnem odseku, čeprav se srednje zrno vzdolž odseka zmanjšuje. Posledično se na dolvodnem odseku začne prodni premik hitreje kot na gorvodnem odseku, kjer zrnavostna krivulja bolj groba. Sprememba τ^*_{kr} vpliva enakomerno na vsotno krivuljo na celotnem odseku. Pri tem velja opozoriti, da je večje poglabljanje na skrajnem gorvodnem odseku omejeno s podatkom maksimalne poglobitve. Analiza občutljivosti torej kaže, da lahko s spremembo Shieldsovega parametra τ^*_{kr} ≈0,047-0,05 bistveno vplivamo na izračun transporta sedimentov ter se z rezultati modela zelo dobro približamo merjenim vrednostim.

V literaturi lahko zasledimo, da je že veliko avtorjev modificiralo koeficient a v enačbi MPM, med drugim Fernandez-Luque in van Beek (1976) $\phi_b = 5.7(\tau^* - \tau^*_{kr})^{1.5}$ ter Wong in Parker (2003) $\phi_b = 4.93(\tau^* - \tau^*_{kr})^{1.6}$, pri čemer sta obe korekciji enačbe izhajali iz ugotovitve, da enačba MPM preceni transport za faktor 2 [2]. Modifikacije so se delale tudi v obratno smer, takrat ko enačba izkazuje premajhen transport v primerjavi z meritvami, npr. modifikacija enačbe po Wilsonu (1966) $\phi_b = 12(\tau^* - \tau^*_{kr})^{1.5}$.

Analiza občutljivosti koeficienta a kaže na to, da slednji vpliva na rezultate predvsem na dolvodni polovici obravnavanega odseka. Zmanjševanje koeficienta vpliva na manjšo

transportno sposobnost in obratno. Rezultati kažejo, da najboljše rezultate za obravnavani odsek Mure dobimo z uporabo koeficienta a≈6.



Slika 8 Primerjava vsotne črte prinesenega/odnesenega materiala (plavin) iz merjenih profilov 1980/84-2009/10 in vsotne črte končne kalibracije modela

Na podlagi analize občutljivosti ter več poizkusov umerjanja modela, smo v končni kalibraciji modela uporabili podobno izpeljavo enačbe, kot sta jo uporabila Wong in Parker, in sicer $\phi_b = 4.92(\tau^* - 0{,}047)^{1.6}$, s to razliko, da sta Wong in Parker v slednji izločila oblikovni upor oz. je člen razmerja med dejanskim koeficientom odpora toku vode in Stricklerjevim koeficientom trenja zanemarjen (ks/kr=1).

Rezultati umerjanja kažejo zelo dobro ujemanje meritev ter modelnih izračunov. Osnovne ugotovitve so, da se Mura na odseku od Gornje Radgone do Babičovega mlina poglablja, dolvodno do Veržeja pa rezultati kažejo stabilen (uravnotežen) odsek. Iz analize prečnih profilov lahko ugotovimo, da je Mura na odseku med Gornjo Radgono in Veržejem v obdobju 31 let (od 1980-2010) iz dna erodirala ca 275.000 m^3 materiala oz. 9.000 m^3/leto. Če k temu prištejemo še dotok iz mejne Mure (ca 23.000 m^3), ugotovimo, da se je v odsek dolvodno od Veržeja transportiralo v povprečju ca 32.000 m^3 rinjenih plavin na leto. Suspendirane plavine v kalibracijskem modelu rinjenih plavin niso bile upoštevane

5. Zaključki

V nalogi je bil za račun transporta plavin Mure uporabljen 1D model HEC-RAS 5.0 (marec, 2016), katerega rezultati prikazujejo trende odlaganja in erozije sedimentov, njihovo vzdolžno gibanje tako po količini kot tudi po zrnavosti.

Model kaže razmeroma dobro ujemanje rezultatov z merjenimi vrednostmi, vendar glede na velike negotovosti predvsem v vhodnih podatkih dotoka sedimentov ter korekciji enačbe, je nujna verifikacija modela. Slednje, zaradi pomanjkanja podatkov o novi geomteriji struge na notranji Muri nismo mogli izdelati, zato ostaja verifikacija modela ena od pomembnih nalog za prihodnje.

Nadaljnje aktivnosti za izboljšanje kvalitete in zanesljivosti rezultatov modela morajo biti usmerjene predvsem v pridobivanje dodatnih in za kvaliteten model nujnih vhodnih podatkov. V ta namen je potrebno izboljšati in vzpostaviti program dodatnih hidroloških meritev (meritve z ADCP merilniki oz. akustični tokomeri), meritve gladin ob visokih vodah za boljše

umerjanje hidravličnega modela, izvajati pogostejše batimetrične izmere notranje Mure, vzorčevanje in analizo zrnavostne sestave rinjenih in suspendiranih plavin.

6. Viri

[1] GORIŠEK, M. et al., 2016. Analiza stanja mejnega odseka reke Mure, Inštitut za vode Republike Slovenije (IzVRS)

[2] HUANG, H.Q., 2010. Reformulation of the bed load equation of Meyer-Peter and Müller in light of the linearity theory for alluvial channel flow, Water Resour. Res., 46, W09533, Doi:10.1029/2009WR008974

[3] FLYNN, R.H., 2011. Analysis of the transport of sediment by the Suncook River in Epsom, Pembroke, and Allenstown, New Hampshire, after the May 2006 flood: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011–5088, 73 p. Available from:

http://pubs.usgs.gov/sir/2011/5088 [dostop 4. november 2002]

[4] BRUNNER, G.W. et al., 2016. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC)

[5] MIĆIĆ, T. et al., 2016. Transport plavin na Muri, Vodnogospodarski biro Maribor, d.o.o.

ANALIZA ZAMULJEVANJA AKUMULACIJE PERNICA Z VIDIKA NJENEGA NAMENA

Miha Kračun, dipl. inž. ok. grad. (UN)

Institut za ekološki inženiring d.o.o., Ljubljanska ulica 9, 2000 Maribor

POVZETEK

Akumulacija (AK) Pernica je mokri zadrževalnik za zadrževanje visokih vod v sklopu hidromelioracijskega sistema reke Pesnica. AK Pernica je sestavljena iz dveh pretočnih akumulacij, ločenih z zemeljskim nasipom, po katerem poteka lokalna cesta. Za spodnjo akumulacijo Pernica I je značilen naplavni vršaj, ki ga z odlaganjem sedimenta tvori reka Pesnica.

Ob izgradnji avtoceste Maribor – Lenart je bila izvedena rekonstrukcija spodnje akumulacije Pernica I. Pri tem se je volumen celotne akumulacije zmanjšal na 2,2 hm3, prav tako pa je bilo izvedeno črpanje sedimenta in rekonstrukcija zapornično pregradnega objekta.

AK Pernica je čelna akumulacija na reki Pesnici, zato deluje kot usedalnik za plavine iz celotnega zgornjega dele porečja. Primarna raba na zadrževalniku je poplavna varnost, akumulacija pa se prav tako uporablja za potrebe intenzivnega ribogojstva, ki ima zlasti v poletnih mesecih zaradi zamuljevanja in nizkih pretokov reke Pesnice velike probleme z evtrofikacijo.

V prvem sklopu prispevka smo iz meritev batimetrije akumulacije po rekonstrukciji v letu 2009 in ponovnih meritev batimetrije v letu 2013 določili spremembo volumna in količino sedimenta na AK Pernica I. Prav tako smo iz podatkov batimetrije in razporeditve sedimenta znotraj akumulacije s pomočjo analitičnih metod klasificirali akumulacijo glede na vpliv sedimenta. Pri tem je bistveno izhodišče ohranjanje primarne rabe – zagotavljanje poplavne varnosti.

Ključne besede:

Akumulacija Pernica, zamuljevanje, namenska raba

1. Uvod

Večnamenske akumulacije panonske regije so bile zgrajene v 60- in 70- letih prejšnjega stoletja. Eden večjih zgrajenih hidromelioracijskih sistemov v Sloveniji je HMS Pesnica v porečju reke Pesnice, ki pa ni bil popolnoma dokončan. Cilj izvedbe HMS Pesnica je bil zadrževanje visokih vod z 50-letno povratno dobo. Na reki Pesnici in njenih pritokih je bilo poleg regulacij, nasipov in melioracijskih jarkov zgrajenih sedem akumulacij. Med njimi je na reki Pesnica akumulacija Pernica. Prvotni namen akumulacije je ureditev vodnega režima kmetijskih površin, projektirana raba pa poplavna varnost, rekreacija in turizem [1].

Akumulacija je čelna akumulacija v porečju reke Pesnica. Posledično se akumulacijski prostor intenzivno zapolnjuje s sedimentom iz zgornjega dela porečja. Ob rekonstrukciji je bilo izvedenih več ukrepov za zmanjševanje zapolnjevanja akumulacije z muljem.

V prispevku predstavljamo analizo izmer dna (batimetrije) v letu 2009 po izvedeni rekonstrukciji in ponovnih meritev batimetrije v letu 2013.

2. Splošni opis in problematika AK Pernica

Akumulacija Pernica se nahaja severovzhodno od mesta Maribor ob avtocestnem odseku Maribor - Lenart. Ojezeritev se imenuje Perniško jezero, ki je z zemeljsko pregrado ločeno na zgornjo in spodnjo akumulacijo. Zgornja akumulacija je (AK) Pernica II, v katero se izlivata Vukovski in Jareninski potok ter spodnja akumulacija (AK) Pernica I v katero priteka iztok iz AK Pernica II in reka Pesnica. Reka Pesnica izvira med Lučami in Jurijem v Avstriji in se po 66 km struge in z 556 km2 prispevne površine pred Ormožem izliva v reko Dravo [2]. Prispevno področje reke Pesnice pred AK Pernica obsega 110 km2, srednji letni pretoki na gorvodno ležeči vodomerni postaji Ranca znašajo 1,07 m3/s [3].

Akumulacija je bila izvedena kot večnamenski mokri zadrževalnik. Primarna raba je bila zadrževanje visokih voda reke Pesnice. Ob izgradnji avtocestnega odseka je le-ta posegel v območje akumulacijskega bazena spodnje akumulacije. Prav tako je bilo potrebno nadomestiti retenzijske povšine, ki so se izgubile zaradi izgradnje avtoceste v Pesniški dolini. Ob rekonstrukciji je bil izveden nov nasip in pregradni objekt z hidromehansko opremo, ki je zamenjal obstoječo dotrajano betonsko pregrado s fiksnim prelivom ter tako povečal retenzijski učinek zadrževanja poplavnih vod. Na obstoječi akumulaciji se je za pregradnim objektom deponiral mulj, ki je poslabševal izvajanje ostalih namenskih rab na akumulaciji [3].

Ob rekonstrukciji so bili izvedeni ukrepi upravljanja s sedimentom, ki so med drugim vključevali odstranjevanje sedimenta, nižjo stalno gladino, manipulacijo z zapornicami, ki omogoča večji pretok sedimenta in redne meritve dna akumulacije [4].

Akumulacija je po klasifikaciji skladni z Vodno direktivo [5] klasificirana kot močno preoblikovano vodno telo (v nadaljevanju MPVT), prav tako v sklopu državnega monitoringa kvalitete voda ne dosega dobrega ekološkega stanja oziroma potenciala [6].

Slika 9: Naplavni vršajna AK Pernica I v obdobju 2001-2016 (Vir: Atlas Okolja, Google Earth)

V poletnih mesecih, ko ima reka Pesnica zelo nizke pretoke, prihaja do evtrofičnih stanj v akumulaciji in intenzivnega »cvetenja« fitoplanktona; predvsem cianobakterij (lat. Aphanizomenon flos aquae). Avgusta leta 2010 in 2013 je tako zaradi pomankanja kisika prišlo do pogina več kot dvajset ton rib [7].

Vzrok slabega ekološkega potenciala je predvsem v spiranju hranil s kmetijskih površin v prispevnem območju akumulacije in slabi samočistilni sposobnosti akumulacije, ki je posledica velike kalnosti vode. Akumulacija se prav tako intenzivno zamulja, kar je vidno iz prostorsko-

časovne analize prikazane z zaporedjem aerofoto posnetkov naplavnega vršaja na vtoku reke Pesnice v akumulacijo med letoma 2001 in 2016.

3. Izdelava digitalnega modela višin

Topografske podatke smo pridobili iz več virov, saj smo za potrebe izdelave digitalnega modela višin (DMV) potrebovali prostorske podatke celotnega območja razlivanja v AK Pernica I. Meritve dna so bile izvedene v letih 2006, 2009 in 2013 z uporabo ultrazvočnih globinomerov ([8], [9]). Meritve brežin in suhega dela naplavin po rekonstrukciji so bile izvedene z klasično geodetsko izmero. Prav tako smo pridobili podatke prečnih profilov reke Pesnice gorvodno od akumulacije. Podatek pri meritvah batimetrije dna iz leta 2013 smo dopolnili z LIDAR podatkovnim slojem iz leta 2011 [10].

Pridobivanje vseh potrebnih podatkov za določitev volumna akumulacije je bilo kompleksno, saj so ti podatki razpršeni med različne deležnike pri procesu rekonstrukcije, gradnje avtocestnega odseka in upravljalcev vodnogospodarske infrastrukture na tem območju.

Za združitev in urejanje vseh virov prostorskih podatkov smo uporabili GIS programska orodja. Končni izdelek je DMV območja akumulacije za leto 2009 in 2013 v rastrskem formatu celic velikosti 2x2 m. Z uporabo GIS orodij smo tako opravili različne prostorske analize, del teh predstavljamo v tem prispevku.

4. Analiza spreminjanja volumna akumulacije Pernica I

Prvotni akumulaciji sta skupaj zadrževali 3,84 hm^3 vode [11]. Podatkov batimetrije za zgornjo AK Pernica II nismo pridobili. Volumen pri maksimalni gladini (250,00 m.n.v.) se je zmanjšal iz 1,44 hm^3 v letu 1982 [11] na 1,42 hm^3 v letu 2010 [12]. Na podlagi ortofoto posnetkov je prav tako razvidno, da se volumen akumulacije zmanjšuje. Na območju vtoka Vukovskega in Jareninskega potoka se je razvilo mokrišče z raznolikim živalskim svetom in velikim številom habitatnih tipov, zato je območje tudi zaščiteno kot zoološki naravni spomenik [13].

Ob rekonstrukciji spodnje akumulacije Pernica I med letoma 2006 in 2009 se je volumen pri ekstremni zajezbe zajezbi (250 m.n.v.) zmanjšal za 171.000 m^3, kar je zmanjšanje volumna za ca 7,2 %. Potrebno je poudariti, da se je volumen, namenjen za zadrževanje visokih voda, med rekonstrukcijo povečal iz obstoječih 1,05 hm^3 na 1,46 hm^3.

Leta 2013 je bilo zaradi intenzivnega zamuljevanja (sedimentacije) in skladno z obratovalnim pravilnikom [4] izvedena meritev batimetrije [9]. Iz rezultatov analize DMV za leto 2013 je razvidno, da se je skupni volumen akumulacije povečal na 1,636 hm^3 (249,00 m.n.v.), kar je povečanje volumna za dodatnih 73.350 m^3 oziroma 4,5%.

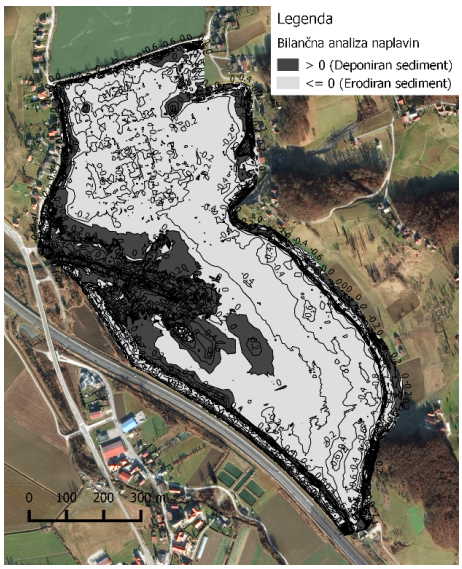
Preglednica 1: Spreminjanje volumna AK Pernica I v obdobju med 1980 in 2013 (Vir: [11], [3], [9]).

Nadmorska višina gladine [m.n.v.]	Leto/Volumen [m^3]			
	1980	2006	2009	2013
250,00	2.300.000	2.359.000	2.187.550	2.226.980
249,00	1.540.000	2.300.000	1.562.550	1.635.800
246,40	Ni podatka	785.000	106.650	191.910

Povprečna globina akumulacije leta 2013 tako znaša 0,48 m pri stalni gladini (246,40 m.n.v.), 2,66 m pri maksimalni gladini (249,00 m.n.v.) in pa 3,56 m pri ekstremni zajezbi (250,00 m.n.v.).

Iz izdelanih digitalnih modelov višin dna akumulacije iz leta 2009 in 2013 smo izdelali bilančno analizo sedimenta (*angl. cut-fill analysis*), ki jo prikazuje karta območij erodiranja in deponiranja sedimenta. Karto smo izdelali s pomočjo GIS programskih orodij, kjer smo izdelali rastrski

sloj razlike digitalnih modelov višin med letoma 2013 in 2009. Karta razlike volumnov nam s pozitivnimi vrednostmi nakaže območja deponiranja sedimenta, z negativnimi vrednostmi pa območja erodiranja le-tega.



Slika 10: Karta razporeditve območij erozije in deponiranja sedimenta v akumulaciji med leti 2009 in 2013

Območja erozije so na osrednjem delu med zgornjo akumulacijo in vtočnim vršajem, ob vzhodnem delu akumulacije do pregradnega objekta. Erozija se je pojavila na območju, kjer se zaradi spremembe pregradno-zapornega objekta, oblike akumulacije in odlaganja sedimenta na območju odtočnega vršaja spremenila razporeditev hitrostno-pretočnega polja v akumulaciji. K izpiranju sedimenta iz dna prav tako pripomorejo vsakoletna praznjenje akumulacije za potrebe izlova rib, vendar v zelo omejenm obsegu zaradi počasne hitrosti praznjenja. Predpisana omejitev hitrosti zniževanja gladine vode v akumulaciji je 30 cm/dan [12].

Deponiranje sedimenta se je pojavilo na območju vtočnega vršaja, kjer reka dovaja sediment v tri krake, ki razporejajo sediment po akumulacijskem območju. Jugozahodni del akumulacije je tako zapolnjen z poloji, kjer bujno uspeva vegetacija, ki dodatno pospešuje deponiranje sedimenta.

Iz bilančne analize rastrskega sloja razlike DMV med leti 2013 in 2009 lahko določimo skupni volumen erodiranih in deponiranih območij. Skupno zmanjšanje volumna sedimenta znaša 73.440 m^3, pri tem je erodiran del znašal 129.180 m^3 ter deponiran del 55.740 m^3.

Povečanje volumna akumulacije je posledica uspešnih ukrepov upravljanja s sedimentom v akumulaciji. Predvsem ukrep spremembe zaporno-pregradnega objekta je bistveno podaljšal življenjsko dobo akumulacije. Zamuljevanje akumulacije in količina mulja (sedimenta), ki sta se odložila v akumulaciji in večanje naplavnega vršaja kaže, da izvedeni ukrepi niso zadostni za preprečevanje odlaganja sedimenta. Potrebno je poudariti, da se proces erozije odloženih muljev, ki so bili posledica prejšnjega pregradnega objekta, najverjetneje zaključuje. Volumen deponiranega sedimenta in sukcesije v obdobju 4 let kažeta na trend odlaganja ca 14.000 m^3 sedimenta na leto, ki je odvisen predvsem od večjih hidroloških dogodkov.

Volumen, namenjen za zadrževanje visokih voda, tj. nad koto stalne ojezeritve (246,40 m.n.v.) in maksimalno gladino (249,00 m.n.v.), zaradi procesa zamuljevanja ni bistveno ogrožen, saj se je v tem obdobju zmanjšal iz 1,456 hm^3 na 1,444 hm^3 oziroma 0.81%.

5. Zaključek

Akumulacija je primer enega novejših in sodobnejših hidrotehničnih objektov v Sloveniji. V sklopu rekonstrukcije so bili izvedeni ukrepi, ki omogočajo zelo dobro upravljanje z akumulacijskim volumnom. Vendar pa se v obdobju od leta 2009 formalno stanje akumulacije ni spremenilo; lastniška struktura ni urejena, urejeno ni upravljanje, prav tako niso urejena razmerja pri namenskih rabah akumulacije.

Redno spremljanje sprememb batimetrije je bistveno za načrtovanje in upravljanje z akumulacijo v prihodnje. Tovrstne meritve in analize služijo kot osnova pri spremljanju hidromorfoloških procesov premeščanja in deponiranja sedimenta v akumulaciji. Na podlagi teh meritev lahko izdelamo hidromorfološke modele s pomočjo katerih lahko simuliramo ukrepe upravljanja s sedimentom.

Vhodni podatki so žal pomanjkljivi in neurejeni. Za spremljanje uspešnosti npr. ekoremediacijskih ukrepov, to je skupek ukrepov s katerim bi zmanjšali vnos sedimenta v povodnje oziroma za modeliranje sedimentacije bi bilo potrebno dolgoletno spremljanje premeščanja suspendiranih snovi na gorvodni postaji Ranca. Na podlagi teh meritev bi lahko določili količino premeščenega sedimenta v prispevnem območju. Prav tako pa je v primeru večjih gradbenih - predvsem zemeljskih del, potrebno sprejeti ukrepe za zmanjšanje spiranja oziroma erodiranja zemljine v vodotoke.

Izvedeni ukrepi za zmanjševanje učinka sedimentacije so se izkazali kot delno učinkoviti. Že v obratovalnem pravilniku je projektant predvidel redne meritve batimetrije akumulacije. Končni učinek izvedene rekonstrukcije bo viden šele v prihodnjih letih, ko bo po dokončanju dolvodne akumulacije Pristava in ureditve avtomatskega delovanja zapornic vzpostavljeno predvideno manevriranje zapornic in zadrževanja poplavnih konic.

Po Načrtu upravljanja voda NUV II [14] AK Pernica spada v skupino vodnih teles, katerim se je zaradi naravnih razmer podaljšal rok za izboljšanje dobrega ekološkega potenciala do konca leta 2027. Pri izvedbi tehničnih ukrepov za vzdrževanje in izboljšanje ekološkega potenciala moramo predvsem izhajati iz cilja zagotavljanja primarnih in sekundarnih rab na tovrstnih objektih, saj le-te opravičujejo stroške izvajanja ukrepov.

6. Viri

[1] IZVRS, 2014. Poročilo o delu Inštituta za vode Republike Slovenije za leto 2014. Programski sklop I Skupina EU politika do voda - I/1 Izvajanje Vodne direktive: DDU19 Ureditev primarne in sekundarnih rab vode v večnamenskih akumulacijah. Ljubljana: MOP. Direkcija za vode Republike Slovenije.

[2] Burja, D. & Anzeljc, D., 1999. Hidrološka študija Pesnice - novelacija. Ljubljana: Vodnogospodarski inštitut d.o.o.

[3] Juvan, S., 2007. Rekonstrukcija AK Pernica kot nadomestni ukrep za zmanjšanje poplavne ogroženosti po izgradnji AC v Pesniški dolini. Ljubljana: Zbornik 7. Dneva inženirjev. Inženirska zbornica Slovenije.

[4] Juvan, S., 2009a. Pravilnik o obratovanju in vzdrževanju objektov akumulacije Pernica, št. 3188/09. Maribor: Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o.

[5] Direktiva, 2000/60/EC. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Bruselj: Official journal of the European Communities, 327

[6] ARSO, 2016. Ocena ekološkega stanja jezer za obdobje 2009-2015.

[7] Spletni portal Siol, 2013. Vzrok za pogin rib v Perniškem jezeru visoke temperature - Novica. (Pridobljeno dne: 13.7.2016).

[8] Slatinšek, I., 2016. Meritve akumualcije Percnica I po rekonstrukciji. Osebna komunikacija po elektronski pošti.

[9] Harpha Sea d.o.o., 2013. Izmera akumulacije Pernica I. Koper.

[10] GEOIN, 2011. Lasersko skeniranje in aerofotografiranje 2011 - Blok B25. Atlas voda. ARSO. MOP. (Pridobljeno dne 12. 7. 2016).

[11] VGI, 1980. Hidrološka študija Pesnice (do profila Hrastovec), št. C-1006. Ljubljana: VGI - Vodnogospodarski inštitut

[12] Meljo, J. & sod., 2013. Poročilo o delu Inštituta za vode Republike Slovenije za leto 2013. Naloga: I/1/1/5_1: DDU19 Ureditev primarne in sekundarnih rab vode na večnamenskih akumulacijah. Vmesno poročilo., Ljubljana: Inštitut za vode RS.

[13] Atlas okolja, 2017. Spletni pregledovalnik, ARSO. Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije. (Pridobljeno: 15.1.2017).

[14] MOP, 2016. Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016-2021- NUV II za vodno območje Donave. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor.

SUHI ZADRŽEVALNIKI IN NADOMESTILA ZA ŠKODO ZARADI UNIČENJA ALI ZMANJŠANJA PRIDELKA NA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČIH

doc. dr. Matjaž Glavan, prof. dr. Marina Pintar

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora, ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

POVZETEK

V letu 2014 in 2015 so lastniki kmetijskih zemljišč na območju razlivne površine poplavnih voda suhega zadrževalnika v Bolehnečicih zaradi škodnega poplavnega dogodka utrpeli velike izgube pridelka. Pri odgovornih so iskali možnost nadomestila za škodo, ki jim ga omogoča zakon o vodah (ZV), vendar ministrstvo nadomestil ne more izplačati, ker ni pripravljenih metodoloških izhodišč. Leta 2012 je bila v parlamentu potrjena sprememba ZV, ki nalaga ministrstvu izplačila nadomestil za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja pridelka na kmetijskih zemljiščih ob škodnem poplavnem dogodku na območju suhih zadrževalnikov. Zakon o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor (ZUPUDPP) predvideva nadomestila za škodo, a določa pripravo metodologije za ocenjevanje nadomestil. Tako predlog uredbe, kot končno poročilo o razvoju metod ocenjevanja vrednosti nadomestil, sta izpustila oblikovanje nadomestil za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja pridelka na kmetijskih oziroma gozdnih zemljiščih ob škodnem poplavnem dogodku na območju suhih zadrževalnikov. Zato je to področje zakonodaje tudi po petih letih še vedno neurejeno. V prispevku so prikazane metodološke osnove za izračun izplačil nadomestil za škodo zaradi uničenja oziroma zmanjšanja pridelka na kmetijskih zemljiščih ob škodnem poplavnem dogodku. Izračun je pokazal, da bi bile izgube pridelovalcev na območju zadrževalnika Bolehnečicev v najslabšem primeru, med 108.000 in 111.000 EUR, če upoštevamo le škodo na pridelku, oziroma med 244.000 in 256.000 EUR, če v izračunu upoštevamo še dokup pridelka na trgu, zaradi potreb v pridelavi in predelavi na kmetijah.

Ključne besede:

kmetijska zemljišča, suhi zadrževalnik, poplava, škoda, nadomestilo

1. Uvod

V letu 2014 in 2015 so lastniki kmetijskih zemljišč na območju razlivane površine suhega zadrževalnika poplavnih voda v Bolehnečicih utrpeli velike izgube pridelka. Pri odgovornih so iskali možnost nadomestila za škodo, ki jim ga omogoča zakon o vodah (ZV), a so bili neprijetno presenečeni. Nadomestil ministrstvo ne more izplačati, ker ni pripravljenih metodoloških izhodišč. Leta 2012 je bila v parlamentu potrjena sprememba Zakona o vodah (ZV) (Ur. l. RS, št. 57/12). V 90. členu je bilo na novo opredeljeno razmerje med upravljalcem suhih zadrževalnikov in lastniki kmetijskih in gozdnih zemljišč. Zakon pravi: »Pri obratovanju suhega zadrževalnika pripada lastnikom oziroma drugim posestnikom zemljišč, ki so namenjena zadrževanju voda v suhem zadrževalniku, nadomestilo za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja pridelka na kmetijskih oziroma gozdnih zemljiščih ob škodnem poplavnem dogodku, ki jo izplača ministrstvo (za okolje).

Za ocenjevanje nadomestil za škodo po tem odstavku se smiselno uporabljajo predpisi, ki urejajo umeščanje prostorskih ureditev državnega pomena v prostor.«

Zakon o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor (ZUPUDPP) (Ur. l. RS, št. 80/10; 57/12) v 56. členu res predvideva nadomestila za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja pridelka na kmetijskih oz. gozdnih zemljiščih. Zakon v zadnjem odstavku 55. člena določa pripravo metodologije za ocenjevanje nadomestil za škodo, ki jo predpiše vlada z uredbo.

Vlada je v letu 2012 po opozorilu Računskega sodišča RS o neurejenosti področja pristopila k pripravi osnutka uredbe kot začasne ureditve področja. Predlog uredbe iz novembra 2012 v tretjem odstavku 6. člena sicer govori o nadomestilu za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja obstoječega pridelka na kmetijskih zemljiščih zaradi umestitve objekta državnega pomena v prostor, a le v smislu upoštevanja stroškov, potrebnih za povrnitev stanja zemljišča v stanje pred umestitvijo objekta državnega pomena v prostor. Ključni deležniki (Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, sodni cenilci gradbene, kmetijske in gozdarske stroke, GURS, KGZS, ZGS, Slovenski inštitut za revizijo) so sklenili, da se GURS zagotovijo sredstva za pripravo sistemske rešitve nadomestil za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja pridelka zaradi škodnih dogodkov poplav na kmetijskih zemljiščih na območju suhih zadrževalnikov do konca leta 2014. Geodetska uprava RS je tako v juniju 2013 izvedla javno naročilo za pripravo poročila Razvoj metod ocenjevanja vrednosti nadomestil za izvedbo načrta, ki je bilo zaključeno v januarju 2015. Iz končnega poročila, je razvidno, da so izvajalci sledili tehnični dokumentaciji, a podobno kot predlog uredbe niso obravnavali kmetijskih zemljišč na območju suhih zadrževalnikov poplavnih voda, ki jih občasno zasede poplavna voda [1]. Sicer je v veljavi tudi Uredba o metodologiji za ocenjevanje škode Ministrstva za obrambo (Uradni list RS, št. 67/03, 79/04, 33/05, 81/06 in 68/08), ki pokriva kmetijstvo, a le za škode, ki so posledica naravnega delovanja in je v obravnavanem primeru ni možno uporabiti.

V prispevku bomo prikazali metodološke osnove za izbrane načine izplačil nadomestil za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja pridelka na kmetijskih zemljiščih ob škodnem poplavnem dogodku.

2. Materiali in metode

2.1 Zadrževalnik Bolehnečici

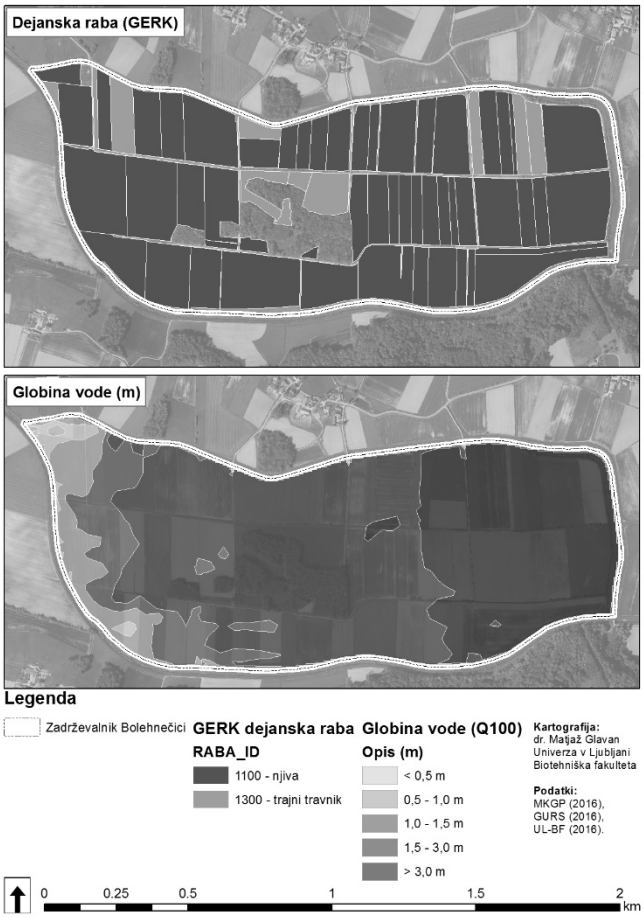
Suhi zadrževalnik Bolehnečici je bil zgrajen leta 1985. Ob visoki vodi Ščavnice lahko zadrži 4 milijone m^3 vode z maksimalno gladino na koti 190,80 m, kar je 3,8 m nad dnom ob pregradi (več kot Q_{100}). Poplavljena površina znaša 137 ha (Slika 1). Pri 100 letnih vodah (Q_{100}) je volumen zadržane vode 3,03 milijona m^3. Krona nasipa ob zadrževalniku je na koti 191,30 m, nasip je dolg preko 4000 m, krona nasipa je širine 3 m, naklona brežin pa sta 1:3 na vodni strani in 1: 2,5 na zračni strani. Vsi ukrepi zaradi visoke vode na reki Ščavnici se izvajajo sinhronizirano z 2,5 km dolovodno ležečim mokrim zadrževalnikom Gajševci. Pripiranje zapornic se prične ob nastopu vode večje od Q_{10} letne vode (76 m^3/s). Zadrževalnik se polni in prazni preko bočnega preliva od spodaj navzgor, kar povzroči manjšo mehansko škodo na rastlinah in tleh kot pri polnjenju od zgoraj navzdol [2].

Po podatkih prostorskih podatkovnih baz dejanske rabe kmetijskih zemljišč GERK je na območju 105 ha njiv in 11 ha trajnih travnikov. Preostalih 21 ha predstavljajo gozdovi, odvodni jarki, poti in nasipi [3] (Slika 1).

Tla na celotnem območju se po FAO klasifikacij uvrščajo med evtrični glejsol (Eutric Gleysol). Za ta tip tal je značilno, da so se oblikovala zaradi zastajanja podtalne vode v profilu tal, zato se na tem tipu tal naravno oblikujejo mokrotni travniki. Za njivsko rabo postanejo primerna z napravo osuševalnih sistemov, kot je to v primeru Bolehnečicev. Tekstura tal je meljato glinasto ilovnata s 50 % melja, 35 % gline in 15 % peska [4].

2.2 Izračun nadomestila za škodni dogodek

Odškodnina po poplavnem dogodku je definirana kot nadomestilo (običajno kot finančno), ki ga oškodovanec prejme za poravnavo škode, ki nastane kot posledica neposrednih ali posrednih učinkov poplave. Površina in globina poplav je odvisna od povratne dobe poplave in hidroloških razmer dolvodno. Poplavna voda ima vpliv na lastnosti kmetijskih površin, kmetijsko pridelavo in kmetijska gospodarstva. Ker gre za umeten poseg v hidrološki režim na območju, ki poslabšuje obstoječe stanje, so lastniki zemljišč oz. obdelovalci zemljišč upravičeni do odškodnine oz. nadomestila. Nadomestilo mora zagotoviti lastnik zadrževalnega objekta.



Slika 11: Celotno območje suhega zadrževalnika Bolehnečici (Q100) s prikazom dejanske rabe in globine vode ob poplavnem dogodku Q100

V prispevku je prikazan izračun nadomestil za škodo za zemljišča na območju občasne zasedbe (razlivna površina). V izračun na območjih občasne zasedbe (poplave) so vključeni naslednji parametri: (A) vplivno območje 100 letnih vod (površina in globina poplav) (Slika 1), (B) raba kmetijskih zemljišč (njive, travniki), (C) najpogostejše kmetijske kulture – kolobar (koruza, ječmen, pšenica, buče, trajno travinje), (D) ekonomska kalkulacija za kmetijske kulture (njiva, trajno travinje) (Preglednica 1). Kot osnovo za izračun nadomestil smo vzeli katalog kalkulacij (2011/12) [5], tehnološka navodila za kmetovalce na poplavljenih območjih [6] in podatke lastnikov zemljišč. V izračun smo vključili plačilo za plačilne pravice za površino in proizvodno vezane podpore za strna žita. Kmetijsko okoljsko podnebnih plačil (KOPOP) nismo vključili v izračun. V izračunu je upoštevan najneugodnejši možni izid škodnega poplavnega dogodka. To bi pomenilo volumen vode na koti Q100 in tri dni zadrževanja vode, ko se pri rastlinah že kaže močan negativni vpliv ovirane izmenjave plinov oz. dihanja rastlin.

Glede na globino vodo smo v izračunu prilagodili tudi višino nadomestila. Na območjih z globino vode do 0,5 metra so 100 % poškodovane buče in travinje (pridelek na tleh), na območjih z globino vode do 1 meter so 100 % poškodovani buče, travinje in strna žita (klasje) in na območjih z globino vode večjo od 1 metra so 100 % poškodovani oziroma neprimerni za prehrano ljudi in živali vsi pridelki (zelena masa in koruzni storži). Pri globinah vode do 1 metra smo upoštevali tudi 20 % vpliv na vse ostale pridelke. Zaradi zasičenja tal z vodo rastline doživijo pomanjkanje kisika, kar se izrazi v slabši rasti in v manjši kakovosti ter pridelku.

Preglednica 1: Kalkulacija spremenljivih stroškov in pokritja za petletni njivski kolobar na območju zadrževalnika Bolehnečici, uporabljena za izračunu nadomestil

PETLETNI KOLOBAR koruza za silažo/ječmen/koruza za silažo/pšenica/buče	**Kalkulacija**		
	brez škode	**100 % škoda**	**100 % škoda in dokup pridelka**
Vrednost pridelka (€/ha) (VP)	1.313	0	0
Neposredno plačilo (€/ha) (NP)	209	209	209
Prihodek pri ceni (€/ha) (PR)	1.522	209	209
Spremenljivi stroški (€/ha) (SS)	1.274	1.274	1.274
Strošek dokupa pridelka (€/ha) (SDK)			1.313
Pokritje pri ceni (€/ha) (PO)	248	-1.065	-2.378

V prispevku obravnavamo naslednje izbrane načine izplačila nadomestil po škodnem dogodku [7]: (a) izplačilo za en škodni dogodek ob izgubi enega odkosa trave brez baliranja, (b) izplačila za en škodni dogodek ob izguba treh odkosov trave brez baliranja, (c) izplačilo za en škodni dogodek ob izgubi enega odkosa trave brez baliranja in dokupom pridelka na trgu, (d) izplačilo za en škodni dogodek ob izgubi treh odkosov trave brez baliranja in dokupom pridelka na trgu.

Nadomestilo za škodo se izračuna po enačbi (1), kjer je PO – pokritje pri dani ceni pridelka (EUR/ha), PR – prihodek pri dani ceni pridelka (EUR/ha), SS – spremenljivi stroški pridelave (EUR/ha) in SDK – strošek dokupa pridelka zaradi izgube, ki je spremenljiv in običajno odvisen od razmer na trgu (EUR/ha).

$$PO = (PR - SS) + SDK \quad (1)$$

3. Rezultati

Izračun nadomestil za najneugodnejši izid poplavnega škodnega dogodka, pri katerem je zapolnjen celotni volumen zadrževalnika (Q100), je pokazal, da bi bile škode in vrednost nadomestil velike. Skupna ocena vrednosti izgube pridelovalcev na območju, če upoštevamo le škodo na pridelku, se giblje med 108.000 (A) in 111.000 EUR (B) (Preglednica 2). Če v izračunu upoštevamo še dokup pridelka na trgu zaradi potreb v pridelavi in predelavi na kmetijah, se izgube na območju gibljejo med 244.000 (C) in 256.000 EUR (D). Pri tem velja opozoriti, da dogodka tega obsega na območju od začetka obratovanja zadrževalnika do danes še ni bilo. Največji obseg poplavljenosti je do sedaj zajemal dobri 2/3 območja (poplava v septembru 2014). Poplavni dogodki običajno uničijo le en odkos travinja, saj si trava hitro opomore, če zemljišče ni podvrženo vodni eroziji. Če skupna pokritja prilagodimo tem dejstvom, bi se vrednost izgube gibala okoli 65.000 EUR (A), oziroma z dokupom pridelka okoli 146.000 EUR (C). Vrednost izgube se lahko še zmanjša, če se poplavni dogodek zgodi po spravilu pridelkov, pred setvijo poljščin ali izven rastne sezone. Poplavnih dogodkov, ki bi se zgodili konec junija ali v začetku julija (pred žetvijo strnih žit in v obdobju intenzivne rasti ostalih kultur), in bi povzročili največjo škodo, do sedaj še ni bilo. Dogodki v septembru so bolj verjetni in imajo za posledico izpad pridelka koruze in buč. Če odštejemo okoli 20 %

celotnega pokritja, kolikor v izračunu predstavljajo ozimna žita, bi se vrednost izgube gibala okoli 52.000 EUR (A), oziroma z dokupom pridelka okoli 117.000 EUR (C). V kolikor se poplavni dogodek zgodi izven rastne sezone, so škodljivi učinki na rastline minimalni in s tem tudi izgube.

V tem obdobju so na površinah prisotna le strna žita, ki so v zimskem času bolj odporna na izredna dogodke, a pomanjkanje kisika jih vseeno prizadene. Vpliv zasičenih razmer v tleh lahko povzroči odmiranje rastlin in v spomladanskem času slabše razraščanje ter posledično manjši hektarski donos.

Preglednica 2: Pokritja v pridelavi za kmetijska zemljišča (KZ) za škodni dogodek za zadrževalnik Bolehnečici, kjer je upoštevan najneugodnejši možni izid škodnega poplavnega dogodka (gladina vode na koti Q100, tri dni zadrževanja vode, dolgoročne posledice)

Dejanska raba Globina vode	Površina (ha)	Pokritja v pridelavi brez škod (EUR)		Pokritja v pridelavi (EUR) za škodni dogodek Q100*			
		1 odkos	3 odkosi	A	B	C	D
Trajni travnik (1300)							
< 0,5 m	0,31	78	233	-45	-136	-168	-505
> 3,0 m	3,73	933	2.794	-545	-1.630	-2.018	-6.054
0,5 - 1,0 m	0,37	91	274	-53	-160	-198	-594
1,0 - 1,5 m	1,50	376	1.125	-219	-657	-813	-2.438
1,5 - 3,0 m	5,34	1.334	3.997	-779	-2.332	-2.887	-8.660
Skupaj 1300	11,25	2.811	8.423	-1.642	-4.914	-6.084	-18.251
Njiva (1100)							
< 0,5 m	1,16	8.588	8.588	-36.879	-36.879	-82.345	-82.345
> 3,0 m	34,63	2.002	2.002	-4941	-4.941	-10.972	-10.972
0,5 - 1,0 m	8,07	2.816	2.816	-12.092	-12.092	-26.999	-26.999
1,0 - 1,5 m	11,35	12.284	12.284	-52.750	-52.750	-117.784	-117.784
1,5 - 3,0 m	49,53	53	53	53	53	53	53
Skupaj (1100)	104,74	25.742	25.742	-106.609	-106.609	-238.047	-238.047
Skupaj KZ	115,99	28.554	34.165	-108.251	-111.523	-244.131	-256.299

* Pokritja v pridelavi za škodni dogodek lahko razumemo tudi kot izgubo ali vrednost nadomestil za škodo na pridelku oziroma v kmetijski pridelavi. Načini izplačil nadomestil: A - izplačilo za en škodni dogodek ob izgubi enega odkosa trave brez baliranja), B - izplačila za en škodni dogodek ob izguba treh odkosov trave brez baliranja, C - izplačilo za en škodni dogodek ob izgubi enega odkosa trave brez baliranja in dokupom pridelka na trgu, D - izplačilo za en škodni dogodek ob izgubi treh odkosov trave brez baliranja in dokupom pridelka na trgu; KZ – kmetijska zemljišča

Zatečeno stanje je posledica nezainteresiranosti ministrstev, pristojnih za okolje in prostor, ki tega problema, kljub nekaterim poskusom, v petih letih še niso uspela rešiti. Zadevo je možno rešiti hitro in učinkoviti s pripravo metodologije za ocenjevanje nadomestil za škodo, ki jo predpiše vlada z uredbo.

Pri pripravi uredbe bi se lahko zgledovali tudi po Uredbi o metodologiji za ocenjevanje škode Ministrstva za obrambo, (Uradni list RS, št. 67/03, 79/04, 33/05, 81/06 in 68/08), ki pokriva kmetijstvo. Vendar bi veljajo pojem škode razširiti tudi na tiste oblike, ki so posledice človekovega vpliva (suhi zadrževalniki). Pomembno je opozoriti, da mora biti škoda na kmetijskih zemljiščih in kmetijskih kulturah ocenjena za vsak poplavni dogodek, ki preplavi kmetijske površine znotraj zadrževalnega prostora suhega zadrževalnika. V primeru, da je ugotovljena ekonomska škoda, je treba odškodnino izplačati za vse površine, na katerih je ugotovljena. In sicer neodvisno od dejstva, ali bo Vlada RS za to naravno nesrečo (poplavni dogodek), v kateri je bila narejena ocena škode, odločila, da se uporabljajo sredstva za odpravo posledic škode v kmetijstvu, in sprejela predpisan program odprave posledic škode, kot ga predvideva Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč ali ne. Razlog je v dejstvu, da gre z vidika površine države za relativno majhno površino, ki predstavlja le manjši del kmetijskih površin,

za obdelovalce kmetijskih zemljišč znotraj zadrževalnikov pa so te površine velikega pomena, saj zagotavljajo njihov obstoj.

4. Sklepi

Lastniki oziroma obdelovalci zemljišč na območju zadrževalnika Bolehnečici so, kljub velikim škodam v letu 2014 in 2015, ostali brez izplačanih nadomestil zaradi škod, saj jim jih ministrovo ne more izplačati, ker ni pripravljenih metodoloških izhodišč za oceno nadomestil. Sistem izplačila odškodnin bi sicer moral biti med investitorjem in lastniki/najemniki/zakupniki dogovorjen že pred začetkom obratovanja SZ, a zaradi takratnih političnih razmer (1985) to ni bilo narejeno.

V tem prispevku smo predstavili preprosto metodo ocene potrebnih finančnih sredstev za izplačilo nadomestil za škodo zaradi uničenja ali zmanjšanja pridelka na kmetijskih zemljiščih ob škodnem poplavnem dogodku. S tem smo želeli opozoriti na ekonomsko škodo, ki jo utrpijo kmetijska gospodarstva vsakič, ko poplavna voda uniči pridelek na kmetijskih zemljiščih.

5. Viri

[1] SWEDESURVEY (2015). Razvoj metod ocenjevanja vrednosti nadomestil ob umeščanju prostorskih ureditev javnega pomena v prostor - Končno poročilo [online]. Gävle, Sweden, SWEDESURVEY. Availabe from: http://vrs-3.vlada.si/MANDAT14/VLADNAGRADIVA.NSF/71d4985ffda5de89c12572c3003716c4/e3a2062571d1624ac1257ee0003c5536/$FILE/Koncno_porocilo_naloge_4-6.pdf [dostop 15. december 2016]

[2] NOVAK, J., 2007. Zadrževalniki visokih voda na povodju Mure. Zbornik referatov - Mišičev vodarski dan 2007. Vodnogospodarski biro Maribor, Maribor, pp. 128-136.

[3] MKGP, 2016. Dejanska raba – GERK [online]. Ljubljana, Slovenija, Ministrstvo RS za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Availabe from: http://rkg.gov.si/GERK/ [dostop 20. december 2016]

[4] MKGP, 2016. Grafični in pisni podatki pedološke karte in pedoloških profilov [online]. Ljubljana, Slovenija. Ministrstvo RS za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Availabe from: http://rkg.gov.si/GERK/ [dostop 20. december 2016]

[5] JERIČ, D., CAF, A., DEMŠAR-BENEDEČIČ, A., LESKOVAR, S., OBLAK, O., SORŠAK, A., SOTLAR, M., TRPIN-ŠVIKART, D., VELIKONJA, V., VRTIN, D. AND ZAJC, M., 2011. Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah v Sloveniji. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije.

[6] KGZS, 2010. Tehnološka navodila KGZ Slovenije za kmetovalce na poplavljenih območjih [online]. Mestna občina Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Ljubljana. Availabe from: www.ljubljana.si/file/862595/tehnoloska-navodila.pdf [dostop 20. september 2012]

[7] GLAVAN, M., UDOVČ, A. AND PINTAR, M., 2016. Economic evaluation of the compensation payments for agriculture in the area of a flood water dry detention reservoir. Geodetski Vestnik, 60 (4): 717-733.

MOŽNOST KONTAMINACIJE PITNE VODE IN VARNOSTNI UKREPI

asist. dr. Daniel Kozelj, doc. dr. Darko Drev

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Pri vodooskrbnih sistemih lahko pride do kontaminacije pitne vode zaradi naravnih in antropogenih vzrokov. Med najpogostejšimi tipi kontaminacije tako lahko prepoznamo mikrobiološko in fizikalno – kemijsko kontaminacijo. Naravna kontaminacija je navadno posledica onesnaženosti vodnega vira, npr. izvira ali podzemne vode, zaradi hidrogeoloških značilnosti vodnega telesa, iz katerega se napaja vodovodno omrežje, ali pa zaradi neustrezne rabe kmetijskih površin. Antropogeno onesnaženje pa je največkrat posledica različnih oblik onesnaževanja okolja, ki so v večinoma posledica malomarnega odnosa do okolja ter ekoloških nesreč. Namernega onesnaženje vodnih teles in s tem kontaminacije pitne vode do sedaj še ni bilo zaznati. Kljub temu takšne možnosti ni mogoče izključiti in moramo biti na njo pripravljeni, saj je Slovenija kot članica Evropske Unije, NATO pakta ter članica protiteroristične koalicije. Ogroženost vodovodnih sistemov, kot možne tarče teroristov ali kakršnihkoli drugih napadalcev, je zelo velika in jo je treba jemati izjemno resno. Zagotavljanje ustreznih količin zdravstveno neoporečne pitne vode je ena izmed najpomembnejših nalog za zagotavljanje sanitarne varnosti države. Zato je zelo pomembno, da obstajajo ustrezni varnosti ukrepi, ki zmanjšajo tveganje za kontaminacije pitne vode. Ti ukrepi zajamejo: ustrezno varovanje vodnih teles in zajetij, ustrezno tehnologijo priprave pitne vode ter varen transport pitne vode do porabnikov.

Ključne besede:

vodovodni sistem, onesnaženje, varnostni ukrepi

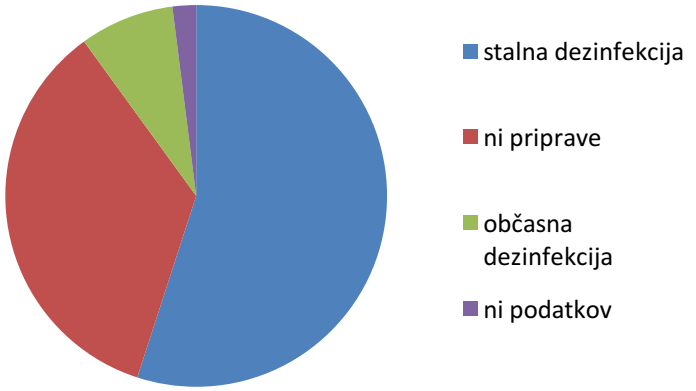
1. Uvod

V Sloveniji se s pitno vodo iz javnih vodovodov oskrbuje približno 91% prebivalstva [1]. Ostalo prebivalstvo se oskrbuje s pitno vodo iz lastnih vodnih zajetij [2]. Razmejitev med javnim vodovodom in zasebnim vodovodom za lastno oskrbo s pitno vodo je podana v Uredbi o oskrbi s pitno vodo [3]. Vodovodi, ki oskrbujejo več kot 50 prebivalcev in z gostoto poselitve večjo od pet prebivalcev s stalnim prebivališčem na hektar, so javni vodovodi, ostalo pa zasebni vodovodi z lastnimi vodnimi viri. Za javne vodovode je predpisan ustrezen notranji in zunanji nadzor kakovosti pitne vode [4]. Lastna vodna zajetja nimajo predpisanega nadzora kakovosti pitne vode.

Srednji in veliki javni vodovodi imajo običajno urejeno pripravo pitne vode, veliko malih javnih vodovodov pa priprave pitne vode ne izvajajo. Približno 1/3 od celotnega števila javnih vodovodov nima nobene priprave pitne vode [1]. V teh primerih gre enostavno za zajem vode iz vodnih zajetij in njeno distribucijo prebivalcem. Zelo podobno situacija je pri zasebnih vodovodih. Le pri 60% vodovodov se izvaja stalna dezinfekcija pitne vode [1]. Ker leži večina vodnih zajetij na kraških zemljiščih [5], se v času povečanih padavin pogosto pojavi onesnaženje pitne vode v vodnih zajetjih. Razlog gre iskati v kraških vodonosnikih, ki nimajo

ostre meje med površinskimi in podzemnimi vodami in nizki samočistilni sposobnosti razpoklinskih vodonosnikov [2].

Veliki vodovodi uporabljajo različne tehnološke postopke priprave pitne vode, ki omogočajo odstranitev kratkotrajnega onesnaženja pitne vode v vodnih zajetjih in s tem lahko zagotavljajo stalno kakovost pitne vode za oskrbovane prebivalce. Veliki vodovodi so zato manj občutljivi na kratkotrajna onesnaženja, ki lahko nastopijo ob povečanih padavinah, neustrezni rabi kmetijskih površin, onesnaženju iz prometa, itd. Pitno vodo je zato v velikih vodovodih relativno težko kontaminirati. Različni sistemi kontrole in priprave pitne vode to nevarnost zmanjšajo na relativno nizko raven. Pri malih vodovodih, ki nimajo nobene priprave pitne vode in zelo slab interni nadzor kakovosti pitne vode, pa je kontaminacija razmeroma enostavna in ogroženost precej na višji ravni [1].



Slika 12 Pregled izvajanja dezinfekcije pitne vode na javnih vodovodih v Sloveniji v letu 2015 [1] (7)

Vsak javni vodovod mora imeti izdelan HACCP elaborat (angl. Hazard Analysis Critical Control Point) in zunanji neodvisni monitoring na mestih uporabe [3]. Interni monitoring kakovosti pitne vode je pogosto slab, saj ne temelji na zelo kvalitetnem HACCP elaboratu. HACCP elaborat namreč lahko po trenutno veljavnih predpisih izdela vsak, ki misli, da je za to usposobljen. Posledično so mnogi HACCP elaborati slabi. Pred dobrim letom je bila sprejeta sprememba evropske direktive o pitni vodi [6]. Ta direktiva zahteva izdelavo ocene tveganja oskrbe s pitno vodo in vodovodov, kar bi moralo dvigniti raven varne vodooskrbe. V tej oceni tveganja bi morala bili upoštevana tudi različna tveganja za kontaminacijo pitne vode. Izredne razmere so lahko posledica naravnih vplivov (npr. poplava, žled, potres, požar, itd.), ekoloških nesreč, terorističnih aktivnosti ali vojaških dejavnikov.

2. Možnost (namerne) kontaminacije

Do kontaminacije lahko pride že, če nekdo na prispevnem območju vodnega vira odloži nevarne odpadke ali spušča gnojevko v okolje. Navedimo primer, kjer smo pred nekaj leti sodelovali kot sodni izvedenci v kazenski zadevi na sodišču proti kmetu, ki je spuščal gnojnico v podzemne vode le nekaj sto metrov nad vodnim zajetjem. Voda v vodnem zajetju je bila zato močno mikrobiološko in kemično kontaminirana. V obravnavanem primeru je šlo za onesnaženje malega javnega vodovoda. Takšnih primerov je verjetno bistveno več pri vodnih zajetjih, ki ne spadajo med javne vodovode. Možno je tudi, da si kmet že sam onesnažuje vodo v svojem vodnjaku na dvorišču, če nima ustrezno poskrbljeno za gnoj in gnojnico, ki nastaja v hlevu.

Pri slabo varovanih vodnih zajetjih obstaja tudi velika možnost za namerno kontaminacijo pitne vode, npr. zaradi sporov med sosedi, ali pa v novejšem času celo zaradi terorističnega

napada. Namerna kontaminacija vodnega zajetja ali vodovodnega omrežja je relativno enostavno izvedljiva pri vseh - malih, srednjih in velikih vodovodih.

Za biološko kontaminacijo je dovolj, če nekdo vrže manjšo poginulo žival v vodno zajetje ali pa gre za naravni pogin divjadi. Ob namerni kontaminaciji bi lahko povzročitelj uporabil tudi nevarne seve bakterij ali kakšne druge zelo nevarne kontaminante. Od kemijskih strupov so zelo enostavno dosegljivi strupi za izvajanje deratizacije, insekticidi, pesticidi, itd.

Kljub navedenemu pa je bila doslej zaznana kontaminacija navadno posledica naravnih vzrokov, ali pa malomarnega odnosa ljudi v območjih prispevnih površin vodnih virov. O tem, da bi lahko bila izvedena načrtno, se bolj malo razmišlja. Odkar je postala Slovenija članica NATO pakta in EU unije, so lahko takšna vodna zajetja tudi tarče terorističnih napadov. Izvedba takšnega terorističnega napada ne bi predstavljala za terorista velikega tveganja, da se ga lahko ulovi. Na dovodu pitne vode v stanovanjsko stavbo, ali v poslovni objekt, je navadno zahtevano, da je vgrajen na javno dostopni površini merilnik količine dobavljene pitne vode. Vendar je praviloma izveden priključek brez nepovratnega ventila, ki bi preprečil tok vode iz objekta in s tem morebitno onesnaženje vodovodnega sistema iz objekta, ki je priključen na javno vodovodno omrežje.

Slika 13 Števec za merjenje količine dobavljene vode iz javnega vodovodnega omrežja

V javnem vodovodnem omrežju je običajno tlak pri priključku na stanovanjski objekt med 3 in 6 barov. Če pri vodomeru ni montiran tudi nepovratni ventil, je možno iz objekta kontaminirati javni vodovodni sistem. Z dokaj preprosto napravo, ki vzpostavi na točki namernega vnosa tlak, ki je nekoliko višji od tlaka v javnem vodovodnem sistemu, se zagotovi dotok v omrežje, s katerim se lahko brez težav vnašajo v javni vodovod kemijska ali biološka onesnaževala.

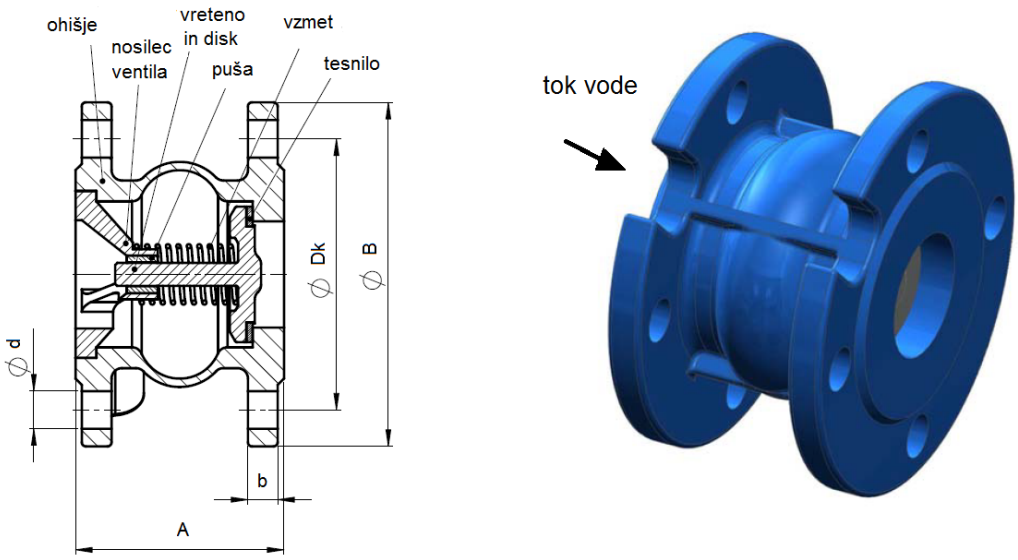
3. Ukrepi za preprečitev kontaminacije

Obstoječi predpisi na področja oskrbe s pitno vodo prebivalstva lahko v veliki meri preprečijo možnost kontaminacije pitne vode, če jih ustrezno uporabljamo [7]. Pri tem ima najpomembnejšo vlogo Pravilnik o pitni vodi [3] (8). Vendar pravilnik daje glavne pristojnosti le zdravstveni stroki in Ministrstvu za zdravje (MZ). To je sicer dobro, vendar pa ni zadostno. Ustrezno bi morale biti zajete tudi vsebine inženirskih in varnostnih strok. Če bi lahko izdelovali HACCP elaborate le ustrezni pooblaščeni inženirji, bi se nivo varne vodooskrbe prebivalstva bistveno povečal. Pri tem bi morale biti vzpostavljene približno enake zahteve kot pri izdelavi »požarnih elaboratov«, kjer za požarno zahtevne objekte lahko »požarne elaborate« izdelujejo le ustrezni pooblaščeni inženirji, za ostale objekte pa tudi drugi pooblaščeni inženirji. Vsi javni vodovodi so sanitarno zahtevni objekti in se mora za njih zahtevati izdelavo kakovostnih HACCP elaboratov s strani pooblaščenih (strokovno ustreznih) oseb.

Z uveljavitvijo zahtev iz dopolnitev Direktive 98/83/ES o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi [8], k Direktivi 2015/1787 [6], po izdelavi ocene tveganja v naš pravni red, bi se

morala zgoraj opisana pomanjkljivost v celoti odpraviti. Vendar pa osnutek nove "Uredbe o pitni vodi" ne kaže sprememb na bolje, temveč prinaša celo poslabšanje obstoječega stanja. Pri izdelavi te uredbe namreč niso sodelovale ustrezne inženirske in varnostne stroke, čeprav je ustrezna vodooskrba prebivalstva strateškega državnega pomena, ki ima zelo pomembne elemente državne varnosti.

Osnovni ukrep za preprečevanje namerne kontaminacije bi naj bil, da se pri vsakem odjemalcu pitne vode iz javnega vodovodnega sistema (stanovanjski stavbi, javnem zavodu, gospodarski družbi, itd.) na dotoku vgradi nepovratni ventil, ki bi preprečil možno onesnaževanje vodovodnega sistema s strani uporabnika. Na sliki 3 je primer takšnega nepovratnega ventila.



Slika 14 Prikaz delovanja nepovratnega ventila

Takšen ali podoben nepovratni ventil bi moral biti montiran tudi na vseh zunanjih hidrantih, ki so montirani na vodovodnem omrežju, saj morajo biti zaradi zagotavljanja požarne varnosti prosto dostopni – s tem pa tudi izpostavljeni nepooblaščeni (zlo)uporabi. S tem bi preprečili možnost kontaminacije vodovodnega sistema od zunaj.

Direktiva 2015/1787 [6] zahteva izdelavo ocene tveganja za kakovost pitne vode. Takšna ocena bi po našem mnenju morala upoštevati tudi možnost zlonamerne mikrobiološke in kemijske kontaminacije pitne vode ter potrebne ukrepe. To mora biti na ustrezen način upoštevano tudi v HACCP elaboratih, katerih izdelava ostane zahtevana tudi po sprejetju te dopolnitve direktive.

Novi 70.a člen Ustave RS [9], ki govori o pravici do zdrave pitne vode, avtomatsko zahteva tudi učinkovitejše varovanje vodnih zajetij in kakovosti vode na mestih uporabe. Ustava RS zagotavlja pravico do zdravstveno neoporečne pitne vode vsem prebivalcem in ne le tistim, ki se oskrbujejo iz javnih vodovodov. Številna mala vodna zajetja, ki niso zajeta v javno vodovodno omrežje, oskrbujejo s pitno vodo približno 200.000 ljudi [1]. Torej bo treba tudi za teh 10% prebivalstva prav tako zagotoviti ustavno pravico.

Predlagamo, da Ministrstvo za obrambo poišče v arhivu stare načrte za upravljanje vodovodnih sistemov v primeru izrednih razmer in jih ažurira glede na nove podatke o tej javni gospodarski infrastrukturi in dopolni v skladu z zahtevami Direktive 2015/1787 [6]. Ustrezno varovanje vodovodnih sistemov pred kontaminacijo se ne zahteva le zaradi zahtev dopolnjene direktive o oskrbi prebivalstva s pitno vodo, ampak tudi zaradi zahtev 70a. člena Ustave RS [9].

4. Zaključki

Prebivalstvu in gospodarskim družbam je možno zagotoviti ustrezne količine zdravstveno neoporečne pitne vode le z ustreznim varovanjem vodnih zajetij in vodovodnih sistemov pred (namerno) kontaminacijo. Varovanje mora zajemati preprečevanje naravnega in antropogenega onesnaževanja. Naravno onesnaževanje se preprečuje z različnimi sistemskimi ukrepi (kodeks dobre kmetijske prakse, vodovarstveni pasovi, itd.), antropogeno onesnaževanje pa z različnimi ukrepi (predpisi, primeri dobre prakse, idr.), ki zmanjšujejo in omejujejo emisije snovi v okolje [7]. Pri tem obstaja vrsto pomanjkljivosti, predvsem pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda. Večina slovenskega ozemlja je kraškega. Na teh zemljiščih ni ostre meje med površinskimi in podzemnimi vodami. Slabo očiščena odpadna voda lahko hitro povzroči prekomerno kontaminacijo podzemne vode.

Učinkovito varovanje vodnih zajetij in vodovodnih sistemov pred namerno kontaminacijo je možno zagotoviti z ustreznimi inženirskimi in varnostnimi ukrepi. Postavitev nepovratnih ventilov na vse priključke je eden izmed najpomembnejših inženirskih ukrepov. Če bi izdelovali HACCP elaborate ustrezni pooblaščeni inženirji, bi se v teh dokumentih v veliki meri odpravile pomanjkljivosti, ki vplivajo na kakovost pitne vode. Pri tem bi morali upoštevati tudi varnostne vidike, ki so se v času samostojne Slovenije povsem zanemarili. To je potrebno tudi zaradi Direktive 2015/1787 [6], ki zahteva izdelavo ocene tveganja. Ta direktiva ne zahteva eksplicitno upoštevanje varnostnega tveganje pred možnostjo namerne antropogene kontaminacije, vendar pa je logično, da na to ne smemo pozabiti. Slovenija je članica NATO in EU, ki sta v vojni z mednarodnim terorizmom. Zato so postali naši vodovodi potencialne tarče za teroristične napade.

5. Viri

[1] RS, Monitoring pitne vode 2015, Letno poročilo o kakovosti pitne vode 2015, Ministrstvo za zdravje.

[2] RS, Operativni program oskrbe s pitno vodo za obdobje 2015 – 2020, Ministrstvo za okolje in prostor, 2015.

[3] RS, Uredba o oskrbi s pitno vodo (Uradni list RS, št. 88/12).

[4] RS, Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09 in 74/15)

[5] Agencija Republike Slovenija za okolje (2017). *Atlas okolja* [online]. Ljubljana, Slovenija. Dostopno na: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso [11. Januar 2017]

[6] EU, Direktiva (EU) 2015/1785 o spremembi prilog II in III k Direktivi Sveta 98/83/ES o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi, Uradni list Evropske unije, L 260/6, 2015.

[7] RS, Uredba o načrtih upravljanja voda na vodnih območjih Donave in Jadranskega morja, Uradni list RS, št. 67/2016.

[8] EU, Direktiva 98/83/ES o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi, Uradni list Evropske unije, L330/32, 1998.

[9] RS, Ustavni zakon o dopolnitvi III. Poglavja Ustave Republike Slovenije (UZ70a), Uradni list RS, št. 75, 2016.

VREDNOTENJE VPLIVA ODLAGALIŠČ NA STANJE PODZEMNE VODE

Luka Serianz[1], Sonja Cerar[1], Katja Koren[1], Joerg Prestor[1], Nina Mali[1], Branka Mladenović[2]

[1]Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, [2]Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Odlagališča odpadkov predstavljajo nujni del našega načina življenja. V splošnem veljajo za manjšo lokalno nevšečnost, vendar pa lahko predstavljajo velik okoljski problem, predvsem s stališča onesnaževanja podzemne vode. Danes imamo v Sloveniji 18 aktivnih odlagališč (od tega je 11 odlagališč za komunalne odpadke, 3 odlagališča za nenevarne odpadke, 3 odlagališča za inertne odpadke in 1 odlagališče za nevarne odpadke), 23 v zapiranju in 39 zaprtih odlagališč. Na 67 odlagališčih se za ugotavljanje in vrednotenje vpliva na stanje podzemne vode izvaja obratovalni monitoring stanja podzemne vode. Na 12 odlagališčih je bil monitoring opuščen, saj se je že dokazalo, da se onesnaženje ne širi s podzemno vodo. Obratovalni monitoring se izvaja v ciljni hidrogeološki coni, ki predstavlja litostratigrafsko enoto, v kateri lahko zaradi izcejanja onesnaževal z območja vira onesnaženja nastane onesnaženje podzemne vode. Letni monitoring vključuje meritve kemijskih in hidrogeoloških parametrov, na podlagi katerih se vrednoti vpliv odlagališča na stanje podzemne vode. Zaradi izredne razgibanosti terena in pestrosti hidrogeoloških razmer na območju Slovenije, je ocenjevanje splošnega stanja odlagališč izredno zahtevno. Zato je potrebno obravnavati vsako odlagališče individualno. Ključni dejavniki za ocenjevanje stanja odlagališča so neposredno povezani z njegovim tehnično-izvedbenim stanjem in naravnimi značilnostmi v danem okolju. Slednje so pomembne predvsem z vidika prenosa onesnaženja v širše vplivno območje, kjer je vpliv odlagališča zaradi morebitne prisotnosti ogroženih ekosistemov ali pa celo zajetij za pitno vodo, lahko še toliko bolj problematičen. Prispevek obravnava pregled aktualnih razmer na slovenskih odlagališčih, s poudarkom na predstavitvi konceptualnega modela primera odlagališča, ki je ključen za ocenjevanje stanja odlagališča.

1. Uvod

Odlagališča odpadkov predstavljajo enega najbolj pomembnih potencialnih lokalnih virov onesnaževanja okolja. Ob prodoru onesnaženja v tok podzemne ali v površinske vode, lahko pride tudi do onesnaženja širšega okolja. Onesnaženje se v podzemni vodi lahko razgrajuje desetletja ali celo stoletja. V obdobju, ko poteka razgradnja odpadkov, mora biti zagotovljeno pravilno delovanje vseh sistemov odlagališča, ob tem pa se mora spremljati in izvajati obratovalni monitoring stanja podzemne vode (v nadaljevanju obratovalni monitoring). Obratovalni monitoring se izvaja v ciljni hidrogeološki coni, ki predstavlja litostratigrafsko enoto v kateri lahko, zaradi izcejanja onesnaževal z območja odlagališča, pride do onesnaženja podzemne vode. Obratovalni monitoring zajema meritve hidrogeoloških in kemijskih parametrov, s katerimi vrednotimo vpliv odlagališča na stanje podzemne vode. Za obratovanje odlagališča je potrebno pridobiti okoljevarstveno dovoljenje (v nadaljevanju OVD). V OVD se določi tudi obseg in vsebina obratovalnega monitoringa ter druge oblike nadzora morebitnega onesnaženja. Ključni dokument, ki določa obseg monitoringa v OVD, je Program monitoringa. V primeru ugotovljenih preseženih opozorilnih sprememb, se mora za takšno odlagališče izdelati Program ukrepov, izhodišča za pripravo strokovnih podlag teh dveh

dokumentov pa so Zakon o vodah, Zakon o varstvu okolja, Uredba odlagališčih odpadkov – v nadaljevanju: Uredba, Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode – v nadaljevanju: Pravilnik o obratovalnem monitoringu, Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja površinskih voda in Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega.

Na podlagi poročil o obratovalnem monitoringu iz leta 2015 smo izvedli analizo trenutnega stanja odlagališč v Sloveniji, s katero podajamo oceno možnega vpliva na vodonosnik, na katerem se nahajajo, posledično pa vpliv na zajetja s pitno vodo in ekosisteme.

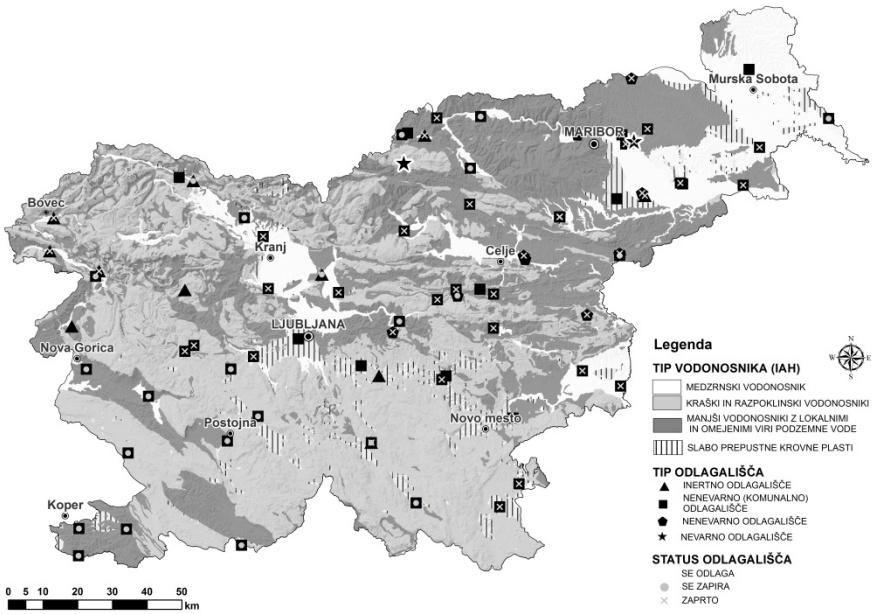
2. Klasifikacija odlagališč

Odlagališča glede na naravo odloženih odpadkov, delimo na odlagališča za (1) nevarne odpadke, kjer se odlagajo industrijski odpadki, (2) nenevarne odpadke, kjer se odlagajo komunalni, industrijski in mešani odpadki ter (3) inertne odpadke. Nevarni odpadki vsebujejo večje koncentracije okolju nevarnih snovi. Nastajajo tako v industrijski, obrtni in kmetijski proizvodnji kot tudi gospodinjstvih. Nenevarni odpadki vsebujejo okolju nenevarne snovi, večinoma pa gre za komunalne odpadke, ki nastajajo pri gospodinjski dejavnosti. Inertni odpadki se fizikalno, kemično ali biološko bistveno ne spreminjajo, ne razpadejo, ne zgorijo ali kako drugače kemično ali fizikalno ne reagirajo in se biološko ne razgradijo (Uredba). Danes imamo v Sloveniji 18 aktivnih odlagališč, 23 v zapiranju in 39 zaprtih odlagališč. Na 67 odlagališčih se za ugotavljanje in vrednotenje vpliva na stanje podzemne vode izvaja obratovalni monitoring. Na 12 odlagališčih je bil obratovalni monitoring opuščen, saj je bilo dokazano, da se onesnaženje ne širi s podzemno vodo.

3. Rezultati in razprava

3.1 Hidrogeološke razmere kot vplivni dejavnik

Zaradi izredne razgibanosti terena in pestrosti hidrogeoloških razmer, je ocenjevanje splošnega stanja odlagališč zelo zahtevno, zato je potrebna individualna ocena odlagališča. V Sloveniji prevladujeta dva tipa vodonosnikov: vodonosniki z medzrnsko poroznostjo, v pretežno ravninskih delih in vodonosniki s kraško in razpoklinsko poroznostjo (Slika 1). Dobro poznavanje lokalnih hidrogeoloških razmer je ključno za učinkovit obratovalni monitoring na odlagališču. Za izvajanje obratovalnega monitoringa se mora izdelati ustrezno monitoring mrežo, s katero se lahko sledi morebitnemu širjenju onesnaženja. Mreža vključuje dolvodna in gorvodna merilna mesta. Globina in število vrtin se določi na podlagi karakteristik vodonosnika, torej njegove debeline in vodoprepustnosti, ter drugih geoloških in hidrogeoloških značilnosti območja. Za oceno hitrosti in obsega širjenja onesnaženja z območja odlagališča v podzemno vodo, moramo poznati smer in hitrost toka podzemne vode ter geometrijo hidrogeološke enote, lokacijo in tip hidravličnih mej, sezonske padavinske dogodke ter druge antropogene vplive (vpliv črpanja). Na širjenje in obseg oblaka onesnaženja izrazito vpliva tudi naravno zadrževanje, ki je povezano z naravnimi procesi čiščenja ali zadrževanja onesnaženja v tleh in podzemni vodi. Naravno sposobnost zadrževanja predstavljajo različni fizikalni, kemijski in biološki procesi ter lahko brez človeškega posega zmanjšajo maso, toksičnost, mobilnost, prostornino ali koncentracije onesnaženja v tleh ali podzemni vodi (CAREY, 2000).

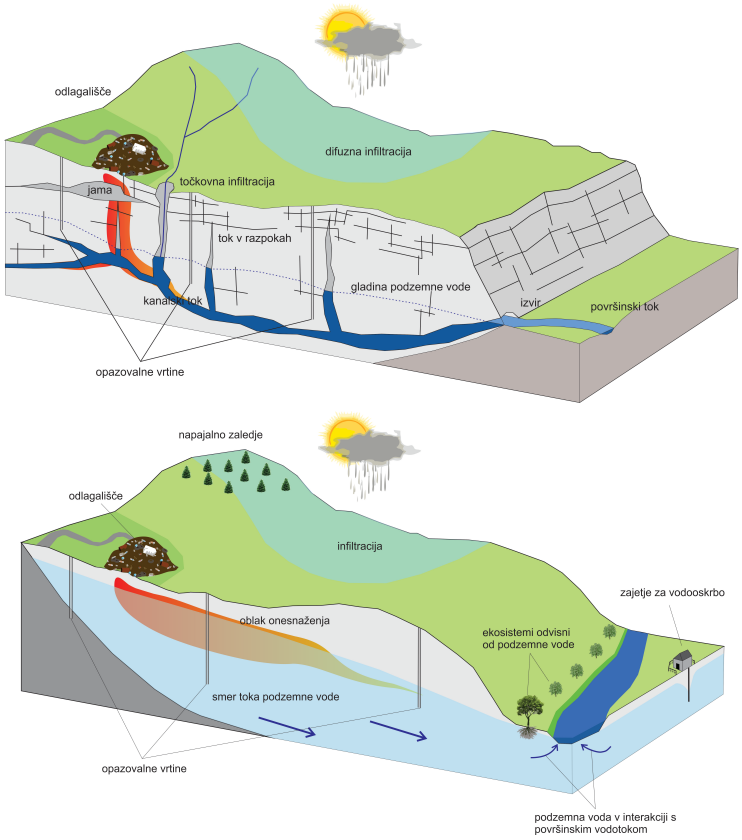


Slika 15- Lokacije odlagališč v Sloveniji – prirejeno po IAH (vir: ARSO, 2016)

V Sloveniji je 79 evidentiranih odlagališč, od tega jih največ, kar 28, leži na manjših vodonosnikih z lokalnimi in omejenimi viri podzemne vode (7 aktivnih), na medzrnskih vodonosnikih se jih nahaja 26 (3 aktivna), na kraško-razpoklinskih vodonosnikih 23 (5 aktivnih) in na slabo prepustnih krovnih plasteh, dve odlagališči, obe aktivni (Slika 1).

3.2 Primer konceptualnega modela odlagališča

Vodonosniki s kraško/razpoklinsko poroznostjo (Slika 2, zgoraj) so zelo ranljivi, saj teče voda po kanalih in razpokah zelo hitro, v nekaterih pa se lahko zadržuje dlje. Tako lahko onesnaženje že v nekaj urah, do nekaj dneh, doseže izvir, lahko pa zelo dolgo zastaja in se kopiči v podzemlju. Različni vodostaji pomembno vplivajo na smer in potovalni čas vode ter na možnost razredčenja in uskladiščenja onesnaževal v podzemlju. Ob točkovnih izlitjih, v sušnih razmerah, izlite tekočine zelo hitro prodirajo po razpoložljivih dobro prepustnih prevodnikih. V slabo prepustnem delu nezasičene cone kot tudi ob razpršenem in manj intenzivnem vnosu snovi, pa se začasno uskladiščijo. Kadar je nezasičena cona zaradi predhodnih padavin dobro namočena, so razlike v hitrostih pretakanja veliko manjše. Nevarnost odlagališča na krasu lahko opredelimo s hidrogeološkimi značilnostmi danega območja. Te so (1) razpokanost kamninske podlage, (2) vodoprepustnost in (3) določljivost tokov podzemne vode. Na območju, kjer imamo opravka z močno razpokano kamninsko podlago, dobro vodoprepustnostjo in nedoločljivimi tokovi podzemne vode, je nevarnost, da se onesnaženje z odlagališča širi v širše okolje, velika, zato lahko govorimo o nekontroliranem vnosu onesnaženja, kjer poti glavnine toka podzemne vode niso znane. Določitev ciljne hidrogeološke cone odlagališča na območju kraško razpoklinskega vodonosnika je izredno zahtevna. Vrtine pogosto niso reprezentativne za zaznavanje morebitnega oblaka onesnaženja, saj ni nujno, da zajamejo glavne drenažne poti toka podzemne vode.

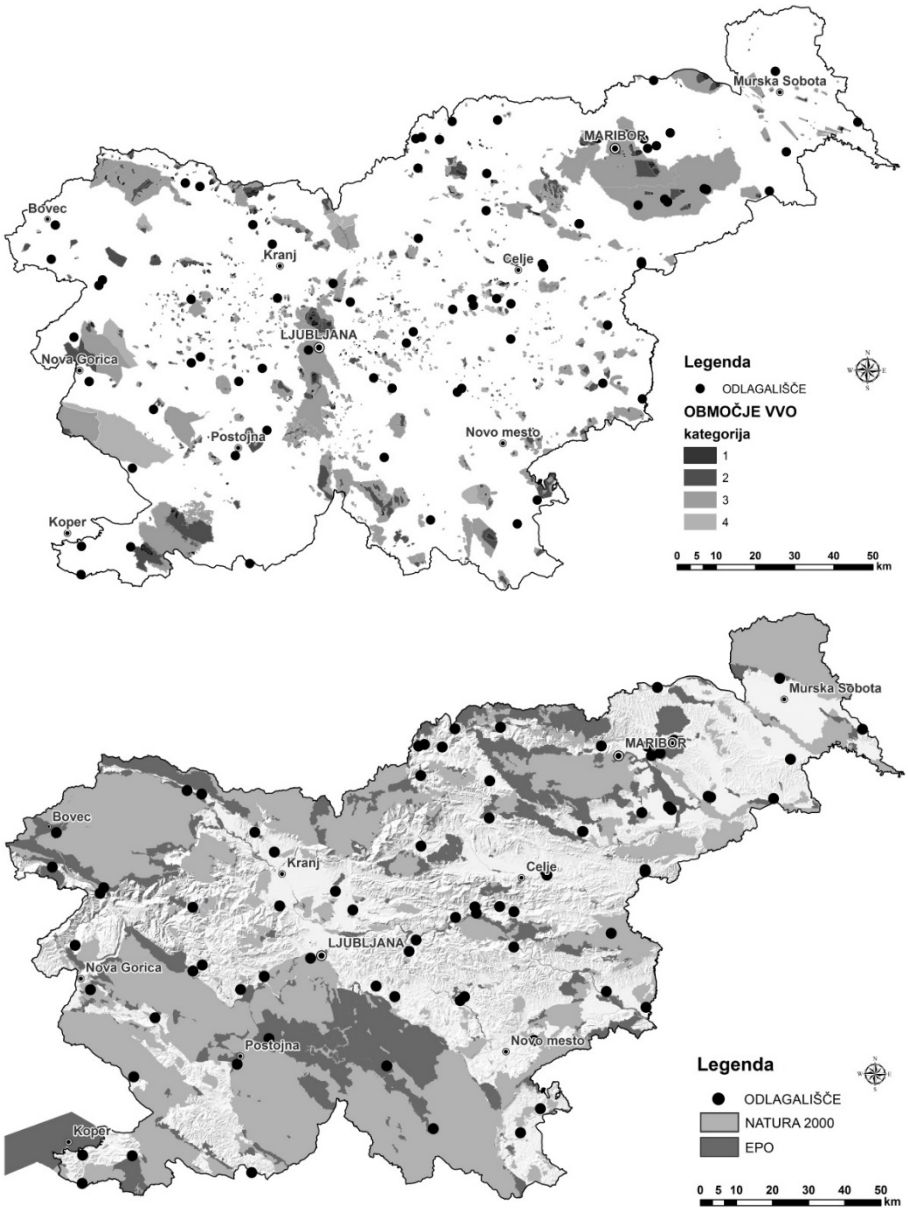


Slika 16- Konceptualni model primera odlagališča na kraško-razpoklinskem (zgoraj - prirejeno po Goldscheider& Drew, 2007) in medzrnskem vodonosniku (spodaj).

Veliko slovenskih odlagališč leži na medzrnskih, večinoma kvartarnih vodonosnikih (Slika 2, spodaj). Za prepoznavanje in oceno hidravličnih značilnosti toka podzemne vode so ti vodonosniki razmeroma enostavni. Ob ustrezni izvedbi merilne mreže in ob znanih mejnih pogojih na takšnih območjih, lahko s pomočjo analitičnih metod sledimo obseg oblaka tudi dolvodno od odlagališča, izven merilne mreže. Največjo nevarnost za širjenje onesnaženja na takšnih območjih predstavljajo površinski vodotoki, ki lahko drenirajo razmeroma velike količine podzemne vode. V medzrnskih vodonosnikih pogosto prihaja do interakcije podzemne in površinske vode, posledično pa tudi do neposrednega vpliva onesnaženja na lokalne ekosisteme, ali pa celo zajetja, ki se uporabljajo za oskrbo s pitno vodo.

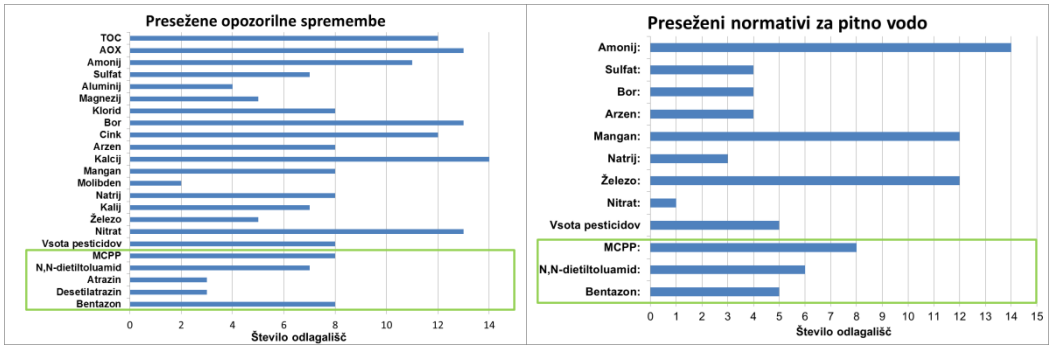
3.3 Vrednotenje vpliva

Ključni namen izvajanja monitoringa podzemne vode na območju odlagališč odpadkov, je vrednotenje vpliva odlagališča na podzemno vodo. Za vrednotenje dejanskega vpliva odlagališča poleg kvantitativne ocene vpliva, zelo pomemben dejavnik predstavljajo lokacije prejemnikov onesnaženja. Slednji predstavljajo občutljiva območja, kjer lahko odlagališče zaradi širjenja oblaka onesnaženja s podzemno ali površinsko vodo izrazito vpliva na njihovo stanje. Takšna območja so območja občutljivih ekosistemov in vodovarstvenih pasov. Neposredno na vodovarstvenih območjih (občinski in državni nivo) leži 9 odlagališč, od tega so 4 aktivna (Slika 3, zgoraj). Zelo pomembno lahko odlagališča vplivajo tudi na ekosisteme. V Sloveniji je 18 odlagališč, ki neposredno ležijo na območju NATURE 2000 oz. ekološko pomembnem območju (EPO), od tega so 3 aktivna (Slika 3, spodaj).



Slika 17- Odlagališča na vodovarstvenih območjih (zgoraj) in območjih ekosistemov (spodaj) (vir: ARSO, 2016)

Metodologijo vrednotenja vpliva odlagališča opredeljuje Pravilnik o obratovalnem monitoringu, ki določa izračun opozorilnih sprememb, izračun pa temelji na razliki med koncentracijo onesnaževala na gorvodnem in dolvodnem merilnem mestu. Za oceno kakovosti pitne vode se v Sloveniji uporablja Pravilnik o pitni vodi, ki določa parametre in njihove mejne vrednosti, ki so pomembni za zdravstveno varstvo ljudi. Na podlagi pregleda letnih poročil o monitoringu podzemne vode za leto 2015 smo pripravili osnovno analizo rezultatov monitoringa, v katero je bilo vključenih 21 odlagališč. Na Sliki 4 so prikazani kemijski parametri, ki v letu 2015 najpogosteje presegajo opozorilno spremembo (levo) in normativ za pitno vodo (desno).



Slika 18- Prikaz kemijskih parametrov, ki so v letu 2015 najpogosteje presegali opozorilno spremembo (levo) in normativ za pitno vodo (desno).

Razvidno je, da so parametri, ki najpogosteje (vsaj na osmih odlagališčih) presegajo opozorilno spremembo naslednji: TOC, AOX, amonij, klorid, bor, cink, arzen, mangan, kalcij, natrij, nitrat, vsota pesticidov, MCPP in bentazon. Parametri, ki najpogosteje presegajo normativ za pitno vodo pa: amonij, mangan, železo in MCPP. Pri analizi rezultatov je potrebno upoštevati, da so lahko normativi in opozorilne spremembe presežene tudi zaradi zunanjega vpliva in ne nujno vpliva odlagališča. Parametri, ki presegajo opozorilno spremembo in hkrati normativ za pitno vodo so amonij, mangan in nekateri pesticidi. Pri tem pa je potrebno upoštevati, da so mejne vrednosti koncentracij za pitno vodo nekaterih parametrov bistveno višje, kot se lahko pojavljajo v naravnem ozadju (npr. bor) in da lahko posamezen parameter, ki presega normativ za pitno vodo, kaže vpliv zunanjih dejavnikov – kmetijske in urbane površine.

4. Zaključki

V sklopu prostorske analize obstoječih podatkov ugotavljamo, da dobra tretjina odlagališč predstavlja relativno manjšo nevarnost vpliva onesnaženja na podzemno vodo, saj se nahaja na manjših vodonosnikih z lokalnimi in omejenimi viri podzemne vode. Po drugi strani pa se slaba tretjina odlagališč nahaja na območjih kraško-razpoklinskih vodonosnikov, ki predstavljajo večjo nevarnost za prenos onesnaženja v širše okolje in večje težave pri izvajanju monitoringa in nadzora nad širjenjem onesnaženja.

Na podlagi preseženih opozorilnih sprememb in normativov za pitno vodo ugotavljamo še, da obstoječa metodologija vrednotenja vpliva odlagališča na stanje podzemne vode na podlagi opozorilnih vrednosti ni enoznačna, temveč je potrebno pri interpretaciji rezultatov upoštevati tudi geogene in zunanje vplive. Za relevantno oceno vpliva odlagališča na podzemno vodo pa je še posebej pomembno analizirati tudi možne posledice, ki bi lahko nastale zaradi vplivov odlagališča na poslabšanje stanja odvisnih ekosistemov in zajetij za oskrbo s pitno vodo.

5. Viri

[1] [1] GOLDSCHEIDER, N. & DREW, D., 2007. Methods in Karst Hydrogeology. Taylor & Francis, London.
[2] [2] ARSO, 2016. ARSO Metapodatkovni Portal [online]. Dostop:http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page [dostop:9.1.2017)
[3] [3] CAREY, M. A., J. R. FINNAMORE, MORREY, M. J. & MARSLAND, P. A., 2000. Guidance on the Assessment and Monitoring of Natural Attentuation of Contaminants in Groundwater. R AND D PUBLICATION-ENVIRONMENT AGENCY.

PRAKTIČNI PRISTOPI ZA IZVEDBO IZRAČUNOV OCEN OKOLJEVARSTVENEGA TVEGANJA ZA ZAPRTA ODLAGALIŠČA KOMUNALNIH ODPADKOV

mag. Igor Madon[1], Rok Rojko[1], doc.dr. Darko Drev[2], prof.dr. Jakob Likar[3]

[1]Komunalno stanovanjska družba, Goriška 23B, 5270 Ajdovščina, [2]Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, 1000 Ljubljana, [3]Naravoslovno tehniška fakulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Slovenske odlagališčne Uredbe so bile praviloma vedno napisane na kožo moderno grajenih odlagališč suhega tipa, kar velja npr. tudi za t.i. 'referenčno' odlagališče iz posebne priloge Uredbe, ki se nanaša na priporočen način izračuna višine potrebnih sredstev finančnega jamstva za zapiranje odlagališč komunalnih odpadkov. V Uredbah so sicer vedno obstajali tudi takšni ali drugačni členi, ki so vsaj posredno omogočali implementacijo alternativnih pristopov v zvezi z obratovanjem, izgradnjo in zapiranjem sanitarnih odlagališč, kot npr. uporabo metod za pospešitev stabilizacije odlagališčnega telesa. Prav suha odlagališča se s trajnostnega vidika kažejo kot najbolj problematična, saj koncept varovanja okolja skoraj izključno sloni le na zagotovitvi enkapsulacije odlagališčnega telesa in na jamčenju dolgoročne učinkovitosti vgrajenih tesnilnih sistemov. Glede na to, da je oceno tveganja možno pridobiti tudi z uporabo dokaj objektivnih kvantitativnih metod, se na ta način tudi razlike v okoljevarstveni učinkovitosti med različnimi tipi sanitarnih odlagališč lahko dovolj jasno izrazijo. Prikazali bomo rezultate modeliranja z uporabo programa @Risk, pri čemer bomo suponirali, da manjše zaprto odlagališče takšnega ali drugačnega tipa leži na relativno prepustnem ravninskem terenu neposredno nad manjšim vodonosnikom lokalnega pomena.

Ključne besede:
zapiranje odlagališč, stabilizacija odlagališč, ocena tveganja, onesnaženje vodonosnika

1. Konceptualni pristop k izvedbi primerjalnih izračunov ocen tveganja

Medsebojno primerjavo različnih tipov zaprtih sanitarnih odlagališč z vidika njihove dolgoročne okoljevarstvene učinkovitosti je na dovolj reprezentativen, kvantitativen način možno izpeljati tako, da se za izvedbo izračunov upošteva -

- za vse tipe odlagališč enako, karseda enostavno, okoljevarstveno neugodno lego v hidrogeološkem prostoru (na ta način se razlike v karakteristikah posameznih tipov odlagališč odrazijo izraziteje in prepričljiveje),
- za vse tipe odlagališč enake vstopne podatke (kapaciteta, sestava vgrajenih odpadkov, tlorisna površina v stiku s podtaljem),
- eno samo, za odlagališča neobdelanih MKO najbolj referenčno vodno onesnažilo.

Vrednost parametra 'koncentracija amonijevega dušika' praviloma dobro odraža splošno kakovostno stanje primarne (neprečiščene) izcedne vode iz sanitarnih odlagališč odpadkov kot tudi doseženo stopnjo stabilizacije odlagališčnega telesa (npr. Kjeldsen idr.., 2002, Ritzkowsky

in Stegmann, 2007)). Zato se je v konkretnem primeru prav ta parameter uporabilo za izvedbo primerjalnih izračunov ocen tveganja.

Suponirano zaprto odlagališče naj bo kapacitete reda velikosti okoli 600.000 m^3, tlorisne površine A = 5 ha. Leži naj na relativno dobro prepustnem terenu nekaj metrov nad vodonosnikom lokalnega pomena. Izvedba karakterističnih talnih drenažno-tesnilnih sistemov naj bo sledeča:

- za moderno odlagališče suhega ali mokrega tipa: plast za dreniranje in zbiranje izcedne vode + sintetična geomembrana + (1÷2) m debeli sloj iz neprepustne gline s ksat ≈ 5·10-10 m/s (Pivato, 2011)
- za visokoprepustno trajnostno deponijo (Madon, 2016): samo bariera iz 1.5 m debelega sloja neprepustne gline s ksat ≈ 5·10-10 m/s
- za nekontrolirano ('divjo') disperzno deponijo: brez tesnjenja

Tveganje kvantitativno definirajmo kot verjetnost, da pride do nezaželenega pojava onesnaženja podzemne vode zaradi vplivov iz odlagališča. Ker se suponira, da sta hidrogeologija ogroženega vodonosnika in njegov škodni potencial v konkretnem primeru dovolj dobro poznana, je najbolje, da se razsežnost negativnega okoljevarstvenega učinka odlagališča na vodonosnik pod njim kvantitativno izrazi kar z mejnimi emisijskimi vrednostmi referenčnega parametra:

- v trenutku, ko amonijev dušik iz odlagališča doseže vodno telo in to z fluksom vsaj 0.2 kg/leto, se to situacijo opredeli kot onesnaženje vodonosnika manjšega obsega OMO
- če bi masni dotok amonijevega dušika v vodonosnik kadarkoli presegel vrednost 20 kg/leto, se takšno situacijo definira kot onesnaženje večjega obsega OVO
- če bi kumulativni vnos amonijevega dušika v vodonosnik presegel 0.5 tone, bo šlo za dolgoročno nepovratno onesnaženje vodonosnika ODO

Ocene tveganja za OMO, OVO in ODO se je v konkretnem primeru pridobilo tako, da se je s pomočjo programa @Risk izračunalo verjetnosti P_{OMO}, P_{OVO} in P_{ODO} za prekoračitev zgoraj definiranih mejnih vrednosti.

Koncentracija vodnih onesnažil v primarni izcedni vodi z leti postopoma upada zaradi stabilizacijskih procesov, ki se odvijajo v notranjosti telesa odlagališča; istočasno se s časom povečuje tudi verjetnost, da bo dno odlagališča pričelo puščati, vodne izgube pa sukcesivno zlagoma naraščati (Pivato, 2011). Ne glede na tip odlagališča se ubežne emisije onesnažil v vsakem trenutku lahko definira kot produkt aktualne vrednosti koncentracije referenčnega onesnažila v saturirani coni na dnu telesa odlagališča »C« ter intenzitete puščanja izcedne vode v podtalje »Q«. Vrednosti teh dveh parametrov se na dolgi rok spreminjajo, vendar je dinamika odločilno odvisna prav od tega, za kateri tip odlagališča gre. Velike razlike v karakteristikah obstajajo tudi med odlagališči znotraj iste kategorije. Kredibilne izračune ocen tveganja je zato možno izvesti samo tako, da se vse te heterogenosti na nek smiselen način upošteva.

Koncentracija referenčnega onesnažila v izcedni vodi na dnu telesa odlagališča v času po zaprtju odlagališča postopno upada, kar je najbolj oportuno izraziti s kinetiko prvega reda $C \approx C_0 \cdot e^{-kt}$ (Pivato, 2011), pri čemer se koeficiente »k« izrazi z razpolovnimi časi: $k = \ln 2 / T_{1/2}$. Vrednosti razpolovnih časov $T_{1/2}$ [leta] so nizke za tiste tipe sanitarnih odlagališč, kjer se po zaprtju intrinzično izvajajo ukrepi stabilizacije in/ali v katerih odpadki ob vgrajevanju niso bili skompaktirani in/ali kot posledica nekontroliranega disperznega onesnaževanja okolja.

V odvisnosti od tipa odlagališča se razlikujejo tudi vrednosti začetnih koncentracij »C_0« (t.j. koncentracije amonijevega dušika, ki so značilne za čas takoj po zaprtju (=tehnični izvedbi dokončne prekrivke) odlagališča. Za skompaktirana, moderna anaerobna odlagališča so te vrednosti znatno višje kot npr. za visokoprepustna, semiaerobna odlagališča. V tabeli 1 so podane karakteristične vrednosti inicialnih koncentracij in razpolovnih časov upadanja

koncentracije, ki se jih je uporabilo za izračun. Podatki so podani s srednjimi vrednostmi »μ« in standardnimi odkloni »σ« (suponira se normalna verjetnostna razporeditev možnih vrednosti).

Tabela 1: Razporeditev vrednosti začetnih koncentracij in razpolovnih dob za ref. onesnažilo

Tip odlagališča	$T_{0.5}$ [leta]		C_0 [mg/L]	
	μ	σ	μ	σ
nekontrolirano disperzno	3	1	200	50
visokoprepustno trajnostno	3	1	450	30
moderno: suhi tip	40	7	1200	150
moderno: mokri tip	7	2	1200	150

Ker so okoljevarstveni koncepti izgradnje in obratovanja različnih tipov odlagališč različni, tudi pristopi k izračunu izgub izcedne vode »Q« v podtalje ne morejo biti enaki. V konkretnem primeru se je uporabilo sledeče pristope:

- za nekontrolirano (netesnjeno) disperzno deponijo: izračunavalo se je masni delež padavin, ki se letno infiltrira v telo odlagališča in kot izcedna voda ponikne v podtalje
- za visokoprepustno trajnostno deponijo: izračunavalo se je pretok skozi omočeno glineno bariero pod odlagališčem (po Darcy-ju); sukcesivni hiter odtok skozi nesaturirano cono navpično navzdol do vodonosnika ni pomemben
- za moderno grajene tipe odlagališč: ker detajli mehanizma odpovedi talnega kompozitnega tesnilnega sistema načeloma niso poznani, se je upoštevalo statistično dejstvo, da a) se bo onesnažilo z določeno verjetnostjo po dočenem času znašlo v vodonosniku (verjetnostna razporeditev prevzeta po Pivato, 2011 – gre za podatke dolgoletnega okoljevarstvenega monitoringa izvajanega v okolici primerljivih severno-italijanskih odlagališč komunalnih odpadkov ležečih v primerljivem hidrogeološkem okolju), b) bo izcedna voda pričela puščati z izgubami kakršne so po svetu že bile izmerjene (takšne meritve so se lahko izvedle le na odlagališčih opremljenih z dvojnim sistemom talnega tesnjenja - Geoservices inc., 1987), c) se bo puščanje predvidoma nadaljevalo s postopnim povečevanjem vodnih izgub (Pivato, 2011), ki pa bodo naraščale le do določene maksimalne vrednosti, kakršno je še realno možno pričakovati.

Tabela 2: Razporeditev vredn. vhodnih parametrov za izr. izgub izcedne vode v podtalje

Tip odlagališča	normalna razporeditev vrednosti	
	srednja vrednost	standardni odklon
Nekontrolirana disperzna deponija (malo kompaktirani odpadki)	**μ**	**σ**
Letna količina padavin Qpadavine [mm]	1500	250
Delež padavin, ki se infiltrira v deponijo + ponikne v podtalje dpod [%]	3	1
Izgube izcedne vode v podtalje Q [m3/leto]	$Q = Q_{padavine} \cdot A \cdot d_{pod}$	
Visokoprepustna trajnostna deponija (malo kompaktirani odpadki)	**μ**	**σ**
Koeficient hidravlične prepustnosti ksat [m/s]	log-normalna razporeditev	
	$5 \cdot 10^{-10}$	$7.2 \cdot 10^{-10}$
Hidravlični gradient i [/]	1	/
Debelina glinene plasti pod odlagališčem d [m]	1.5	/
Čas, potreben za preboj onesnažila skozi glineno plast t_{preboj} [leta]	$t_{preboj} = d/(k_{sat} \cdot i)$	
Izgube izcedne vode v podtalje Q [m^3/leto]	$Q = k_{sat} \cdot A \cdot i$	

Moderno odlagališče - suhi tip (močno kompaktirani odpadkil)		**μ**	**σ**
Čas odpovedi kompozitnega tesnilnega sistema t_{ots} [leta]		25	12.5
Začetne izgube v podtalje takoj po odpovedi tesnilnega sistema Q_0 [m^3/leto]		8	2.5
Koef. 1.reda večanja začetnih izgub po odpovedi tesnilnega sistema K [$leto^{-1}$]		0.023	0.023
Izgube izcedne vode v podtalje Q_t [m^3/leto]	$Q_t = Q_0 \cdot \exp[K(t-t_{ots})]$, če je $Q_0 \cdot \exp[K(t-t_{ots})] \leq 200$ [m^3/leto] in $t \geq t_{ots}$ $Q_t = 0$, če je $t < t_{ots}$; $Q_t = 200$ [m^3/leto], če je $Q_0 \cdot \exp[K(t-t_{ots})] > 200$ [m^3/leto]		
Moderno odlagališče - mokri tip (močno kompaktirani odpadki)		**μ**	**σ**
Čas odpovedi kompozitnega tesnilnega sistema t_{ots} [leta]		25	12.5
Začetne izgube v podtalje takoj po odpovedi tesnilnega sistema		16	5
Koef. 1.reda večanja začetnih izgub po odpovedi tesnilnega sistema K [$leto^{-1}$]		0.023	0.023
Izgube izcedne vode v podtalje Q_t [m^3/leto]	$Q_t = Q_0 \cdot \exp[K(t - t_{ots})]$, če je $Q_0 \cdot \exp[K(t - t_{ots})] \leq 400$ [m^3/leto] in $t \geq t_{ots}$ $Q_t = 0$, če je $t < t_{ots}$; $Q_t = 400$ [m^3/leto], če je $Q_0 \cdot \exp[K(t - t_{ots})] > 400$ [m^3/leto]		

2. Uporabljeni matematični model

Ker so vhodni podatki za posamezne parametre večinoma nezanesljivi, podani z verjetnostnimi razporeditvami, ne pa z diskretnimi vrednostmi, mora veljati isto tudi za izhodne rezultate – podani morajo biti s prikazi možnih izidov skupaj z verjetnostmi za realizacijo teh izidov, za vsaki tip odlagališča posebej. Programsko orodje @Risk je namenjeno prav izdelavi analiz in ocen tveganja. Deluje v okolju programa Excell, kot njegova nadgradnja. Omogoča izvedbo velikega števila simulacij v zelo kratkem času ter uporablja Monte Carlo metodo kot algoritem za naključno izbiranje vrednosti neodvisnih sprejemljivk. Vsaka simulacija podrazumeva izvedbo niza vmesnih kalkulacij z izračuni posameznih vrednosti za vsa leta po zaprtju odlagališča »t«, dokler tveganje za onesnaženje suponiranega vodonosnika obstaja. Gre za sledeče odvisne spremenljljivke:

- koncentracija »Ct« onesnažila v primarni izcedni vodi
- količina v vodonosnik prejetih izcednih vod »Qt«
- količina v vodonosnik prejetega referenčnega onesnažila »LTOt«
- nabor Excellovih celic iz časovnega niza »LTOt«, ko velja LTOt < 0.2 kg/leto
- nabor Excellovih celic iz časovnega niza »LTOt«, ko velja LTOt < 20 kg/leto
- kumulativna količina v vodonosnik prejetega ref. onesnažila »KUMLTOt«
- nabor Excellovih celic iz časovnega niza »KUMLTOt«, ko velja KUMLTOt > 0.5 t

Izhodni rezultati (ocene tveganja za onesnaženje vodonosnika določenega obsega) so bili definirani kot potrebni čas, ki mora po zaprtju odlagališča preteči, da pri določeni verjetnosti

- LTO_t prekorači vredn. 0.2 kg/leto (prične se onesnaževanje malega obsega »OMO«)
- LTO_t prekorači vredn. 20 kg/leto (prične se onesnaževanje velikega obsega »OVO«)
- LTO_t ponovno pade pod vrednost 20 kg/leto (onesnaževanje »OVO« preneha)
- LTO_t ponovno pade pod vrednost 0.2 kg/leto (onesnaževanje »OMO« preneha)
- $KUMLTO_t$ prekorači vrednost 0.5 t (pride do dolgoročnega onesnaženja »ODO«)

Za izdelavo formul se je uporabilo Excellove matematične in logične funkcije. Rezultati nekaterih izračunov so podani v tabelah 3÷7.

Tabela 3: Ocene tveganja za možnost onesnaženja vodonosnika ležečega tik pod odlagališčem in povprečni čas po zaprtju odlagališča, ki mora za to preteči

	nekontrolirano disperzno		visokoprepustno trajnostno		moderno: suhi tip		moderno: mokri tip	
P_{OMO}	100%	0 let	7.6%	27 let	99.9%	25 let	100%	25 let
P_{OVO}	100%	0 let	2.0%	32 let	39.6%	99 let	2.2%	1 leto
P_{ODO}	83.6%	2 leti	1.0%	13 let	76.6%	82 let	5.5%	38 let
Ocena tveganja = Izračunana verjetnost [%], da do onesnaženja pride, upoštevajoč celotno potencialno dobo onesnaževanja								

Tabela 4: Čas, ki mora po zaprtju odlagališča preteči, da s 95% gotovostjo lahko trdimo, da kasneje izcedne vode iz odlagališča ne morejo več ogrožati vodonosnika pod njim

Tip odlagališča	nekontrolirano disperzno	visokoprepustno trajnostno	moderno: suhi tip	moderno: mokri tip
Čas [leta]	50	32	572	150
Kriterij: Izračunana intenzivnost onesnaževanja je kvečjemu manjša od vrednosti »OMO«				

Tabela 5: Maksimalna možna kumulativna količina v vodonosnik prejetega referenčnega onesnažila (upoštevajoč celotno potencialno dobo možnega onesnaževanja)

Tip odlagališča	nekontrolirano disperzno	visokoprepustno trajnostno	moderno: suhi tip	moderno: mokri tip
Prejeta količina onesnažila [kg]	2350	6.5	7090	555
Kriterij: 95% verjetnost, da je maksimalna kumulativno prejeta količina kvečjemu manjša od zapisane vrednosti				

Tabela 6: Maksimalna možna letna količina v vodonosnik prejetega referenčnega onesnažila

Tip odlagališča	nekontrolirano disperzno	visokoprepustno trajnostno	moderno: suhi tip	moderno: mokri tip
Emitirana količina [kg/leto]	427	0.1	7.0	8.1
Kriterij: 95% verjetnost, da je maksimalna možna letno emitirana količina kvečjemu manjša od zapisane vrednosti				

Tabela 7: Nezanesljive vhodne količine z največjim vplivom na rezultat

	nekontrolirano disperzno	visokoprepustno trajnostno	moderno: suhi tip	moderno: mokri tip
Vhodna količina	začetna koncentracija onesnažila »C_0«	koeficient hidravlične prepustnosti glinene bariere »k_{sat}«	koef. 1.reda večanja začetnih izgub po odpovedi tesnilnega sistema K [$leto^{-1}$]	
Kriterij: pri povprečni vrednosti rezultata »Ocena tveganja za onesnaženje vodonosnika velikega obsega P_{OVO}«				

3. Zaključki

Izračuni kažejo, da je visokoprepustna trajnostna deponija okoljevarstveno najprijaznejši tip odlagališča, najslabše pa se je po pričakovanju odrezala nekontrolirana disperzna deponija. Za suhi tip odlagališča se je izkazalo, da je verjetnost onesnaženja suponiranega vodonosnika pod njim zelo velika, le najverjetnejši čas za nastop takšnega scenarija je pomaknjen daleč v prihodnost.

Morda se je najtežje sprijazniti z zaključkom, da je visokoprepustna trajnostna deponija z glineno plastjo kot edinim konstrukcijskim elementom talnega tesnjenja v povprečju okoljevarstveno učinkovitejši objekt v primerjavi z enako velikim moderno grajenim odlagališčem, opremljenim s sofisticiranim sistemom talnega tesnjenja. Spodaj navajamo očitne kot tudi špekulativne razloge, ki so privedli do takšnih rezultatov:

- za visokoprepustno trajnostno deponijo je značilno, da nevarnostni potencial zelo hitro upada (tudi v primerjavi z moderno grajenim odlagališčem bioreaktorskega tipa); v času, ko pride do preboja vodnih onesnažil skozi glineno bariero, so koncentracije onesnažil v primarni izcedni vodi nad glineno bariero že izredno nizke,

- v izračunih uporabljena verjetnostna razporeditev časa odpovedi kompozitnega talnega tesnilnega sistema (Pivato, 2011) vključuje statistično dejstvo, da se med obstoječimi moderno grajenimi odlagališči nahaja veliko primerov, ko so bili geosintetiki poškodovani že v času izgradnje in/ali je bilo projektiranje neprimerno, geotehnični nadzor pomanjkljiv, itd.,
- drenažni sloj na dnu teles modernih odlagališč za neobdelane MKO se praviloma hitro zamaši s precipitiranimi železovimi hidroksidi idr. koloidi,
- glinena bariera, ki se nahaja pod telesom visokoprepustne deponije je ves čas saturirana z vodo, posledično, minerali glin se konstantno nahajajo v maksimalno nabreknjenem stanju; tega na dolgi rok ne moremo trditi za glineno plast, ki leži v vadozni coni pod sintetično folijo moderno grajenega tipa odlagališča,
- tehnologija odlaganja MKO na modernih odlagališčih je predvidevala takojšnjo in izdatno kompakcijo iztresenih odpadkov ter hitro zapolnitev ter zatesnitev odlagališčne celice; posledično, na dnu teles takšnih odlagališč so se v znatnih koncentracijah pojavljale tudi raztopljene lahkohlapne organske spojine ter druge agresivne snovi; pred časom, ko ločenega zbiranja nevarnih odpadkov še ni bilo, so se nekatere tekočine pojavljale tudi v nevodni fazi; vse to je lahko privedlo do fenomenov, kot so odpoved tesnjenja sintetične membrane (npr., Bromhead, 1997) ali večja permeabilnost glinene plasti v primerjavi s projektirano (npr., Jun et al., 2015, Johnson et al., 1987).

4. Viri

Bromhead, J., 1997. Permeation of Benzene, Trichloroethene and Tetrachloroethene through Plastic Pipes. Teddington Ltd. Available from: http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/dwi0772.pdf

Geoservices inc., 1987. Background Document on Bottom Liner Performance in Double-lined landfills and Surface Impoundments. EPA 1530-SW-87-013, USEPA.

Johnson R., Cherry J., Pankow J., 1989. Diffusive Contaminant Transport in natural clay: A field example and implications for clay-lined waste disposal sites. Environ. Sci. Technol., 23 (3), 340–349

Jun H., Wang Y. et al., 2015. Effects of leachate infiltration and desiccation cracks on hydraulic conductivity of compacted clay. Water Science and Engineering, 8 (2), 151-157

Kjeldsen P. et al., 2002. Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review. Critical Reviews in Env. Science and Technology, 32 (4), 297-336.

Komilis P., Stegman H., 2000. The Effect of Landfill Design and Operation Practices on Waste Degradation Behavior: a Review. Waste M. and Research, 17(1), 20–26.

Madon I., 2016. Development of a sustainable MSW landfill as an intrinsic part of a low-priced, integrated waste management facility. Waste Management 2016, 195 – 206

Pivato A., 2011. Landfill Liner Failure: An Open Question for Landfill Risk Analysis. Journal of Environmental Protection, 287-297.

RITZKOWSKY m., sTEGMANN r., 2007. Landfill aeration. IWWG Monograph series.

Palisade Corporation, 2016. @Risk Analysis and Simulation. Add-in for Microsoft Excell. Available from: http://www.palisade.com

ZASUTE VRTAČE - POTENCIANA NEVARNOST ZA VODNE VIRE

dr. Mateja Breg Valjavec[1], mag. Mojca Zega[2]

[1]Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, [2]Zavod RS za varstvo narave, OE Nova Gorica, Delpinova 16, 5000 Nova Gorica

POVZETEK

Velike količine odloženih odpadkov so danes v pokrajini skrite in posredno ali neposredno ogrožajo podzemne vodne vire - kraške vodonosnike. Prerašča jih naravna ali antropogeno spremenjena vegetacija. Na območjih, kot so Kras, Matarsko podolje, Podgorski kras, Logaško polje, kjer so kraški vodonosniki glavni, ponekod celo edini vir pitne vode, se z rednim spremljanjem odkrivajo nenadna onesnaženja podzemne vode, pogosto neznanega izvora. Domneva se, da so vezana predvsem na skrita odlagališča odpadkov v kraških globelih.

Realnost vrtač na Krasu je dvojna: (1) iz opuščenih njivskih vrtač se izkopava zemljo/prst, ki se jo uporabi za nasutje platojev namenjenih intenzivnemu vinogradništvu in (2) vrtače so priročne 'črne luknje' za odlaganje raznovrstnih odpadkov. Vrtačo se zapolni z odpadki, za krovno plast pa se nasuje nekaj centimetrov prsti. Znani so primeri, ko so takšni posegi uradno zavedeni kot agromelioracije in kot taki celo subvencionirani. V nekaj letih se površina zarase, vrtača in odpadki pa so pozabljeni.

Tako je na površju, v kraškem podzemlju - kraških vodonosnikih, pa meteorna voda pronica skozi nešteta 'podzemna smetišča' ter preko zapletenega sistema podzemnih kanalov odteka v podtalnico.

V prispevku predstavljamo register zasutih vrtač na vodovarstvenem območju vodnega vira Rižana, ki oskrbuje Rižanski vodovod in na vodovarstvenem območju Kraškega vodovoda vira Klariči. Na podlagi preliminarne raziskave ocenjujemo, da je na obeh območjih najmanj 500 vrtač zasutih z odpadki, ki so danes popolnoma izravnane z okoliškim reliefom, nekatere tudi zaraščene, druge celo pozidane. Gostota degradiranih vrtač je največja v okolici naselij, ob prometnicah, v bližini aktivnih in nekdanjih gradbišč in kamnolomov.

Ključne besede:

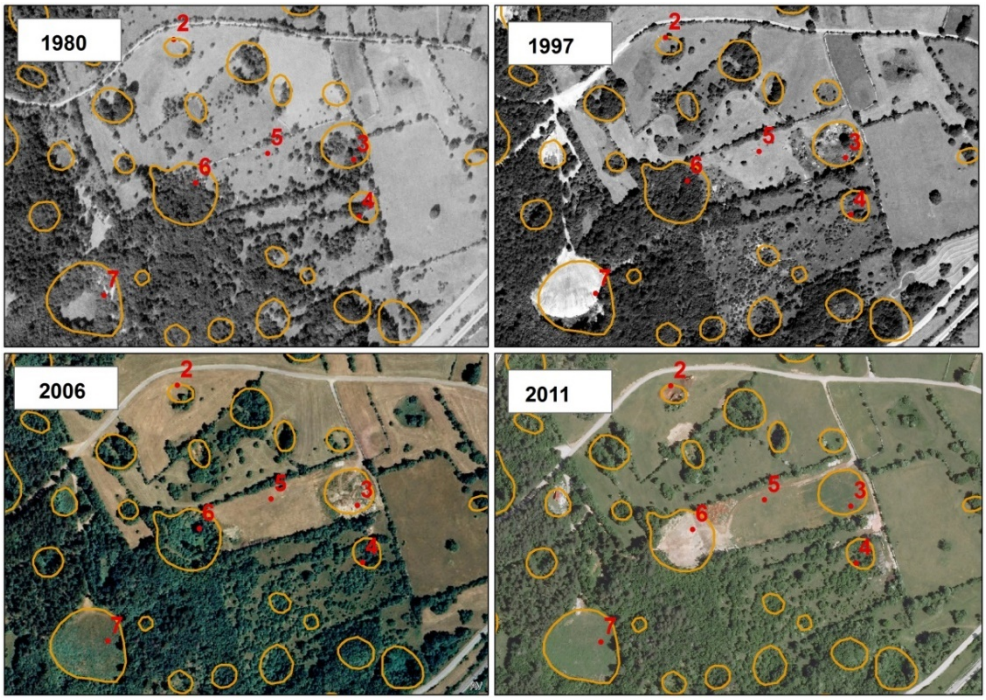
vrtače, odpadki, onesnaževanje, kraški vodonosnik, podzemne vode

1. Vrtače in raba tal: od tradicije do degradacije

Vrtače so naravne, zaprte globeli z okroglim do elipsastim tlorisom, značilne za kraški tip površja (reliefa). Nastanek vrtač je kompleksen, pogosto poligenetski proces, pogojen s pretakanjem vode in kemičnim raztapljanjem (korozija) matične kamnine, apnenca in dolomita, pod površjem. Najbolj pogoste in znane so plitve vrtače, ki jih je človek v preteklosti uporabljal za kmetijstvo. Njihova gostota in pestrost je največja na matičnem Krasu. Redkejše, globoke udornice ali koliševke nastanejo takrat, ko pride do porušitve stropa nad podzemnimi jamskimi prostori. Poseben tip so sufozijske vrtače (aluvialne), ki nastajajo v aluvialnih sedimentih s hitrim spiranjem nesprijetega sedimenta v kraško podzemlje in so značilne za Logaško polje. Vrtače so lahko zelo različnih velikosti in oblik, najpogosteje so skledaste in lijakaste. V poprečju v premeru merijo od nekaj metrov do slabega kilometra. Pobočja so lahko zelo položna do vertikalna. Posledično, se njihova globina giblje od nekaj metrov do nekaj

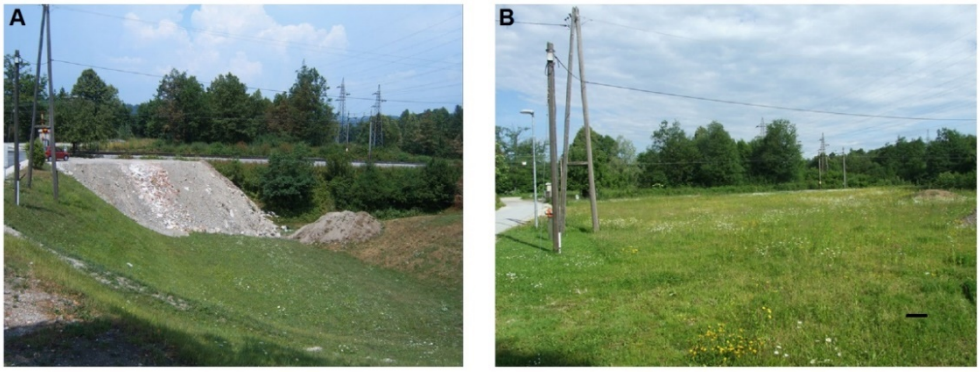
deset metrov, udornice pa so lahko globoke tudi več kot sto metrov. Vrtače so tudi zelo redek vir rodovitne prsti, na sicer s prstjo in vodo osiromašenem kraškem površju. (Gams, 2004)
Človek je vrtače tekom stoletij vedno koristil in spreminjal v skladu s svojimi potrebami. Najbolj običajna raba je oblikovanje "delanih dolin", pri čemer je dno vrtače poravnal in preoblikoval v njivo ali vinograd. Včasih pa je preprosto odvzel nekaj rodovitne prsti iz vrtače in jo uporabil za ureditev manjših vinogradov in vrtov ob hišah (Radinja, 1987; Gams in Gabrovec, 1999). Z razširitvijo in poravnavo dna vrtače je iz nekdanje lijakaste nastala bolj skledasta oblika, a kljub temu so vrtače ohranjale značilno podobo oblikovanih kotanj okroglastih oblik, navadno širših kot globljih. Vrtače, naravne in obdelane, so sestavni del mozaične kraške naravne in kulturne krajine, predstavljajo pa tudi pomembno povezavo med kraškim površjem in kraškim podzemljem.
Človekov spremenjeni, sodobni odnos do okolja se pri vrtačah kaže bolj kot pri drugih oblikah na krasu (Cernatič-Gregorič in Zega, 2010;). Številne vrtače so danes spremenjene v odlagališča smeti, gradbenih in tudi nevarnih odpadkov. Zasuvanje in degradacija vrtač se izvaja bodisi z namenom nelegalnega odstranjevanja odpadkov bodisi za izravnavo terena, kar je pogosto uradno obravnavano kot agromelioracija (Cernatič-Gregorič in Zega, 2010; Breg Vajavec, 2013; Breg, 2007). Izbrano vrtačo najprej zapolnijo z odpadki, čeznje pa nasujejo tanko plast kraške prsti, neredko izkopane iz sosednje, prav tako uničene vrtače. Težava je v tem, da meteorna voda pronica skozi z odpadki zasute vrtače, ki so tako podvržene bolj ali manj intenzivnim procesom izpiranja potencialno onesnaženih izcednih vod v podzemlje, kjer le-te lahko onesnažijo kraške vodne vire.
Odlagališča odpadkov v vrtačah so v le nekaj desetletjih postala očitna, antropogena prvina kraške krajine, značilna predvsem za relativno bližino večjih naselij. Po Šebeniku (1994), ki je edini izdelal raziskavo o odlagališčih odpadkov v Sloveniji, so odlagališča v vrtačah najpogosteje splošna, to pomeni z mešanimi odpadki. Več je tudi občasnih in zasebnih odlagališč. Dve tretjini z odpadki zasutih vrtač je poraslih z grmovjem ali se nahaja v gozdu. Za nedovoljeno odlaganje odpadkov so "primerne" prav lokacije s svojskimi lastnostmi, kot so ugodna dostopnost, prikritost (depresijske oblike), zaraščenost, odmaknjenost ter nefunkcionalnost in zapuščenost območja. Vse te značilnosti veljajo še danes.

Za primer predstavljamo območje črpališča Rižana, ki je varovano v okviru vodovarstvenih območij. Razdeljeno je v varstvene pasove z različno strogimi režimi varovanja. Kljub temu pa, kot ugotavljamo iz stanja v naravi, obstoječi sistem vodovarstvenega in drugih varovanj (npr. Natura 2000), pri nelegalnem in nedopustnem zasipanju vrtač z raznovrstnimi odpadki, ni učinkovit. Na testnem območju pri naselju Rodik smo na podlagi analize zgodovinskih aeroposnetkov iz let 1980, 1997, 2006 in 2011 raziskali primer petih zasutih vrtač in čas njihovega zasutja. Ugotavljamo, da je proces degradacije recenten in se je začel med leti 1980 in 1997, najverjetneje z izgradnjo primorske avtoceste (vrtača št. 7 z dostopno potjo in manjšo vrtačo severno od nje). Še obsežnejša degradacija se je dogajala tudi kasneje, najintenzivneje med leti 2006 in 2011, zaradi katere je prišlo do sprememb v rabi tal. Zmanjšale so se gozdne površine na račun z odpadki nasutih vrtač in na njihovem območju nastalih t.i. ruderalnih travnikov.

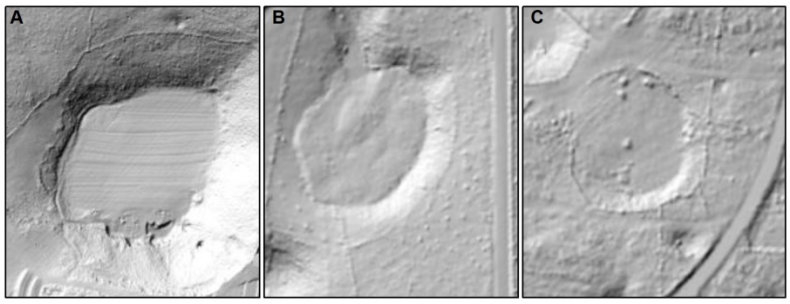


Slika 1: Ugotavljanje intenzivnosti procesov zasuvanja in degradacije korozijskih vrtač na vodovarstvenem območju Rižana (naselje Rodik) temelji na analizi časovne serije letalskih posnetkov (1980, 1997, 2006, 2011) in kaže spremembe v rabi tal na območju posameznih vrtač (oranžni poligoni, zasute vrtače označene s številkami 2, 3, 4, 6. 7).

Naravna topografija kraških depresij je zaradi odloženih odpadkov spremenjena, odpadke pa prerašča naravna ali gojena vegetacija. Določanje časovnih in prostorskih sprememb v topografiji (Slika 2, Slika 3), vegetaciji (Slika 2) in tudi časovnih spremembah rabe tal (Slika 1) omogoča posredno odkrivanje zasutih vrtač.



Slika 2: Primer degradacije vrtače med (levo 2006) in po zasutju z odpadki (desno 2013). Z zasutjem vrtače se je spremenil relief vrtače (iz konkavne oblike v ravno) in vegetacija (iz travniške v ruderalno).



Slika 3: Razpoznavanje različnih oblik vrtač in degradacije vrtač na LIDAR senčenem DMR: vrtača (slika A), delno zasuta (degradirana) vrtača (slika B), z okolico izravnana degradirana vrtača (slika C).

2. Potencialni negativni vplivi na vodne vire

Velike količine podzemno odloženih odpadkov so danes v krajini skrite ter s pronicanjem izcednih vod v podzemlje posredno ali neposredno ogrožajo podzemne vodne vire (kraški vodonosnik). Na izbranih območjih (npr. Kras, Matarsko podolje, Podgorski kras, Logaško polje), kjer so kraški vodonosniki ponekod celo edini vir pitne vode (Kras - črpališči Rižana in Klariči), se občasno pojavljajo onesnaženja podzemne vode, neznanega izvora (Rižanski vodovod). Domnevamo, da so vezana predvsem na neznana odlagališča odpadkov v kraških depresijah.

Specifične lastnosti kraškega prevotljenega podzemlja zmanjšujejo ali celo onemogočajo samoočiščevalno sposobnost vode, ki temelji na redčenju in prezračevanju. Preko skromnega prstenega pokrova ter skritih kubikov nelegalno odloženih odpadkov deževnica, 'obogatena' z onesnaženimi izcednimi vodami, hitro pronica skozi prepustno kamnino v podzemlje in se pretaka proti gladini podzemne vode. Izcedne vode se tako iz zasutih vrtač pretakajo v kraški vodonosnik, ki je vir za oskrbo skoraj polovice slovenskega prebivalstva.

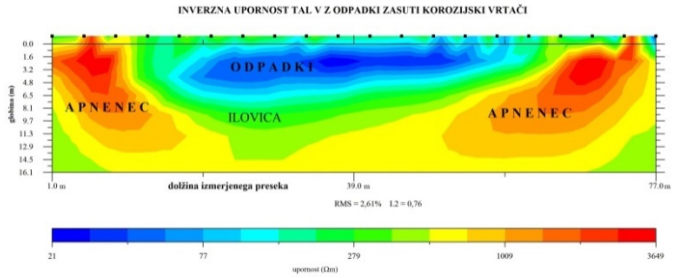
Organski odpadki so potencialno nevarni za kraški vodni vir, zaradi možnosti širjenja bakterioloških okužb. Pri razgradnji podzemno odloženih organskih odpadkov v anaerobnih razmerah nastaja bioplin (zmes plinov metan, žveplov dioksid, ogljikov dioksid,…) in z organsko snovjo nasičene izcedne vode. Za bioplin in izcedno vodo je značilna relativno visoka temperatura, ki se vidno razlikuje od temperature okoliškega površja. Z interpretacijo podatkov zajetih v termalnem infrardečem spektru lahko uspešno identificiramo območja prsti, ki izražajo nenavadno visoko temperaturo ali toplo prenikajočo vodo. Na takšen in podobne načine, s pomočjo letalskih in satelitskih posnetkov, odkrivamo z odpadki zasute vrtače.

Nevarni odpadki iz industrije so vir izcednih vod, ki vsebujejo obstojne nevarne snovi in predstavljajo največje tveganje za kraški vodni vir. Tovrstne odpadke, odložene pod površje in brez neprepustnega krovnega sloja, je mogoče zaznati posredno, preko kontaminiranih prsti. Nevarni odpadki še posebej močno vplivajo na slabši razvoj ali propadanje rastlinstva, ki raste na kontaminiranih prsteh, zato lahko uporabimo zaznan vegetacijski stres in odziv vegetacije kot indikator za prisotnost nevarnih odpadkov pod površjem.

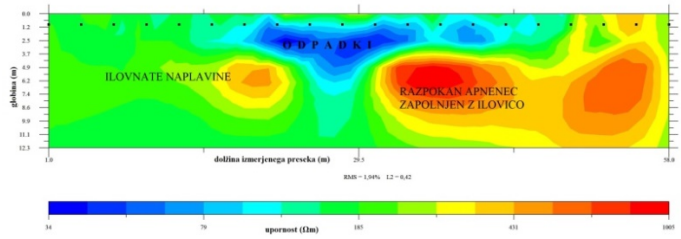
Nenevarni inertni odpadki (gradbeni odpadki) so vir izcednih voda, ki pogosto ne vsebujejo nevarnih snovi, niti ob tem ne nastaja bioplin, zato nimajo bistvenega vpliva na ekološko stanje rastlin. Kljub vsemu je vegetacija drugačna ter redkejša in manjša. Gradbeni odpadki so se v preteklosti uporabljali kot vrhnji sloj s katerim so prekrili komunalne ali industrijske odpadke v vrtači, danes pa se z njimi polnijo in trajno uničujejo celotne vrtače. Kaj se skriva med njimi, kar je lahko vzrok za onesnaženje podzemne kraške vode, je težko ugotoviti, prav tako še ni znano kakšen bo njihov vpliv na kraško podzemlje.

Bolj neposredne vplive odloženih odpadkov na podzemno vodo lahko določimo z merjenjem električne upornosti tal, ki je predstavljena na preseku dveh vrtač (slika 4 – korozijska vrtača,

slika 5 –sufozijska vrtača). Slika 3 natančno prikazuje vbočeno obliko nekdanje korozijske vrtače, izoblikovane v apnencu, kateri ima z vrednostjo od 1000 do 3000 Ωm, odvisno od razpokanosti in navlaženosti kamnine, najvišjo upornost v celotnem preseku meritve (rdeča barva). Vrtača je do vrha zapolnjena z odpadki (modra barva), katerih upornost je bistveno nižja (od 2,1 do 80 Ωm) od okoliških kamnin. Najnižje upornosti, med 21 Ωm in 50 Ωm, ustrezajo mešanim organskim odpadkom, pomešanim z neorganskimi gradbenimi in industrijski odpadki. Na sliki 5 so odpadki zakopani v manjšo sufozijsko vrtačo, kjer je nakazan tudi sufozijski kanal po katerem se sediment in z njim odpadki izpirajo v ranljivo kraško podzemlje (Breg Valjavec, 2013).



Slika 4: Profil vrtače (korozijske), ki je zasuta z mešanimi odpadki (modro), ki je narejen s terenskim merjenjem električne upornosti tal (Breg Valjavec, 2013).



Slika 5: Profil vrtače (sufozijske), ki je zasuta z mešanimi odpadki. Izcedne vode iz odpadkov v sufozijskih vrtačah potujejo hitreje v kraško podzemlje, saj so procesi sufozije zelo intenzivni (Breg Valjavec, 2013).

3. Zaključki

Občo apatičnost do nelegalnega nasuvanja vrtač z odpadki smo deloma podedovali od starejših generacij. Zaskrbljujoče pa je pravzaprav dejstvo, da se odnos do tovrstnega početja na omenjenih kraških območjih ni spremenil. Nelegalno odlaganje odpadkov v vrtače je še vedno način ravnanja - 'modus operandi', brez ozira na zakonske predpise in opozorila o nevarnosti takega početja. Velike količine podzemno odloženih odpadkov so skrite in od javnosti pozabljene, označimo jih lahko le kot 'staro okoljsko breme'. Vendar je naša naloga in moralna obveza, ki nam jo nalaga paradigma o trajnostnem razvoju, da bodočim generacijam zagotovimo bistvene informacije o starih okoljskih bremenih in začnemo s sanacijo najhujših med njimi. K temu smo se zavezali v Pravilniku o ravnanju z odpadki (UL RS 84/1998 z dopolnitvami), kjer je med drugim zapisano: "... vzpostavitev učinkovitega sistema ravnanja z odpadki in postopna odprava starih bremen ...".

V kraških pokrajinsko-ekoloških tipih, kamor sodijo ranljivi kraški vodonosniki, bi bilo treba vzpostaviti evidenco in kataster starih okoljskih bremen, tudi starih in recentnih odlagališč odpadkov v vrtačah. Nadaljnje raziskave je treba nameniti predvsem določanju vrtač, kjer so zakopani odpadki, s prednostnim ugotavljanjem lokacij nevarnih in organskih odpadkov, ki onesnažujejo podzemno vodo. Poleg tega bi bilo nujno najti učinkovit način zaustavitve tega početja in sanacije najbolj kontaminiranih in nevarnih lokacij.

4. Viri

[1] BREG, M., 2007. Okoljski vidiki ohranjanja in zaščite vrtač v Sloveniji. Dela 28, 43-57.

[2] BREG VALJAVEC, M., 2013. Nekdanja odlagališča odpadkov v vrtačah in gramoznicah. Znanstvena monografija. Ljubljana: Založba ZRC, 118 str.

[3] CERNATIČ-GREGORIČ, A., in ZEGA, M., 2010. The impact of human activities on dolines (sinkholes) – typical geomorphologic features on Karst (Slovenia) and possibilities of their preservation. Geographica Pannonica, vol. 14/4, 109-117.

[4] GAMS, I., 2004. Kras v Sloveniji v prostoru in času (druga pregledana izdaja). Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU, 515 str.

[5] GAMS, I., GABROVEC, M., 1999. Land use and human impact in the Dinaric karst. International Journal of Speleology, 28 B, (1/4), 55-70.

[6] RADINJA, D., 1987. Man and karst in the NW part of the Dinaric mountain system – the karst stone walls and enclosures. In: Karst and Man, IGU, Study Group on Man's impact in karst. Ljubljana. 111-122.

[6] ŠEBENIK, I., 1994: Pokrajinske značilnosti manjših neurejenih odlagališč odpadkov v Sloveniji. Geographica Slovenica, 26-1.

[7] RIŽANSKI VODOVOD, 2015: ustni vir.

UPORABA PASIVNIH VZORČEVALNIKOV ZA DOLOČANJE ORGANSKIH ONESNAŽEVAL V PODZEMNI VODI

Anja Koroša[1], dr. Nina Mali[1], mag. Primož Auersperger[2]

[1]Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, [2]JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Novodobna organska onesnaževala so spojine, ki vstopajo v okolje kot posledica antropogenih dejavnosti. To so ostanki zdravil, izdelki za osebno nego, pesticidi, spojine iz veterine, aditivi, nanomateriali, industrijske spojine, itd. Nekatera od teh onesnaževal lahko vplivajo na okolje in zdravje ljudi, zato je zelo pomembno razumevanje lastnosti teh snovi, njihove porazdelitve, pojavnosti in obnašanja v podzemni vodi.

Vedno večja prisotnost novodobnih organskih spojin v okolju povzroča povečano povpraševanje po občutljivih in zanesljivih orodjih za določanje le-teh tudi v podzemni vodi. EU zakonodaja v povezavi s kvaliteto pitne vode priporoča optimizacijo analitskih metod za določitev organskih onesnaževal z namenom pridobiti točne in natančne rezultateEna od novejših metod vzorčenja je pasivno vzorčenje. V nasprotju z navadnim vzorčenjem je pasivno vzorčenje manj občutljivo na naključno ekstremno nihanje koncentracij organskih onesnaževal v podzemnih vodah, prav tako je s pasivnimi vzorčevalniki mogoče zaznati širok spekter onesnaževal naenkrat. Pasivni vzorčevalniki lahko zajamejo dolgo obdobje vzorčenja, vključno s koncentracijami onesnaževal v daljšem časovnem obdobju. V primerjavi z običajnim vzorčenjem podzemne vode, uporaba pasivnih vzorčevalnikov bistveno zmanjša analitične stroške.

V prispevku predstavljamo primer uporabe pasivnih vzorčevalnikov s tkaninami iz aktivnega oglja za določitev organskih onesnaževal v podzemni vodi Dravskega polja. Pasivni vzorčevalniki so bili analizirani s plinsko kromatografijo in masno spektrometrijo (GC-MS). Rezultati podajajo ocenjeno verjetnost identifikacije in jakosti signala, ki so osnova za ciljane kemijske analize.

1. Uvod

Novodobne organske spojine se dandanes uporabljajo v velikih količinah v različnih človeških aktivnostih, prav tako imajo v okolju številne vire [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Število organskih onesnaževal v okolju se dodatno poveča za nekaj milijonov metabolitov in razgradnih produktov primarnih spojin. Ta skupina onesnaževal se pojavlja kot pesticidi, industrijski dodatki, izdelki za osebno nego, stranski produkti dezinfekcije vode, proizvodi, ki zavirajo gorenje, površinsko aktivne snovi in aditivi za živila [4]. V okolju jih najdemo v površinskih vodah, podzemni vodi in tudi v pitni vodi. Kot onesnaževala v podzemni vodi imajo lahko organske spojine škodljiv vpliv na okolje in zdravje ljudi. Organske spojine se v podzemni vodi pojavljajo kot rezultat različnih antropogenih dejavnosti, tako iz urbanega kot tudi kmetijskega okolja (izcejanje iz komunalnih in industrijskih čistilnih naprav, uhajanje iz kanalizacijskih sistemov, z uporabo kmetijskih gnojil, komunalnih odpadkov, itd.) [1,4]. Njihova pristnost v okolju povzroča prav tako povečano povpraševanje po občutljivejših in zanesljivejših orodjih monitoringa za določanje le teh, tudi v podzemni vodi. Običajno uporabljene tehnike monitoringa podajo podatke o omejenem številu kemijskih parametrov in njihovih koncentracijah na določeni točki, v

določenem čau. V nasprotju s takšnimi tehnikami vzorčenja se je pasivno vzorčenje, ki je manj občutljivo na naključne ekstremne razlike v koncentracijah organskih onesnaževal v naravnih vodah, izkazalo za koristno orodje za spremljanje širokega spektra onesnaževal v vodnem okolju [7]. Pasivni vzorčevalnik lahko zajame dolgo obdobje vzorčenja, ki vključuje koncentracije onesnaževal v daljšem časovnem obdobju [8, 9, 10, 11]. V primerjavi z običajnim monitoringom, je s pasivnimi vzorčevalniki mogoče zaznati veliko več spojin, kot je trenutno določeno za pitno vodo.

Metodo pasivnih vzorčevalnikov smo uporabili na območju Dravskega polja, kjer smo določili prisotnost organskih onesnaževal v podzemni vodi.

2. Metode

Vzorčenje podzemne vode na območju Dravskega polja je potekalo na devetnajstih vzorčnih mestih. Vzorčevalno mrežo smo določili na podlagi predhodno zbranih podatkih o geoloških in hidrogeoloških lastnostih vodonosnika ter pregleda stanja objektov na terenu. Območje vzorčenja sega od Maribora na severu do Ptuja na jugu.

Pasivni vzorčevalniki so bili v piezometrih izpostavljeni za obdobje 6 mesecev štirikrat, tako smo pokrili obdobje dveh let (od aprila 2013 do aprila 2015). Kemijske analize vzorcev smo opravili v laboratoriju JP Vodovod-Kanalizacija (VO-KA). Poleg kvalitatitvega vzorčenja s pasivnimi vzorčevalniki smo opravili tudi kvantitativne kemične analize za določene spojine (pesticidi, halogenirana topila, kofein, karbamazepin).

Pripravo in analizo pasivnih vzorčevalnikov smo opravili v skladu s standardom ISO 566-23:2011 za vzorčenje in modificirano metodo EPA 525.2 za kemijske analize. Pasivni vzorčevalniki so prikazani na sliki 1. V žepke iz 1 mm mrežice smo vstavili tkanino iz aktivnega oglja. Mrežice, žica in ostali material so iz nerjavečega jekla.

Slika 1: Pasivni vzorčevalnik pripravljen za vgraditev v piezometer

Vzorce smo analizirali s plinsko kromatografijo in masno spektrometrijo (GC-MS). Za interpretacijo kromatogramov smo uporabili AMDIS dekonvolucijo (Automated Mass spectral Deconvolution and Identification System) z uporabo GC-MS knjižnice z 921 masnimi spektri organskih onesnaževal in podatkih o retenzijskih časih ter NIST 2008 knjižnice masnih spektrov.

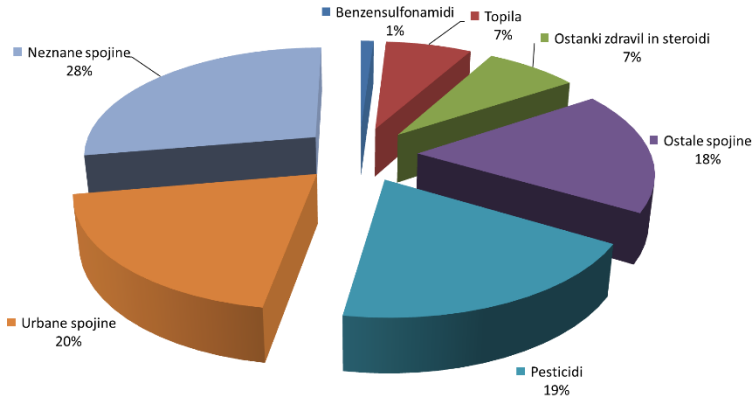
Organske spojine, ki se pojavljajo kot onesnaževalci, najdemo tudi v izdelkih za osebno nego, raznih zdravilih, itd., zato je pri vzorčenju in pri delu v laboratoriju pomembno, da se uporabi le teh izognemo (uporabi kozmetike, pitja kave in uživanja ostalih produktov, ki vsebujejo preiskovane spojine). Za nadzor kakovosti vzorčenja in analitike smo analizirali tudi t.i. slepe

vzorce. Ti so bili izpostavljeni na vsaki lokaciji pri namestitvi in odvzemu pasivnega vzorčevalnika in nadalje analizirani po istem postopku kot pasivni vzorčevalniki. Tako smo iz rezultatov lahko izločili spojine, ki bi lahko bile rezultat kontaminacije.

Rezultati analiz pasivnih vzorčevalnikov so podani kot razmerje med določeno spojino in dodanim internim standardom pri analitiki (A/Ais) (v našem primeru je standard kofein D-10, ki je bil dodan v topilo za eluiranje spojin iz aktivnega oglja). Kofein D-10 smo uporabili za nadzor nad analiznim postopkom.

3. Rezultati in diskusija

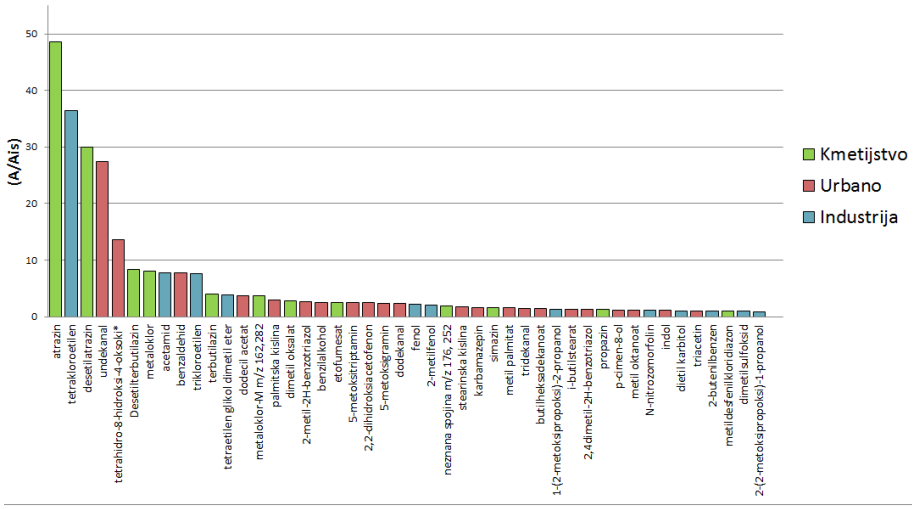
Rezultati pasivnih vzorčevalnikov nam dajo informacijo o širokem spektru organskih onesnaževal, ki so prisotne v podzemni vodi. Skupaj je bilo v štirih vzorčnih serijah določenih 382 različnih organskih spojin. Razdelili smo jih v sedem skupin glede na uporabo. Med njimi je 29 % neznanih spojin, 20 % urbanih spojin, 19 % pesticidov, 18 % ostalih spojin, 7 % ostankov zdravil in steroidov, 7 % topil, 1 % benzensulfonamidov (Slika 2). Neznane spojine so tiste spojine, za katere ni podatkov v NIST 2008 knjižnici. Verjetno gre za razne metabolite in razgradne produkte, pa tudi novodobne organske spojine, ki še niso vključene v komercialne knjižnice masnih spektrov.



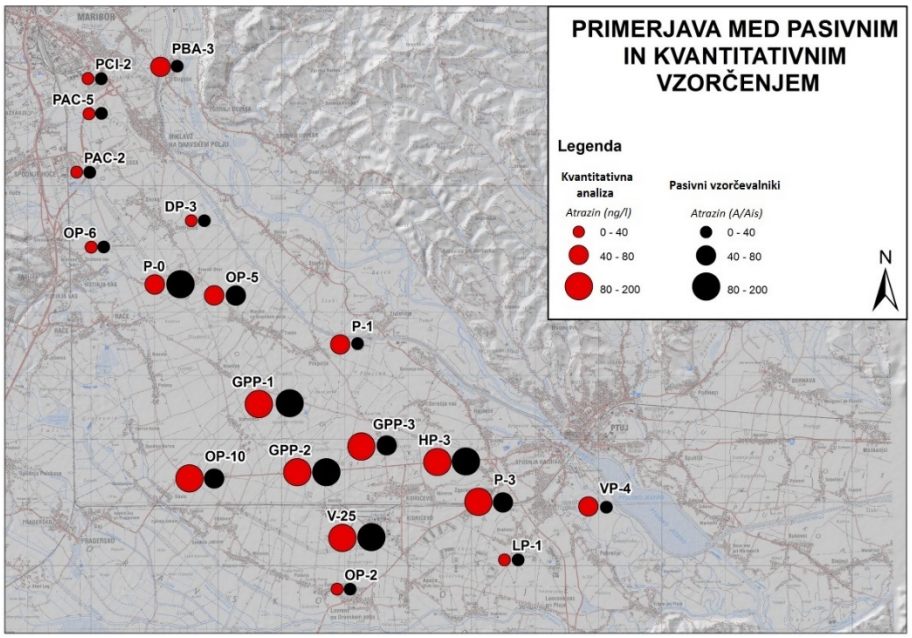
Slika 2: Razmerje detektiranih organskih onesnaževal v podzemni vodi Dravskega polja

Spojine smo razvrstili glede na izvor. Med 47 spojinami z najvišjo identifikacijo (slika 3) prevladujejo spojine z izvorom iz kmetijstva (atrazin, desetilatrazin, desetilterutilazin in metloklor), industrije (tetrakloroetilen, acetamid, trikloroetilen) in urbanim izvorom (undekanal, tetrahidro-8-hidroksi-4-oksokinolin-2-karboksilna kislina in benzaldehid). Glede na jakost signala pojavnosti lahko določimo tudi sezonske razlike v pojavnostih posameznih spojin. V našem primeru se je pokazalo, da so bili v povprečju višji signali prisotni v šestmesečnem obdobju od oktobra do aprila (zimsko obdobje), glede na obdobje od aprila do oktobra (poletno obdobje).

Prostorska porazdelitev vsebnosti pesticida atrazina je prikazana na sliki 4. Krogci rdeče barve predstavljajo rezultate koncentracij atrazina določene s kvantitativno metodo (ng/l), krogci črne barve pa predstavlajjo rezultate dobljene s pasivnimi vzorčevalniki, ki so podani kot razmerje med med atrazinom in dodanim internim standardom (A/Ais). Če primerjamo rezultate atrazina dobljene s pasivnimi vzorčevalniki in atrazina določenega kvantitativno, vidimo, da je porazdelitev atrazina v podzemni vodi zelo podobna (slika 4). Na določenih vzorčnih mesteh se pokažejo manjša odstopanja, ki so pa lahko posledica različne velikosti vzorčnega intervala. S pasivnimi vzorčevalniki smo pokrili šestmesečno obdobje, medtem ko smo s kvantitativno metodo določili vsebnost atrazina v podzemni vodi za točno določen dan.



Slika 3: Detektirane spojine v podzemni vodi z najvišjo jakostjo signala



Slika 4: Primerjava detekcij atrazina v podzemni vodi s pasivnim vzorčenjem in kvantitativno metodo (rdeča – rezultati kvantitativne analize (ng/l); črna – rezultati pasivnih vzorčevalnikov (A/Ais))

4. Zaključki

Pasivni vzorčevalniki so se pokazali kot primerno orodje za določanje prisotnosti orgnskih onesnaževal v podzemni vodi. Z njimi lahko določimo širok spekter prisotnih onesnaževal, ki bi bil z običajno kvantitativno analitiko bistveno dražji in neekonomičen.

V podzemni vodi Dravskega polja smo določili 382 različnih organskih onesnaževal in jih razdelili v sedem skupin glede na njihovo uporabo in v tri skupine glede na izvor. Rezultati kažejo, da se v podzemni vodi Dravskega polja pojavljajo spojine iz kmetijskega, urbanega in industrijskega okolja. Največjo jakost signala kažejo pesticidi in njihovi razgradni produkti (atrazin, desetilatrazin, desetilterbitilazin in metolaklor). Iz skupine industrijskega izvora tetrakloroetilen, acetamid in trikloroetilen. Spojine urbanega izvora, ki imajo visoko jakost

signalov pa so undekanal, tetrahidro-8-hidroksi-4-oksokinolin-2-karboksilna kislina in benzaldehid.

V prihodnosti si želimo še bolj izboljšati in validirati tehniko pasivnega vzorčenja ter določiti negotovosti analitike za dosego semi kvantitativnih rezultatov.

5. Viri

[1] MANAMSA, K., CRANE, E., STUART, M., TALBOT, J., LAPWORTH, D., HART, A., 2016. A national-scale assessment of micro-organic contaminants in groundwater of England and Wales. *Science of the total environment*, 568, 712–726.

[2] KOROŠA, A., AUERSPERGER, P., MALI, N., 2016. Determination of micro-organic contaminants in groundwater (Maribor, Slovenia). *Science of the total environment,* 571, 1419-1431.

[3] JURADO, A., MASTROIANNI, N., VAZQUEZ-SUNE, E., CARRERA, J., TUBAU, I., PUJADES, E., et al., 2012. Drugs of abuse in urban groundwater. A case study: Barcelona. *Science of the total environment,* 424,280–288.

[4] STUART, M., LAPWORTH, D., CRANE, E., HART, A., 2012. Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater. *Science of the total environment,* 416, 1–21.

[5] LAPWORTH, D.J., BARAN, N., STUART, M.E., MANAMSA, K., TALBOT, J., 2015. Persistent and emerging micro-organic contaminants in Chalk groundwater of England and France. *Environmental Pollution*, 203, 214–225.

[6] POSTIGO, C., BARCELO, D., 2015. Synthetic organic compounds and their transformation products in groundwater: Occurrence, fate and mitigation. *Science of the total environment,* 503-504, 32-47.

[7] KOT, A., ZABIEGALA, B., NAMIESNIK, J., 2000. Passive sampling for long-termmonitoring of organic pollutants in water. *Trends in Analytical Chemistry*, 19 (7), 446–459.

[8] SEETHAPATHY, S., GORECKI, T., LI, X., 2008. Passive sampling in environmental analysis. *Journal of Chromatography A*, 1184 (1–2), 234–253.

[9] VERMEIRSSEN, E.L.M., BRAMAZ, N., HOLLENDER, J., SINGER, H., ESCHER, B.I., 2009. Passive sampling combined with ecotoxicological and chemical analysis of pharmaceuticals and biocides – evaluation of three Che catcher™ configurations. *Water Research,* 43 (4), 903–914.

[10] NYONI, H., CHIMUKA, L., VRANA, B., CUKROWSKA, E., 2011.Membrane assisted passive sampler for triazine compounds in water bodies—characterization of environmental conditions and field performance. *Analytica Chimica Acta*, 694 (1–2), 75–82.

[11] WILLE, K., CLAESSENS, M., RAPPE, K., MONTEYNE, E., JANSSEN, C.R., DE BRABANDER, H.F., VANHAECKE, L., 2011. Rapid quantification of pharmaceuticals and pesticides in passive samplers using ultra high performance liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry. *Journal of Chromatography A,* 1218 (51), 9162–9173.

KRIMINALITETA ZOPER VODE IN PROJEKT WATER CRIMES

Gorazd Meško[1], Massimo Migliorini[2], Lorenzo Segato[3], Saša Kuhar[1], Katja Eman[1]

[1]Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede, Kotnikova 8, 1000 Ljubljana, [2]SiTI – Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l'Innovazione, Italija, [3]RiSSC - Research Centre on Security and Crime, Italija

POVZETEK

Voda je kot 'modro zlato' postala privlačna tarča kriminalcev. Posledično so se s kriminaliteto zoper vodo pričeli ukvarjati tudi preiskovalci in kriminologi, ki prej tovrstni problematiki niso posvečali pozornosti.

Kazniva dejanja zoper vodo je zelo težko odkriti, še težje pa je ugotoviti, kdo je storilec. Zakonodaja s področja voda se razlikuje od države do države, podatki so si v neskladju in niso standardizirani. Poleg tega se kazniva dejanja zoper vodo pogosto vodijo pod drugimi kaznivimi dejanji, kot so goljufija, korupcija, ponarejanje dokumentov in terorizem.

Da bi ugotovili, kako obsežna je problematika kriminalitete zoper vode v državah Evropske unije, se je oblikoval projekt z naslovom Water crimes. Gre za mednarodni raziskovalni projekt, ki ga sofinancira Evropska komisija. Pri projektu sodeluje pet partnerjev iz štirih držav Evropske unije: Italije, Madžarske, Španije in Slovenije. Slovenijo zastopa Fakulteta za varnostne vede Univerze v Mariboru.

Namen projekta je raziskati oblike, obseg in posledice kriminalitete zoper vode v državah Evropske unije ter odzive organov formalnega družbenega nadzorstva. Poleg tega je namen projekta narediti prve strateške analize na področju kriminalitete zoper vodne vire v Evropi. Končni cilj projekta je zbiranje primerov in klasifikacija kaznivih dejanj zoper vode v Evropi, ocena tveganja za nadaljnja kazniva dejanja in razviti vmesne napovedi gibanja kriminalitete zoper vode v Evropi.

Ključne besede:

kriminaliteta zoper vode, pitna voda, korupcija, ekološka kriminaliteta, tveganje, nevarnost, kriminologija

1. Uvod

Voda je naravna dobrina, ki je ključnega pomena za življenje, družbene in gospodarske dejavnosti ter za delovanje ekosistema. Je strateški vir za prihodnost celotnega sveta. Omejena dostopnost, napetosti povezane s prekomerno uporabo in neenakomerno razporeditvijo, njena vitalna funkcija in notranja ranljivost spremenijo vodo v iskan izdelek, zelo izpostavljen kriminaliteti. Kriminaliteta zoper vode obsega širok pojem: od tatvin pitne vode, nezakonitega odlaganja odpadkov v vodo do onesnaženja morja z razlitjem nafte. Kriminaliteta zoper vodo predstavlja vedno večji problem, a o njej žal ni mogoče pridobiti veliko podatkov in še ti so razdrobljeni.

V Evropski uniji (v nadaljevanju EU) je voda pod vse večjim pritiskom zaradi naraščajočih potreb po zadostnih količinah kakovostne vode za različne namene. Da bi ugotovili, kako obširna je kriminaliteta zoper vode v EU in kakšno tveganje predstavlja za prebivalstvo, je

Evropska komisija potrdila in sofinancirala mednarodni raziskovalni projekt z imenom Water crimes. Pri projektu sodeluje pet institucij iz štirih držav Evropske unije: Italije, Madžarske, Španije in Slovenije. Slovenijo zastopa Fakulteta za varnostne vede Univerze v Mariboru. Namen projekta Water crimes je raziskati oblike, obseg ter posledice kriminalitete zoper vode v državah EU ter odzive organov formalnega družbenega nadzorstva. V ta namen je potekalo zbiranje primerov in klasifikacija kaznivih dejanj zoper vode v državah EU. Ko so bili podatki zbrani, smo jih analizirali in ugotavljali, ali obstajajo potencialni vplivi na kriminaliteto zoper vode. Poleg tega je namen projekta ocena tveganja za nadaljnja kazniva dejanja in razviti vmesne napovedi gibanja kriminalitete zoper vodne vire v prihodnje. Cilj projekta je povečati znanje o kriminaliteti zoper vode, narediti prvo evropsko poročilo na področju varnosti voda v Evropi, povečati zavedanje ljudi o tveganjih in nevarnostih, povezanih z vodnimi viri v EU, ter razvoj priporočil in strategij za ublažitev kriminalitete zoper vodo.

Namen članka je opisati kriminaliteto zoper vodo, prikazati, na kakšne načine se lahko pojavlja, ter predstaviti mednarodni projekt Water crimes.

2. Vodna problematika in kriminaliteta zoper vode

Voda pokriva več kot 70 % našega planeta, na katerem živimo, a zavedati se je treba, da je kar 97 % vode v oceanih in je slana, 2 % predstavlja voda, ki je v ledenikih in snegu, tako da je le 1 % vode primeren za uporabo. Zavedati pa se moramo, da je ta 1 % vode zelo neenakomerno porazdeljen po kontinentih in državah. Zgolj 9 držav (Brazilija, Rusija, Kitajska, Kanada, Indonezija, Amerika, Indija, Kolumbija in Demokratična republika Kongo) poseduje 60 % celotne količine pitne vode, medtem ko 873 milijonov ljudi nima dostopa do čiste, pitne vode (World Business Council for Sustainable Development, 2005). Svetovna poraba vode se podvoji vsakih 20 let. V naslednjih treh desetletjih naj bi se povpraševanje po vodi v kmetijstvu povečalo za 50 %, za potrebe v mestih pa med 50 in 70 %. Leta 2035 bo po navedbah Svetovne banke (2014) energetski sektor predvidoma porabil 85 % več vode, kot jo porabi danes. Po navedbah Svetovne banke (n. d.) vodi izrazito povečanje uporabe vode v ustvarjanje povsem novih konfliktov med različnimi vodnimi uporabniki in medsebojno povezana tveganja.

Zmanjšanje količine in slabša kakovost pitne vode imata velike posledice na zdravje ljudi, poslovni uspeh in varnost. Clarke (1999) meni, da na oskrbo s pitno vodo vplivajo tako gospodarska rast kot tudi globalno segrevanje in kriminaliteta. Če pride do pomanjkanja vode, bodo vodni viri še bolj podvrženi tveganjem in kaznivim dejanjem tako posameznikov kot tudi organiziranih kriminalnih skupin in terorističnih organizacij. European Union Agency for Network and Information Security [ENISA] (2014) navaja, da je v prihodnje za pričakovati, da se bo stopnja ogroženosti vodnih zajetij povečala tudi zaradi kibernetične kriminalitete in teroristov.

Kriminaliteto zoper vode uvrščamo med ekološko kriminaliteto. Težava, s katero se srečujemo na globalni ravni, je odsotnost skupne pravne opredelitve kriminalitete zoper vode. Različne zakonodaje in različne opredelitve kriminalitete zoper vodo pa zaradi tega tudi ne dajejo točnih podatkov o tem, koliko je tovrstne kriminalitete. Zavedati se je treba, da se kriminaliteta zoper vodo beleži pod različnimi drugimi kriminalitetami, kar ne omogoča natančnejših vpogledov v problematiko.

Kazniva dejanja zoper vode obsegajo širok pojem: od tatvin pitne vode, nezakonitega odlaganja odpadkov v vodo do onesnaženja morja z razlitjem nafte. Kazniva dejanja v zvezi z vodo so pogosto povezana z goljufijo, korupcijo, trgovino z ljudmi, ponarejanjem dokumentov in drugimi kaznivimi dejanji. Žrtve tovrstnih kaznivih dejanj pa so vsa živa bitja (Eman, 2016). Ugotoviti, katere oblike kriminalitete zoper vodo prevladujejo v Evropi, kakšne so značilnosti in modus operandi storilcev, na kakšen način so dejanja izvedena, kakšna je ocena tveganja in kaj lahko pričakujemo v prihodnje, je namen projekta Water crimes.

3. Projekt Water crimes

Obseg kriminalitete zoper vodo je zelo težko oceniti. Prav tako je tovrstno kriminaliteto zelo težko odkriti in preiskovati, še posebno zato, ker voda prehaja meddržavne meje, podatki o kriminaliteti zoper vode se vodijo pod različnimi kategorijami kaznivih dejanj ter zakonodaja in politika na področju pitne vode se razlikujeta od države do države.

Vedno večje potrebe po vodi in manjšanje vodnih virov bodo povečali število kaznivih dejanj zoper vodo. Do sedaj še ni bilo narejenega pregleda ali študije na področju kriminalitete zoper vode v Evropi. Da bi ugotovili, kakšno je stanje na področju kriminalitete zoper vode v državah EU in kakšni so trendi za naprej, čemu je treba posvečati več pozornosti, kakšnim grožnjam je podvržen vodni sektor in kako le to preprečiti, se je izoblikovala ideja po ustanovitvi projekta, katerega cilj bo pregled trenutnega stanja na področju voda in napovedi za v prihodnje. Projekt Water crimes se izvaja od januarja 2016. Projekt sofinancira Sklad za notranjo varnost Evropske unije. Njegov namen je narediti prvo strateško analizo kaznivih dejanj in groženj, povezanih s pitno vodo v Evropi. Da bi to lahko izvedli, so bile naloge raziskovalcev:

- narediti popis različnih oblik kriminalitete, ki ogrožajo vode,
- analizirati možen vpliv in tveganja kriminalitete zoper vode,
- razviti vmesne napovedi gibanja kriminalitete zoper vode v Evropi in
- podati priporočila za ublažitvene strategije.

Še pred začetkom izvajanja prve naloge je bilo nujno potrebno opredeliti enotno definicijo kaznivega dejanja zoper vode. Kaznivo dejanje zoper vodo lahko opredelimo kot vsako ravnanje ali kršitev, ki prestopi mejo dovoljenega človekovega obnašanja, kot jo opredeljuje nacionalna kazenska zakonodaja, ki je storjena proti površinski ali podzemni vodi oziroma proti sanitarnim vodam. Definicija kaznivega dejanja zoper vodo vsebuje tudi vsako namerno dejanje, ki lahko potencialno škoduje ali uniči vodo (Mattioli, Segato, 2016).

Po postavljeni definiciji, kaj je kaznivo dejanje zoper vode, smo opravili pregled kaznivih dejanj, ki so se zgodila v državah EU med letoma 2005 in 2015. Podatke smo zbirali s pomočjo policij in s pregledom policijskih poročil, inšpektoratov, javno objavljenih statističnih podatkov ter drugih javno objavljenih dokumentov.

Pregled stanja v vseh državah EU je pokazal, da prevladujejo tri vrste kaznivih dejanj zoper vode. Najbolj pogosto je kaznivo dejanje onesnaženja vode, sledi mu namerno onesnaževanje (kontaminacija) pitne/podzemne vode in na tretjem mestu je tatvina vode.

Pod pojem onesnaženje vode vključujemo onesnaženje vseh nadtalnih vod, kot so reke, morja, oceani, jezera, ribniki, potoki in podobno. World Wide Fund For Nature (n. d.) govori o onesnaženju voda takrat, ko pridejo strupene snovi v stik z vodnimi telesi, se v njih raztopijo, ležijo na površini ali potonejo na dno. Onesnaženje voda vpliva na celotno biosfero, ki živi v in ob vodnih telesih. Škoda, nastala z onesnaženjem voda, je velika tako za okolje kot tudi za ljudi.

Namerno onesnaževanje (kontaminacija) pitne vode je mikrobiološko onesnaženje pitne vode. To pomeni, da so v pitni vodi mikrodelci, ki so lahko biološki, kemijski ali radioaktivni. Nacionalni inštitut za javno zdravje [NIJZ] (2014) navaja, da lahko do tega pride na različne načine: od fekalij do iztekanja tekočin iz industrijskih obratov in odpadnih voda v podzemne vode ali vodna zajetja. Hkrati pa pod kontaminacijo pitne vode vključujemo tudi manipulacijo metod vzorčenja, da se prepreči ali zmanjša stroške čiščenja vode. Namerno onesnaženje pitne vode lahko povzroči bolezni ljudi in dolgoročno prekinitev dobave pitne vode, kar ima lahko katastrofalne posledice za javno zdravje.

Tatvina vode vključuje nezakonito pridobitev naravne vode s pomočjo črpanja ali preusmeritve vode iz namakalnih kanalov, rečnih sistemov, jezov ali tal vodotokov ter vode, ki je posameznik ali podjetje nista plačala in sta si jo protipravno prilastila, še preden je prišla

do odjemalca. Tatvino vode je možno izvesti na različne načine. S poškodovanjem ali odstranitvijo vodomerov, fizično nameščanjem povezovalnih vodovodnih cevi ali kot krajo vodnih cistern in drugo (The global initiative, 2014).

Poleg pregleda splošnih podatkov o storjenih kaznivih dejanjih smo v državah partnerjev projekta izvedli še temeljitejšo študijo primerov, s pomočjo katere smo pridobili natančnejši vpogled v to, kdo so storilci kaznivih dejanj zoper vode in kakšna je njihova struktura, pridobili smo podatke o modusu operandi, motivih za storitev kaznivih dejanj zoper vode ter podatke o tem, kje se tovrstna kazniva dejanja najpogosteje zgodijo.

S pomočjo strokovnjakov, ki so se zbrali na prvi evropski delavnici s področja kaznivih dejanj zoper vode, smo začeli oblikovanje ocene nevarnosti in tveganja s področja kaznivih dejanj zoper vode. Ko bo ocena tveganja končana, pa je na vrsti oblikovanje vmesnih napovedi gibanja kriminalitete zoper vodne vire v prihodnje.

Rezultati projekta bodo v pomoč organom pregona in drugim organom pri preprečevanju in odkrivanju kriminalitete zoper vode, z njihovo pomočjo bo možno predvideti, na katerih področjih je treba povečati nadzor, kako oblikovati politike in kazensko zakonodajo na področju EU.

4. Zaključki

Voda je ena izmed najbolj osnovnih človekovih potreb in je nujno potrebna za skoraj vse gospodarske dejavnosti, vključno s kmetijstvom, proizvodnjo energije, industrijo in rudarstvom (Svetovna banka, 2014). Dandanes je voda pod nepredstavljivim pritiskom, saj jo ogroža tako hitro rastoče število svetovne populacije kot tudi gospodarski sektor. Zaradi prekomerne uporabe vode ljudi in gospodarstva ter zaradi vedno večjega števila kaznivih dejanj zoper vode predstavlja vse to veliko grožnjo za čisto pitno vodo.

Do danes so se študije o varnosti oskrbe z vodo bolj osredotočale na kritično infrastrukturo in še to bolj v drugih delih sveta kot pa v Evropi, kjer ta vrsta ekološke kriminalitete še nikoli ni bila sistematično analizirana. Potreba po vodi in cena vode naj bi se po navedbah Environmental investigation agency [EIA] (2008) med letoma 2000 in 2050 povečali za 55 % po vsem svetu, tako da bo voda postala zelo privlačna za kriminalce in kriminalne organizacije. V boju proti kriminaliteti zoper vode so lahko močan regulator režim in učinkoviti mehanizmi za preprečevanje tovrstne kriminalitete, vključno z ukrepi za boj proti korupciji. Kriminaliteta zoper vode je raj za korupcijo na vseh ravneh. In če so uradniki podkupljivi, bo prizadevanje za zmanjšanje kriminalitete zoper vode zelo ovirano.

Ugotovili smo, da so v državah EU tri najbolj pogoste oblike kriminalitete zoper vode. To so: onesnaženje vode, sledi mu namerno onesnaževanje (kontaminacija) pitne/podzemne vode in tatvina vode.

Rezultati projekta bodo v pomoč organom pregona in drugim organom pri preprečevanju in odkrivanju kriminalitete zoper vode, pri zbiranju in analizi statističnih in obveščevalnih podatkov o nevarnostih, tveganjih in dobrih praksah ter pri odkrivanju povezav z drugimi oblikami kriminalitete. S pomočjo ugotovitev bo mogoče oblikovati preventivne ukrepe, saj bodo znana tako najbolj pogosta kazniva dejanja zoper vode, storilci, modus operandi in motivi, s čimer lahko zmanjšamo tovrstno kriminaliteto v prihodnje. Oblikovana bo tudi ocena tveganja za nadaljnja kazniva dejanja in razvite bodo vmesne napovedi gibanja kriminalitete zoper vode v Evropi, kar bo v pomoč pri oblikovanju politik in preventivnih ukrepov, da do porasta tovrstne kriminalitete v EU ne bo prišlo.

5. Viri

[1] Clarke, R. V. (1999). *Hot Products: understanding, anticipating and reducing demand for stolen goods* [online]. London. The Policing and Reducing Crime Unit. Available from: http://www.popcenter.org/tools/risky_facilities/PDFs/Clarke_1999.pdf [dostop 15. januar 2017]

[2] EMAN, K., 2016. Water Crimes – A Contemporary (Security) Issue. *Crimen : časopis za kriviične nauke,* 7 (1), 44–57.

[3] Environmental investigation agency [EIA]. (2008). *Environmental Crime. A threat to our future* [online]. London. Environmental investigation agency. Available from: https://eia-international.org/report/environmental-crime-2 [dostop 15. januar 2017]

[4] European Union Agency for Network and Information Security [ENISA]. (2014). *Outdated energy, water and transport Industrial Control Systems without sufficient cyber security controls require coordinated testing of capability at EU levels, says the EU's cyber security Agency ENISA* [online]. Available from: https://www.enisa.europa.eu/news/enisa-news/ics-without-sufficient-cybersecurity-controls-require-coordinated-testing-of-capability-at-eu-levels [dostop 15. januar 2017]

[5] MATTIOLI, W. AND SEGATO, L., 2016. *Environmental crimes in the water sector*. Working paper - Water crimes project.

[6] Nacionalni inštitut za javno zdravje [NIJZ]. (2014). *Pogosta vprašanja o pitni vodi* [online]. Available from: http://www.nijz.si/files/datoteke/pogosta_vprasanja_o_pitni_vodi.pdf [dostop 5. februar 2017]

[7] Svetovna banka. (n. d.). *High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy* [online]. Available from: http://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/high-and-dry-climate-change-water-and-the-economy [dostop 15. januar 2017]

[8] Svetovna banka. (2014). *Water Resources Management: Sector Results Profile* [online]. Available from: http://www.worldbank.org/en/results/2013/04/15/water-resources-management-results-profile [dostop 7. februar 2017]

[9] The Global Initiative. (2014). *Water, water everywhere: charting the growth of organized water theft, in Analysing Organised Crime* [online]. Available from: http://globalinitiative.net/water-smuggling/ [dostop 5. februar 2017]

[10] World Wide Fund For Nature. (n. d.). *Water pollution* [online]. Available from: http://wwf.panda.org/about_our_earth/teacher_resources/webfieldtrips/water_pollution/ [dostop 5. februar 2017]

2.

Upravljanja z vodami in dejavnosti v vodnem prostoru

PRAVICA DO PITNE VODE IN IZVAJANJE JAVNE SLUŽBE OSKRBE S PITNO VODO

mag. Iztok Rozman

Gospodarska Zbornica Slovenije, Zbornica komunalnega gospodarstva, Dimičeva ulica 13, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Državni Zbor republike Slovenije je na svoji 37. izredni seji 25. 11. 2016 slovesno razglasil ustavni zakon o dopolnitvi III. poglavja Ustave Republike Slovenije. Pravica do pitne vode je tako vpisana v Ustavo Republike Slovenije, poleg tega pa je na ustavni ravni sedaj urejena tudi zaščita vodnih virov, ki prednostno in trajnostno služijo oskrbi prebivalstva s pitno vodo in zagotavljanje oskrbe prebivalstva s pitno vodo, ki jo zagotavlja država preko samoupravnih lokalnih skupnosti neposredno in neprofitno. V razpravah, ki so potekale pred spremembo Ustave Republike Slovenije, je bilo izpostavljenih nemalo dilem glede razumevanja besedila ustavne spremembe in njegove izvedbe, ter posledic za urejanje in izvajanje javne službe oskrbe s pitno vodo v praksi, ki je v Sloveniji po splošno sprejetem mnenju razmeroma dobro urejena. V prispevku pojasnjujemo pojme povezane s človekovo pravico do pitne vode (in sanitarij), javno službo oskrbe s pitno vodo, lastno oskrbo s pitno vodo in samooskrbo stavb ter možne načine zagotavljanja pravice do pitne vode. Pojasnjujemo trenutno ureditev področja oskrbe s pitno vodo v Sloveniji in obravnavamo nevarnost neustreznega urejanja področja oskrbe s pitno vodo. Nakazane so tudi možne rešitve, ki bi jih bilo smiselno upoštevati pri pripravi zakonskih in podzakonskih rešitev na obravnavanem področju, ki morajo biti pripravljene v osemnajstih mesecih po spremembi Ustave RS.

Ključne besede:

Pravica do pitne vode, javna služba oskrbe s pitno vodo, lastna oskrba s pitno vodo, samooskrba stavb

1. Človekova pravica do vode (in sanitarij)

Leta 2010 je Generalna skupščina Združenih narodov sprejela resolucijo, s katero je pravica do vode in sanitarij prepoznana kot človekova pravica na globalni ravni. Človekove pravice do sanitarij, čeprav gre za pravico, ki je tesno povezana s pravico do pitne vode, v nadaljevanju prispevka ne bomo obravnavali.

Najbolj jasno je pravico do vode definiral Komite za ekonomske, socialne in kulturne pravice pri Združenih narodih: "Človekova pravica do vode pomeni pravico vsakogar do zadostne, varne, fizično in cenovno dostopne vode za osebno in gospodinjsko uporabo" [3] Gre torej nesporno za človekovo pravico do pitne vode, ki pa ni neomejena in brezplačna. Države bi morale vsakomur zagotoviti pravico do pitne vode za osnovne potrebe v primerni oddaljenosti od bivališča (največ 1 km in največ pol ure hoda), njena cena pa naj ne bi presegala 3% dohodka posameznega gospodinjstva.

Na globalni ravni je človekova pravica do pitne vode opredeljena splošno, saj je dostop do pitne vode odvisen od družbenih, ekonomskih, podnebnih, varnostnih, ipd. razmer v posamezni državi. V Sloveniji je pravica do pitne vode zagotovljena na način, da se s pitno

vodo iz javnega vodovoda, torej z uporabo storitev javne službe, ki jo zagotavljajo občine, trenutno oskrbuje večina prebivalcev (88,6%), 10,9 % prebivalcev pa se oskrbuje z lastno oskrbo s pitno vodo ali s samooskrbo objektov [10]. Ne glede na to in ne glede na cilj, da se delež prebivalstva, ki se bo s pitno vodo oskrbovalo iz javnega vodovoda, v prihodnjih letih poveča za 7,4% [10], pa oskrba s pitno vodo preko javnega vodovoda iz objektivnih razlogov ni izvedljiva v vseh primerih. V Sloveniji bi torej morala, za zagotovitev pravice do pitne vode vsakomur, država omogočati tudi druge možne načine oskrbe s pitno vodo, v izjemnih primerih pa tudi fizično zagotoviti pitno vodo, oziroma dostop do nje, v okviru globalno pripoznanih in zgoraj opisanih kriterijev.

1.1 Pravica do pitne vode v slovenskem pravnem redu

Z dopolnitvijo Ustave RS, oziroma s sprejemom njenega novega 70.a člena je pravica do pitne vode v Sloveniji od novembra 2015 zapisana na najvišji ravni. Pravica do pitne vode sicer ni urejena v II. poglavju Ustave, ki ureja človekove pravice in temeljne svoboščine, temveč v njenem III. poglavju, ki ureja gospodarska in socialna razmerja. Razlog za umestitev novega 70.a člena v III. poglavje je, da nov člen ne ureja zgolj pravice do pitne vode, temveč ureja tudi široki področji zaščite vodnih virov in izvajanja javne službe oskrbe s pitno vodo. V javnem diskurzu pred in po spremembi Ustave RS je bilo slišanih več opozoril, da predvsem vsebine, ki niso neposredno vezane na pravico do pitne vode, niso konsistentno in razumljivo urejene, kar lahko v prihodnosti povzroči ne povsem predvidljive negativne posledice. [11, 12, 13]

Predpisi, uveljavljeni pred spremembo Ustave RS, ki veljajo do sprememb, ki morajo biti pripravljene v 18 mesecih po ustavni spremembi, same pravice do pitne vode ne urejajo nedvoumno, urejajo pa posamezne vsebine povezane z oskrbo s pitno vodo, ki same po sebi pomenijo možnosti za zagotavljanje pravice do pitne vode večini prebivalstva.

Zakon o vodah opredeljuje naravno in grajeno vodno javno dobro, ki ju lahko na način in ob pogojih, ki jih določa zakon, uporablja vsakdo tako, da ne vpliva škodljivo na vode in s tem ne omejuje enake pravice drugim. S tem je dana vsakomur pravica do tako imenovane splošne rabe voda. Rabe vode, ki presega meje splošne rabe in raba podzemnih voda šteje za posebno rabo vode, za katere je potrebno pod zakonsko določenimi pogoji pridobiti vodno pravico na podlagi vodnega dovoljenja ali koncesije, oziroma jo evidentirati. Posebna raba vode za oskrbo s pitno vodo ima že po zakonu prednost pred vsemi rabami vode za druge namene. Večina prebivalcev Slovenije (99,5%) [9] se, kot že rečeno, oskrbuje s pitno vodo iz javnih vodovodov, z lastno oskrbo s pitno vodo, pa tudi s samooskrbo objektov (prestrežena padavinska voda). Samo za nekatere primere, ki v Sloveniji niso pravilo, ostaja področje zagotavljanja človekove pravice do pitne vode neurejeno. Zagotavljanje pravice do pitne vode je nujno ustrezno nasloviti tako na normativni, kot izvedbeni ravni, tudi na podlagi zadnje spremembe Ustave RS.

Predlagamo, da se pogoje za zagotavljanje človekove pravice do pitne vode uredi v zakonu. Za ta namen je nujno predvideti ustrezen upravni postopek, v katerem bi se na zahtevo prosilca individualno preverilo upravičenost in odločilo o načinu in pogojih zagotavljanja pravice do pitne vode.

2. Oskrba s pitno vodo v Sloveniji v luči spremembe Ustave RS

Za izvajanje obvezne občinske gospodarske javne službe oskrbe s pitno vodo se je do sedaj v slovenskem pravnem redu uporabljal pojem oskrba s pitno vodo. Le ta je v osnovi namenjena oskrbi stavb in gradbenih inženirskih objektov, če se v njih zadržujejo ljudje, ali za oskrbo živali, dodatno pa tudi v primerih izvajanja občinskih ali državnih javnih služb, namakanja in čiščenja javnih površin, oskrbe javnih hidrantnih omrežij za gašenje požarov, splošne rabe na javnih površinah (pitniki) in pranje ali namakanje površin, ki pripadajo oskrbovani stavbi (največ do 50 m^3/leto).

S četrtim odstavkom novega 70.a člena Ustave RS je ustavodajalec korenito in ne dovolj premišljeno posegel v zgoraj opisano ureditev. Iz javnega diskurza je povsem očitno, da je besedilo četrtega odstavka nedomišljeno, saj prihaja do opozoril o nejasnosti in različnih tolmačenj, tako iz strokovnih kot tudi laičnih krogov.

Najprej želimo opozoriti na uporabo novih pojmov, ki niso identični sedaj uveljavljenim. Uporaba pojma "oskrba prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev", ki jo zagotavlja država preko samoupravnih lokalnih skupnosti neposredno in neprofitno, odpira več vprašanj, kot daje odgovorov. Ključno vprašanje je, ali navedena dikcija celotno paleto oskrbe s pitno vodo, torej obvezno javno službo oskrbe s pitno vodo, samooskrbo objektov, lastno oskrbo s pitno vodo, pa tudi zagotavljanje pravice do pitne vode, prenaša v pristojnost države in torej v delu javne službe oskrbe s pitno vodo odvzema izvirno pristojnost občinam, v delu samooskrbe objektov in lastne oskrbe s pitno vodo pa pravico prebivalcem, da sami uredijo oskrbo s pitno vodo tudi v primerih, če priključitev na javni vodovod iz objektivnih razlogov nikakor ni možna ali upravičena. Prav tako ni povsem jasno ali se, v začetku poglavja opisane storitve obvezne občinske gospodarske javne službe, ki jih ne moremo šteti pod "oskrbo prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev", s spremembo izločajo iz storitev javne službe kot take in, če temu ni tako, se postavlja vprašanje ali jih po novem zagotavlja država, ali le te ostajajo v izvirni pristojnosti občin. Nejasno je tudi, kaj pomenita pojma "neposredno in neprofitno". Iz obrazložitev [11] v okviru postopka sprememb Ustave RS je razvidna intenca Ustavne komisije, kot tudi ustavodajalca, da se javna služba oskrbe s pitno vodo tudi naprej izvaja v sedanji obliki, izključeno naj bi bilo zgolj izvajanje v obliki koncesionirane javne službe. Presežek prihodkov nad odhodki naj bi se namensko vračal v dejavnost oskrbe s pitno vodo, tudi v prihodnje pa naj bi bila omogočena samooskrba objektov in lastna oskrba s pitno vodo v skladu s predpisanimi pogoji. Čas bo pokazal ali je res tako, vsekakor pa obstaja tveganje, da se sedanji sistem lahko kadarkoli v prihodnosti, z drugačnimi razlagami ustavne določbe, začne v temeljih spreminjati.

V Sloveniji se trenutno javna služba oskrbe s pitno vodo v večini primerov izvaja v obliki javnih podjetij, ki so v lasti občin, kar se je izkazalo za primerno in učinkovito obliko izvajanja javne službe oskrbe s pitno vodo. V javnem diskurzu je bilo izoblikovano večinsko stališče, da sistem javne službe oskrbe s pitno vodo v Sloveniji deluje razmeroma dobro, česar za nekatere druge javne službe, predvsem državne, ne moremo trditi. Seveda so tudi na področju javne oskrbe s pitno vodo v Sloveniji možne, potrebne in dobrodošle spremembe na bolje. Do njih pa bi morali priti z upoštevanjem obstoječih temeljev, domišljeno, na podlagi široke javne in strokovne razprave in brez revolucionarnih sprememb.

Glede na navedeno predlagamo, da se ohrani sistem javne oskrbe s pitno vodo, kjer obvezne storitve izvajajo izvajalci javne službe – javna podjetja v 100% lasti občin, da se ohrani možnost lastne oskrbe s pitno vodo in samooskrbe objektov v sedanji obliki in da država vsakomur, v primerih, kjer izjemoma nobena od prej naštetih oblik oskrbe ni možna, zagotavlja pitno vodo v okviru človekove pravice do pitne vode. Učinkovitost izvajanja javne službe oskrbe s pitno vodo in kontrolo cen je smiselno zagotavljati z uvedbo za vse izvajalce javne službe obveznih orodij, kot je na primer primerjalna analiza izvajanja javne službe oskrbe s pitno vodo, obvezno pa je upoštevanje načela polnega kritja (upravičenih) stroškov.

Z razpravami o spremembah predpisov je potrebno pričeti takoj, tako da bodo pripravljavci predpisov v z Ustavo RS določenem roku, lahko pripravili dobre in izvedljive predloge, ki bodo imeli za cilj uresničiti novo ustavno določbo na način, da bo prišlo do izboljšav sistema oskrbe s pitno vodo, ne pa do njegove degradacije in nazadovanja, kar zagotovo ni bil namen spremembe Ustave, ki je deklarativno priznala pravico do pitne vode vsakomur.

V nadaljevanju so podrobneje pojasnjeni s trenutno veljavnimi predpisi predvideni načini rabe voda, ki se navezujejo na oskrbo s pitno vodo v Sloveniji.

2.1 Splošna raba voda

Zakon o vodah opredeljuje pojem splošne rabe voda. Naravno in grajeno vodno javno dobro lahko, pod pogoji, ki jih določa zakon, uporablja vsakdo tako, da ne vpliva škodljivo na vode, vodni režim in naravno ravnovesje vodnih ter obvodnih ekosistemov in ne omejuje enake pravice drugim [5]. V nasprotju z drugimi rabami voda, za splošno rabo ni potrebno pridobiti vodne pravice in je brezplačna, saj se zanjo ne plačuje plačila za vodno pravico in vodnega povračila. Zaradi omogočanja splošne rabe vodnega dobra, je lastnik ali drug posestnik vodnega, priobalnega ali drugega zemljišča dolžan trpeti nekatere omejitve, kot je na primer omogočanje neškodljivega prehoda do vodnega dobra in njegovo splošno rabo vsakomur.

V skladu z veljavno ureditvijo lahko v Sloveniji vsakdo, v okviru splošne rabe, uporablja vodo iz celinskih voda brez uporabe naprav. Uporaba vode vključuje tudi njeno pitje, če je le ustrezne kakovosti. Ker v celinskih vodah zaradi različnih vplivov ni mogoče zagotavljati ustrezne kakovosti za pitje, je odločitev o pitju vode v okviru splošne rabe odgovornost posameznika. Seveda pa pravice do splošne rabe voda nikakor ni mogoče šteti za zagotavljanje človekove pravice do pitne vode, niti ni institut splošne rabe temu namenjen.

2.2 Javna služba oskrbe s pitno vodo

Oskrba s pitno vodo je bila, v skladu z Zakonom o varstvu okolja, obvezna gospodarska javna služba, do spremembe Ustave RS v izvirni pristojnosti občin. Kot je že navedeno zgoraj, je trenutno oskrba s pitno vodo, z Uredbo o oskrbi s pitno vodo, določena kot oskrba stavb in gradbenih inženirskih objektov, če se v njih zadržujejo ljudje, ali za oskrbo živali. V oskrbo s pitno vodo sodi tudi oskrba stavb in gradbenih inženirskih objektov, v katerih se izvajajo občinske ali državne javne službe, oskrba za namakanje in čiščenje javnih površin, oskrba javnih hidrantnih omrežij za gašenje požarov, splošna raba na javnih površinah (pitniki) in oskrba za pranje ali namakanje zasebnih površin, ki pripadajo oskrbovani stavbi, vendar največ do 50 m^3/leto.

V skladu z Zakonom o vodah je oskrba s pitno vodo posebna raba voda, za katero je potrebno pridobiti vodno dovoljenje in za katero je predpisano plačevanja plačila za vodno pravico in vodnega povračila. Vodno dovoljenje lahko pridobi samo občina, ki izvajanje javne službe zagotovi preko izvajalca javne službe.

Zakon o gospodarskih javnih službah trenutno omogoča štiri oblike izvajanja javne službe oskrbe s pitno vodo. Poleg v Sloveniji najbolj pogoste, torej javnega podjetja v lasti občine ali več občin, se oskrba s pitno vodo lahko izvaja tudi v režijskem obratu, v javnem gospodarskem zavodu in z dajanjem koncesij.

Javna služba oskrbe s pitno vodo se izvaja z uporabo javne infrastrukture – javnih vodovodov. Najpogostejša praksa v Sloveniji je, da so javni vodovodi v lasti občin, le te pa jih oddajo izvajalcu javne službe v poslovni najem. Lastniki stavb imajo, v skladu s predpisanimi pogoji, pravico in dolžnost, da stavbe na območjih javnih vodovodov priključijo na javni vodovod in uporabljajo obvezne storitve javne službe oskrbe s pitno vodo. Praviloma se za javni vodovod plača komunalni prispevek, ki se izračuna v skladu z veljavnimi državnimi in občinskimi predpisi.

Izvajalci javne službe oziroma upravljavci javnih vodovodov so dolžni zagotavljati zdravstveno ustreznost pitne vode na odjemnih mestih uporabnikov, oziroma, kadar to ni mogoče sprejemati in izvajati ustrezne ukrepe za zaščito zdravja svojih uporabnikov.

Uporabniki javne službe oskrbe s pitno vodo za storitve plačujejo ceno storitev, ki mora biti oblikovana na predpisan način, in predpisane dajatve (plačilo za vodno pravico in vodno povračilo). Ceno oblikuje in predlaga izvajalec javne službe, sprejema pa jo občina v skladu s svojimi pristojnostmi, za občane pa jo lahko tudi subvencionira. Cena storitev oskrbe s pitno vodo je razdeljena na fiksni (omrežnino) in variabilni del, za katera poenostavljeno lahko rečemo, da so v omrežnino vključeni stroški javne infrastrukture, v variabilni del pa stroški izvajanja storitev oskrbe s pitno vodo. V ceno je lahko vključen omejen dovoljen donos v višini

5% vrednosti poslovno potrebnih osnovnih sredstev izvajalcev javne službe. Višino dajatev določa država.

Poleg vrste državnih predpisov, ki občinam in izvajalcu javne službe postavljajo okvire za opremljanje območij poselitve z javnim vodovodom, izvajanje javne službe, zagotavljanje zdravstvene ustreznosti pitne vode, oblikovanje cene storitev in podobno, pa področje lokalno prilagojeno in podrobno urejajo občinski predpisi, ki ne smejo biti v nasprotju z državnimi. Ker je bilo urejanje javne službe oskrbe s pitno vodo v izvirni pristojnosti občin, je trenutno v skladu z Evropsko listino lokalne samouprave zagotovljeno, da jo urejajo tiste oblasti, ki so državljanom najbliže.

2.3 Lastna oskrba s pitno vodo

Lastna oskrba s pitno vodo je posebna raba voda, za katero je potrebno, v skladu z Zakonom o vodah, pridobiti vodno pravico – vodno dovoljenje, ali pa je potrebno to rabo evidentirati. Lastna oskrba s pitno vodo se lahko izvaja individualno ali pa v okviru zasebnih vodovodov, ki imajo več uporabnikov. Zasebni vodovodi morajo pod določenimi pogoji imeti upravljavca, s katerim lastniki tega vodovoda sklenejo pogodbo. Lastna oskrba s pitno vodo je, v primeru da je stavba priključena na javni vodovod, prepovedana.

Poudariti je potrebno, da tudi lastna oskrba s pitno vodo ni brezplačna. Gradnjo infrastrukture in naprav za lastno oskrbo s pitno vodo morajo zagotoviti uporabniki sami, res pa je, da se sredstev za njeno vzdrževanje ali nadomestitev praviloma ne zbira sistematično, kar med uporabniki ustvarja varljiv občutek, da stroški ne nastajajo. Za lastno oskrbo s pitno vodo se plačujejo predpisane dajatve (plačilo za vodno pravico, vodno povračilo) in stroški, ki nastajajo pri lastni oskrbi. Ti stroški so sicer praviloma nižji, kot pri izvajanju javne službe oskrbe s pitno vodo, vendar na račun zmanjšane kakovosti storitev in tudi manjše varnosti pitne vode, saj je v tem primeru za zagotavljanje zdravstvene ustreznosti pitne vode pred njeno uporabo odgovoren sam uporabnik.

2.4 Samooskrba objektov s pitno vodo

Pojem samooskrbe stavb se v zakonodaji s področjij prostorskega načrtovanja in graditve objektov uporablja v povezavi z opremljanjem stavbnih zemljišč in izdaje gradbenih dovoljenj. Samooskrba stavb s pitno vodo, kjer obstaja možnost priključitve na javni vodovod, ni dovoljena. Pojma samooskrba s pitno vodo in lastna oskrba s pitno vodo se v javnem diskurzu pogosto zamenjujeta. Samooskrba objektov s pitno vodo pomeni vsako oskrbo stavbe s pitno vodo, ki ni priključena na javni vodovod in se za to stavbo javne službe oskrbe s pitno vodo ne zagotavlja. Samooskrba s pitno vodo se torej lahko izvaja tudi na način lastne oskrbo s pitno vodo, ni pa to edina možnost. Dovoljeni so tudi alternativni načini zagotavljanja minimalne komunalne oskrbe, ki omogočajo samooskrbo objektov in sledijo napredku tehnike, kot na primer zbiranje kapnice ali shranjevanje pripeljane pitne vode v ustreznih zbiralnikih. Opremo, ki je potrebna za samooskrbo objektov s pitno vodo, mora zagotavljati lastnik objekta, ki je tudi odgovoren za zagotavljanje zdravstvene ustreznosti pitne vode pred njeno uporabo.

Zakon o prostorskem načrtovanju določa, da se komunalna oprema objekta za samooskrbo s pitno vodo lahko uporablja le na območjih, ki niso opremljena oziroma dokler niso opremljena z javnim vodovodom.

3. Zaključki

Sistem javne službe oskrbe s pitno vodo v Sloveniji je robusten in razmeroma dobro in stabilno deluje. V interesu prebivalcev Slovenije in vseh deležnikov, ki so vključeni v sistem je, da na postavljenih temeljih poskrbimo za njegove izboljšave in na podlagi novembra 2016 spremenjene Ustave RS ohranimo in izboljšamo oskrbo s pitno vodo v Sloveniji in na ustrezen način zagotovimo pravico do pitne vode vsakomur.

Izboljšave sistema je nujno uvajati premišljeno, v tesnem sodelovanju s stroko in ob široki javni razpravi. Razpad sistema bi lahko pripeljal do nepredvidljivih in težko popravljivih škodljivih posledic.

Slovenski pregovor pravi, da razlite vode ne moremo nikoli dobiti nazaj. Ne razlijmo je.

4. Viri

[1] Ustava Republike Slovenije, (Uradni list RS, št. 33/91-I, 42/97, 66/2000, 24/03, 69/04, 68/06, 47/13 in 75/16).

[2] Resolucija 64/292 o človekovi pravici do vode in sanitarij, 2010. Generalna skupščina Združenih narodov.

http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/64/292&lang=E [dostop 11. januar 2017].

[3] Splošni komentar št. 15: Pravica do vode, 2003. Združeni narodi, Komite za ekonomske, socialne in kulturne pravice. http://www.refworld.org/docid/4538838d11.html [dostop 11. januar 2017].

[4] Zakon o varstvu okolja, (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16).

[5] Zakon o vodah, (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrI-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15).

[6] Zakon o graditvi objektov, (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05 – ZJC-B, 93/05 – ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09, 61/10 – ZRud-1, 20/11 – odl. US, 57/12, 101/13 – ZDavNepr, 110/13 in 19/15).

[7] Zakon o prostorskem načrtovanju, (Uradni list RS, št. 33/07, 70/08 – ZVO-1B, 108/09, 80/10 – ZUPUDPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUDPP-A, 109/12, 76/14 – odl. US in 14/15 – ZUUJFO).

[8] Zakon o gospodarskih javnih službah (Uradni list RS, št. 32/93, 30/98 – ZZLPPO, 127/06 – ZJZP, 38/10 – ZUKN in 57/11 – ORZGJS40).

[9] Uredba o oskrbi s pitno vodo, (Uradni list RS, št. 88/12).

[10] Operativni program oskrbe s pitno vodo, 2015. Vlada RS. http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/varstvo_okolja/operativni_programi/op_oskrba_s_potno_vodo_2016_2021.pdf [dostop 11. januar 2017].

[11] Poročilo o pripravi Predloga ustavnega zakona o dopolnitvi III. poglavja Ustave Republike Slovenije in o pripravi Predloga odloka o razglasitvi ustavnega zakona o dopolnitvi III. poglavja Ustave Republike Slovenije. Državni zbor RS, Ustavna komisija. http://imss.dz-rs.si/imis/295c7356c294eebf4b74.pdf [dostop 11. januar 2017].

[12] Razprava: Razprava PITNA VODA, naslednji koraki.... Klub Akcija4Generacij. https://www.youtube.com/watch?v=jiQA0ftfQLU [dostop 11. januar 2017].

[13] GANTAR P., 2015. Ustava in voda: za ponovni premislek. Dnevnik. https://www.dnevnik.si/1042754757 [dostop 11. januar 2017].

[14] Evropska listina lokalne samouprave, 1985. Svet Evrope. http://www.svetevrope.si/sl/dokumenti_in_publikacije/konvencije/122/ [dostop 11. januar 2017].

DOBRO UPRAVLJANJE ZA GOSPODARJENJE Z VODAMI

izr. prof. dr. Andreja. Lukšič[1], dr. Lidija Globevnik[2], Lara Vrtovec[3]

[1]UL, Fakulteta za družbene vede, Kardeljeva ploščad 5, SI-1000 Ljubljana, [2]TC Vode, Trnovski pristan 10, 1000 Ljubljana, Slovenija in Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, KSH, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana, [3]Semedela 47, 6000 Koper

POVZETEK

Vodni problemi so kompleksni in nepredvidljivi po naravni. Žal, je bila pozornost družbe v zadnjem obdobju usmerjena zgolj v pravni vidik vode in ne na njene funkcionalne elemente. A kljub mešanih mnenj o politični domeni vode, ena spoznanje ostaja jasno- brez ustreznega pravnega okvirja za upravljanje, vodni sistemi, bodisi v javni ali zasebni domeni, bo gospodarjenje ostalo neučinkovito. Ministrska deklaracija o varnosti vode v 21. stoletju, sprejeta v Haagu leta 2000, poudarja pomen dobrega vodnega upravljanja (»good governance«), tako da bodo interesi vseh vpletenih akterjev zajeti v gospodarjenje vode (»water management«). Naš namen je doseči okoljsko učinkovito in demokratično sprejemljivo več-ravensko upravljanje z vodami, kar se bo kasneje odražalo v gospodarjenju z vodami. A tu naletimo na dilemo – kaj razumemo pod pojmom upravljanja in kaj pod gospodarjenja z vodami? Kakšna je razlika med njima in kako jih v Sloveniji obravnavamo? Le z jasnim redefiniranjem ločnice med upravljanjem in gospodarjenjem bomo lahko zagotoviti učinkovito izvajanje obeh dejavnosti hkrati in tako presegli oviro nerazumevanja znotraj vodnega sektorja. Upravljanje z vodami naj bi se tako nanašalo na vse javne politike in pravno-formalne okvirje vezane nanj, ki so produkt dela institucionalno oblikovanih sistemov znotraj vodnega sektorja. Ostale aktivnosti, katere neposredno izvajajo naloge vezane na učinkovito rabo vode in vodnega prostora, pa lahko strnemo pod pojem gospodarjenje z vodami. Oba termina se hkrati tesno prepletata in v nekaterih primerih tudi prekrivata. Namen članka je tako s kvantitativno metodo (anketnim vprašalnikom) razkriti razumevanje urejanja voda s strani javnosti v Sloveniji in ponovno odpreti vprašanje po potrebi uporabe terminov »gospodarjenje« in »upravljanje« z vodami v slovenskem vodnem sektorju.

Ključne besede:

kompleksni vodni problemi, upravljanje z vodami, gospodarjenje z vodami, vodna politika, anketni vprašalnik

1. Uvod

Dobro vodno upravljanje je predpogoj za izvajanje dobrega vodnega gospodarjenja. O tem ni dvoma. A kaj nastopi, ko termina »vodno gospodarjenje« ni. Oziroma, ko slednji ni formalno opredeljen in/ali odobren ter splošno uporabljen s strani tistih, ki bi ga morda najbolj potrebovali? Četudi je vodna kriza v veliko primerih »zgolj« odsev pomanjkljivega vodnega upravljanja, slednje ni tisto, kar bi lahko samo po sebi prišlo do rešitve vseh tegob. Saj zaradi kompleksnosti vodnih vprašanj, zgolj en način upravljanja ne more biti odgovor na vse izzive, s katerimi se srečujemo znotraj vodnega sektorja.

Predenj sodimo o tem, ali zares potrebujemo vključiti oba termina v vsakdanje delovanje vodne stroke je potrebno opredeliti kje sta slednja uporabljena v dosedanjem pravnem okvirju, bodisi

na nadnacionalni kakor tudi na nacionalni ravni. Kako ju ekonomska sfera, kot izhodišče nastanka, opredeljuje. Ter odnos javnosti do le-teh. Podrobneje, ali razumevanje splošne javnosti dosega dovolj visoko raven, da bi slednja bila lahko vendarle izkoriščena za pomen, za katerega sta bila tudi definirana.

2. Razumevanje razlik

Termina »upravljanje« in »gospodarjenje«, poleg »izvajanja« sta se kot organizacijski funkciji razvili z namenom urejanje razmerij znotraj podjetij. Ekonomska razlaga »upravljanje« enači s funkcijo lastništva podjetja, saj so lastniki bili tisti, ki so lahko neposredno in svobodno razpolagali s svojo lastnino ter hkrati ščitili svoje interese. Kasneje, se je zaradi razširitve zaposlenih, kapitala ipd. znotraj podjetij, ta funkcija razdelila na lastništvo in gospodarjenje (ali s tujko »menedžment«). Razlog je tičal v temu, da lastniki preprosto niso bili več zmožni neposredno vplivati na poslovanje svoje vse bolj obsežnejše lastnine. To dolžnost so prepustili profesionalnim menedžerjem. Njihova nova naloga od tedaj obsega zgolj funkcijo nadzora. Slednji poteka v smislu vodenja poslovanja podjetja v skladu s prvotno zastavljenimi interesi. Funkcija upravljanja se tako pretvori v proces, kateri skuša ohranjati oblast v rokah nosilca upravljanja (t. j. lastnika) ter poslovanje znotraj prvotno zastavljenih smernicah (Lipovec 1987, 47– 52). Upravljanje ohranja položaj nadrejenega v razmerju do gospodarjenja. Upravljanje mora voditi ter nuditi predhodno načrtovani celostni delovni okvir. Kot tako pa se ne sme prekrivati z gospodarjenjem, saj slednje skrbi za organizacijo samega dela in izvajanja nalog. Kjer je upravljanje usmerjeno v »narediti pravo stvar«, je gospodarjenje usmerjeno v »narediti stvari na pravilen način«. V literaturi namesto »gospodarjenja«, lahko naletimo tudi na termin »ravnanje«, kjer tujko »menedžerji« nadomestijo »ravnatelji«. Podrobneje, so slednji opredeljeni kot skupina ljudi, ki je odgovorna, da delo poteka v skladu z navodili lastnika. Obsega pa dnevne posle izvajanja programov poslovanja v kontekstu strategij, politik, procesov in postopkov, katere je vzpostavil upravni organ (oz. lastnik) (The World Bank 2016, 71). Jasne ločnice med njima velikokrat ni moč zaslediti. Res je, da se odločitve pričnejo z upravljanje in nadaljujejo z gospodarjenjem, a na mejo vpliva predvsem stopnja razvitosti in velikost programa poslovanja. Manj razvita podjetja ali programi poslovanja potrebujejo več časa za oblikovanje formalnih oblik upravljanja. Manjša pa lahko izrabijo omejeno število kadrovskih in finančnih sredstev, tako da združijo upraviteljske in gospodarske naloge, ali zahtevajo od upraviteljskih teles večjo vključenost v vsakdanja menedžerska opravila (The World Bank 2016, 71).

Upravljanje je izziv za vsako zasebno podjetje ali javni sektor. Znotraj vodnega sektorja pa je zadeva še toliko bolj zapletena. Tuja referenčna literatura opredeljuje »vodno upravljanje« ali »upravljanje z vodami« kot obseg političnih, družbenih, ekonomskih in administrativnih sistemov za razvoj in gospodarjenje vodnih virov ter nudenja storitev za rabo vode, na različnih družbenih ravneh. Pri tem pa ločuje zunanje in notranje vodno upravljanje. Notranje obsega oblikovanje družbenih sporazumov, kateri opredeljujejo lastninske pravice ter strukturo vodenja za njihovo uveljavitev (npr. vodna zakonodaja). Zunanje upravljanje pa v grobem vključuje vplive s strani družbe, »trenutne« vlade, pa tudi ekonomskih dejavnikov – kot so npr. mednarodni trgovinski sporazumi (povzeto po Rogers in Hall 2003, 16– 17). Vodno upravljanje temelji na dveh ključnih vrednotah: inkluzivnosti (zagotavljanju, da so vsi člani skupine enako obravnavani) ter odgovornosti (zagotavljanju, da vsi odgovarjajo ne samo za svoje napake, ampak tudi zaslužke). Dobro vodno upravljanje je odvisno od številnih dejavnikov. Med njimi se uvršča stopnja legitimnosti, moč pravnih ter regulatornih okvirjev, učinkovitost teles za izvajanje, volje ljudi do izboljšanja upravljanja ter višina investicij. Seveda, je vsak izmed teh faktorjev izmikajoč, saj velikokrat nima prioritete na dnevnem redu države (The World Bank 2006, 21).

Kakor vemo, se voda neprestano premika skozi čas in prostor, skladno s hidrološkim ciklom. Termin »gospodarjenje z vodami« ali »vodno gospodarjenje«, za katerega lahko zasledimo tudi

izraz »vodni menedžment«, zajema različne dejavnosti in discipline brez enotne definicije. V širšem smislu ga lahko razdelimo v tri kategorije: gospodarjenje vodnih virov, gospodarjenje vodnih storitev ter gospodarjenje z odločitvami, katere zagotavljajo ravnotežje med ponudbo in povpraševanjem. Gospodarjenje z vodami, katerih obseg gre preko izvajanja zgolj konkretnih nalog, ni zgolj tehnično vprašanje. Saj zahteva kombinacijo aktivnosti načrtovanja, razporejanja, izvajanja ter vodenja, kateri vključujejo tako spremembe ukrepov, cen in drugih spodbud, kakor tudi ravnanje z infrastrukturnimi ter fizičnimi napravami (Banovec 2011, 205; World Water Development Report 2012).

3. Pravna podlaga med teorijo in prakso

Prvi zameti gospodarjenja z vodami so za rešitev vodnih izzivov zajemali zgolj gradnjo centraliziranih infrastrukturnih objektov v velikem merilu, kot so jezovi in rezervoarji. Tovrstno gospodarjenje je kazalo očitne znake pomanjkljivosti, katere so vodni strokovnjaki začeli obravnavati leta 1992 na Mednarodni konferenci o vodi in okolju v Dublinu. Dublinska načela so med prvimi začela zmanjševati pomen infrastrukture in poudarjati pomen izboljšanja gospodarjenja. Kar se je pozneje tudi pokazalo pri oblikovanju novega Integriranega pristopa gospodarjenja z vodami (IWRM). Desetletje kasneje, je Haaški Drugi svetovni forum o vodah to spoznanje le potrdil z izpostavitvijo nove vloge vodnega upravljanja kot nadrejenemu v razmerju do gospodarjenja, med enega izmed prioritetnih področij za reševanje vodne krize. Kasnejši vrhi in forumi so pomen dobrega upravljanja v vodnem sektorju tudi uvrstili v globalni konceptualni okvir.

Poleg mednarodnih sporazumov uporabo terminov upravljanje ter gospodarjenje lahko v Evropi zasledimo v Vodni Direktivi EU (WFD), Poplavni direktivi (FD), Morski direktivi (MSFD) ter ostalih hčerinskih direktivah. WFD je povzročila institucionalizacijo »premika od vladanja k upravljanju« virov in okolja v Evropi ter zunaj nje. Kot ena izmed pravnih aktov »nove generacije«, je uspela harmonizirati vodno politiko znotraj Evropske Unije. Aspekt poenotenega interesa, kakor ga navaja tudi ekonomska razlaga upravljanja, je tukaj viden. Določitev kriterijev za dosego dobrega stanja vodnih teles, pa slednje le potrjuje. Četudi so njeni proceduralni postopki bili nemalokrat podvrženi kritiki češ, da je preveč kompleksna, slednje lahko razumemo zgolj kot prispodobo, kakor je zagotavljanje ustreznega vodenja ter predhodno načrtovanega celostnega delovnega okvirja znotraj nekega podjetja. Direktiva je procesno usmerjena zakonodaja. Termin »vodno gospodarjenje« pa se skozi direktivo eksplicitno ne uporablja. Viden je zgolj posredno, preko poudarjanja participacije vseh vpletenih akterjev in splošne javnosti pri oblikovanju Načrtov upravljanja voda. Jasne ločnice med obema termina ni, in ga tudi ni mogoče določiti saj so državam članicam prepuščeni načini oziroma ukrepi za dosego zastavljenih ciljev.

Vodno upravljanje, kakor tudi ekonomska razlaga upravljanja postavljata v ospredje lastništvo. Kakor navaja že Dublinska izjava o vodi in trajnostnemu razvoju (oz. Dublinska načela), spada vzpostavitev in vzdrževanje lastninskega sistema vodnih virov preko načela participativnega gospodarjenja striktno med naloge države (Rogers in Hall 2003, 17). To državno nalogo pa je potrebno razumeti kot del procesa upravljanja. Slovenski pravni red na področju upravljanja z vodami, tako obsega Zakon o vodah, Podzakonske akte ZV-1 ter ostale predpise in pravilnike. V slovenski zakonodaji ni moč najti termina gospodarjenje z vodami. A čemu je to tako? Če vzamemo v primerjavo gozdove v lastni Republike Slovenije – na tem področju te luknje ni moč zaslediti. Primerjalna analiza zakonodaje upravljanja ter gospodarjenja z gozdovi v državni lasti in vodami kaže očitne vezi. Ne zgolj, da oba razpolagata s statusom javne dobrine, ampak jim je skupnega tudi njihova več-funkcionalna vloga v okolju ter soodvisnost pri opravljanju nekaterih funkcij. Upravljanje z gozdovi v lasti RS je zaradi njihove kompleksnosti in nujnosti ohranjanja njihovega gospodarskega, ekološkega in socialnega pomena enovito. . Obseg nalog znotraj obeh procesov je opredeljen tudi v predlogu Zakona o gospodarjenju z gozdovi v lasti Republike Slovenije. Jasna opredelitev bo na dolgi rok pripomogla k oblikovanju trajnostnega

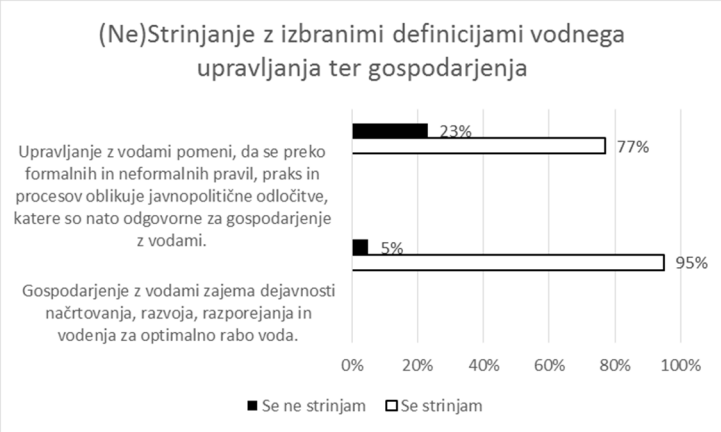
gospodarjenja z gozdovi, kateri se bodo lahko soočali z okoljskimi, pa tudi družbenimi izzivi in tako pripomogli k zagotavljanju vseh funkcij svojim prebivalcem.

4. Kaj pa javnost?

Ne samo stroka, ampak tudi javnost lahko včasih povzroči dodatne razloge, ki pripeljejo do omejenega razumevanja ter uporabe določenih terminov. Anketni vprašalnik naj bi služil razkrivanju prav tega. V okviru kvantitativnega dela raziskave je bilo s pomočjo orodja »EnKlikAnketa - 1ka« izdelana spletna anketa. Anketa je bila na spletu dostopna od 5. 12. 2016 do 21. 1. 2017. Od 243 obiskovalcev, ki so v anketi sodelovali, je v celoti izpolnilo vprašalnik 127 anketirancev. Anketa je vsebovala neverjetnostni vzorec, ki je podržen napakam zaradi samoizbire (sodelovanje pri odgovarjanju je bilo odvisno od želje obiskovalcev). Zaradi omejitev v vzorcu ni mogoče v vseh primerih zagotoviti zadostne reprezentativnosti, zato so ti rezultati le orientacijski in lahko služijo zgolj kot ilustracija. Anketa je bila objavljena na spletnem mestu Inženirske zbornice Slovenije s pomočjo pojavne pasice, ki je služila kot vabilo za sodelovanje v anketi. Vprašanik je sestavljalo 20 vprašanj in 57 spremenljivk. Vprašanja so pokrivala različna področja, katera so bila razdeljena v štiri tematske sklope. Prvi sklop je zajemal sociodemografske značilnosti anketirancev. Drugi sklop se je nanašal na poznavanje terminov vezanih na vodo. V tretjem sklopu smo želeli pridobiti podatke vezane na izvajanje upravljanja z vodo. Ter zadnji, četrti sklop se je nanašal na neposredne deležnike vezane na vodno upravljenje.

Populacija, ki je bila vključena v anketiranje je bila izbrana naključno. Vzorec zajema starostno skupino nad 21 let, saj pod to starost ni bilo anketirancev. Polovica jih je bilo v starosti od 21 do 40 let, 40% med 41 in 60 leti in le 10% nad 61 leti. Anketiranih pa je bilo v celoti 145 oseb. Od pregleda demografskih vprašanj lahko sklenemo naslednje: od skupnega števila izprašancev je bilo 41% ženskega in 59% moškega spola. Največ anketirancev (68%) ima dokončano višjo strokovno šolo ali fakulteto, sledijo jim magistri in doktorji znanosti (23%) ter anketiranci z dokončano srednjo šolo (8%). Nižje izobraženih ni bilo. Kar se tiče statusa, se je največ anketirancev opredelilo med zaposlene ali samozaposlene (85%), sledili so jim upokojenci (8%), nezaposleni (4%), dijaki ali študentje (1%) ter ostali (1%). Večina jih tudi prebiva v kraju z/nad 10.000 prebivalci (48%), sledi pa jim naseljeni v kraju do 2.000 prebivalcev (23%), kraju z/nad 2.000 do 10.000 prebivalci (19%) ter hiši na samem, zaselku ali manjši vasi z/do 50 prebivalci (9%). Glede na neto mesečni dohodek pa jih več kakor polovica (59%) razpolaga z zmernim dohodkom (1. 000€– 1. 500€), 30% anketirancev pa z dobrim (nad 1. 500€). Ostalih 11% pa ima dohodek okoli 600€ ali pa ga sploh nima. V drugem sklopu je poleg ostalih vprašanj, vezanih na vodno problematiko bilo anketirancem zastavljeno tudi vprašanje, in sicer ali se strinjajo z definicijami upravljanja ter gospodarjenja z vodami, katere so hkrati povzetek definicij najdenih v tuji literaturi (podrobneje glej Graf 1).

Glede na pridobljene podatke lahko razberemo, da se prevladujoči delež dobro izobraženih anketiranec tudi strinja z obema definicijama terminov. Delež strinjanja ali privolitev v podane trditve pri opredelitvi vodnega gospodarjenja (95%) je višji od istega deleža pri vodnemu upravljanju (77%). Torej, četudi se ta termin ne pojavlja v literaturi in pravni podlagi je razumevanje anketirancev na visoki ravni. Seveda ima slednje svoje prednosti ter slabosti. Po eni strani kaže na pripravljenost ljudi do uvedbe tega termina, po drugi pa mogoče po njeni ne potrebi. Ne glede na to, pomembno je omeniti tudi delež nestrinjanja pri obeh. Večji delež anketirancev (23%) se ne strinja, da je vodno upravljanje to kar je navedeno.



Graf 1- Odstotek anketirancev, ki se (ne)strinja z izbranimi definicijami terminov "upravljanje z vodami" ter "gospodarjenje z vodami".

Kot zaključek pogleda javnosti je potrebno omeniti tudi odstotek pritrdilnih odgovorov na vprašanje »Ali menite, da bi morali izboljšati način upravljanja voda v Sloveniji?«, in sicer 77%. Na nadaljnje zastavljeno vprašanje, o tem kaj bi bilo po njihovem mnenju potrebno izboljšati so bili odgovori (če jih strnemo v sorodne kategorije) naslednji:

- zmanjšati rabo vode na bolj varčnejši nivo,
- izboljšati ozaveščenost prebivalstva o vodi,
- zmanjšati raven onesnaženosti vode,
- zagotoviti učinkovit nadzor pristojnih teles,
- izboljšati vzdrževanje in investicije v vodno infrastrukturo,
- zagotoviti participacijo in sodelovanje vseh vpletenih, bodisi na vertikalni kakor tudi horizontalni ravni,
- začeti upoštevati multidisciplinarnost ter celostno obravnavanje problematike pri sprejemanju odločitev,
- lotiti se sprejemanja dolgoročnega planiranje in izvajanja načrtov,
- začeti upoštevati ekosistemsko funkcijo vode,
- izboljšati protipoplavne ukrepe,
- urediti vodotoke,
- izboljšati zakonodajo na področju voda.

5. Zaključki

Namen prispevka ni bil podati odgovor na vprašanje kako naj se termina »vodno gospodarjenje« in »vodno upravljanje« definirata, niti predlagati najboljši način kako ju vpeljati v slovenski konceptualni okvir. Ampak poskušati odpreti t. i. okno priložnosti, katero bi sprožilo val novih razprav in prizadevanj za formalni sprejem izbranih strokovnih izrazov v slovenski vodni sektor. Za zaključek naj opozorimo, da tukaj ne gre pozabiti, da sta glede na samo naravo vode, termina »vodno upravljanje« ter »vodno gospodarjenje« visoko kontekstualna koncepta, pri opredelitvi katerih je vedno potrebno upoštevati vrsto vodnega vira katerega se obravnava, značilnosti zemeljskega območja kateri obdaja vodni vir in pa tudi potrebe ter družbeno-ekonomske okoliščine znotraj države. A vendar, pri pregledu tuje literature in primerjanjem s slovensko je zaznati neskladje, katerega bi bilo potrebno čimprej odpraviti. Poudariti velja tudi, da samo sprejetje ustreznih odločitev lahko pripomore k

primernemu razvoju slovenskih vodnih teles, a le če za tem stojita njegov lastnik ob ustrezni podpori stroke.

6. Viri

[1] BANOVEC, P., 2011. Znanje in usposobljenost za izvajanje integralne državne in lokalne politike pri upravljanju z vodami. *V*: *Upravljanje voda v Sloveniji, ur. Jože Volfand, 204–209*. Celje: Fit media.

[2] LIPOVEC, F., 1987. Razvita teorija organizacije. Maribor: Založba Obzorja.

[3] ROGERS, P. in HALL A. W., 2003. Effective Water Governance. Stockholm: Global Water Partnership.

[4] The World Bank., 2006. Good Governance for Good Water Management [online]. Environment Matters 2006 — The World Bank Group. Dostopno prek:

http://siteresources.worldbank.org/INTENVMAT/64199955-1162240805462/21127276/8GoodGovernance.pdf [dostop 8. januar 2017]

[5] The World Bank., 2016. Governance and Management [online]. GRPP Sourcebook. Dostopno prek: http://siteresources.worldbank.org/EXTGLOREGPARPROG/Resources/grpp_sourcebook_chap12.pdf [dostop 8. januar 2017]

[6] World Water Development Report., 2012. Water Resource Management [online]. *V*: *UN Water*. Dostopno prek: http://www.unwater.org/topics/water-resources-management/en/ [dostop 12. januar 2017]

URESNIČEVANJE NAČELA SODELOVANJA JAVNOSTI PRI UPRAVLJANJU VODA V REPUBLIKI SLOVENIJI: KAKO VLADATI SKUPNIM VODNIM DOBRINAM?

mag. Jerneja Brumen

ZRC SAZU, Inštitut za slovensko izseljenstvo in migracije, Novi trg 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Voda je skupna vsem živim bitjem, saj sodi med temeljne pogoje, ki omogočajo življenje. Toda v antropocentričnem svetu, v katerem človeštvo upravlja z vodami, je odgovornost za stanje voda na nas. Ekološki problemi, ki so skupni vsem, so bili povod za kvalitativno spremembo v procesu odločanja, ko gre za vprašanja narave ter varstva in kvalitete okolja, v katerem prebivajo vsa živa bitja. Aarhuška konvencija je posegla v odločanje glede okoljskih zadev na način, da je javnosti sistemsko zagotovila možnost soodločanja tudi pri upravljanju z vodo kot skupno dobrino. Pričujoči prispevek izpostavlja pomen sodelovanja javnosti na področju upravljanja voda v Republiki Sloveniji. Načelo sodelovanja javnosti, zapisano v Zakonu o vodah, sodi med šest temeljnih načel upravljanja z vodami, zato se pričujoči prispevek osredotoča na vprašanja, kakšno je bilo dosedanje sodelovanje javnosti v procesih sprejemanja načrtov upravljanja z vodami, kako je potekalo sodelovanje javnosti in kako oblast (pristojno ministrstvo), ki je temeljni nosilec izvajanja vključitve javnosti v proces upravljanja voda, razume javnost ter sodelovanje z njo. Sodelovanje javnosti avtorica v prispevku poveže s policentričnim sistemom vladanja skupnim naravnim dobrinam, ki ga je uveljavila politologinja in politična ekonomistka Elinor Ostrom. Ostrom je namreč prepoznala, da sta za smotrno upravljanje z naravnimi dobrinami ključni komunikacija in zaupanje med člani skupnosti (glej Ostrom 1990). Prispevek se na koncu bežno dotakne tudi dogodkov v letu 2016, ki so bili povezani z vpisom pravice do pitne vode v ustavo, in vloge, ki jo je pri tem imela javnost.

Ključne besede:
voda, sodelovanje javnosti, upravljanje voda, država, policentrično vladanje, Elinor Ostrom

1. Uvod

Danes je modno govoriti o vodi kot poglavitnem izzivu za človeštvo v bližnji prihodnosti. Pomanjkanje pitne vode, ki nam bi naj grozeče pretilo v bližnji prihodnosti, je postalo celo varnostno vprašanje (*cf.* Kajfež Bogataj 2014, 224–233).[1] Teza, ki napoveduje pomanjkanje

[1] "Spori zaradi vode na našem planetu niso nov pojav, opazimo pa lahko, da postajajo vse pogostejši in intenzivnejši. Za to je mnogo vzrokov, od povečevanja števila prebivalstva na planetu do sprememb življenjskega sloga, zlasti prehrane, in nenehne gospodarske rasti, ki je tudi »žejna«. Če k temu dodamo še vse očitnejše podnebne spremembe, nas naraščajoče število sporov ne preseneča. V celotnem 19. stoletju je bilo 13 resnih vodnih sporov, v 20. stoletju pa že 101. Samo v desetih letih tega stoletja jih je bilo že 108. Pri tem gre predvsem za spore med različnimi narodi glede istega vodnega vira oziroma porečja. /…/ Nekateri spori se srečno končajo, drugi prerastejo v krizna žarišča. Značilna posledica sporov za vodo so tudi begunci.

vode, je povsem logična, če predpostavljamo, da bomo vodo izrabljali na takšen način in v tolikšni meri, kot smo jo doslej ob hkratnem povečanju prebivalstva. Sklepanje na način "ceteris paribus" nas torej napeljuje h konstrukciji najslabšega možnega scenarija. Scenaristika je te dni popularna, a zamišljanje najslabšega možnega scenarija ne prinese konstruktivnih predlogov, še manj prispeva h konstruktivnemu razmišljanju.

Kljub temu, da je okoljsko gibanje že pred časom postalo globalno, in navkljub že številnim sprejetim ukrepom, ki bi naj izboljšali "stanje okolja", se globalno gledano soočamo z neugodno situacijo na področju naravnih pogojev, ki omogočajo našo eksistenco. Poleg naravnih pogojev, se pravi zemeljsko danih pogojev, ki omogočajo najosnovnejšo eksistenco v smislu preživetja, uspemo s pogoji, ki jih ustvarjamo sami, se pravi s pogoji, ki imajo izvor v človeškem delovanju, ogrožati obstoj naravnih pogojev naše eksistence. *Nezmernost* na področju pogojev, ki jih ustvarjamo sami, generira številna protislovja, ki jih sicer poskušamo reševati, a očitno se jih lotevamo na neustrezen način. Razlogov za tovrstno stanje je seveda mnogo – od znanstvenih do tistih, ki so povsem praktične narave in so kot takšni plod nepremišljenih odločitev. Sama menim, da je večini razlogov skupna hrematistična[2] obravnava narave ter podcenjevanje učinkov nepremišljenega delovanja. Številni namreč podcenjujejo moč pogojev, ki jih ustvarjamo sami (z delovanjem v naravo). Narava in njene dobrine so prevečkrat obravnavane kot strateške surovine in kot vir, ki jih v imenu razvoja in povečevanja gospodarske rasti izkoriščamo, kar pa povzroča številne ekološke probleme.

Nakopičeni ekološki problemi, ki prizadenejo živo naravo nasploh (so torej skupni ljudem, živalim, rastlinam itd.), postavljajo zahtevo tako po premisleku znanstvenih konceptov kot zahtevo po premisleku dosedanjega odločanja. Področje voda je skupno vsem živim bitjem, saj je voda temeljni pogoj življenja. Toda v antropocentričnem svetu, v katerem človeštvo upravlja z vodami, pa je odgovornost za stanje voda na nas. Kaj počnemo z vodo in kako gospodarimo z njo, terja seveda številne odgovore. V pričujočem prispevku se bom zato osredotočila le na segment odločanja znotraj obsežnega področja upravljanja voda.

Politologija kot veda, ki se med drugim ukvarja s preučevanjem političnega delovanja in odločanja, lahko na tem mestu prispeva zlasti premislek o dosedanjem sprejemanju ter izvajanju odločitev na področju upravljanja voda. Če izhajam iz prvega politološkega premisleka o gospodarjenju z vodami v Sloveniji (glej Lukšič in Bahor 2008)[3], upravljanje voda počasi postaja predmet politološkega premišljanja v okviru interdisciplinarnega raziskovanja upravljanja voda. Glede na to, da je upravljanje voda v Sloveniji v pristojnosti države, ki je sicer klasični politološki koncept, je vodarsko stroko in zainteresirano javnost smiselno seznaniti še z nekaterimi drugimi politološkimi koncepti, ki lahko osmislijo dosedanje in prihodnje politično delovanje na področju upravljanja voda. V pričujočem prispevku se bom zato

---

Na svetu je že sedaj več milijonov ljudi, ki so zaradi pomanjkanja vode postali begunci" (Kajfež Bogataj 2014, 225).

2 Hrematistika je nasprotje ekonomije, katere cilj je blaginja. Hrematistika se ukvarja s kopičenjem finančnih virov.

3 Izhajam iz prispevka *Politološki pogled na gospodarjenje z vodami v Sloveniji* iz leta 2008 (Lukšič in Bahor 2008), v katerem sta se avtorja ukvarjala z refleksijo razmerij med stroko, politiko ter javnostjo v vseh treh dimenzijah politike (policy-polity-politics) na področju gospodarjenja z vodami v Sloveniji. Avtorja sta v prispevku reflektirala strukturna razmerja in na njih utemeljene odnose med vpletenimi akterji, da bi omogočila pogled od zunaj na komunikacijski in odločevalski proces z namenom, da bi vodarska stroka svoje ravnanje v komunikacijskih in odločevalskih procesih uskladila s strukturno spremembo, ki je nastala med vodarsko stroko in politiko.

osredotočila na pomen sodelovanja javnosti[4] ter na pomen policentričnega sistema vladanja, ki ga je na področju raziskovanja skupne lastnine uveljavila politologinja in politična ekonomistka Elinor Ostrom. Ostrom je namreč prepoznala, da sta za smotrno upravljanje naravnih dobrin ključni komunikacija in zaupanje med člani skupnosti (glej Ostrom 1990). V premisleku pa se bom na koncu prispevka bežno dotaknila tudi dogodkov v letu 2016, ki so bili vezani na vpis pravice do pitne vode v ustavo.

2. Aarhuška konvencija, evropska vodna direktiva, zakon o vodah in sodelovanje javnosti

Politologija razume javnost kot nepogrešljivo za delovanje demokracije. V javnosti državljanke in državljani kritično razpravljajo o delovanju oblasti. Sodelovanje javnosti je na okoljskem področju najbolj neposredno zagotovila Aarhuška konvencija. Aarhuška konvencija oziroma Konvencija o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okoljskih zadevah "je normativni akt, ki javnosti in okoljskim akterjem dopušča vstop v komunikacijske procese, /…/, da razpravljajo o politiki, programih, načrtih, normativnih aktih itd., ki se nanašajo na okolje" (Lukšič 2002, 329). Republika Slovenija je Aarhuško konvencijo ratificirala leta 2004 z Zakonom o ratifikaciji Konvencije o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okoljskih zadevah. Njen zgodovinski pomen je v tem, da je posegla v odločanje glede okoljskih zadev na način, da je tistim, ki so bili pred njenim sprejetjem izključeni, sistemsko zagotovila možnost soodločanja za skupno dobro. Ekološki problemi, ki so skupni vsem, so torej povzročili kvalitativno spremembo v procesu odločanja, ko gre za vprašanja narave in kvalitete okolja v katerem prebivajo vsa živa bitja.

Z ratifikacijo Aarhuške konvencije se je tudi v političnem sistemu Republike Slovenije sprožila zahteva po kvalitativni spremembi procesa sprejemanja političnih odločitev in zahteva po spremembi delovanja političnih institucij. Vključevanje državljank, državljanov, prizadete in/ali organizirane javnosti v procese odločanja in implementacije na okoljskem področju je torej postalo zakonska norma. Poleg določil Aarhuške konvencije pa je sodelovanje javnosti vgrajeno še v nekatere druge normativne akte, ki urejajo varstvo okolja v Republiki Sloveniji. Načelo sodelovanja javnosti v Zakonu o vodah sodi med šest *temeljnih načel* upravljanja z vodami, ki so opredeljena v tretjem členu zakona. V luči ciljev pričujočega premisleka je zato smiselno pogledati: kakšno je bilo dosedanje sodelovanje javnosti v procesih sprejemanja načrtov upravljanja z vodami, kako je potekalo sodelovanje javnosti in kako oblast (pristojno ministrstvo), ki je temeljni nosilec izvajanja vključitve javnosti v proces upravljanja voda, razume javnost ter sodelovanje z njo.

---

4 Beseda javno označuje dva med seboj tesno povezana, toda nikakor ne identična pojava: "Prvič pomeni, da lahko vsakdo vidi in sliši vse, kar se pojavi pred občestvom, s čimer temu pripade kar največja javnost. Če so drugi nekaj videli in dojeli tako, kot mi sami, potem je to v človeškem svetu dejansko" (Arendt 1996, 52). "Drugič pomeni pojem javnega svet sam, kolikor nam je skupen in se kot tak razlikuje od tistega, kar je privatno, torej od kraja, ki ga imenujemo naša privatna lastnina" (Arendt 1996, 54). V javnosti obstaja pluralnost. Brez pluralnosti pravzaprav ni javnosti oziroma področja skupnih zadev. Pluralnost je prav tako pogoj političnega delovanja, ki ga je v politični misli zelo natančno preučevala Hannah Arendt (glej Arendt 1996). Arendt je politiko razumela kot nekaj, kar v obliki besed **in** dejanj obstaja med ljudmi. Ker se politika dogaja na področju človeških zadev je njena temeljna lastnost, da obstaja kot možnost. Možnost predstavlja, da lahko področje človeških zadev vedno urejamo na novo, ko se za to odločimo.

Zakon o vodah (ZV-1) je bil sprejet leta 2002. Doslej je bil že nekajkrat spremenjen. Poleg 58. člena, ki podrobneje opredeljuje sodelovanje javnosti pri sprejemanju načrtov upravljanja z vodami, je Zakon o vodah (ZV-1) na povodjih in porečjih predvideval tudi aktivno sodelovanje javnosti v obliki Konferenc za vode. Konference za vode in njeno delovanje so opredeljevali členi od 163 do 173. Namen ustanavljanja konferenc za vode je bil omogočiti vpliv lokalnih skupnosti, imetnikov vodnih pravic in nevladnih organizacij na upravljanje z vodami. V okviru konferenc za vode bi se oblikoval tudi predstavniški organ – Svet za vode. Svet za vode bi na posameznem območju (npr. porečju) sestavljali: deset predstavnikov lokalnih skupnosti na posameznem območju iz 52. člena Zakona o vodah; deset predstavnikov imetnikov vodnih pravic, ki imajo pravice na tem območju ter pet predstavnikov nevladnih organizacij s področja voda in varstva okolja, ki so registrirane pri pristojnem organu na tem območju. Sveti za vode bi spremljali izvajanje nacionalnega programa upravljanja z vodami, sodelovali bi pri pripravi načrtov upravljanja z vodami (skladno z določbami 58. člena ZV-1) in spremljali bi izvajanje načrtov upravljanja z vodami. Svetom pa je bilo zakonsko omogočeno tudi sprejemanje stališč in možnost dajanja neposrednih pobud Vladi Republike Slovenije.

Zakon o vodah se je v tem delu, kjer je predvideval vzpostavitev Konferenc za vode in Svetov za vode, zelo prilagodil evropski vodni direktivi[5]. Pri pregledovanju strokovne literature sem med drugim naletela na razmišljanje, da "ta del zakona še vedno ni zaživel" (Mikoš 2011, 522).[6] Leta 2011 oziroma devet let po sprejetju Zakona o vodah se torej del zakona, ki je sistemsko omogočal aktivno sodelovanje javnosti, sploh ni izvajal. Namesto takojšnje zagotovitve implementacije tega dela zakona pa smo se soočili s povsem nesmiselno odločitvijo, saj so bili leta 2012 iz besedila Zakona o vodah črtani prav ti členi (163. – 173. člen), ki so omogočali vpliv lokalnih skupnosti, imetnikov vodnih pravic in nevladnih organizacij s področja varstva okolja na upravljanje z vodami. Namesto sistemsko vzpostavljenega aktivnega sodelovanja javnosti se torej soočamo z oviranjem sodelovanja javnosti na področju upravljanja voda, pri čemer je potrebno izpostaviti, da so nekateri opazili težavno vključevanje javnosti tudi v okviru zakonsko predpisanega sodelovanja javnosti, kot ga opredeljuje 58. člen Zakona o vodah (*cf.* Banovec 2014, 45–46). V luči zavedanja, da je temeljni nosilec izvajanja vključitve javnosti v proces upravljanja voda Ministrstvo za okolje in prostor, je smiselno analitično pregledati dosedanje aktivnosti in rezultate sodelovanja javnosti v procesu priprave načrtov upravljanja z vodami.

3. Kako je doslej potekalo sodelovanje z javnostjo?

V skladu z evropsko vodno direktivo, ki predstavlja okvir za trajnostno gospodarjenje z vodami s ciljem, da bi se do leta 2015 doseglo dober status vseh voda, je Republika Slovenija morala doslej pripraviti dva načrta upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja, saj v prvem obdobju (do leta 2015) ni izpolnila ciljev. Prvi načrt upravljanja voda se je nanašal na časovno obdobje od leta 2009 do leta 2015, drugi načrt upravljanja voda pa se nanaša na časovno obdobje od leta 2015 do leta 2021.

Pri ocenjevanju dosedanjega sodelovanja javnosti pri pripravi načrtov upravljanja voda je pomembno v prvi vrsti izpostaviti vlogo "Pilotnega projekta Krka" (Tehnična pomoč pri pripravi pilotnega Načrta upravljanja voda na porečju Krke[7]), ki je med drugim "testiral model

---

5 Okvirna direktiva o vodah oziroma *Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike*.

6 Na enako mnenje – da "Sveti za vode niso zaživeli" – sem naletela še v intervjuju z vodarskim strokovnjakom prof. dr. Brillyjem (glej Brilly 2014).

7 Projekt je izvajal konzorcij (Hidroinženiring d.o.o., IEI d.o.o. in ECORYS – NEI b.v.), s katerim je Ministrstvo za okolje in prostor leta 2004 podpisalo pogodbo o izvajanju. Projekt

za vključevanje javnosti v proces priprave načrta upravljanja voda" (Vodopivec 2005, 136). V okviru tega pilotnega projekta je namreč bila "velika pozornost namenjena procesu informiranja, posvetovanja in udeležbe javnosti pri celovitem načrtovanju" (Vodopivec 2005, 137). V sklopu aktivnosti pilotnega projekta so se testirale "metode in orodja obveščanja, posvetovalne vloge javnosti in vzpodbujanje njenega vključevanja" (Pek Drapal in drugi 2005, 140). V sklopu projekta pa je bila predvidena tudi priprava priročnika za izvajanje informiranja, posvetovanja in udeležbe javnosti v procesu celovitega načrtovanja.

Na Mišičevem vodarskem dnevu leta 2005 so bile predstavljene tudi izkušnje Pilotnega projekta Krka, ki so se nanašale na obveščanje, posvetovanje in vključevanje javnosti. Vpletenost javnosti je bila v okviru projekta na porečju Krke razdeljena tako na aktivno vključevanje kot na nižjo stopnjo vključevanja, ki sestoji iz obveščanja in komuniciranja (Pek Drapal in drugi 2005, 143). Medtem ko je javnost pri obveščanju in komuniciranju praviloma v pasivnem položaju, je pri aktivnem vključevanju njena vloga sooblikovanje vsebin in vplivanje na končno odločanje. Izvedli so nekaj delavnic, ki so bile namenjene razpravi o ključnih problemih upravljanja z vodami in iskanju morebitnih rešitev zanje za določitev programa ukrepov. Izvajalci so uporabili tudi več različnih orodij obveščanja in komuniciranja (spletno stran projekta, informativni časopis itd.). Vse aktivnosti pilotnega projekta Krka, ki so se nanašale na obveščanje, posvetovanje in vključevanje javnosti, so bile namenjene temu, da projektna skupina preizkusi metode in orodja kot podporo prihodnji implementaciji evropske vodne direktive (Pek Drapal in drugi 2005, 144). Vmesne izkušnje so sodelavci projekta, ki so se ukvarjali s sodelovanjem javnosti, opisali z naslednjimi besedami: "Dosedanje izkušnje Pilotnega projekta Krka kažejo zainteresiranost, zadovoljiv nivo znanja in zavedanje lokalnih déležnikov o pomenu obravnavane problematike in pripravljenost za sodelovanje pri iskanju morebitnih rešitev. Poleg tega so tudi načela in orodja vključevanja in sodelovanja javnosti med déležniki naletela na široko podporo" (Pek Drapal in drugi 2005, 144).

Nato je bil na Mišičevem vodarskem dnevu leta 2007 predstavljen prispevek Prve aktivnosti in izkušnje posvetovanja z deležniki pri pripravi strokovnih podlag NUV 2009 v Sloveniji (Marovt in Bizjak 2007).[8] Z njim sta avtorja predstavila prve aktivnosti, vsebine, rezultate in izkušnje sodelovanja z javnostjo pri pripravi strokovnih podlag za Načrt upravljanja voda 2009

Krka je trajal 22 mesecev in se je zaključil v letu 2006. Financiranje izvedbe pilotnega projekta je v pretežni meri izhajalo iz evropskih sredstev. Projekt sta sestavljali dve fazi: 1) testiranje novega pristopa pri upravljanju voda skladno z zahtevami vodne direktive, 2) pripravo generalne rešitve odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda na porečju Krke skladno z zahtevami Direktive o odvajanju in čiščenju komunalnih odpadnih voda in Operativnega programa odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode ter pripravo tehnične in investicijske dokumentacije za izbrane investicijske projekte (glej Vodopivec 2005).

[8] Kot politologinja sem kritična do koncepta »deležniki«. Koncept »deležniki« izhaja iz teorije menedžmenta in se kot nadomestek drugih konceptov, ki poudarjajo demokratično vključenost, čedalje bolj uveljavlja v političnem diskurzu. "Na prvi pogled je termin »deležniki« dobrodošel nov koncept, ki poudarja željo in potrebo po demokratični vključenosti v javne odločitve. Slovenski politični diskurz tako sledi uveljavljanju termina »stakeholders« v akademski in politični rabi na mednarodni ravni, predvsem v skladu z idejami o novih oblikah politične ureditve, strnjenimi v okviru koncepta vladovanja (angl. *governance*) in predlogih vključevanja v okviru t. i. deliberativne demokracije. Vendar je na razvoj in uporabo koncepta tako v akademskem kot političnem diskurzu treba gledati predvsem iz kritične perspektive, saj ta novi koncept vnaša zmedo in priložnosti za legitimizacijo akterjev, ki v okviru »starih« pojmov (npr. državljani/ke, javnost, civilna družba) ne bi bili sami po sebi razumljeni kot legitimni udeleženci demokratičnega odločanja" (Turnšek Hančič 2011, 148–149).

– 2015.[9] Vloga javnosti je bila ponovno razdeljena na tri ravni: obveščanje, posvetovanje in aktivno vključevanje (*cf.* Marovt in Bizjak 2007, 66–68). Z ozirom na veljavno normativno ureditev je bistvena pomanjkljivost pristopa, ki sta ga uporabila in opisala avtorja prispevka, uporaba domnevno splošnega pravila, "da ni mogoče komunicirati vsega z vsemi, zato je potrebno skrbno načrtovanje, katere vsebine so namenjene določenim deležnikom in kateri deležniki lahko sodelujejo pri oblikovanju določenih vsebin" (Marovt in Bizjak 2007, 66).[10] Avtorja sta prav tako navedla, da so bile pri načrtovanju in izvedbi aktivnosti uporabljene evropske smernice. "Po evropskih smernicah sta obveščanje in posvetovanje tista načina, ki naj bi postopoma predstavljala utečeni, sestavni del procesa vodnega načrtovanja, medtem ko evropske smernice aktivno vključevanje deležnikov priporočajo" (Marovt in Bizjak 2007, 66).

Evropska komisija je resda pripravila smernice o sodelovanju javnosti pri načrtovanju upravljanja povodij, v katerih je zapisala: "Kjer je posvetovanje uspešno, javnost in zainteresirane strani aktivno sodelujejo pri razvoju in izvajanju načrtov za povodja. To vodi k soodločanju, pri katerem obe strani nosita odgovornost za rezultate načrta. Direktiva aktivnega sodelovanja pri razvoju in soodločanja sicer izrecno ne zahteva, velja pa tako ravnanje za najboljšo prakso" (WISE 2008, 2). Ne samo, da številni primeri dokazujejo, da zgodnje in široko vključevanje javnosti prinaša dobre rezultate, uporaba navedene smernice po sprejetju Aarhuške konvencije ni več smiselna, ker je sprejetje Aarhuške konvencije poseglo v pravni red na "horizontalen" način.[11] Prav tako pa je Evropska komisija v omenjeni smernici navedla, da "direktiva o vodah priznava, da je njen uspeh odvisen od tesnega sodelovanja z javnostjo in zainteresiranimi skupinami na lokalni ravni ter od njihove vključenosti v ključne odločitve" (WISE 2008, 2), zato je javnost nesmiselno ovirati pri sodelovanju. Država bi si torej morala prizadevati za aktivno vključevanje javnosti in morala bi uvesti ustrezne posvetovalne mehanizme za vodna območja oziroma porečja, ki bi omogočali stalno komunikacijo. Ne glede na pomanjkljiv pristop pa so rezultati delavnice "Problematika vodnega okolja na porečjih in povodjih v Sloveniji" pokazali, da je posvetovanje in sodelovanje potrebno in koristno (Marovt in Bizjak 2007, 71). Rezultati so prav tako pokazali "splošno zadovoljstvo in odobravanje nad pripravo in izvedbo posvetovalne delavnice ter izkazali visoko stopnjo pripravljenosti za nadaljnje sodelovanje" (Marovt in Bizjak 2007, 70).

Omenjena avtorja sta nato leta 2008 na Mišičevem vodarskem dnevu predstavila prispevek Pregled aktivnosti posvetovanja z deležniki v letu 2008 pri izdelavi strokovnih podlag za pripravo NUV 2009 v Sloveniji (glej Marovt in Bizjak 2008). Aktivnosti so bile osredotočene na posvetovanje z deležniki na strokovni ravni v luči priprave prvega Načrta upravljanja voda

---

9 Strokovne podlage za potrebe priprave načrta upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja je pripravljal tudi Inštitut za vode Republike Slovenije. "Z namenom celovitosti procesa in strokovnih podlag je v sodelovanju z Geološkim zavodom Slovenije in zunanjimi strokovnjaki podjetja Pristop Consensus izvedel prve aktivnosti posvetovanja z deležniki" (Marovt in Bizjak 2007, 65).

10 Navedeno "pravilo" izvira iz pomanjkljivega razumevanja pomena javnosti. Najverjetneje je izpeljano iz izkustva, da je dogovarjanje v pluralnosti (med mnogimi) dolgotrajno. Prav tako je politično delovanje aporetična dejavnost in prav zaradi tega je lahko za sodelujočega "mučno", ker je potrebno veliko časa. "Vse aporije delovanja izhajajo iz pluralne pogojenosti človeške eksistence, brez katere ne bi bilo niti prostora pojavljanja niti področja javnosti. Zato je poskus, da bi obvladali pluralnost, vedno poskus odpraviti javnost nasploh" (Arendt 1996, 233).

11 "Okoljski predpis je horizontalne narave, če so njegova pravila tako splošna, da se ne uporablja le na nekem ozko začrtanem področju, ampak ga je treba upoštevati in uporabljati na vseh področjih varstva okolja" (Šantej 2013, 258). »Horizontalen« je tak predpis zato, ker sega prek ozkih sektorskih vrtičkov in ga morajo izvajati vsi.

za vodni območji Donave in Jadranskega morja. "Na strokovnih posvetih so z déležniki obravnavali vsebine področij dela upravljanja voda: varstva, urejanja in rabe voda za površinske in podzemne vode" (Marovt in Bizjak 2008, 146). "Osrednje vsebine v letu 2008 je predstavljala izdelava strokovnih podlag za programe stroškovno učinkovitih ukrepov" (Marovt in Bizjak 2008, 148). Kar velja še posebej omeniti je to, da je 83,6 odstotkov udeležencev strokovnih posvetovanj v letu 2008 odgovorilo, "da želi sodelovati pri nadaljnjem vodnonačrtovalskem procesu in pripravi načrtov upravljanja voda, /…/ pri čemer večjo naklonjenost izkazujejo v primeru posvetovanj na lokalni ravni (povodja, porečja, podporečja)" (Marovt in Bizjak 2008, 152). Prav tako se je izkazalo, da "déležniki v lokalnem okolju podrobneje spremljajo in poznajo značilnosti posameznega porečja, podporečja in povodja tako za področje površinskih kot za področje podzemnih voda" (Marovt in Bizjak 2008, 147).**12**

Po izvedenih aktivnostih v letu 2008 so bila v letu 2010 "organizirana regionalna posvetovanja za Načrt upravljanja voda z namenom promocije načrta, preverjanja lokalne problematike in usklajevanja predvidenih ukrepov ter določanja njihove prednostne vloge" (Rejec Brancelj in drugi 2011, 15). "Dobra zastopanost različnih interesnih skupin, povezanih z upravljanjem voda, je prinesla tudi dobre rezultate – tako vsebinsko kot lokalno podrobneje opredeljene" (Rejec Brancelj in drugi 2011, 16). Ponovno je bila torej izpostavljena korist lokalnega preverjanja. V okviru priprave Načrta upravljanja voda na vodnem območju Jadranskega morja in Donave 2015 – 2021 je bilo v oktobru in novembru 2015 organiziranih osem javnih regionalnih posvetovanj (za porečja in povodji) in tri javna sektorska posvetovanja.

"Šele julija 2011 je bila, z letom in pol zamude, sprejeta Uredba o Načrtu upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja /…/, ki uveljavlja NUV za obdobje 2009–2015" (Kodre in Stanič Racman 2013, 83). Pri izvajanju evropske vodne direktive je torej Slovenija kar precej zamujala. Zato ugotovljeno stanje, da do leta 2015 nismo dosegli dobrega stanja vseh vodnih teles**13**, ni moglo biti presenetljivo. S politološkega zornega kota je to stanje možno razložiti tudi na način, da ni bilo delujočega organa (npr. Sveti za vode), ki bi natančno spremljal izvajanje vodne direktive oziroma Zakona o vodah.**14** Prav tako je s politološkega zornega kota možno dodati, da kljub visoki pripravljenosti vključene javnosti za nadaljnje sodelovanje, tega ni mogoče opaziti. Vsem dostopnim poročilom glede izvedbe sodelovanja z javnostjo, ki sem jih pregledala, je najbolj skupno to, da se v glavnem osredotočajo na poročanje o številu udeležencev, številu oddanih komentarjev in na strukturo udeležencev po področjih (vladne službe, nevladne organizacije, gospodarstvo, kmetijstvo itd.) izraženo v odstotkih, premalo pa so osredotočena na analitično usmerjeno obravnavo ponavljajočih se problemov. Načrtom upravljanja voda na vodnih območjih Donave in Jadranskega morja (nanašajoč se na obe obdobji) pa manjka tudi poročilo o tem, kako so podane pripombe in predlogi javnosti dejansko vplivali na končno besedilo, kot to zahteva evropska vodna direktiva.

12 Inštitut za vode Republike Slovenije je tudi postavil organizacijsko strukturo za delovanje Svetov za vode v skladu z Zakonom o vodah. Na tej točki se črtanje členov (163–173) iz Zakona o vodah pokaže še posebej za nesmiselno, saj bi Sveti za vode kot posvetovalni mehanizem vključevali tudi predstavnike lokalnih skupnosti.

13 "Bistvenega izboljšanja stanja vodnih teles v RS v prvem načrtovalskem obdobju 2009 – 2015 nismo dosegli" (Stanič Racman in drugi 2014, 1).

14 Na tem mestu se ignorantska vloga države do dela Zakona o vodah, ki se je nanašal na vzpostavitev Svetov za vode, ponovno izkaže za zelo nesmiselno, saj bi organizirani Sveti za vode izvršilno vejo oblasti spodbujali k reševanju problemov na področju urejanja voda in bi s tem pripomogli tudi k zgodnejšemu izvajanju evropske vodne direktive.

Glede na izvedene aktivnosti sodelovanja z javnostjo v preteklosti lahko opazimo zgolj občasno sodelovanje z javnostjo, ki pa ni (bilo) časovno predvidljivo. Skozi čas se je struktura izvedenih delavnic spreminjala, prav tako se je spreminjal izvajalec aktivnosti. Dostopni opisi aktivnosti in prosto dostopna poročila kažejo, da so izvedene aktivnosti bile analizirane na način kvantitativne analize, z navajanjem številk v ospredju, brez analitičnega vpogleda o tem, kako javnost oziroma izvedene aktivnosti dejansko vplivajo na izvršilno vejo oblasti, ki sprejema načrte upravljanja z vodami. Prav tako v pregledanih poročilih nisem zasledila analitičnega vpogleda v to, kateri konflikti so v ospredju, kateri sektorji se med seboj ne strinjajo, zakaj se ne strinjajo ter kakšni so dejanski problem na lokalni ravni. Prav tako nisem zasledila analize o tem, kakšno je zaupanje med vključenimi akterji ter kakšne dogovore so morebiti sprejeli. Na tem mestu se še enkrat pokaže, da bi Sveti za vode lahko predstavljali osnovno komunikacijsko formo, v katero bi javnost lahko konstantno usmerjala svojo visoko stopnjo pripravljenosti za sodelovanje pri vodnem načrtovanju, kar pomeni, da bi se komunikacija z javnostjo okrepila. Prav tako bi Sveti za vode predstavljali formo, skozi katero bi bilo javnosti dopuščeno, da oblasti sporoča kritična stališča v zvezi z upravljanjem voda. Kar pa je najbolj bistveno: Sveti za vode bi bili organizirani trajno, kar pomeni, da sodelovanje javnosti ne bi bilo prepuščeno stihiji. Prednosti sodelovalnih pristopov so namreč številne, kar so podkrepile že tudi številne znanstvene raziskave. V nadaljevanju navajam le nekatere, a s politološkega zornega kota gledano, bistvene poudarke.

4. Znanstveni argumenti za sodelovalni pristop pri vladanju skupni naravni dobrini

Elinor Ostrom je prepoznala, da med človekovimi posegi in odzivanjem narave nanje obstaja dinamičen odnos, pri čemer sta za ohranitev skupne naravne dobrine (npr. vode) ključni komunikacija in zaupanje med člani skupnosti. Sodelovalni pristopi počasi, a vztrajno pridobivajo pozornost. Počasnost tega "procesa sprejemanja" je načeloma razumljiva z ozirom na dejstvo, da je članek ameriškega biologa Garretta Hardina z naslovom Tragedija skupne lastnine [ang. Tragedy of the Commons] (Hardin 1968) zelo zaznamoval obdobje po objavi. Hardinov članek, v katerem je zapisal, da izraba nekega vira, ki je neomejeno dostopen vsem, zaradi egoističnega ravnanja posameznikov neizogibno vodi v izginotje tega vira, je namreč doživel izjemen odmev. Maksimiranje lastnega dobička je v Hardinovi teoriji racionalna izbira vsakega posameznika, kar pa kasneje vodi v škodo celotne skupnosti. Med letoma 1968 in 1990 je Hardinov članek imel precej vpliva. Biologa Barrett in Mabry sta denimo opozorila, da je Hardinov članek imel precej časa največji vpliv na poklicno usposabljanje ameriških biologov (Barrett in Mabry 2002). Hardinov članek pa ni bil samo eden izmed najbolj pogosto citiranih znanstvenih člankov v drugi polovici dvajsetega stoletja, ampak je spodbudil številne razprave tako na področju naravoslovja kot na področju družboslovja. Spodbudil pa je tudi oblikovanje novega interdisciplinarnega znanstvenega področja, ki se ukvarja z raziskovanjem skupnega oziroma skupne lastnine.

Teorijo »tragedije skupne lastnine« je nato leta 1990 relativizirala politologinja in politična ekonomistka Elinor Ostrom z delom Governing the Commons [slov. Vladati skupni lastnini] (Ostrom 1990), za katero je leta 2009 prejela tudi Nobelovo nagrado za ekonomijo na področju ekonomskega vladanja (angl. economic governance).15 Hardin je svojo teorijo osnoval na bioloških zakonitostih, Ostrom pa je v analizo vključila tudi politične in ekonomske vede ter na zbirki empiričnih primerov predvsem iz Azije, Afrike in Južne Amerike dokazala, da skupnost, ki vlada naravni dobrini, skozi komunikacijo preseže sebične nagibe posameznikov

15 Za koncept »governance« se v politološki in komunikološki stroki počasi uveljavlja prevajalski predlog akademika dr. Slavka Splichala »vladovanje« (*cf.* Bačlija Brajnik in drugi 2013).

in se o uporabi naravne dobrine dogovori tako, da slednja ni ogrožena. Ostrom je analizirala tako primere skupnosti, ki se uspešno organizirajo in koristijo skupno dobro, kot primere, kjer jim to ne uspe. V primerjavi s Hardinovo teorijo »tragedije skupne lastnine« je Ostrom znanstveno dokazala, da skupno dobro ni vedno obsojeno na uničenje in s tem pokazala na možnost alternative. Primeri vladanja skupni lastnini, ki jih je analizirala, so namreč ovrgli predstavo o domnevno zgolj dvema možnostima – privatizacijo ali podržavljenjem –, saj je ponudila alternativo oziroma tretjo možnost: vladanje skupni lastnini.

Ostrom je dokazala, da niti narava niti človek nista oškodovana, če naravni dobrini vlada skupnost, pri čemer pomembno vlogo igra policentrični sistem vladanja, kar pomeni, da se o upravljanju določene naravne dobrine ne odloča iz enega centra moči. Prav tako je potrebno poudariti, da v primeru vladanja skupni naravni dobrini, vladanje pomeni več kot zgolj upravljanje (management). "Vladanje zahteva, da se odločimo ne le, kaj bomo proizvajali, koliko in kako bomo proizvajali določeno dobrino ali, v primeru naravnih dobrin, koliko jih bomo uporabili in s kakšno tehnologijo, kot je primer v upravljanju, ampak tudi kdo ima pravico odločati o naših naravnih virih in kako se bodo sprejemala pravila ali zakoni o uporabi teh dobrin. /…/ Poleg trga in države obstaja še tretji način, po katerem se ljudje odločajo, kako bodo uporabljali svoje naravne vire. Skupnosti uporabnikov naravnih virov imajo znanje in želje, da oblikujejo pravila za uporabo svojih naravnih virov" (Dolšak 2012). Vladanje se torej kvalitativno razlikuje od upravljanja (managementa).

Možnost alternative dvema skrajnostima – popolnim podržavljenjem ali popolno privatizacijo – odpira nov premislek tudi na področju upravljanja voda. Očitno je, da obstoječa forma oblasti na področju upravljanja voda, ki deluje predvsem kot administrativni aparat brez vpogleda v dejansko stanje na lokalni ravni, posredno postavlja zahteve po predrugačenju pojmovanja oblasti na tem področju. V kolikor bi Sveti za vode delovali, bi lahko vsaj malo predrugačili obstoječo formo oblasti. V okviru Svetov za vode bi javnost namreč imela konkretno mesto, na podlagi katerega ji je bila hkrati dana možnost in dolžnost, da so-oblikuje politiko do voda. Na tem mestu bi politika do voda lahko nastajala med ljudmi. V okviru nadaljnjega razmisleka, kako urediti sodelovanje javnosti na področju upravljanja voda, pa si lahko pomagamo tudi z izkustvom soupravljanja naravnih dobrin, ki je (bilo) prisotno na ozemlju Slovenije.[16]

5. Nova zgodba: zapis pravice do pitne vode v ustavo in vloga javnosti

Z zapisom pravice do pitne vode v Ustavo je Republika Slovenija postala ena izmed redkih držav na svetu, ki je omenjeno pravico vpisala v najpomembnejši pravni akt države. Če na tem mestu pustimo ob strani prevladujočo *predstavo* v medijih in javnosti – akt "trepljanja po ramenih", saj naj bi s tem dejanjem storili pogumno dejanje – se soočimo z neke vrste odsotnostjo širšega premisleka, zakaj in kako smo sploh prišli tako daleč, da so poslanci sprejeli tovrstno politično odločitev, s pomočjo katere se bomo domnevno "zavarovali pred nevarnostjo pomanjkanja pitne vode v prihodnosti". Številne je pri sprejemanju te odločitve vodil strah, strah pred privatizacijo vodnih virov in privatizacijo vodooskrbe. Natančneje, strah pred tem, da bi se vodnih virov polastile multinacionalke in da bi vodo začele tržiti kot blago.

Ob strani in neodgovorjeno je ostalo vprašanje, kako so lahko za naš premislek in sprejem odločitve merodajni scenariji, ki napovedujejo, da bo pitna voda v prihodnosti postala problem, namesto, da bi bil za naš razmislek merodajen vzrok za takšno stanje. Se pravi, namesto prevpraševanja načina življenja, ki ga živimo in namesto prevpraševanja, zakaj in kako ta način življenja ogroža zaloge pitne vode s katerimi razpolagamo, smo se pravico do pitne

16 Kot relevantno za premislek izpostavljam monografijo *Soupravljanje naravnih virov: vaške skupnosti in sorodne oblike skupne lastnine in skupnega soupravljanja*, ki jo je uredila Romina Rodela.

vode odločili vpisati v ustavo. Mrtva črka na papirju zagotovo ne bo mogla ohranjati potrebnih zalog podtalnice, če skupaj z zapisom ne spremenimo tudi našega razumevanja eksistence. Če pogledamo na vpis pravice do pitne vode v ustavo še s širšega vidika, pa je ta zapis seveda povsem antropocentrične narave, saj je po že sprejeti ustavni dikciji raba vode prvenstveno namenjena človeku. Področje voda je na drugi strani precej širše področje. Voda je izjemno pomembna, ne le za človeka, ampak tudi za vsa ostala živa bitja. Prav tako pa imajo vodna telesa pomembno ekosistemsko vlogo.

Vpis pravice do pitne vode v ustavo so mnogi označili za zelo pomembno dejanje, toda po drugi strani je vendarle pomembno opozoriti, da je to povsem abstraktno dejanje in da bi bilo dobro, če bi se hkrati vprašali, kakšno je prevladujoče razumevanje eksistence, da bo vprašanje pitne vode postalo v prihodnosti toliko problematično, da smo se bili domnevno primorani zavarovati na takšen način, da smo pravico do pitne vode vpisali v najvišji pravni akt države. Namesto, da bi poskušali spremeniti način življenja, s katerim zmanjšujemo in posledično ogrožamo zaloge pitne vode, smo se odločili enega izmed najosnovnejših naravnih pogojev naše eksistence vpisati v najvišji pravni akt države. Slednje dejanje nas seveda ne odvezuje nadaljnjega premišljevanja naše eksistence, ampak nas dodatno spodbuja k temu, saj vpis v ustavo sporoča naše načelno stališče. Bolj pomembno vprašanje pri tem pa seveda je, in na kar so opozorili že mnogi pred menoj, kako bomo zagotovili udejanjanje te pravice oziroma kako bomo načrtovali in izvedli implementacijo v zakonodaji (v zakonskih in podzakonskih aktih), pri čemer bi moralo biti v ospredju dobro stanje vseh vodnih teles, ki posledično zagotavljajo tudi pitno vodo (poleg vseh ostalih ekosistemskih funkcij).

Zakonodajo implementiramo ljudje, zato je s političnega zornega kota seveda izjemno pomembno, kako načrtujemo izvajanje. Po Aarhuški konvenciji mora biti javnost vključena v celoten proces – tako v pripravo kot v izvajanje. Glede na pretekle izkušnje, ki so pokazale visoko stopnjo pripravljenosti sodelovanja, ne bi smelo biti težav. Politiko vladanja skupnim vodnim dobrinam lahko ustvarjamo vsi, saj imamo zmožnost političnega delovanja denimo v okviru civilne družbe. Ne glede na kritično razmišljanje v prejšnjem odstavku pa je potrebno poudariti, da je prav civilna inciativa, ki je javnosti ponudila podpis peticije "Vpis neodtuljive pravice do vode v ustavo", dokazala, da je med nami veliko število ljudi, ki so ozavestili pravico do pitne vode kot izjemno pomembno. Peticijo so namreč v izjemno kratkem času podpisali številni državljani in državljanke. Slednje me kot politologinjo ni niti toliko presenetilo, saj je stopnja razvitosti okoljske zavesti med državljankami in državljani, kot kažejo tudi raziskave Slovenskega javnega mnenja, visoka.**17**

Ne glede na nekatere izražene premisleke pa je treba vendarle reči, da je v klimi množičnega nezaupanja in nezadovoljstva vpis pravice do pitne vode v ustavo zgodba, ki je pokazala na zavedanje in angažiranost javnosti ter na zmožnost različnih akterjev, da lahko skupaj (so)delujejo. Prav tako ni zanemarljiva velika podpora javnosti oziroma sporočilo javnosti, da je čista voda naša prioriteta. V tem duhu je tudi področje upravljanja voda vnaprej odprto za nove možnosti in potencialne spremembe, ki jih lahko akterji nenazadnje predlagajo tudi zakonodajalcu.

17 Toda dejansko okoljsko obnašanje ne sledi povsem temu. "Med deklarativnim izražanjem za "čisto okolje" in konkretnimi "okoljskimi akcijami" je pomembna razlika" (Gantar 2004, 302), čemur se pridružuje tudi sklep, da obstaja očitna "razlika med deklarativno in manifestno ravnijo ekološke zavesti" (Kos 2004, 319). Kos na podlagi raziskav SJM glede okolja med drugim dodatno izpostavlja, da imamo hkrati opraviti z dvema različnima kvalitetama: "1) visoko stopnjo pripravljenosti javnosti za reševanje ekološke problematike in 2) močno "poenostavljenim" odnosom do ekološke problematike" (Kos 2004, 312).

6. Zaključki

V Zakonu o vodah (ZV-1) je javnosti bila dana možnost neposrednega sodelovanja, ki bi se udejanjila zlasti v Svetih za vode, saj bi sveti bili trajno organiziran posvetovalni mehanizem. Najprej izvršilna veja oblasti ni poskrbela za izvajanje tega dela Zakona o vodah, nato pa je zakonodajna veja oblasti leta 2012 člene, ki so najbolj neposredno nanašali na sodelovanje javnosti, preprosto črtala iz zakona. Nekateri vodarski strokovnjaki so se izrazili, da ta del zakona preprosto "ni zaživel". Kot politologinja lahko rečem, da je za tako hudo kršitev pravnega reda neustrezno uporabljati naturalistične primerjave, saj se s tem, ko delovanje razlagamo z zakoni narave, prelagamo breme odgovornosti in se ne zavedamo, da bi se z odgovornim delovanjem stvari lahko odvile drugače. Za neizvajanje zakona bi bilo potrebno poiskati politično in civilno odgovornost, toda ne v smislu iskanja "grešnega kozla", ampak v smislu preprečevanja ponavljanja enakih napak v prihodnosti, saj je sodelovanje z javnostjo potrebno urediti na ustrezen način. Ne le zaradi pravnega reda in določil, ampak predvsem zaradi izjemno visoke stopnje pripravljenosti sodelovanja javnosti v procesu načrtovanja upravljanja z vodami, kot so to potrdile izvedene aktivnosti v preteklosti.

Glede na to, da Sveti za vode sploh niso nikoli delovali, soditi o delovanju svetov pravzaprav ne moremo. Kar lahko rečemo je to, da bi sveti po funkciji, ki jo je predvideval zakon, trajno delovali in bi kot takšni predstavljali posvetovalni mehanizem, ki ga omenjajo tudi evropske smernice. S tem, ko pa se ta del zakona ni izvajal, smo pa izgubili tudi "organ nadzora", saj bi Sveti za vode med drugim natančno spremljali tudi izvajanje načrta upravljanja z vodami. Sveti za vode bi skratka bili trajno formiran predstavniški organ, ki ne bi delovali le pol leta pred sprejetjem novega načrta upravljanja z vodami, ampak bi delovali trajno. Formirani bi bili v vsakem večjem porečju, s čimer bi se zagotovila tudi obravnava lokalne problematike, in bili bi voljeni. Kot organi, ki bi bili vezani na porečje, pa bi predstavljali tudi stalen stik izvršni veji oblasti (ministrstvu) z (lokalno) javnostjo, ki bi ga oblast tako ali tako morala zagotavljati zaradi določil Aarhuške konvencije. Da se Sveti za vode niso vzpostavili so politično odgovorne vse vpletene vlade, tako tiste, ki niso zagotovile izvajanje tega dela zakona kot tista, ki je bistvene člene črtala iz zakona. Del odgovornosti pa pripisujem tudi Ministrstvu za okolje in prostor, ki je odgovorno za ustrezno pripravo načrtov upravljanja z vodami, zato bi lahko odigralo bolj proaktivno vlogo.

Kljub temu, da so iz Zakona o vodah bili črtani členi, ki so predvidevali sistemsko urejeno in ustrezno financirano sodelovanje javnosti, obstaja pravno obvezujoča norma, ki še vedno omogoča sodelovanje javnosti. Aarhuška konvecija je pomembna, ker je po svoji naravi sistemska in horizontalno posega po vseh področjih okoljskega odločanja izvršilne veje oblasti. Na področju človeških zadev vedno obstaja možnost, da se obstoječa razmerja politične moči spremenijo. Kot nas uči zgodovina sta potrebni vztrajnost in široka podpora javnosti, ki pa je ni težko pridobiti, če gre za skupno dobro. Moč človeših besed in dejanj "tukaj in zdaj" vedno obstaja kot možnost, ki jo lahko udejanimo ali pa ne. Pri tem je potrebno eksplicitno poudariti, da politični akterji niso samo politične stranke. Med politične akterje spadajo tudi stroka, javnost, civilna družba, nevladne organizacije itd., ki zaradi določil Aarhuške konvencije uživajo še posebno podporo v okoljskih zadevah. Tem akterjem je torej vedno dopuščena možnost spreminjanja obstoječega razmerja politične moči.

Vodarska stroka lahko iz te zgodbe potegne nauk, da pri upravljanju voda ni prepuščena sama sebi. Četudi država vodarski stroki pripisuje manjšo vlogo, kot jo je vodarska stroka pripravljena vzeti sama nase (Lukšič in Bahor 2008), se lahko kot strokovna javnost načrtno organizira kot del civilne družbe in se torej še bolj aktivno vključi v načrtovanje upravljanja z vodami. Poskusi lahko tudi s predlogom ponovne vključitve črtanih členov nazaj v zakon, da bo delovanje Svetov za vode kot posvetovalnih mehanizmov tudi ustrezno financirano. Nato lahko javno opozarja na začetek izvajanja tega dela zakona, ki se nanaša na sodelovanje javnosti. Slednje ni smiselno le zaradi zagotavljanja izvajanja določil Aarhuške konvencije, ampak tudi zaradi mnenja, da je na tem področju veliko korupcije (Brilly 2014). Sveti za vode

kot predstavniški organ, ki bi lahko vladi dajali neposredne pobude glede urejanja voda, bi se na tem mestu spet izkazali kot zelo smiselni, saj lahko organ nadzora, ki trajno spremlja dogajanje na določenem področju, pomembno pomaga tudi pri preprečevanju korupcije. Dosedanjo prakso je namreč možno spremeniti ob zavedanju, da je najprej potrebna ustrezna komunikacijska forma oziroma trajni posvetovalni mehanizem, ki bo omogočal razpravljanje o perečih problemih upravljanja z vodami in ki bo omogočal konstruktivno sodelovanje javnosti.

7. Viri

[1] ARENDT, H., 1996. Vita Activa. Ljubljana: Krtina.

[2] BAČLIJA BRAJNIK, I.; ČERV, G. in TURNŠEK HANČIČ, M., 2013. "Governance": vladanje, upravljanje, vladavina ali vladovanje? Družboslovne razprave, 29 (73), 99–119.

[3] BANOVEC, P., 2014. Pomen sodelovanja javnosti na področju upravljanja voda in ključni elementi za njegovo uspešnost. V: S. Cerkvenik in E. Rojnik, ur., Vodni dnevi 2014, Zbornik referatov: simpozij z mednarodno udeležbo, 15.-16. oktober 2014, Portorož, 43–50. Ljubljana: Slovensko društvo za zaščito voda.

[4] BARRETT, G. W. in MABRY, K. E., 2002. Twentieth-century classic books and benchmark publications in biology. BioScience, 52 (3), 282–286.

[5] BRILLY, M., 2014. Intervju: Dr. Mitja Brilly [online]. Ljubljana: Dnevnik. Dostopno prek:

https://www.dnevnik.si/1042643464 [dostop 15. marec 2017].

[6] DOLŠAK, N., 2012. Intervju: Dr. Nives Dolšak, okoljska ekonomistka [online]. Ljubljana: Delo – Sobotna priloga. Dostopno prek: http://www.delo.si/zgodbe/sobotnapriloga/nives-dolsak-kar-so-naredili-ekologi-brez-meja-je-fenomenalno.html [dostop 15. marec 2017].

[7] GANTAR, P., 2004. Nekaj pripomb k sociološkim vprašanjem okolja in okoljskih vrednot. V: B. Malnar in I. Bernik ur., S Slovenkami in Slovenci na štiri oči: ob 70-letnici sociologa Nika Toša. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede, IDV, CJMMK, 289–306.

[8] HARDIN, G., 1968. The Tragedy of the Commons. Science, 162 (3859), 1243–1248.

[9] KAJFEŽ BOGATAJ, L., 2014. Planet Voda. Ljubljana: Cankarjeva založba.

[10] KODRE, N. in STANIČ RACMAN, D., 2013. Vodna direktiva – Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. V: L. Štravs ur., Direktive EU s področja upravljanja voda. Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije, 53–88.

[11] KOS, D., 2004. Javno mnenje o okolju. V: B. Malnar in I. Bernik ur., S Slovenkami in Slovenci na štiri oči: ob 70-letnici sociologa Nika Toša. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede, IDV, CJMMK, 307–320.

[12] LUKŠIČ, A. A., 2002. Politološki premislek ob Aarhuški konvenciji. Teorija in praksa, 39 (3), 321–330.

[13] LUKŠIČ, A. A. in BAHOR, M., 2008. Politološki pogled na gospodarjenje z vodami v Sloveniji. V: L. Globevnik ur., Stanje in perspektive ravnanja z vodo v Sloveniji. Celje: Društvo vodarjev Slovenije, 60–67.

[14] MAROVT, L. in BIZJAK, A., 2007. Prve aktivnosti in izkušnje posvetovanja z deležniki pri pripravi strokovnih podlag NUV 2009 v Sloveniji. V: Zbornik referatov/18. Mišičev vodarski dan, 10. december 2007, Maribor. Maribor: Vodnogospodarski biro, 65–72.

[15] MAROVT, L. in BIZJAK, A., 2008. Pregled aktivnosti posvetovanja z deležniki v letu 2008 pri izdelavi strokovnih podlag za pripravo NUV 2009 v Sloveniji. V: Zbornik referatov/19. Mišičev vodarski dan, 8. december 2008, Maribor. Maribor: Vodnogospodarski biro, 146–153.

[16] MIKOŠ, M., 2011. Integralno upravljanje voda in regionalizacija Republike Slovenije. Geodetski vestnik, 55 (3), 518–529.

[17] OSTROM, E., 1990. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

[18] PEK DRAPAL, D.; MAROVT, L. in STROSSER, P., 2005. Obveščanje, posvetovanje in vključevanje javnosti: implementacija slovenskega zakona o vodah in okvirne evropske vodne direktive. V: Zbornik referatov/16. Mišičev vodarski dan, 9. december 2005, Maribor. Maribor: Vodnogospodarski biro, 140–145.

[19] REJEC BRANCELJ, I.; DOBNIKAR-TEHOVNIK, M. in UHAN, J., 2011. Bistvene značilnosti nacionalnega načrta upravljanja voda 2009-2015 in izvajanje Vodne direktive. V: J. Volfand ur., Upravljanje voda v Sloveniji. Celje: Fit media, 8–19.

[20] RODELA, R. ur., 2012. Soupravljanje naravnih virov: vaške skupnosti in sorodne oblike skupne lastnine in skupnega upravljanja. Wageningen: Wageningen University and Research Centre.

[21] STANIČ RACMAN, D.; MOHORKO, T.; URBANIČ, G.; PETELIN, Š.; ĐUROVIČ, B.; DOBNIKAR TEHOVNIK, M.; UHAN, J.; CVITANIČ, I. in ROTAR, B., 2014. Priprava načrta upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja 2015–2021. V: Zbornik referatov/25. Mišičev vodarski dan, 4. december 2014, Maribor. Maribor: Vodnogospodarski biro, 1–11.

[22] ŠANTEJ, B., 2013. Mednarodne pogodbe na področju upravljanja voda. V: L. Štravs ur., Direktive EU s področja upravljanja voda. Ljubljana: Uradni list Republike Slovenije, 255–265.

[23] TURNŠEK HANČIČ, M., 2011. Pasti novoreka: kritična refleksija prenosa termina "deležniki" iz ekonomskega v politični diskurz. Časopis za kritiko znanosti, 39 (244), 148–156.

[24] VODOPIVEC, N., 2005. Pilotni projekt Krka. V: Zbornik referatov/16. Mišičev vodarski dan, 9. december 2005, Maribor. Maribor: Vodnogospodarski biro, 133–139.

[25] WISE, 2008. Obvestilo o vodi številka 12. Skupna naloga: sodelovanje javnosti pri načrtovanju upravljanja povodij [online]. Dostopno prek: http://ec.europa.eu/environment/water/participation/pdf/waternotes/WN12-Participation-SL.pdf [dostop 15. marec 2017].

UPRAVLJANJE VODA V DRŽAVAH V TRANZICIJI S POSEBNIM OZIROM NA SLOVENIJO

red. prof. Mitja Brilly

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana

POVZETEK

V državah v tranziciji iz socialističnega v kapitalistični družbeni sistem je vodarstvo doživelo korenite spremembe. Nekatere od njih so bile pozitivne, druge na žalost negativne. Predvsem se povsod pojavlja pomanjkanje sredstev in dolgoročnih celovitih načrtov razvoja. Čeprav so izhodišča in primeri dobre prakse že davno znani, jih ne uporabljamo. V članku je podan pregled razvoja vodarstva v Sloveniji pred tranzicijo in v tranzicijskem obdobju, v katerem je prišlo do nazadovanja.

Spremembe v vodnem režimu se praviloma odvijajo počasi in potrebna so desetletja, da se pokažejo posledice delovanja ukrepov. Procesi načrtovanja, odločanja in izvajanja zahtevajo tudi čas. Za izvajanje posegov so potrebna sorazmerno velika sredstva, česar pa obstoječi politični sistem ni sposoben ustrezno upravljati. Težave nastopajo tudi zato, ker stroke, ki sodelujejo pri reševanju problemov, vodarstvo zelo slabo poznajo. Predvsem gre za nepoznavanje naravoslovja in tehnologije pri kadrih s področja družboslovja.

V začetku tranzicije je bil ukinjen sistem območnih vodnih skupnosti in zbiranja namenskih sredstev, sredstva za vzdrževanje so se zato zmanjšala. Vodnogospodarska podjetja so bila potisnjena v proces privatizacije, osiromašena, večinoma potisnjena v propad, mehanizacija in nepremičnine razprodane in arhivi uničeni. Pri tem pa je navzkrižje interesov še naprej ostalo v sistemu, saj je služba rečnega nadzora še vedno v sestavi koncesionarja.

Sistem varovanja vodnih virov je z zakonodajo praktično uničen. Z vnosom pravice do pitne vode v ustavo pa lahko v Sloveniji pričakujemo tudi razpad sistema za oskrbo s pitno vodo.

Ključne besede:
vodarstvo, tranzicija, vodni viri

1. Uvod

Upravljanje voda ali nekoč t. i. vodno gospodarstvo je zasnovano na izhodiščih, ki so se oblikovala skozi tisočletno zgodovino, ko so civilizacije vodni režim prilagajale svojim potrebam. Najstarejše dobro organizirane civilizacije Egipta, Mezopotamije in starodavne Kitajske so imele dobro organizirano tudi upravljanje voda – sposobne so bile graditi in vzdrževati vodne sisteme, od katerih je bila odvisna celotna skupnost. Vprašanje je, kaj je bilo s čim pogojeno, ali so problemi z vodo in možnost njihovega reševanja prisilili družbe, da so se civilizacijsko razvile, ali je pa so bili vodarski sistemi grajeni, ker je civilizacija dosegla ustrezno raven razvoja.

Osnovna izhodišča vodarstva so bila opredeljena že davno. Osnovno izhodišče je, da je voda nenadomestljiva snov, brez katere ne moremo živeti. Toda naša odvisnost od vode je še veliko večja. Zadnje poročilo o vodah Združenih narodov ugotavlja, da so tri četrtine delovnih mest odvisne od vode (WWAP 2016).

Naslednje izhodišče je, da je voda javna dobrina, kar je veljalo že v najstarejših organiziranih družbah. Že v rimskem zakoniku je bilo zapisano: »flumina omnia publica sunt« (vse reke so javne), predvsem zaradi zahtev plovbe. Do odstopanj od omenjenih pravil je prihajalo le v zelo primitivnih družbah ali družbah, ki so bile izredno bogate z vodo in eksistenčni problemi niso bili vezani na vodo.

Vode se upravlja demokratično. Javna dobrina mora biti zaščitena pred samovoljo posameznikov ali skupin.

Vode se upravlja integralno (celostno). Posameznih dejavnosti ali delov povodja pri usklajevanju različnih dejavnosti ne moremo brez večjih pretresov in škodljivih posledic izločiti iz celote. Tako je osnovna vodarska enota povodje ali vodonosnik.

Po konferenci o trajnostnem razvoju v Rio de Janeiru se je uveljavilo izhodišče, ki ga je podprla Evropska unija z Direktivo o politiki do voda (WFD), da je voda kot naravna dobrina nenadomestljiv sestavni del narave – to je »vodno gospodarstvo« preimenovalo v »vodarstvo«.

Vodarstvo je kompleksna, celostna in vseobsegajoča dejavnost. Vsak poseg v vodni režim moramo obravnavati povezano z ostalimi dejavnostmi, vključno z vplivi na živo in neživo naravo.

V polpretekli zgodovini je veljalo tudi stališče, da je uporabna voda rezultat dela. To stališče je onemogočalo uvajanje koncesij ali povračil za izkoriščanje naravnih virov.

Vodarstvo je kompleksna dejavnost, ki zahteva sodelovanje in vključevanje različnih strokovnih disciplin v proces odločanja (tehnologija, pravo, ekonomija, politika, sociologija, matematika ipd.). Sodelovanje posameznih strokovnih disciplin celotni proces podpira z medsebojnim sodelovanjem in stimulira njihov razvoj.

Osnovna značilnost vodarstva je zapletenost med seboj povezanih konfliktnih odnosov. Strokovno določljivih optimalnih rešitev ni, vsaka dejavnost ali stroka ima svoj optimum, ki je v najboljšem primeru v zmernem konfliktu z ostalimi dejavnostmi.

Zahtevne in zapletene probleme lahko rešujemo le z ustreznim znanjem, pridobljenim v rednem in izrednem izobraževanju in usposabljanju. Spore lahko presežemo s sodelovanjem, ki vključuje komunikacijo, kooperacijo in koordinacijo.

Značilno za vodarstvo je, da se spremembe v vodnem režimu praviloma odvijajo počasi, saj so posledice posegov opazne šele po daljšem času, tudi po več desetletjih. Tudi procesi načrtovanja, odločanja in izvajanja zahtevajo čas. Prav tako so za izvajanje posegov potrebna sorazmerno velika sredstva. Naši vodotoki so današnjo podobo dobili zahvaljujoč posegom, izvedenim predvsem v 19. in 20. stoletju.

Težave so tudi z izrednim nepoznavanjem vodarstva pri strokah, ki sodelujejo pri reševanju problemov. Predvsem gre za nepoznavanje naravoslovja in tehnologije pri kadrih s področja družboslovja.

2. Razvoj v obdobju pred tranzicijo

Razvoj vodarstva je pogojeval kulturni, gospodarski in politični razvoj. V Sloveniji, ki je bila nekoč večinoma v avstrijskem delu avstro-ogrske monarhije, je bil razvoj pod vplivom močno razvitega zadružništva, podprtega z ostalimi institucijami države. Vsaka dežela je imela svoj zakon o vodah. Tako je zakon o vodah dežele Kranjske kodiral formiranje in delovanje zadrug za osuševanje in izkoriščanje vodnih sil. Uporabniki vodnih sil na Tržiški Bistrici so na primer imeli svojo zadrugo. Pravice do odločanja in delež zbiranja sredstev za vzdrževanje sistema so bili vezani na delež pravic pri izkoriščanju voda. Država je skrbela za hidrološko službo. Monarhija je bila izredno dobro organizirana in uspešna pri izvajanju javnih del. Takšno ureditev je Avstrija zadržala do današnjih dni. V Sloveniji je omenjena zakonodaja ostala v veljavi do druge svetovne vojne. Po zakonu o vodah Kraljevine Jugoslavije je bil direktor vodne

zadruge lahko samo inženir hidrotehnik s pet let prakse. Slovenija je imela v Dravski banovini posebno bansko vodno upravo.

V prvih letih po drugi svetovni vojni so se izvajala velika dela na izgradnji objektov za izkoriščanje vodnih sil, urejanju večjih vodotokov in namakalnih sistemov. Obdobje med drugo svetovno vojno do leta 1950 namreč velja za najbolj sušno obdobje prejšnjega stoletja. Kasneje se je, z večjo samostojnostjo republik in uvajanjem samoupravljanja, razvoj odvijal v odvisnosti od tradicije, potreb in razpoložljivih sredstev. Skupna je bila hidrometeorološka služba, ostale dejavnosti pa so se izvajale bolj neodvisno. Dejansko je bilo pogosto čezmejno sodelovanje s sosednjimi državami bolj učinkovito kot pa medsebojno sodelovanje republik. Temeljni zakon o vodah je opredelil vode kot družbeno lastnino in dobrino splošnega pomena.

V Sloveniji je bil postavljen sistem sedmih območnih vodnih skupnosti, združenih v Zvezo vodnih skupnosti. Skupščina uporabnikov je bila zadolžena za sprejemanje načrtov upravljanja in zbiranje sredstev, skupščina izvajalcev pa za izvajanje nalog načrtovanja, izvajanja in nadzora. Ustanovljena so bila vodnogospodarska podjetja za posamezna območja in Podjetje za urejanje hudournikov. Pri zvezi je delovala posebna komisija za urejanje kmetijskih zemljišč iz naslova nadomestil za spremembo njihove namembnosti. Sistem je imel leta 1977 izdelane vodnogospodarske osnove, ki pa niso bile nikoli potrjene. Sredstva, zbrana za potrebe vodarstva, so dosegala 1 % BDP.

Z amortizacijo so prosto razpolagali VGP-ji, ki so se v kratkem času spremenili v močna in bogata gradbena podjetja, ki so z dampinškimi cenami konkurirala drugim gradbenim podjetjem nizkih gradenj. Monopol pri izkoriščanju gramoza je tudi prinašal dober prihodek. VGP-ji so bili s službami načrtovanja, izvajanja in nadzora globoko v konfliktu interesov. Težave so nastopale pri zbiranju večjih sredstev za skupne potrebe ali začasnem prenosu sredstev zaradi potreb iz enega območja v drugo ali pri sofinanciranju čistilnih naprav, ki so delovale v komunalnem gospodarstvu. Vodotoki so bili vzorno vzdrževani in od leta 1954 do velike poplave leta 1990 v Sloveniji smrtnih žrtev pri poplavah ni bilo.

Vodarstvo v drugih republikah je bilo organizirano različno, toda povsod so bile izdelane dolgoročne osnove upravljanja spremljajočih strokovnih služb. Strokovna društva, ki so se ukvarjala z vodami, so bila dobro organizirana in mednarodno povezana. Na splošno je bilo vodarstvo v vseh socialističnih državah dobro organizirano, saj je bila skrb za dolgoročni razvoj vgrajena v politični sistem. Zanimivo je, da je bilo vodarstvo dobro razvito tudi v Španiji in na Portugalskem.

3. Razvoj v tranziciji

Razvoj vodarstva je povsod nazadoval s prehodom na nov politični sistem v procesu stihijske privatizacije. Ker se procesi v vodarstvu razvijajo počasi, posledice napačnih odločitev niso vidne takoj. Sredstva za hidrološka opazovanja, strokovne službe in vzdrževanje so se krepko zmanjšala. Investicije se ne izvajajo več z lastnimi sredstvi. Politični sistem predstavniške demokracije ni sposoben opredeliti trajnostne vizije razvoja vodarstva. Poslanci v državnem zboru in ministri sprejemajo samo projekte, ki jih je mogoče izpeljati do naslednjih volitev. Projekt oskrbe z vodo Primorske je zaustavljen, kljub odobrenim sredstvom EU. Resorni minister je pri prevzemu dolžnosti dobil projekt, ki ga je začel njegov predhodnik in – kar je najhuje –, projekt bi bil končan po koncu njegovega mandata. Stihijska privatizacija je uničila VGP-je z dolgo tradicijo. PUH je šel v stečaj in dolgoletna tradicija še iz obdobja Avstro-Ogrske je bila uničena. Vzrok je bila obremenitev podjetja s kreditom. Lastnik je denar pobral, počakal, da početju ni bilo več mogoče oporekati, in pahnil prezadolženo podjetje v stečaj. Delo je izgubilo nekaj deset specializiranih strokovnjakov za urejanje hudournikov, imetje pa je bilo razprodano pod ceno. Na Madžarskem so zaprli svetovno znani institut VITUKI, ker je zasedal dragoceni zemljiški kompleks v bližini središča Budimpešte.

V Sloveniji je bil takoj v začetku tranzicije ukinjen sistem območnih vodnih skupnosti, sredstva so bila preusmerjena v integralni proračun države. Od takrat se sredstva za vzdrževanje ves čas zmanjšujejo in objekti polagoma propadajo. Posamezni zadrževalniki vode so že nevarni, da bi jih zadržali v funkciji. VGP-ji so bili potisnjeni v proces privatizacije, osiromašeni, večinoma potisnjeni v propad, njihova mehanizacija in nepremičnine razprodane in arhivi uničeni. Pri tem pa je navzkrižje interesov v sistemu VGP-jev še naprej ostalo. Kar je bilo nekoč navzkrižje interesov, je danes sistemska korupcija. Služba rečnega nadzora je namreč še vedno v sestavi VGP-jev. Pri podelitvi koncesij so se pojavila tudi hrvaška podjetja. V bližnji prihodnosti lahko pričakujemo, da bo rečno nadzorno službo na Dragonji opravljal hrvaški nadzornik.

V uvodni preambuli prvega zakona o okolju je bilo zapisano, da so vode državna last. Zakon o vodah, sprejet leta 2002, je predvideval neko vrsto lastne samouprave, ki pa ni nikoli zaživela. Sprejemanje odločitev o varovanju vodnih virov je zakon prenesel na vlado. S tem je bil dobro organizirani sistem varovanja virov pitne vode praktično uničen, vlada namreč ni sposobna sprejeti več kot dva do tri odloke letno. Pravna praznina je zapolnjena z odločitvijo, da stari odloki še veljajo. Posodobitev odlokov praktično ni mogoča, nadzora in izvajanja del za potrebe varovanja ni. Varovanja vodnih virov dejansko nimamo več.

Leta 1990 je Slovenijo prizadela največja voda ujma prejšnjega stoletja. Gmotna škoda je bila ogromna, na srečo sta bili smrtni žrtvi samo dve. Zaradi okolju prijaznega vzdrževanja vodotokov so se ti zarasli in pretočni profili zasuli s sedimenti. Izpeljali smo analizo na Želimeljščici, na kateri so se izvedla prva dela na remediaciji še pred osamosvojitvijo. Skozi profil vodotoka, ki je imel nekoč zmogljivost 20 m^3/s, danes lahko teče samo še 5 m^3/s. Stanje ostalih slovenskih vodotokov ni bistveno boljše. Posledica so vse pogostejše poplave in na žalost tudi smrtne žrtve, ki jih imamo pri vsaki večji ujmi. Vse skupaj se opravičuje s podnebnimi spremembami, čeprav hidrološki podatki tega ne podpirajo.

V tranziciji je prišlo do zapiranja številnih podjetij, ki so imela zastarelo tehnologijo in jih je trg zavrgel. Proces je izredno izboljšal kakovost voda v vodotokih. Nadalje je bilo, zahvaljujoč direktivam EU in s spremljajočimi sredstvi, zgrajenih veliko čistilnih naprav, kar je izboljšalo kakovost voda. Izboljšana kakovost voda je na vode pritegnila prostočasne dejavnosti, ki pa zahtevajo določeno skrb in urejenost vodotokov. Ne mine sezona brez smrtnih žrtev, ki bi se jim lahko izognili. Dejansko je turizem na vodah najhitreje razvijajoča vodarska dejavnost, v kateri se vrti več deset milijonov evrov sredstev in zaposluje številne ljudi na podeželju. Dejavnost kot taka je brez posebne državne podpore.

Politično kadrovanje je praktično uničilo nekoč zgledne javne službe. Za prevzemanje najbolj odgovornih funkcij ni potrebno posebno strokovno znanje in izkušnje. O tem še najbolj priča poslednji spust po Savi leta 2008. Pomanjkanje sredstev je povzročilo, da raziskovalnih nalog praktično ni. Raziskovalno delo v glavnem sloni na raziskovalnih sredstvih EU, kar pa pomeni, da naši nacionalni cilji nimajo ustrezne podpore. Novih rešitev pa tudi idej ni. V glavnem se ponujajo rešitve, izdelane še v obdobju pred tranzicijo, oziroma stari projekti, ki jih pa v arhivih ni. Velika sredstva davkoplačevalcev, nekoč porabljena za izdelavo dokumentacije, so zavržena brez kakršne koli odgovornosti.

Poseben problem v državah v tranziciji je privatizacija upravljanja vodnih virov. Javnost je občutljiva predvsem zaradi možnosti, da bi zasebna podjetja prevzela skrb za oskrbo z vodo. Zavedati se moramo, da je oskrba gospodinjstev z vodo monopolna, to pa je skregano s tržno dejavnostjo. Z nakupom ustekleničene vode v trgovini je drugače, vodo izbiramo po lastnem okusu in glede na ceno. Če nam voda v steklenici ne ustreza, je pač ne kupimo. Pri oskrbi je situacija nekoliko drugačna. Kaj lahko naredimo, če s ceno ali storitvijo zasebnega podjetja nismo zadovoljni: ali lahko zapremo pipo in prosimo podjetje iz sosednjega mesta, da pride in nas oskrbi? Na žalost danes tehnologija oskrbe z vodo tega še ne omogoča. Situacija je obvladljiva, če oskrbo z vodo prevzeme lokalni obrtnik, ki ga vaščani poznajo in vsako nedeljo vidijo v cerkvi. Težave so, če je lastnik podjetja multinacionalka, s svetovnim monopolom ponudbe in lastnikom, ki živi na drugi celini in pije vodo iz nekega drugega vodovoda. V bližnji

prihodnosti se lahko zgodi, da bo samo eno globalno podjetje ponujalo usluge in obračalo sredstva, večja od proračuna Slovenije. Svetovno proizvodnje opreme za vodovode izdeluje globalno nekaj velikih podjetij, ki imajo praktično monopol. Kaj narediti, če ima takšno podjetje za čiščenje pitne vode in varno oskrbo posebna znanja, ki jih razglaša za poslovno skrivnost? Praksa in izkušnje po svetu so različne – bolj negativne kot pozitivne, predvsem v državah brez razvitega političnega in pravnega sistema. V Angliji so za te potrebe ustanovili posebno agencijo, ki bdi nad cenami uslug zasebnih podjetij, pa tudi tam so cene vode za 10–20 % višje kot pri javnih vodovodih.

Pri nas se je politika odločila, da bo pravico do vode zapisala v ustavo. To je izpeljano zelo populistično in brez posebnih premislekov. Lahko pričakujemo, da bodo posledice katastrofalne. Z obstoječo zakonodajo smo namreč uničili sistem varovanja vodnih virov in prepustili nadzor na vodotokih zasebnim podjetjem in sistemski korupciji. Z vpisom v ustavo in bodočimi spremembami zakonodaje pa lahko marsikje pričakujemo razpad sistema in nekontrolirano porabo vode z vsemi posledicami.

Primerjava Slovenije z drugimi državami v tranziciji kaže, da so razmere pri nas izredno slabe. V drugih državah je neko celovito upravljanje voda vseeno ostalo. Še najboljši je položaj na Hrvaškem, kjer so Hrvatske vode zadržale določeno mero integritete in so s strokovnimi službami sposobne pripraviti in izpeljati večje projekte ter skrbeti za trajnostno politiko.

4. Celovitost vodarstva

Poleg ostalih izhodišč je celovitost ali t. i. integrirani pristop še najbolj zlorabljena beseda in v vodarstvu še najmanj prisotna.

Celostno urejanje voda pojmuje usklajevanje pogledov in ciljev prizadetih interesnih političnih skupin, geografskih območij in potreb gospodarjenja z vodo, za zadovoljevanje potreb po vodi in varovanje naravnih ekoloških sistemov.

Celostno urejanje s političnega stališča je horizontalno in vertikalno usmerjeno. Horizontalno zajema republiške zavode, uprave in službe, vertikalno pa povezuje ministrstva z regionalnimi in občinskimi službami.

Celostno urejanje v geografskem smislu se nanaša na merilo in obravnavano območje, porečje, prispevno površino, državo, občino, regijo ipd. Teoretično in v veliki meri praktično je najtežji in še ne dovolj raziskani problem odnosov med dolvodnim urbanim območjem in povirjem.

Vsaka dejavnost ali uporabnik voda ima svoje stališče do oskrbe gospodinjstev z vodo, namakanja ipd. Kot so posamezne dejavnosti organizirane vsaka zase, pomeni celostno urejanje omejevanje vsake od njih, to pa ni enostavna naloga.

V praktičnih primerih moramo celovito rešitev graditi po posameznih celotah. Osnovni element za celovito rešitev je sodelovanje, ki pa zahteva regionalizacijo z regionalno upravo, sposobno se spoprijeti z zapletenimi in konfliktnimi problemi vodarstva.

V primeru varstva pred poplavami celovitost zajema ukrepanje glede:

1) celovite poplavne varnosti porečja, vključno z dolvodnim glavnim tokom,
2) celovitosti vodnega režima, vključno s srednjimi in nizkimi pretoki,
3) celovitosti vodnega režima z režimom sedimentov, morfologijo in geologijo,
4) celovitosti vodnega režima z ekohidrologijo, vključno s celovitostjo vodnega režima in rabe prostora,
5) elovitosti obravnavanja vseh dejavnosti na vodi in ob vodi,
6) celovitosti izvajanja ukrepov z opazovanji pred in med ukrepom ter po njegovi izvedbi,
7) celovitosti delovanja izvedenih ukrepov z dejanskimi scenariji pri napovedanih dogodkih, sistemom upravljanja in upoštevanjem negotovosti pri tem,

8) celovitosti pri izdelavi dokumentacije od idejne zasnove do projekta izvedenih del,
9) celovitosti ukrepanja pri načrtovanju gradbenih ukrepov,
10) celovitosti ukrepanja z gradbenimi in spremljajočimi negradbenimi ukrepi,
11) celovitosti poplavne varnosti in prostorskega planiranja ter
12) celovitosti v času ob upoštevanju dolgoročnih sprememb v prostoru, ki vplivajo na tveganja.

5. Zaključki – kako naprej

Civilizacije so odvzemale prostor vodi z urejanjem vodotokov in osuševanjem zemljišč za potrebe različne rabe že od predzgodovinskih časov. Dela na odvzemanju so se še posebej intenzivno pričela v 19. stoletju in trajala do konca 20. stoletja. Z nenadzorovanim zaraščanjem in zasipanjem rečnih strug se nadaljuje odvzem vodnega prostora.

V sodobnem družbenem razvoju se povečuje delež mestnega prebivalstva. V naslednjem desetletju bo delež mestnega prebivalstva presegel delež kmetijskega na globalni ravni. Mesta z milijon in več prebivalcev niso redkost. Globalno se prideluje dovolj hrane za oskrbo prebivalstva in ni več potreb po dodatnih kmetijskih površinah.

Na Nizozemskem, kjer je, zahvaljujoč območnim vodnim skupnostim, vodarstvo še najbolje organizirano, so pričeli s programom vračanja prostora rekam »More room for the river«, slovenski Odbor za IHP Unesco pa je sprožil podobno akcijo »Več prostora za vode«.

6. Viri

[1] VLADISAVLJEVIĆ, Ž., 1969. O vodoprivredi, pogledi i metode, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu i Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi".

[2] WWAP, 2016. Water and Jobs, The United Nations World Water Development Report 2016, UNESCO.

OSKRBA S PITNO VODO TER ODVODNJAVANJE IN ČIŠČENJE KOMUNALNIH ODPADNIH VODA V SLOVENIJI: STANJE, PROBLEMI, PERSPEKTIVE

dr. Uroš Krajnc, univ. dipl. inž. grad.

Institut za ekološki inženiring, Ljubljanska ulica 9, 2000 Maribor

POVZETEK

Obveze Republike Slovenije pri oskrbi s pitno vodo ter odvodnjavanju in čiščenju komunalnih odpadnih voda sledijozakonodaji Evropske Unije, to je Direktive o komunalnih odpadnih vodah ter Direktive o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi. V slovenski pravni prostor so bile obveze vnesene v Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode za obdobje od 2005 do 2017, ter Operativni program oskrbe s pitno vodo 2006 in Operativni program oskrbe s pitno vodo za obdobje od 2015 do 2020.

Državni zbor Republike Slovenije je 17.11.2016 potrdil vpis pravice do pitne vode v ustavo. Slovenija poleg Slovaške tako postaja druga država EUa, ki je to pravico zapisala v ustavo. V skladu z ustavnim zakonom je v ustavo tako vnesen novi 70.a člen, ki določa, da ima vsakdo pravico do pitne vode.

V članku je podan pregled izvajanja obvez Republike Slovenije glede oskrbe s pitno vodo ter odvodnjavanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda. Podana je kritična primerjava obvez, ki slede iz evropske zakonodaje ter zahtev zapisa ustavne pravice do pitne vode. Za varno oskrbo s pitno vodo ni problematično le onesnaževanje virov pitne vode temveč stanje obstoječih vodovodnih sistemov, ki se praviloma preslabo vzdržujejo in obnavljajo.

Pri delovanju kanalizacijskih sistemov in komunalnih čistilnih naprav se pojavljajo težave zaradi intenzivnih kratkotrajnih nalivov, ki preplavljajo mešane kanalizacijske sisteme. Precej že izgrajenih čistilnih naprav bo treba rekonstruirati.

Ključne besede:

oskrba s pitno vodo, odvajanje odpadnih voda, čiščenje komunalnih odpadnih voda, operativni programi, poročanje Slovenije Evropski Uniji

1. Obveze Republike Slovenije kot članice Evropske unije na področju oskrbe s pitno vodo in odvajanja in čiščenja odpadnih voda

Ob vstopu v Evropsko Unijo je morala Slovenija harmonizirati svojo zakonodajo tudi na področju varstva okolja. Ključna evropska zakonodaja, katero je bilo potrebno vnesti v slovenski pravni red za odpadno vodo, je bila naslednja:

Direktiva o čiščenju komunalne odpadne vode (91/271/EGS, 98/15/EGS - Urban Waste Water Directive) ter Direktive o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi (98/83/EGS Drinking Water Directive. Prva direktiva zahteva izgradnjo čistilnih naprav (ČN) za vsa naselja (aglomeracije), ki so večja od 2000 prebivalcev, poleg tega zahteva izgradnjo terciarne stopnje čiščenja za občutljiva območja in območja, kjer je prisotna možnost evtrofikacije.

Slovenija si je v fazi pogajanj izborila prehodno obdobje za realizacijo te direktive in sicer do konca leta 2007 za čistilne naprave (ČN) ČN večje od 100.000 PE; 2010 ČN večje od 15.000 PE, ; 2015 ČN med 2.000 in 15.000 PE in 2017 za ČN med 50 in 2000 PE. Na občutljivih območjih je obveza do konca leta 2008 za ČN večje od 10.000 PE in 2012 za ČN med 50 in 10.000 PE.

Izvedbeni predpis je bil Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode iz leta 2004 (za obdobje od 2005 do 2017). Za obdobje 2009 – 2012 je bil operativni program obnovljen. Ta dokument je postavil silno ambiciozen plan, da bodo vse odpadne vode v Sloveniji do leta 2017 čiščene v čistilnih napravah.

Spremembe operativnega programa so podane v dokumentu Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode iz leta 2015, po kateri je treba zgraditi kanalizacijske sisteme in čistilne naprave najpozneje do konca leta 2021, če gre za aglomeracijo s skupno obremenitvijo, enako ali večjo od 500 PE in manjšo od 2.000 PE, in iztok v občutljivo območje ter do konca leta 2023, če gre za aglomeracijo s skupno obremenitvijo enako ali večjo od 50 PE in manjšo od 500 PE in iztok v občutljivo območje oziroma manjšo od 2.000 PE in iztok v vodo, ki ni občutljivo območje.

Direktiva o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi, predpisuje javno oskrbo s pitno vodo za vse prebivalce. Izjema so naselja manjša od 50 prebivalcev.

2. Stanje pri oskrbi s pitno vodo

Stanje pri oskrbi s pitno vodo povzemamo po Operativnem programu oskrbe s pitno vodo za obdobje od 2015 do 2020. Mejo aglomeracij za pitno vodo je Operativni program postavil na 40 prebivalcih in ne na 50 prebivalcih. S tem je upošteval rezervo za razvoj. Število priključenih prebivalcev na javni vodovod in porabo vode na prebivalca prikazujeta preglednici 1 in 2.

Preglednica 1: Število priključenih prebivalcev na javni vodovod (vir SURS)

Število priključenih prebivalcev na javni vodovod	**število**	**%**
Število prebivalcev opremljenih z javnim vodovodom	1.781.881	86,5
Število prebivalcev neopremljenih z javnim vodovodom	277.233	13,5

Preglednica 2: Poraba vode na prebivalca in delež odpadne vode (vir podatkov: SURS)

	2002	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2017**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Količina načrpane vode za javni vodovod (m3/prebivalca na leto)	89,5	89,5	81,4	81,6	82,7	82,9	81,7	80,9	81,1	82,4	82,2	79,6	79,6	79,7
Količina porabljene vode iz javnega vodovoda (m3/prebivalca na leto)	64	64	61	59,5	60	58,4	61,5	59,6	57,9	58,3	58	55,8	56,8	57,1
Voda dobavljena gospodinjstvom iz javnega vodovoda (m3/prebivalca)	44	46	43	42	43	44	44	42	41	41	41	38	38	38
Delež izpuščene prečiščene odpadne vode iz kanalizacijskih sistemov (%)	69,9	67,6	74	53,9	69,9	77,9	73,3	68,8	73,2	69,3	57,7	78	88,2	88,8
Delež izpuščene neprečiščene odpadne vode iz kanalizacijskih sistemov (%)	30	32	26	46	30	22	27	31	27	31	42	22	12	11
Vir: Statistični urad Republike Slovenije, Ministrstvo za okolje														

Za varno oskrbo s pitno vodo je potrebno: količina pitne vode, kvaliteta pitne vode in zanesljivost sistema. Za doseganje stalne kvalitete vode v vodovodnem omrežju je potrebno uporabiti tehnološke postopke za pripravo vode.

Zdravstveno ustreznost pitne vode določajo mikrobiološki in kemijski parametri. Monitoring (spremljanje) je oblika nadzora ali pitna voda izpolnjuje zahteve Pravilnika o pitni vodi (Ur.l.RS št. 19/04, 35/04, 26/06 in 92/06), zlasti zahteve za mejne vrednosti parametrov (skladnost). Preverjanje in spremljanje skladnosti pitne vode iz javnih sistemov za oskrbo s pitno vodo poteka po letnem programu državnega monitoringa pitne vode, za kar skrbi Ministrstvo za zdravje RS in programu notranjega nadzora, katerega zagotavlja izvajalec javni vodovod. Državni monitoring zagotavlja Ministrstvo za zdravje, nosilec in izvajalec državnega monitoringa pitnih vod je Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Po njihovih podatkih se je v letu 2013 v Sloveniji 93 % prebivalcev oskrbovalo iz vodovodnih sistemov , pri katerih se je izvajal monitoring (spremljanje kakovosti) na mestu uporabe (pri uporabniku). Kakovost pitne vode ni bila znana za okoli 7 % prebivalcev, to so sistemi, ki oskrbujejo manj kot 50 oseb (npr. lastni viri, kapnice) ali ki v monitoring niso bili zajeti na primer zaradi nepopolnega zajema. Dostopnost do varne pitne vode se je v obdobju 2004 –2013 nekoliko izboljšala.

Kakovost pitne vode je pri velikih sistemih večinoma ustrezna oziroma zadostuje standardom. S stališča javnega zdravja so najbolj problematična najmanjša oskrbovalna območja (ki s pitno vodo oskrbujejo 50 do 500 ljudi), ker so v velikem deležu mikrobiološko onesnažena, zlasti fekalno, medtem ko je o njihovi kemijski onesnaženosti zelo malo podatkov. Večina teh sistemov (leta 2013 jih je bilo okoli 600 oz. 66 %) je bila vključena v monitoring zaradi zahtev Pravilnika o pitni vodi oz. direktive EU o pitni vodi. Ti sistemi ponekod nimajo določenih vodovarstvenih območij niti ustreznega strokovnega upravljanja in priprave pitne vode.

3. Stanje pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda

Slovenija mora Evropski komisiji poročati o izvajanju direktive o čiščenju komunalne odpadne vode (Direktiva). Zadnje uradno poročilo o stanju na dan 31.12.2014 je Ministrstvo za okolje in prostor poslalo junija 2016. V njem podaja skladnost odvodnje in čiščenja aglomeracij s predpisanimi zahtevami glede čiščenja komunalne odpadne vode (Preglednica 3). Aglomeracija je območje poselitve, kjer je poseljenost ali opravljanje gospodarske ali druge dejavnosti zgoščeno tako, da je možno zbiranje komunalne odpadne vode v kanalizaciji in njeno odvajanje po kanalizaciji v komunalno čistilno napravo ali na končno mesto izpusta.

Preglednica 3: Število in delež območij poselitve aglomeracij skladne s predpisi (poročilo MOP 2016)

Velikost agmomeracije	**Rok**	**Število aglomeracij**	**Skupna obremenitev (PE)**	**Aglomeracije skladne z zahtevami**		**Skupna obremenitev aglomeracij skladnih z zahtevami**	
				število	delež [%]	[PE]	delež [%]
>10.000 PEobčutljivo območja	2008	8	142.706	3	37,5	67.087	47
>15.000 območje ni občutljivo	2010	13	729.791	3	23,1	82.046	11,1
2.000 PE – 10.000 PE občutljivo območja	2015	26	101.349	4	15,4	20.046	20,7
2.000 PE- 10.000 PE območje ni občutljivo	2015	111	478.340	25	22,5	115.527	24,2

Poročano stanje odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v Slovenijo je izrazito neugodno in po mojem mnenju ne kaže realne slike. V letih 2015-2016 se je zaključilo 22 večjih projektov iz finančne perspektive 2007 – 2013 v vrednosti cca 360 mio €. Med drugimi

se bile rekonstruirane čistilne naprave Domžale, Škofja Loka in Kranj. Zgrajenih je veliko novih čistilnih naprav, n.pr. Gornja Radgona, Radeče, Pragersko.

Po podatkih ARSO-a je obratovalo v letu 2016 116 čistilnih naprav kapacitete večje od 2000 PE (skupaj 2.362.437 PE) , kar je bistveno več kot 1.452.186 PE kar je skupna poročana kapaciteta (preglednica 3). Razlika je torej skoraj 900.000 PE.

Naslednja težava je meja, kdaj neko aglomeracijo uvrstimo kot skladno z zahtevo iz Direktive. Pri kohezijskih projektih iz perspektive 207 -2013 je veljala meja, da je cilj odvodnje priključitev 95 % prebivalcev na kanalizacijsko omrežje, kasneje se je ta meja dvignila celo na 97 %.

4. Problemi in perspektive pri oskrbi s pitno vodo

V Sloveniji imamo z bilančnega vidika na razpolago dovolj, tako površinske, kot tudi podzemne vode. Tudi pri morebitnih vplivih podnebnih sprememb oskrba s pitno vodo tako ne bi smela biti ogrožena. V Sloveniji so problemi oskrbe z vodo povezani predvsem z zagotavljanjem zdravstveno ustrezne pitne vode ter z njeno neenakomerno porazdelitvijo po Sloveniji. Tehnična dobava vode je odvisna predvsem od razpoložljivih sredstev in v manjši meri tudi od tehnologije priprave vode. Oskrba prebivalcev s pitno vodo v Sloveniji je vezana predvsem na podzemno vodo, saj kar 97% vse načrpane ali zajete vode prihaja iz podzemnih vodnih zalog. Te količine predstavljajo manj kot petino vseh zalog podzemne vode (Preglednica 4).

Preglednica 4: Zaloge podzemnih voda (vir: Brenčič in ostali, 2005)

Vrste zalog podzemne vode	Vse podzemne vode (razpoklinske in medzrnske) [m3/s]	Podzemne vode v medzrnskih vodonosnikih [m3 /s]	Podzemne vode v razpoklinskih vodonosnikih [m3 /s]
Zajete zaloge	10,6	4,7	5,9
Potencialne zaloge	38,8	13,8	25,0
Razpoložljive zaloge	49,6	18,9	30,8
Celotne zaloge	55,2	20,6	34,6

Potencialne zaloge so dinamične bilančne zaloge podzemne vode ob nizkih vodah. Razpoložljive zaloge podzemne vode so tiste zaloge podzemne vode, ki so obnovljive in bi jih lahko izkoriščali brez negativnih vplivov na okolje, to je predvsem praznjenja vodonosnikov.

Dolgoročna rešitev oskrbe s pitno vodo je ureditev upravljanja ali nadzora neustreznih majhnih vodovodnih sistemov ali njihova priključitev na večje sisteme z upravljavcem ter urejenim strokovnim upravljanjem ter nadzorom. To zahteva precejšnja dodatna sredstva.

17.11.2016 je bil razglašen Ustavni zakon o dopolnitvi Ustave RS z vsebino: vsakdo ima pravico do pitne vod, vodni viri so javno dobro v upravljanju države, vodni viri služijo prednostno in trajnostno oskrbi prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev in v tem delu niso tržno blago, oskrbo prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev zagotavlja država preko samoupravnih lokalnih skupnosti neposredno in neprofitno. Ustrezne zakone, je treba uskladiti s tem ustavnim zakonom v osemnajstih mesecih po njegovi uveljavitvi.

Zapisana ustavna pravica do pitne vode poraja vrsto vprašanj, med njimi glavno, ali imajo lokalne skupnosti (mestne občine, občine) obvezo oskrbeti s pitno vodo črnograditelje, vikendaška naselja in objekte, romska naselja, visokogorske kmetije, planinske koče? Najbrž bo treba najprej postaviti razmejitev oskrbe iz vodovodnih sistemov (omrežij) in oskrbe preko vodnih zbiralnikov (vodohranov), ki se po potrebi polnijo s pitno vodo z dovozom vode s

cisternami ali z deževnico. Poraja se tudi vprašanje ali je deževnica kvalitetna pitna voda oziroma kakpno čiščenje zahteva.

Pravica do pitne vode se izkaže z »vodo pri uporabniku«. Med »vodnim virom«, ki ga eksplicitno varuje ustavni zakon in »vodo pri uporabniku « pa je zapleten komunalni sistem imenovan vodovod: vodovodni cevovodi in objekti kot so zajetja, črpališča, vodohrani, naprave za pripravo pitne vode). V obdobju prejšnje finančne perspektive (2007-2013) smo v Sloveniji izvedli velike projekte za boljšo oskrbo s pitno sodo: Slovenske Gorice, Pomurje, Trnovsko - Banjška planota, Haloze, Šaleška dolina, Ormoško območje, Obala, porečje Sotle, Porečje Dravinje. Žal ob novogradnjah nismo izvajali sanacije obstoječih sistemov, ki so starejši in mnogokrat »manj varni«.

Glede na Ustavni zakon pričakujemo novelacijo Operativnega programa oskrbe s pitno vodo za obdobje do leta 2020.

5. Problemi in perspektivepri odvajanju in čiščenju odpadnih voda

5.1 Padavinske vode v mešanih sistemih kanalizacije

Ključni problemi v večjih naseljih z mešanim sistemom kanalizacije so:

- Padavinsko vodo kritičnega naliva (do izbrane vrednosti padavin) je treba očistiti na čistilni napravi. Padavinsko vodo moramo ujeti in kontrolirano spuščati preko zadrževalnikov v čistilno napravo.
- Padavinske vode nad kritičnim nalivom (preko izbrane vrednosti padavin) se spuščajo v odvodnike, vodotoke. Dovoljeno je tudi ponikanje, da vodo ne vodimo po dolgih cevovodih do odvodnika. Pri ponikanju voda obstaja problem vodovarstvenih pasov (Ljubljana, Maribor, Skoke – Dobrovce), kjer po sedaj veljavni zakonodaji ni dovoljeno ponikanje niti za močno razredčeno odpadno vodo
- Na območjih novih pozidav (n.p.r. trgovskih centrih z velikimi parkirišči), gradimo kanalizacijo v ločenem sistemu.
- Izredno močni kratkotrajni nalivi povzročajo preplavitev obstoječih kanalizacijskih omrežij mešanega tipa. Četudi se pogostost pojavov takih nalivov razlaga s podnebnimi spremembanmi, se sredstev za rekonstrukcijo mešanih sistemom ne smejo namenjati iz sredstev za odpravljanje posledic podnebnih sprememb.

Dodatni vzvod za ločitev odpadnih in padavinskih voda je ločeno plačevanje odvajanja in čiščenja padavinske vode, ki so ga uvedla večja mesta v Sloveniji, Ljubljana, Celje in Maribor (meseca januarja 2017).

5.2 Potrebe po rekonstrukcijah obstoječih čistilnih napracv

Vse večje komunalne čistilne naprave v Sloveniji (večje od 2000 PE) so že izgrajene, izjema je čistilna naprava Ruše. Rekonstrukcijo obstoječih čistilnih naprav je potrebna., če sta neustrezna kvaliteta (predvsem manjka 3. stopnja) in kapaciteta čiščenja ali če so stroški čiščenja in končne dispozicije blata preveliki. V finančni perspektivi 2014-2020 se bo izvedla rekonstrukcija centralne čistilne naprave Ljubljana (povečanje kapacitete, 3. stopnja čiščenja).

6. Zaključki

V Sloveniji imamo dovolj zalog vode za oskrbo prebivalstva s pitno vodo, včasih celo preveč.

Obilje vodnih virov pa ne pomeni, da so vsi prebivalci Slovenije preskrbljeni z neoporečno pitno vodo. Še vedno so potrebna velika vlaganja v obnovo obstoječih sistemov (cevovodi,

objekti), da se zmanjšao vodne izgube in poveča varnost vodovodnih sistemov ter s tem oskrbe s pitno vodo. Finansiranje, ki je breme lokalnih skupnosti, je ob sedanji finančni kondiciji občin, povsem nejasno, saj v finanačni perspektivi 2014 - 2020 kohezijski sklad ne financira tovrstnih investicij.

Smatramo, da je za čiščenja odpadnih voda v Sloveniji dobro. Imamo dovolj čistilnih naprav, saj je bilo poleg vseh večjih, izgrajenih tudi 318 manjših čistilnih naprav (manj kot 2000 PE) s skupno kapaciteto 149.336 PE. Žal pa smo ob tem nekoliko prezrli doseganje ključnega cilja izgradnje čistilnih naprav, to je doseganja dobrega stanja vodnih teles. Te povezave ne najdemo v nobenih uradnih dokumentih.

7. Viri

KRAJNC, U, 2016, Izkušnje pri načrtovanju in izvedbi objektov komunalne hidrotehnike, financiranih s sredstvi kohezijskega sklada EU v finančni perspektivi 2007-2013; Ekolist revija o okolju 13, 8-14

BRENČIČ, M; KRAJNC, S, PRESTOR, J. Pitna voda v Sloveniji – možnosti pridobivanja ovih količin, Vodni dnevi 2005 Portorožu, 12. in 13. oktobra 2005.

Pitna voda v Sloveniji, Nacionalni inštitut za javno zdravlje, Strokovna skupina za vode, Center za zdravstveno ekologijo Verzija: 17.3.2016

http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/pv_v_sloveniji_22_3_2016.pdf [dostop] 20.11.2016]

Operativni program oskrbe s pitno vodo za obdobje od 2015 do 2020, Ministrstvo za okolje in prostor, 2015

http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/pv_v_sloveniji_22_3_2016.pdf [dostop] 20.11.2016

Pravilnik o pitni vodi (Ur.l.RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15),

NEUSKLAJENOST PREDPISOV IN PRAKSE NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA Z MODERNIMI EKOLOŠKIMI TRENDI

doc. dr. Darko Drev, doc. dr. Mario Krzyk

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Glavni cilj Direktive 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne vode in njene dopolnitve, Direktive 98/15/EGS, je preprečitev prekomernega onesnaževanja površinskih in podzemnih voda. S čiščenjem se želi odstraniti iz odpadne vode čim več ogljika na način, da izhaja iz procesa čiščenja kot CO2. Dušik in fosfor sta prav tako problematična elementa za onesnaženje vodnih teles, zato naj bi ju bilo prav tako treba odstraniti iz odpadne vode. V duhu te direktive so napisani tudi slovenski predpisi. Okvirna vodna Direktiva 2000/60/ES obravnava problematiko upravljanja voda bistveno bolj celovito in se ne omejuje le na en segment. Kljub temu so v Sloveniji pri malih komunalnih čistilnih napravah kriteriji stopnje očiščenja tako nizki, da ne zagotavljajo niti najosnovnejšega varovanja občutljivih vodnih teles (območja krasa, oskrbe s pitno vodo, kopalne vode, Natura 2000, itd.).

Ključne besede:
odpadne vode, čistilne naprave, zakonodaja

1. Uvod

Slovenija je v svoji strategiji gospodarskega razvoja v obdobju 2014 – 2020 [13] zapisala, da bo zmanjševala pritiske na okolje s spodbudami za znižanje onesnaževanja, z učinkovito rabo in upravljanjem z naravnimi viri, razvojem in uporabo proizvodov, storitev in tehnologij, ki bodo okolju prijazni ali bodo odgovarjali na izzive podnebnih sprememb. Takšen pristop pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda zahtevajo tudi ustrezne evropske direktive. Žal se Slovenija na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda ne drži razvojnih usmeritev, ki jih je zapisala v strategiji gospodarskega razvoja [13]. Dosledno se ne drži niti usmeritev ustreznih evropskih direktiv na področju upravljanja voda. Preveč se omejuje le na zahteve Direktive 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne vode [2], premalo pa upošteva zahteve vodne Direktive 2000/60/ES [4] in nekaterih drugih, njej podrejenih direktiv. Z nedavno uvedbo pravice do pitne vode v Ustavo RS [10], se bo moral odnos do odvajanja in čiščenja odpadnih voda bistveno spremeniti tudi v ruralnem okolju. To bo možno storiti predvsem z večjim varovanjem vodnih teles. Žal obstoječi predpisi na področju odvajanja in čiščenja voda tega ne predvidevajo.

2. Pregled stanja predpisov na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda

Vodna direktiva 2000/60/ES (v nadaljevanju: VD) [4] bistveno nadgrajuje zahtevo Direktive 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne vode [2] in njene dopolnitve Direktive

98/15/EGS [3]. VD se ne zadovolji le s čiščenjem komunalnih odpadnih voda v smislu izvajanja Direktive 91/271/EGS [2], temveč zahteva ustrezno upravljanje porečij. Pri ustreznem izvajanju zahtev VD se ne bi smelo zgoditi, da mala komunalna čistilna naprava (MKČN), ki deluje skladno s predpisi, prekomerno onesnažuje eno izmed Triglavskih jezer. Takšnih in podobnih primerov neustreznega odvajanja in čiščenja odpadnih voda v ruralnem okolju je v Sloveniji veliko. To ne preseneča, saj obravnava Direktiva 91/271/EGS predvsem čistilne naprave, ki so večje od 2000 PE . Področje odvajanja in čiščenja odpadnih voda za čistilne naprave manjše od 2000 PE je prepuščeno državam članicam. Pri tem morajo upoštevati tudi zahteve VD in nekatere, njej podrejene direktive. Slovenija je pri pripravi predpisov o odvajanju in čiščenju odpadnih voda očitno pozabila, da je več kot polovico ozemlja kraškega, da se večina prebivalcev oskrbuje z vodo iz podtalnice, da imamo kopalne vode v naravnem okolju, da imamo veliko ozemlja v Naturi 2000, itd.

Slovenska predpisa, ki obravnavata delovanje komunalnih čistilnih naprav sta "Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav" (Uradni list RS, št. 45/07, 63/09, 105/10 in 98/15) [12] in "Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav" (Uradni list RS, št. 98/07, 30/10 in 98/15) [11]. Ti uredbi zahtevata od MKČN, da sta na iztoku vrednosti KPK manj od 150 mg O_2/L in BPK_5 manj od 30 mg O_2/L. To velja za čistilne naprava velikosti do 2000 PE. Za male komunalne čistilne naprave pa je zahtevano le, da je na iztoku dosežen KPK manjši od 200 mg O_2/L. Zato ni čudno, da mala SBR ČN na planinski koči dosega predpisane učinke, a kljub temu prekomerno onesnažuje okolje. Za varovanje občutljivega vodnega telesa, kot je Triglavsko jezero, bi morala dosegati MKČN bistveno učinkovitejše čiščenje glede KPK, BPK_5, dušikovih in fosforjevih spojin. V takšnih primerih pa bi odpadna voda morala biti na iztoku MKČN tudi mikrobiološko očiščena. Takšnih zahtev zgoraj navedeni uredbi ne vsebujeta, zato sta po našem mnenju neskladni z VD.

Naši predpisi morajo na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda upoštevati tudi specifične zahteve direktiv, ki spadajo pod okvirno vodno direktivo, ki ustrezno skrbi za varovanje vodnih teles preko specifičnih direktiv, ki so namenjene problematiki vodooskrbe prebivalstva, kopanju, gojenju rib, školjk, itd. Tudi pri varovanju krasa, narodnih parkov, itd. se smiselno upošteva določila vodne direktive, kar je sicer podrobneje definirano v Direktivi 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst [7].

Vodna direktiva daje prednost vodi, ki je namenjena za prehrano ljudi. To področje je podrobno definirano v Direktivi 98/83/ES [8] in njeni dopolnitvi Direktivi (EU) 2015/1785 (9). Zagotavljanje ustrezne kakovosti kopalnih voda v naravnem okolju pa je definirano v Direktivi 2006/7/ES [4] o upravljanju kakovosti kopalnih voda. Ustrezna skrb za preprečevanje prekomernega onesnaževanja vodnih teles z nitrati je definirana v Direktivi 91/676/EGS o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov [9].

Obstaja še nekaj drugih direktiv, ki jih je potrebno upoštevati pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda. Med te spadata tudi Direktiva 2010/75/EU o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja okolja [5] in Direktiva 2008/98/ES o odpadkih [6].

Direktiva 2010/75/EU [5] zahteva uporabo najboljših razpoložljivih tehnologij (BAT). Zajema predvsem večje onesnaževalce, njena logika pa se uporablja splošno. Ta direktiva zahteva, da se uporablja pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda najboljša razpoložljiva tehnologija. To velja tudi pri ravnanju z odpadki, ki nastajajo pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda. Direktiva 2008/98/ES [6] bistveno spreminja odnos do odpadkov, ki nastajajo pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda.

Moderni trendi ravnanja z okoljem nadgrajujejo tudi EU direktive na področju odvajanja in čiščenja voda. Očiščena voda na iztoku iz čistilnih naprav postaja vedno bolj dragocena in se zato pogosto več ne izpušča v okolje, temveč se koristno porabi. Takrat so pomembni drugačni kriteriji, kot pri izpustu v okolje. Če se uporabi očiščena voda za namakanje v kmetijstvu, je zaželeno, da v vodi ostanejo nitrati in fosfati, ki so pomembno gnojilo – denitrifikacija in

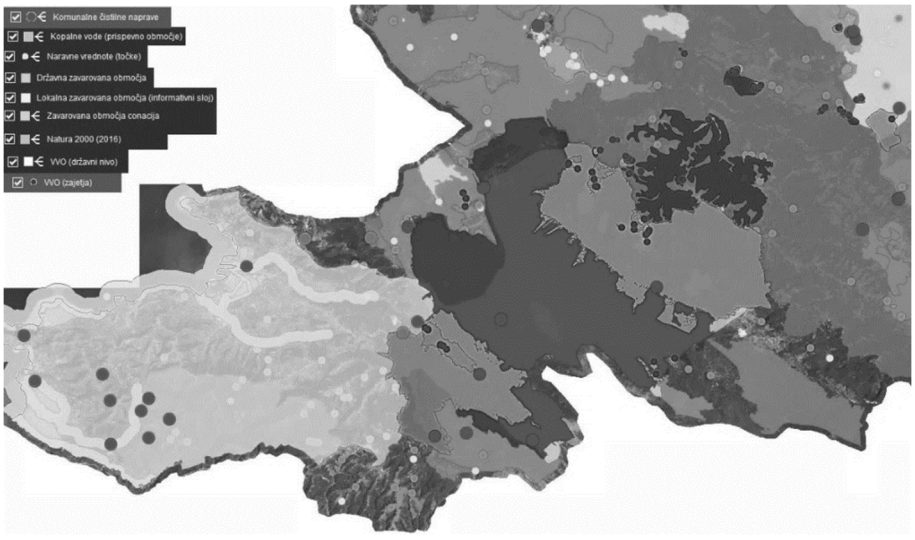
defosfatizacija v teh primerih nista potrebni. Če pa gre za pridelavo zelenjave, grozdja, sadja, pašnike, itd. je pomembno, da je voda mikrobiološko očiščena. Tudi v primeru, ko uporabimo očiščeno vodo za tehnološke namene, je v večini primerov važno, da je voda mikrobiološko očiščena.

3. Primeri območij z večjimi zahtevami pri čiščenju odpadnih voda

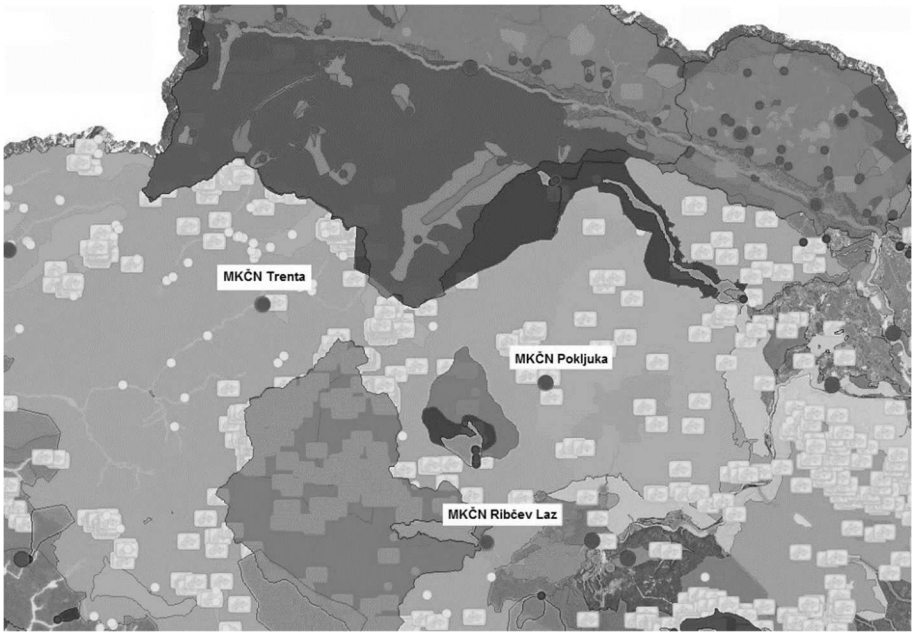
Na Sliki 1 je prikazano širše zaledje Kopra z malimi komunalnimi čistilnimi napravami, od katerih se zahteva, da na iztoku v odpadni vodi KPK ni večji od 150 mg O_2/L in BPK_5 ni večji od 30 mg O_2/L [1]. Za MKČN Kastelec, ki ima kapaciteto 50 PE, pa je dovolj, da KPK ni večji od 200 mg O_2/L. Iz slike je razvidno, da je celotno območje občutljivo zaradi dodatnih kriterijev, ki zahtevajo večjo skrb za varovanje vodnih teles. Takšne povečane skrbi za varovanje vodnih teles žal ne predvidevajo obstoječi predpisi, ki določajo višje mejne vrednosti emisij KPK pri komunalnih čistilnih napravah velikosti do 50 PE, vrednosti za BPK_5 pa niso določene.

Podobna situacija je tudi v drugih delih Slovenije, kamor spada tudi področje Triglavskega narodnega parka. Na Sliki 2 so narisane le MKČN kapacitete do 500 PE.

Če bi bila voda iz koprske KČN ustrezno mikrobiološko očiščena, ki se lahko uporabljala za namakanje v kmetijstvu (nekoliko večja vsebnost nitratov in fosfatov v primerjavi s pitno vodo ne bi bila moteča, ampak celo zaželena), kot tehnološka voda v industriji, avtopralnicah, industrijskih pralnicah, v luki Koper, itd. Uporabljala bi se lahko tudi kot (»siva«) sanitarna voda za splakovanje WC kotličkov. Tudi voda iz MKČN bi se lahko uporabljala za različne namene. Ker je v Sloveniji vode relativno veliko, ne obstaja resna potreba po masovni uporabi očiščene vode iz komunalnih čistilnih naprav. Obstaja pa potreba, da vodo bistveno bolj učinkovito očistimo zaradi tega, da ne onesnažujemo okolja.



Slika 1, Prikaz razporeditve komunalnih čistilnih naprav in vodnih zajetij v zaledju Kopra ter nekatera najpomembnejša občutljiva območja (atlas okolja, ARSO)



Slika 2, Prikaz območja Triglavskega narodnega parka z vrisanimi MKČN do 500 PE ter območji, ki zahtevajo večjo skrb pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda (atlas okolja, ARSO)

4. Zaključki

V velikem delu sveta primanjkuje sladke vode, zato se naj očiščena voda ponovno uporablja. Vendar pa so za veliko načinov ponovne rabe očiščene vode zahteve Direktive 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne vode [2] neprimerne. Vodo je namreč potrebno očistiti po kriterijih, ki so pomembni pri ponovni rabi vode. Takšno možnost morajo upoštevati predpisi, ki obravnavajo odvajanje in čiščenje odpadnih voda. Za Slovenijo bi torej predpisi morali dopustiti možnost ustrezne stopnje čiščenja odpadne vode tako, da bi se nato lahko uporablja v določene namene. Na primer, če bi vodo iz CČN Koper uporabljali za namakanje v kmetijstvu v poletnih mesecih, bi ta voda morala biti utrezno mikrobiološko očiščena, ne da bi bilo potrebno odstranjevanje dušikovih in fosforjevih spojin.

Za Slovenijo je vitalnega pomena, da bistveno bolj varuje vodna telesa, kot jih je varovala doslej. To je pomembno predvsem na občutljivem ruralnem območju. Učinkovito varovanje vodnih teles pred onesnaževanjem mora zajemati tudi učinkovito odvajanje in čiščenje odpadnih voda. Učinkovitost čiščenja srednjih in velikih KČN je po našem mnenju ustrezno urejena v EU direktivah in tudi v naših predpisih.

Zelo velik problem pa predstavljajo KČN velikosti do 2000 PE. Predpisani kriteriji za delovanje MKČN so povsem neprimerni za občutljiva ruralna območja. Takšna območja v Sloveniji zajemajo večji del ozemlja. Pri pripravi "Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav" (Uradni list RS, št. 98/07, 30/10 in 98/15) [11] smo nekateri strokovnjaki zahtevali, da se tudi od MKČN zahteva vsaj takšne učinke čiščenja, kot veljajo za velike KČN, kadar so locirane na občutljivih območjih. Vendar nismo bili uspešni. Kriteriji za MKČN do 50 PE so se v zadnji spremembi uredbe celo znižali.

Slabo očiščena odpadna voda ogroža vrsto naravnih vrednot, kot so: Škocjanske jame, Postojnska jama, Triglavska jezera, itd. Zato je skrajni čas, da se deklarativno okoljsko opredeljena politika začne izvajati tudi v praksi. Naše raziskave kažejo, da bolj učinkovito čiščenje odpadnih voda ni nujno tudi dražje. Male MBR ČN niso bistveno dražje od klasičnih ČN. Rastlinske čistilne naprave, ki lahko tudi ustrezno mikrobiološko očistijo odpadne vode,

pa so lahko celo cenejše. Tudi z nadgradnjo obstoječe tri prekatne greznice v rastlinsko gredo, lahko dobimo zelo učinkovito čistilno napravo, ki ne bo prekomerno onesnaževala okolja.

5. Viri

[1] ARSO, Atlas okolja, http://gis.arso.gov.si/ atlasokolja/profile.aspx?id =Atlas_ Okolja_ AXL@ Arso.

[2] EU, Direktiva 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne, Uradni list Evropske unije, L 135/40, 1991.

[3] Direktiva 98/15/ES o spremembi Direktive Sveta 91/271/EGS glede nekaterih zahtev, določenih v Prilogi I k Direktivi, Uradni list Evropske unije, L 67/29, 1998.

[4] EU, Direktiva 2000/60/ES o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike, Uradni list Evropske unije, L 327/1, 2000.

[5] EU, Direktiva 2010/75/EU o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja), Uradni list Evropske unije, L 334/17, 2010.

[6] EU, Direktiva 2008/98/ES o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv, Uradni list Evropske unije, L 312/3, 2008.

[7] EU, Direktivi 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst, 1992L0043 —SL — 01.01.2007 — 005.001— 1, 1992.

[8] EU, Direktiva 98/83/ES o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi, Uradni list Evropske unije, L330/32, 1998.

[9] EU, Direktiva (91/676/EGS) o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov, Uradni list Evropske unije, L 375/1.

[10] RS, Ustavni zakon o dopolnitvi III. Poglavja Ustave Republike Slovenije (UZ70a), Uradni list RS, št. 75, 2016.

[11] RS, Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 98/07, 30/10 in 98/15).

[12] RS, Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 45/07, 63/09, 105/10).

[13] RS, Strategija razvoja Slovenije 2014 – 2020 (osnutek), Ministrstvo za gospodarstvo, 2013.

RABA PODATKOV IN INFORMACIJ DRŽAVNEGA HIDROLOŠKEGA MONITORINGA

dr. Mira Kobold

Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Voda je ključni vremenski dejavnik, od katere je odvisno vso življenjsko okolje. Če je vode ravno dovolj, smo posamezniki in celotna družba zadovoljni. Če jo je preveč, imamo težave s poplavami, če premalo, pa s sušo. Agencija RS za okolje izvaja državni monitoring hidroloških pojavov z mrežo merilnih postaj, ki je bila v projektu BOBER skoraj v celoti posodobljena. Uvedba sodobnih merilnih metod in sistemov ter samodejni prenos podatkov zagotavljajo številne sprotne podatke in informacije ne samo strokovni, ampak tudi širši javnosti. Vključevanje podatkov v sisteme napovedovanja zagotavlja zanesljivejše modelske produkte ter izboljšano napovedovanje in opozarjanje pred izrednimi hidrološkimi in meteorološkimi dogodki, kar posredno vpliva na zmanjšanje števila človeških žrtev in gmotne škode. Zgodovinski hidrološki podatki so neprecenljiv vir podatkov za ocene vodne bilance in načrtovanje trajnostne rabe vode, za statistične analize hidroloških parametrov in analize trendov ter sprememb hidrološkega režima voda. Podatki državnega hidrološkega monitoringa so nepogrešljivi v procesih načrtovanja in upravljanja z vodami, rabe prostora in graditve objektov, pri proizvodnji električne energije, oceni kemijskega in ekološkega stanja voda, rekeracijski rabi voda in nenazadnje, v izobraževanju in raziskovalni dejavnosti.

Ključne besede:

hidrološki monitoring, merilna mreža, projekt BOBER, hidrološki podatki, hidrološki prognostični sistem, količinsko stanje voda, pretok

1. Uvod

Državni monitoring hidroloških pojavov, ki ga izvaja Agencija RS za okolje, obsega meritve in ocenjevanje količinskega stanja voda, ugotavljanje hidroloških značilnosti vodnih območij in vodnih teles, vodne bilance ter spremljanje, analiziranje in napovedovanje hidroloških sprememb na vseh elementih hidrološkega cikla na vodah. Hidrološki monitoring sestavljajo merilne postaje, ki merijo spremenljivke, potrebne za ugotavljanje vodnih količin in pretočnih režimov, s poudarkom na sprotnem ocenjevanju stanja površinskih voda in ocenjevanju dolgoročnih sprememb v vodnem krogu.

Med naloge državne hidrološke službe sodijo upravljanje in vzdrževanje državne mreže hidroloških postaj, izvajanje meritev, zbiranje in obdelovanje podatkov, ocenjevanje količinskega stanja voda ter proučevanje hidroloških pojavov, spremljanje hidroloških razmer in pripravljanje ter posredovanje hidroloških podatkov in napovedi, v primeru visokih voda in poplav pa tudi opozoril. Nadalje služba skrbi za vzpostavitev, vodenje in vzdrževanje zbirk podatkov monitoringa in hidrološkega informacijskega sistema, pripravo vodnih bilanc in ocen vodnih virov, objavo hidroloških podatkov in rezultatov hidroloških analiz ter izvrševanje mednarodnih obveznosti države s področja hidrološkega monitoringa in hidrološkega napovedovanja ter obveščanja.

Razvoj hidrološkega monitoringa v Sloveniji poteka po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije Guide to hydrological practices (WMO, No. 168). Že v preteklosti je bila merilna mreža načrtovana tako, da omogoča skladen in izčrpen pregled količinskega stanja površinskih voda in ostalih hidroloških parametrov (vodostaja in temperature vode ter vsebnosti suspendiranega materiala, na morju pa valovanja, plimovanja, morskega toka in temperature morja). Za hidrološko spremljanje in napovedovanje hidroloških razmer ter opozarjanje pred škodljivim delovanjem voda je pomembno, da je mreža merilnih mest zasnovana tako, da so podatki dosegljivi v realnem času, lokacije vodomernih postaj pa naj bi bile gorvodno od poplavno ogroženih območij.

Sistem hidroloških opazovanj in meritev kot tudi število vodomernih postaj se je v zgodovini na območju Slovenije spreminjalo in prilagajalo trenutnim potrebam in razvoju merilne opreme (Bat, 2008). Izbor merilnih mest, ki sodijo v mrežo državnega hidrološkega monitoringa, ustreza več kriterijem. Osnovni kriterij je vodozbirno zaledje oz. vodno telo površinske vode. Merilno mesto mora pri pridobivanju hidroloških podatkov ustrezati zahtevam za ocenjevanje hidrološkega stanja površinskih voda, vodnega bilanciranja, načrtom upravljanja z vodami v smislu rabe vode in rabe prostora, oceni količinskega stanja površinskih in podzemnih voda ter ocenjevanju kemijskega in ekološkega stanja voda. Kriterij so tudi mejni in čezmejni vodotoki, saj se podatki mejnih profilov meddržavno izmenjujejo in usklajujejo.

2. Stanje po zaključku projekta BOBER

Agencija RS za okolje je med letoma 2009 in 2015 izvajala projekt »Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji«, poimenovan s kratico BOBER, kar pomeni Boljše Opazovanje za Boljše Ekološke Rešitve (ARSO, 2010). Osnovni cilj projekta je bil zagotoviti zanesljive, kakovostne in prostorsko reprezentativne meteorološke in hidrološke podatke, ki bodo omogočili celovito spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji ter natančnejše napovedovanje vremenskih in hidroloških razmer, še posebej poplav. Vrednost projekta je bila 33 milijonov EUR, od tega je Kohezijski sklad EU prispeval 85 %, proračun RS pa 15 %.

Največji investicijski projekt v zgodovini meteorološke in hidrološke službe je agencija uspešno zaključila ter tudi predstavila rezultate projekta (ARSO, 2015; Roškar, 2015). Največji del projekta je bil namenjen izgradnji merilne infrastrukture na 281 merilnih mestih, od katerih jih je največ, 145 na površinskih vodah, 46 na podzemnih vodah, 90 pa je meteoroloških postaj. Posodobljena merilna mreža omogoča sproten dostop do številnih okoljskih podatkov. Postavljen je bil nov vremenski radar na Pasji ravni ter posodobljen radar na Lisci. Rezultat obeh radarjev je integrirana radarska slika, ki pokriva celotno Slovenijo in bližnjo okolico. Agencija RS za okolje je bogatejša za nov laboratorijski prizidek, kjer so ustrezne prostore za svoje delovanje dobili kemijsko-analitski, biološki in umerjevalni laboratorij ter meteorološka in hidrološka prognostična služba. Nova je tudi oprema za umerjanje merilnih naprav in laboratorijski instrumenti, ki ustrezajo najnovejšim analitskim standardom. Služba za morsko meteorologijo in oceanografijo je dobila svoje prostore v Izoli. Razvita in vzpostavljena so bila operativna modelska orodja: hidrološki prognostični sistem za spremljanje in napovedovanje stanja slovenskih rek, morski prognostični sistem za napovedovanje stanja morja v Sloveniji (morskih tokov, valovanja in plimovanja morja ter širjenje oljnih madežev), sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije in sistem za spremljanje kmetijske suše. Za obvladovanje in hrambo podatkov je bila posodobljena računalniška infrastruktura ter nabavljen nov visoko zmogljiv računanik za poganjanje modelov.

2.1 Pomen pridobitve novih hidroloških merilnih mest

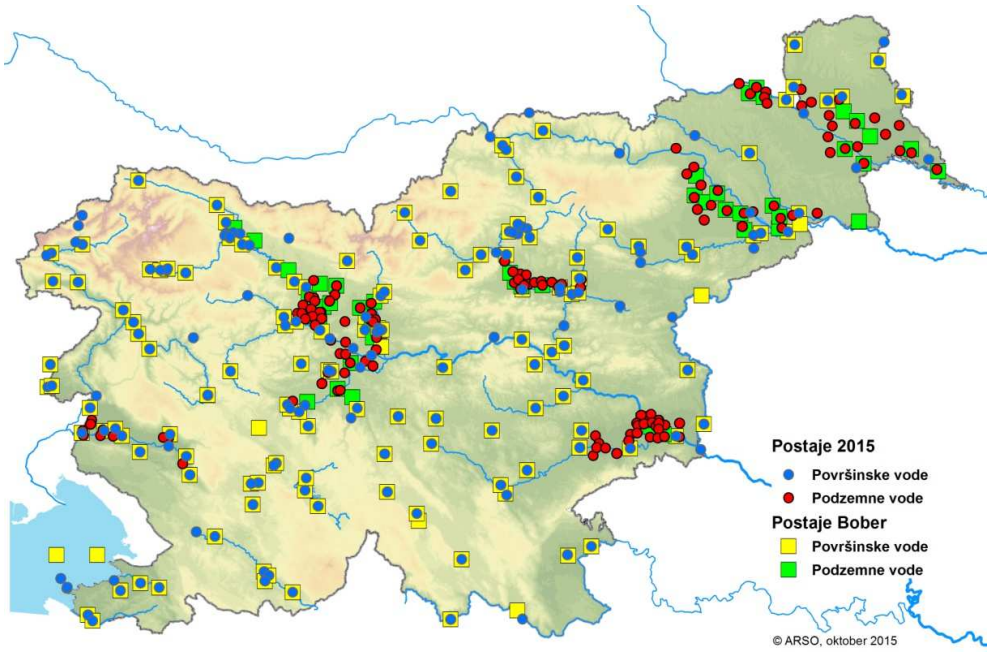
Ko smo leta 2007 pripravljali strokovna izhodišča za projekt (Kobold et al., 2007), je bila opremljenost merilnih mest na površinskih vodah zelo različna. Uporabljali smo različne tipe limnigrafov in zapisovalnikov podatkov, na četrtini postaj pa so honorarni opazovalci enkrat

ali večkrat dnevno beležili podatke. Samodejni prenos podatkov v center na sedežu ARSO je potekal s 34 vodomernih postaj. Vsa porečja oziroma večji vodotoki tudi niso bili pokriti s samodejnimi postajami in prognostična služba, ki vsakodnevno spremlja hidrološke razmere slovenskih rek, analizira podatke, izdaja poročila in napovedi ter ob izrednih hidroloških razmerah opozorja na nevarnost pred poplavami in drugimi izrednimi hidrološkimi dogodki, ni imela celovitega pregleda nad stanjem vodnatosti rek po državi. Sprotni podatki s samodejnih merilnih postaj so zato nepogrešljivi za redno spremljanje hidrološkega stanja in za pripravo zanesljivih hidroloških napovedi ter opozoril.

V okviru projekta BOBER je bila posodobljena skoraj celotna mreža hidroloških merilnih mest, nekaj postaj je bilo na novo zgrajenih (slika 1). Od leta 2016, ko se je projekt v celoti zaključil, poteka hidrološki monitoring površinskih voda na 196 merilnih mestih, od tega je 182 samodejnih postaj s sprotnim prenosom podatkov. V ta nabor so vključene tudi tri oceanografske boje, kjer se spremlja morski tok, valovanje in temperatura morja. V programu hidrološkega monitoringa, ki ga agencija letno objavi na svoji spletni strani, je podan nabor merilnih mest z navedbo merjenih parametrov, postopkov in pogostostjo meritev. Pri vsem tem je za zagotavljanje kakovosti podatkov z merilnih mrež ključno redno vzdrževanje merilnih mest in merilne opreme ter sprotno odpravljanje napak v delovanju merilnih postaj.

Uvedba sodobnih merilnih metod in sistemov, samodejni prenos podatkov in avtomatska predhodna kontrola podatkov zagotavljajo številne sprotne podatke in informacije ne samo strokovni, ampak tudi širši javnosti. Podatki novo zgrajenih samodejnih postaj so preko informacijskega sitema ARSO prenašajo in osvežujejo na 10 minut. Vključevanje vseh teh podatkov v sisteme napovedovanja zagotavlja zanesljivejše modelske produkte ter pravočasno in natančnejše opozarjanje na visoke vode in poplave.

S hidrološkim prognostičnim sistemom, ki ga je agencija vzpostavitvila v projektu BOBER (Petan et al., 2015), je hidrološka služba dobila operativno orodje za spremljanje in napovedovanje stanja slovenskih rek. Modelske točke, v katerih se računajo hidrološki parametri, so usklajene z mrežo vodomernih postaj. Pri tem je pomembno tudi, da na teh lokacijah razpolagamo z dolgoletnim nizom opazovanj, saj so zgodovinski podatki osnova za določitev hidroloških statistik in kazalcev ter določitev mejnih in opozorilnih vrednosti. Vhodni podatki v hidrološki prognostični sistem so meritve in napovedi meteoroloških spremenljivk kot tudi izmerjeni pretoki rek. Rezultati sistema se obnavljajo vsako uro in omogočajo napoved stanja slovenskih rek za šest dni vnaprej. Hidrološke napovedi in opozorila so pomemben člen v sistemu zgodnjega opozarjanja na poplave in zaščite pred njimi. Napovedi pretokov so uporabne tudi v gospodarskih panogah, na primer v elektrogospodarstvu, kmetijstvu, turizmu in drugih družbenih dejavnostih.



Slika 3: Lokacije hidroloških merilnih mest celotne mreže po končanju projekta BOBER (vir: ARSO)

2.2 Kontrola in dostopnost podatkov

Vsi podatki, pridobljeni s hidroloških merilnih mest, se pred objavo podatkov in arhiviranjem v podatkovni zbirki predhodno kontrolirajo in strokovno obdelajo preko osnovnih in višjih obdelav. Osnovna obdelava temelji na predhodni kontroli vseh podatkovnih virov z rezultati kontrolnih meritev vodostajev in temperature vode. Za kratkotrajne izpade se izvede dopolnitev oz. korelacija manjkajočih podatkov. V sklopu višjih obdelav se izdela pretočne krivulje, s katerimi določamo odnose med meritvami vodostajev in pretoki rek. Na osnovi pretočnih krivulj se izdela preračun vodostajev v pretoke, izvede se pretvorbe urnih v dnevne vrednosti, bilančne izravnave in usklajevanje pretokov vzdolž vodotokov. Dokončno obdelani in verificirani podatki se arhivirajo v zbirko hidroloških podatkov Agencije RS za okolje, uporabniki pa jih lahko črpajo iz zbirke hidroloških podatkov površinskih voda preko spletne strani agencije (http://www.arso.gov.si/).

Podatki samodejnih merilnih mest se sprotno objavljajo na spletnih straneh Agencije RS za okolje. Prenos podatkov samodejnih postaj poteka blizu realnega časa z do polurnim časovnim zamikom pri posredovanju podatkov v podatkovno zbirko ARSO. Prikazani hidrološki podatki imajo zaradi samodejnega prenosa iz hidroloških postaj in prvostopenjske avtomatske kontrole zgolj začasni in splošno informativni pomen. Zaradi spreminjanja hidrometričnega razmerja vodostaj – pretok, ki izhaja predvsem iz posebnosti pretočnih režimov, se lahko v postopku obdelav pred uradno objavo izvedejo tudi značilno pomembni popravki podatkov.

Iz arhivskih hidroloških podatkov se izvajajo obdobne statistične analize značilnih vrednosti hidroloških parametrov, krivulje trajanja, izračun povratnih dob, analize trendov in sprememb režima površinskih voda, ter študije izrednih hidroloških dogodkov in pojavov. Podatki hidrološkega monitoringa površinskih voda se objavljajo v mesečnem biltenu in tekočih publikacijah Agencije RS za okolje.

3. Kdo so uporabniki podatkov državnega hidrološkega monitoringa

Podatki državnega hidrološkega monitoringa so namenjeni strokovni in splošni javnosti in služijo za različne namene rabe kot so:

- napovedovanje in izdajanje opozoril pred škodljivim delovanjem voda za zaščito življenj in zmanjšanje materialne škode,
- načrtovanje in upravljanje z vodami,
- raba prostora in graditev objektov,
- izdelava poplavnih kart,
- proizvodnja energije,
- spremljanje okoljskih razmer in zaščita vodnih habitatov,
- zaščita kakovosti vode in urejanje izpustov škodljivih snovi,
- upravljanje vodnih pravic in vprašanja čezmejnih voda,
- turistična in rekreacijska raba,
- izobraževanje in raziskave.

Vsaka od naštetih kategorij rabe ima vrsto uporabnikov in rab podatkov ter upravičencev.

Na področju obvladovanja poplavne ogroženosti so podatki hidrološkega monitoringa ključni pri napovedovanju poplav, opozarjanju pred poplavami in interventnem ukrepanju. Državna hidrološka prognostična služba izvaja proces dnevnega spremljanja in napovedovanja hidroloških razmer ter opozarjanja pred izrednimi hidrološkimi pojavi v smislu varovanja imetja, zdravja in življenj ter zmanjšanja posledic škodljivega delovanja voda. Strokovnim službam in javnosti dnevno posreduje hidrološka poročila o trenutnih in predvidenih hidroloških razmerah. V primeru visokih voda in poplav izdaja opozorila o izrednih hidroloških razmerah, v primeru daljših sušnih obdobij pa bilten o hidrometeoroloških razmerah v Sloveniji.

Podatki hidrološkega monitoringa so osnova za umerjanje hidroloških in hidravličnih modelov in za določevanje in kartiranje poplavnih območij, izdelavo poplavnih kart, načrtovanje protipoplavnih gradbenih ukrepov, pripravo načrtov zaščite in reševanja ter dokumentiranje in analiziranje poplavnih dogodkov. Nepogrešljivi so v procesih načrtovanja in upravljanja z vodami ter rabe prostora in graditve objektov, v zadnjih letih pa tudi v zavarovalništvu za zavarovanje premoženja pred poplavami.

S podatki hidrološkega monitoringa zagotavljamo hidrološke podatke za oceno kemijskega in ekološkega stanja vodnih teles površinskih voda za mesta vzorčenja, ki so vključena v monitoring stanja voda. Hidrološki podatki so tudi element hidromorfološkega vrednotenja stanja voda, kar izhaja iz zahtev Okvirne vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES).

Nekatere rabe hidroloških podatkov izhajajo direktno iz zakonodajnih predpisov. V postopku izdaje vodnega dovoljenja za rabo vode so izhodišča za določitev ekološko sprejemljivega pretoka podatki o srednjih malih pretokih (sQnp) in srednjih pretokih (sQs), ki jih zagotavlja agencija iz podatkov državnega hidrološkega monitoringa (Uradni list RS, št. 97/09). V kolikor za mesto odvzema ne obstajajo podatki državnega hidrološkega monitoringa, se izdela ocena srednjega malega in srednjega pretoka za mesto odvzema z izračuni na podlagi podatkov o razmerjih pretoka in velikostih prispevnih površin hidrološko podobnega povodja ali porečja. Imetniki vodnih pravic lahko za spremljanje ekološko sprejemljivega pretoka uporabljajo ustrezno mersko mesto državne hidrološke mreže. Ocena srednjega malega pretoka se določa tudi za mesta iztokov odpadnih vod v vodotok za izračun mejnih vrednosti parametrov onesnaženosti (Uradni list RS, št. 64/12).

Zelo narašča tudi uporaba hidroloških podatkov za rekreativne in turistične namene v dejavnostih kot so ribolov, veslanje, rafting, kajakaštvo in drugi vodni športi ter dejavnosti na vodi. Zaradi ugodnih temperatur vode v poletnih mesecih in dobrega stanja voda je v Sloveniji vedno več območjih kopalnih voda na rekah in jezerih, kjer je poleg pretoka ali višine vode pomemben podatek tudi o temperaturi vode, ki se meri na večinoma vseh samodejnih postajah.

Z analizo arhivskih podatkov hidrološkega monitoringa ugotavljamo spremembe vodnega režima in časovne spremembe ter trende hidroloških spremenljivk v prostoru (Kobold et al., 2012). Za analize časovnih vrst in razumevanje vpliva podnebnih sprememb so zlasti pomembni dolgoletni zgodovinski nizi podatkov. Variabilnost v hidrologiji je pomembna tema v številnih raziskavah, zlasti v povezavi s podnebnimi spremembami. Dosledno merjeni nepristranski podatki so osnova za modeliranje kompleksnih interakcij med fizikalnimi in naravnimi sistemi. Podatki monitoringa, zgodovinski in sprotni, imajo zato veliko vrednost za študente, raziskovalce in znanstvene organizacije.

4. Zaključki

Naloge državne hidrološke službe so izvajanje in načrtovanje državnega hidrološkega monitoringa, spremljanje, napovedovanje in obveščanje o hidroloških razmerah ter opozarjanje pred izrednimi hidrološkimi pojavi, obdelava in hramba podatkov ter zagotavljanje njihove kakovosti ter dostopnosti do podatkov, preučevanje hidroloških pojavov in razvoj analitskih in prognostičnih metod, priprava hidroloških analiz in ocen količinskega stanja voda, analiza vodne bilance in analize prihodnjih razmer vključujoč podnebne spremembe, ter zagotavljanje informacij za potrebe drugih državnih organov.

Vrednost podatkovnih zapisov s časom narašča. Za analize trendov so pomembni dolgi, neprekinjeni nizi podatkov. Med najstarejše danes delujoče vodomerne postaje na površinskih vodah v Sloveniji sodijo Litija na Savi, Nazarje in Laško na Savinji, Vrhnika na Ljubljanici, Hasberg na Unici in Gornja Radgona na Muri (Bat, 2008). Predvsem za analize podnebnih sprememb so močno zaželjene dolge časovne vrste hidroloških podatkov, ki bi omogočale tudi dolgoročno oceno in napoved učinkov naravnih in antropogenih procesov. Vendar je bilo zveznost hidroloških meritev vedno težko zagotavljati. Do prekinitev opazovanj je prihajalo zaradi različnih vzrokov (vojne, regulacije, melioracije, energetska raba voda idr.) ali prestavitve postaje na drugo hidrološko ustreznejšo lokacijo. Kljub temu pa podatkovna zbirka državnega hidrološkega monitoringa nudi bogat in neprecenljiv vir podatkov. Z večanjem vedenja o vremenu in podnebju lahko zmanjšujemo tveganja in škode, ki jim je v primeru nevarnih in izjemnih vremenskih pojavov izpostavljeno naše celotno okolje.

Za obvladovanje poplavne ogroženosti, kar je zahteva Poplavne direktive (Direktiva 2007/60/ES) je ključno, da je monitoring hidroloških in meteoroloških pojavov čimbolj avtomatiziran in povezan v skupen informacijski sistem, postaje pa na ustreznih lokacijah gorvodno od poplavno ogroženih območij. Bolj gosta mreža ustrezno lociranih samodejnih postaj pride do izraza predvsem v času pred in med poplavnim dogodkom. Z vidika poplavne ogroženosti območij pomembnega vpliva poplav, ki jih je določila država (MOP, 2016), bo potrebno na sedanje stanje po projektu BOBER preveriti, ali je obstoječa hidrološka merilna mreža zadostna. Želje po širitvi hidrološke mreže s strani različnih uporabnikov podatkov v Sloveniji vsekakor obstajajo.

5. Viri

[1] ARSO, 2010. Predstavitev projekta Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji. Predstavitvena publikacija, Agencija RS za okolje, Ljubljana.

[2] ARSO, 2015. Dosežki projekta Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji. Predstavitvena publikacija, Agencija RS za okolje, Ljubljana.

[3] BAT, M., 2008. 60 let slovenske državne hidrološke službe. *Bilten Agencije RS za okolje, letnik XV*. Posebna izdaja, 27-34.

[4] KOBOLD, M., POLAJNAR, J., FRANTAR, P., ANDJELOV, M., TRIŠIĆ, N., ULAGA, F., LALIĆ, B., BAT, M., VODENIK, B., 2007. Strokovna izhodišča za razširitev in posodobitev merilne mreže hidrološkega monitoringa površinskih voda. Poročilo, Agencija RS za okolje, Ljubljana.

[5] KOBOLD, M., DOLINAR, M., FRANTAR, P., 2012. Spremembe vodnega režima zaradi podnebnih sprememb in drugih antropogenih vplivov. V: M. Brilly, ur. *1. Kongres o vodah Slovenije*, Zbornik prispevkov, Ljubljana, 7-22.

[6] MOP, 2016. Poročilo o določitvi območij pomembnega vpliva poplav v Republiki Sloveniji in spremljanju aktivnosti obvladovanja poplavne ogroženosti na območjih pomembnega vpliva poplav. Dostopno na:

http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/voda/poplavna_direktiva/ [16. december 2016]

[7] PETAN, S., GOLOB, A., MODERC, M., 2015. Hidrološki prognostični sistem Agencije Republike Slovenije za okolje. *Acta hydrotechnica*, 28/49, 119-131.

[8] ROŠKAR, J., 2015. BOBER Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji. *Vetrnica*, 08/15, glasilo Slovenskega meteorološkega društva, 38-53.

SLOVENSKA MREŽA OPAZOVANJ IZOTOPSKE SESTAVE PADAVIN (SLONIP) – PREGLED IN MOŽNOST UPORABE PRI UPRAVLJANJU Z VODNIMI VIRI

dr. Polona Vreča[1], dr. Tjaša Kanduč[1], dr. David Kocman[1], dr. Sonja Lojen[1], Johanna Amalia Robinson[1, 2], dr. Marko Štrok[1]

[1]Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, [2]Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Padavine so pomemben del hidrološkega kroga, saj predstavljajo ključni vir vode na kopnem. Poznavanje njihove izotopske sestave v posameznih porečjih nam omogoča sledenje izvora površinskih in podzemnih vod ter določitev dinamičnih značilnosti znotraj posameznih vodnih teles. V Sloveniji potekajo raziskave izotopske sestave padavin že več kot 40 let. V prispevku predstavljamo razvoj Slovenske mreže opazovanj izotopske sestave padavin (SLONIP) od leta 1972 do danes. Predstavljeni so rezultati pregleda zbranih podatkov o izotopski sestavi padavin (vzorčenju, analiznih metodah, dostopnih rezultatih, obdelavah podatkov) na osnovi katerih smo identificirali pomanjkljivosti predhodnih raziskav in izdelali priporočila za nadaljnje raziskave pri katerih je glavni cilj izdelava kart prostorske porazdelitve izotopske sestave padavin v Sloveniji. Glavna pomanjkljivost je, da SLONIP ni organizirana na nacionalnem nivoju in da potekajo raziskave pretežno v okviru kratkotrajnih raziskovalnih projektov, ki jih izvajajo različne skupine raziskovalcev. Ker so podatki o izotopski sestavi padavin uporabni tako za upravljanje z vodnimi viri, v klimatskih raziskavah in ugotavljanju geografskega porekla hrane, bi bilo smiselno po vzoru razvitih držav (npr. Švica in Nemčija) osnovati tudi v Sloveniji nacionalno mrežo opazovanj, ki bi obsegala sistematično spremljanje izotopske sestave padavin ter površinskih in podzemnih vod na izbranih lokacijah.

Ključne besede:
izotopska sestava, kisik, vodik, padavine, vodni viri

1. Uvod

Za razumevanje kroženja vode in raziskave vodnih virov predstavljajo uporabno sledilo naravni izotopi vodika (^{1}H, ^{2}H, ^{3}H) in kisika (^{16}O, ^{17}O in ^{18}O), ki sestavljajo molekulo vode v različnih kombinacijah (npr. $^{1}H_2{}^{16}O$). Med naštetimi izotopi je radioaktiven le tritij (^{3}H) z razpolovno dobo 12,32 let (Lucas in Unterweger, 2000), vsi drugi izotopi so stabilni. Veda, ki proučuje kroženje vode v naravi s pomočjo poznavanja izotopske sestave posameznih komponent vodnega kroga, je izotopska hidrologija. Padavine so pomemben del vodnega kroga saj predstavljajo ključni vir vode na kopnem. Zato je razumevanje nastanka padavin kot tudi znanje o časovnih in prostorskih spremembah v količini, pogostosti ter izotopski sestavi padavin izredno pomembno za vodno bilanco (Gat, 1996). Podatki o izotopski sestavi padavin so uporabni predvsem v hidroloških in hidrogeoloških raziskavah, pa tudi v klimatskih, paleoklimatskih in ekoloških raziskavah ter pri ugotavljanju geografskega porekla hrane (Terzer in sod., 2013). S pomočjo poznavanja izotopske sestave posameznih komponent vodnega kroga ter meteoroloških, hidroloških in hidrogeoloških lastnosti območja lahko

določimo območje napajanja vodotokov in vodonosnikov, sezonsko odvisnost, zadrževalne čase, hitrost mešanja in kroženje vode (Gat, 1996).

Zaradi razlik v izotopski sestavi posameznih komponent vodnega kroga in pomenu padavin za napajanje vodnih teles je Mednarodna agencija za atomsko energijo (Internationa Atomic Energy Agency – IAEA) ustanovila globalno mrežo za opazovanje izotopske sestave padavin (Global Network of Isotopes in Precipitation – GNIP), ki deluje od leta 1961 dalje. Baza GNIP vsebuje podatke o razmerjih stabilnih izotopov vodika in kisika podanimi z vrednostmi δ (δ^2H, δ^{18}O izraženo v ‰) ter o aktivnostih tritija (^{3}H izraženo v tritijevih enotah TU, pri čemer ustreza 1 TU = 0,118 BqL^{-1}). Po vzoru GNIP delujejo v Evropi tudi nekatere nacionalne mreže za opazovanje izotopske sestave padavin, npr. v Švici (Schürch in sod., 2003) in Nemčiji (Stumpp et al., 2014), kjer imajo za potrebe nacionalnega upravljanja vodnih virov vzpostavljene tudi mreže opazovanj izotopske sestave površinskih in podzemnih vod.

Podnebje v Sloveniji, ki je zelo raznoliko, določajo številni dejavniki, med katerimi so najpomembnejši geografska lega, razgiban relief, usmerjenost gorskih grebenov in bližina morja. Tako imamo tri prevladujoče tipe podnebja (celinsko, subalpsko oziroma alpsko in submediteransko), na posameznih območjih pa se njihovi vplivi prepletajo (Dolinar in sod., 2008). Porazdelitev padavin v Sloveniji se časovno in prostorsko zelo spreminja, to pa vpliva tako na odtok kot na podzemno vodo, ki se napaja preko padavin in površinskih vod ter je akumulirana pretežno v dobro prepustnih vodonosnikih z medzrnsko, razpoklinsko, kraško in mešano poroznostjo. Glavni vir pitne vode v Sloveniji predstavlja podzemna voda, zato je zelo pomembno poznavanje njenega izvora ter narave infiltracije in zadrževalnih časov vode v vodonosnikih. Zaradi navedenega se izotopsko hidrološke raziskave že več kot 40 let izvajajo tudi v Sloveniji. Del teh raziskav predstavlja spremljanje izotopske sestave padavin, ki pa se ne izvaja v okviru nacionalne mreže opazovanj. Zato tudi ni na voljo enotna baza podatkov za nacionalne potrebe upravljanja vodnih virov ter ostale aplikacije. V prispevku predstavljamo zgodovino razvoja Slovenske mreže opazovanj izotopske sestave padavin (SLONIP), glavne pomanjkljivosti preteklih raziskav in priporočila za nadaljnje delo ter nekaj primerov uporabe obstoječih podatkov v praksi.

2. Zgodovinski pregled raziskav izotopske sestave padavin v Sloveniji

Zgodovinski pregled raziskav izotopske sestave padavin v Sloveniji povzemamo po Vreča in Malenšek (2016), ki sta opravili pregled dostopne literature in podatkov za obdobje 1972−2015. Izotopska sestava padavin je bila v Sloveniji prvič spremljana v času od 1972−1975 v okviru raziskav podzemnih vod v porečju reke Ljubljanice, ko so bile opravljene raziskave na meteoroloških postajah v Šmarati, Postojni in Logatcu. Izotopska sestava vod je bila določena v Nemčiji in Avstriji. Z uvedbo merskih tehnik, ki so potrebne za določanje razmerij stabilnih izotopov kisika in vodika v vodi, se je v Sloveniji na Institutu "Jožef Stefan" (IJS) v zgodnjih 1980ih letih pričelo prvo sistematično spremljanje izotopske sestave mesečnega kompozita padavin in sicer leta 1981 na sinoptični postaji Ljubljana−Bežigrad na takratnem Hidrometeorološkem zavodu Slovenije (danes Agencija Republike Slovenije za okolje - ARSO, Tabela 1). Izotopska sestava razmerij stabilnih izotopov kisika in vodika v mesečnih vzorcih padavin je bila določena na IJS, aktivnost tritija pa je bila določana na Institutu Ruđer Bošković (IRB) v Zagrebu. Vzpostavljeno je bilo sodelovanje z IAEA, ki je potekalo v Jugoslaviji preko IRB, kjer so bili zadolženi za skupno poročanje izotopske sestave padavin v Zagrebu in Ljubljani v mednarodno bazo podatkov GNIP do konca leta 2003. V letu 1993 je bilo zbiranje padavin preseljeno iz postaje Ljubljana−Bežigrad na IJS (postaja Ljubljana−IJS, Tabela 1), septembra 2000 pa smo postajo preselili na Reaktorski center Podgorica, IJS (postaja Ljubljana−Reaktor, Tabela 1). Podatke smo poročali IAEA in so bili objavljeni v IAEA tehničnih poročilih in v mednarodni bazi podatkov GNIP. V letu 2008 je bil opravljen prvi podroben pregled in obdelava vseh podatkov zbranih v obdobju 1981−2006, v letu 2014 pa so bili zbrani in obdelani še podatki za obdobje 2007−2010 (Vreča in sod., 2008,

2014). Obdelava podatkov zbranih po letu 2011 poteka in bo predvidoma zaključena v letu 2017.

Spremljanje izotopske sestave padavin je izvajal IJS zvezno in sistematično do leta 2000 samo v Ljubljani (Tabela 1). Krajši mesečni monitoring pa je bil izveden v letih 1999 in 2000 tudi na padavinski postaji ARSO Sela na Krasu (Tabela 1). Zaradi geografske raznolikosti Slovenije, ki vpliva na podnebne razmere in uporabnosti izotopov molekule vode v raziskavah kraških vodonosnikov na območju SZ Slovenije, smo mrežo opazovanj izotopske sestave padavin v letu 2000 razširili in pričeli z rednim mesečnim spremljanjem na dveh postajah, in sicer na ARSO sinoptični postaji letališče Portorož in padavinski postaji Kozina (Tabela 1). Zaradi pomanjkanja finančnih sredstev smo nadaljevali z rednim spremljanjem od leta 2004 le na letališču Portorož. Podatki za Kozino so bili objavljeni v mednarodni bazi podatkov GNIP. Podatki za letališče Portorož so bili zbrani in obdelani za obdobji 2000−2006 in 2007−2010 (Vreča in sod., 2011, 2015), v bazi GNIP pa so dostopni le do leta 2006. Obdelava podatkov zbranih po letu 2011 poteka in bo predvidoma zaključena v letu 2017.

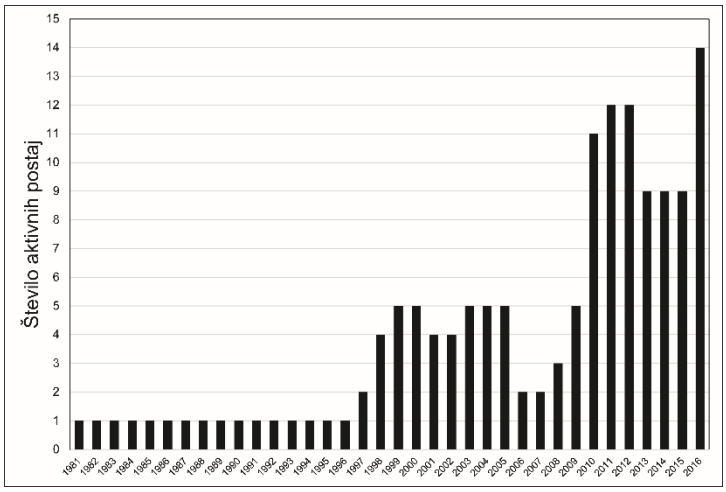
Tabela 1 Lokacije vzorčenja znotraj SLONIP, koordinate in nadmorska višina ter obdobje vzorčenja (n.p. – ni poročano). Podatki za lokacije 1 do 24 so povzeti po Vreča in Malenšek (2016).

	Lokacija vzorčenjax (x… tip postaje)	**Koordinate (N, E)**		**Nadmorska višina (m)**	**Obdobje vzorčenja**
1a	Ljubljana–Bežigrad	46º03'56"	14º30'45"	299	1981–1992
1b	Ljubljana–IJS	46º02'31"	14º29'16"	292	1993–08/2000
1c	Ljubljana–Reaktor	46º05'41"	14º35'50"	282	09/2000–
2	Letališče Portorož	45º28'31"	13º36'58"	2	10/2000–
3	Kozina	45º36'15"	13º55'54"	486	10/2000–12/2003
4	Dvor	45º48'12"	14º57'41"	195	2009–2012
5	Postojna	45º45'58"	14º11'34"	533	2009–
6	Kredarica	46º22'45"	13º50'57"	2514	03/2010–
7	Rateče	46º29'50"	13º42'47"	864	03/2010–
8	Bohinjska Češnjica	46º17'39"	13º56'32"	595	03/2010–06/2014
9	Zgornja Radovna	46º25'42"	13º56'36"	750	04/2010–
10	Podljubelj	46º23'48"	14º17'17"	740	03/2010–06/2014
11	Velenje	46º21'36"	15º07'43"	433	09/2012–05/2015
12	Murska Sobota	46º39'08"	16º11'29"	189	2015–
13	Kleče	n.p.	n.p.	n.p.	1997–1998
14	Blatnik	45º38'40"	15º07'50"	493	1998–1999
15	Ponikve	45º38'20"	15º04'44"	830	1998–1999
16	Sinji vrh	n.p.	n.p.	n.p.	1999–2000
17	Sela na Krasu	45º49'15"	13º37'38"	270	08/1999–10/2000
18	Selniška Dobrava	46º32'	15º28'	295	1/2001–10/2005
19	Pivovarna Union, Ljubljana	n.p.	n.p.	n.p	07/2003–06/2005
20	Postojnska jama	n.p.	n.p.	n.p.	2004–2005
21	Rogaška Slatina	n.p.	n.p.	n.p.	2008–2010
22	Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna	n.p.	n.p.	n.p.	03/2010–02/2011

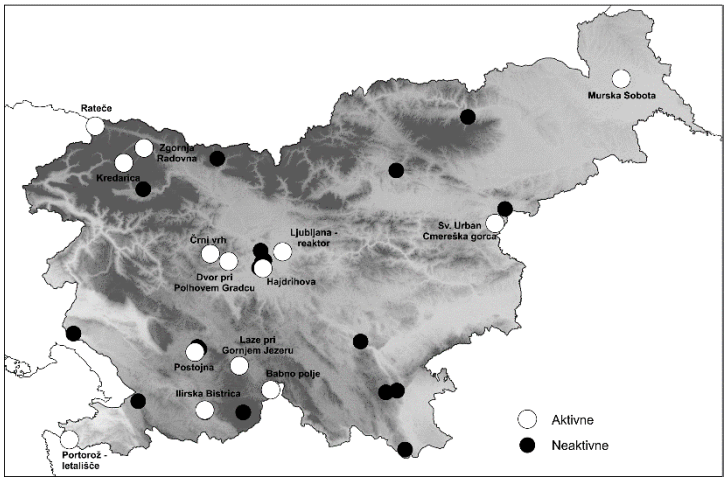
	Lokacija vzorčenjax (x… tip postaje)	Koordinate (N, E)		Nadmorska višina (m)	Obdobje vzorčenja
23a	Ilirska Bistrica	n.p.	n.p.	1043	03/2011–02/2012
23b	Ilirska Bistrica	45º34'40"	14º14'26"	439	05/2016 –
24	Snežnik	n.p.	n.p.	1300	03/2011–03/2012
25	Sv. Urban, Cmereška gorca	46º11'11"	15º35'27"	320	10/2015–
26	Hajdrihova, Ljubljana	46º02'30"	14º29'34"	292	05/2016 –
27	Laze pri Gornjem Jezeru	45º43'23"	14º23'56"	594	05/2016 –
28	Babno polje	45º38'43"	14º32'42'	754	05/2016 –
29	Črni vrh	46º05'12"	14º15'35"	785	05/2016 –
30	Dvor pri Polhovem Gradcu	46º03'44"	14º20'42"	346	05/2016 –

Po letu 2008 je pričelo število lokacij vzorčenja hitro naraščati (Slika 1). Raziskovalci IJS smo pričeli s spremljanjem izotopske sestave padavin na ARSO klimatološki postaji Postojna (Tabela 1) in na ARSO padavinski postaji Dvor (Tabela 1). V letu 2010 smo nato mrežo opazovanj razširili še na območje SZ Slovenije, kjer se nahajajo pomembni vodni vir, in sicer na ARSO meteorološke postaje Kredarica, Rateče, Bohinjska Češnjica, Zgornja Radovna in Podljubelj (Tabela 1). Na vseh petih lokacijah smo spremljali izotopsko sestavo do julija 2014, od takrat dalje pa nadaljujemo na postajah Kredarica, Rateče in Zgornja Radovna. V obdobju 2012−2015 smo spremljali izotopsko sestavo padavin tudi v Velenju (Tabela 1). Leta 2015 smo pričeli z monitoringom v SV Sloveniji na ARSO sinoptični postaji Murska Sobota in na Svetem Urbanu pri Podčetrtku, leta 2016 pa v sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo še v porečju Ljubljanice na lokacijah Ilirska Bistrica, Hajdrihova (Ljubljana), Laze pri Gornjem Jezeru, Babno polje, Črni vrh in Dvor pri Polhovem Gradcu. Na večini naštetih postaj je potekalo oziroma poteka vzorčenje v sodelovanju z osebjem državne meteorološke mreže in skladno s priporočili IAEA. Na vseh naštetih postajah smo določali v zbranih vzorcih vode razmerje stabilnih izotopov kisika in vodika. Analize so potekale na IJS ter tudi v nekaterih drugih laboratorijih (Vreča in Malenšek, 2016). Aktivnost tritija je bila določena v vzorcih padavin iz Ljubljane, Portoroža, Kozine, Kredarice, Rateč, Bohinjske Češnjice, Zgornje Radovne in Podljubelja. Meritve so bile v vzorcih zbranih do leta 2010 opravljene na IRB in delno na IAEA, po letu 2010 pa na Odseku za znanosti o okolju, IJS (Vreča in Malenšek, 2016). Spreminjanje števila aktivnih postaj v obdobju 1981−2016 na katerih smo spremljali izotopsko sestavo padavin sodelavci IJS je prikazano na Sliki 1. Trenutno izvajamo monitoring po priporočilih IAEA za potrebe raziskav kroženja vode in izvora vode v hrani na 14 različnih lokacijah po Sloveniji (Slika 2).

Pregled dosedanjih raziskav je pokazal, da so izotopsko sestavo padavin spremljali tudi številni raziskovalci iz drugih inštitutov, ki so vzorčenje izvajali na lokacijah izven ARSO meteorološke mreže in so pri tem uporabljali različne zbiralnike (Vreča in Malenšek, 2016). Tako so potekale na Sinjem vrhu raziskave od 1999−2000 (Tabela 1), v Selniški Dobravi od 2001−2005 (Tabela 1), na območju Pivovarne Union v Ljubljani od 2003−2005 (Tabela 1), pri Postojnski jami v obdobju od 2004−2005 (Tabela 1), v Rogaški Slatini od 2008−2010 (Tabela 1), v Ilirski Bistrici in Snežniku od 2011−2012 (Tabela 1) ter v Klaričih, Korentanu, Ptuju in na Geološkem Zavodu Slovenije v Ljubljani (Urbanc, ustna informacija).

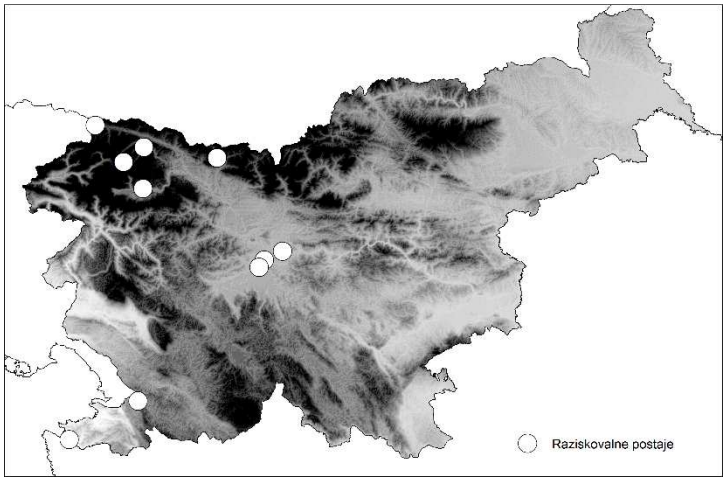


Slika 4 Število aktivnih postaj, kjer smo v posameznem letu izotopsko sestavo padavin spremljali sodelavci IJS

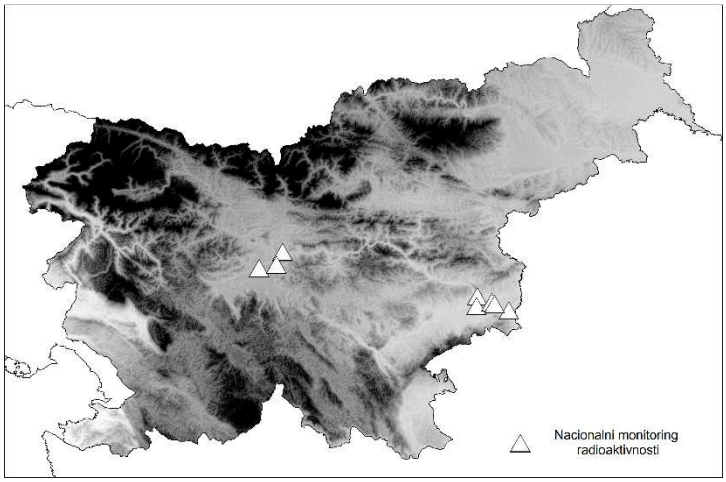


Slika 5 Prostorska razporeditev postaj, kjer se je izotopsko sestavo padavin spremljalo v preteklosti (neaktivne) in kjer izvajamo monitoring sodelavci trenutno (aktivne)

Na vseh navedenih lokacijah je bilo v zbranih vzorcih določeno razmerje stabilnih izotopov kisika in vodika, pri čemer so bile analize vode opravljene v različnih laboratorijih v tujini. Na nekaterih lokacijah je bila v preteklosti spremljana le izotopska sestava kisika, in sicer v Ljubljani (Kleče) od 1997−1998 (Tabela 1), pri Blatniku in Ponikvah od 1998−1999 (Tabela 1) ter na Inštitutu za raziskovanje krasa v Postojni (ZRC SAZU) od junija 2010 do februarja 2011 (Tabela 1). Analize teh vzorcev so bile opravljene ali na IJS ali pa v laboratorijih v tujini.



Slika 6 Prostorska razporeditev raziskovalnih postaj, kjer je bila določena aktivnost tritija v padavinah



Slika 7 Prostorska razporeditev postaj, kjer je bila določena aktivnost tritija v padavinah v okviru programa nacionalnega monitoringa radioaktivnosti

Spremljanje aktivnosti tritija v padavinah smo izvajali v preteklosti v okviru različnih raziskovalnih projektov na 10 lokacijah (Slika 3). Monitoring tritija je potekal v padavinah, površinskih in podzemnih vodah tudi na drugih lokacijah po Sloveniji (Slika 4) v okviru nacionalnih programov, ki jih določa Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV) in so namenjene nadzoru radioaktivnosti v okolju. Spremljanje aktivnosti tritija v padavinah v okviru teh programov se je pričelo leta 1982 v okolici Jedrske elektrarne Krško na lokacijah Dobova, Krško in Šentlenart pri Brežicah. Kasneje je potekal monitoring še na lokacijah Brege in Gornji Lenart ter na različnih lokacijah po Ljubljani. Vse analize v okviru monitoringa radioaktivnosti so bile izvajane na IJS. Podatki so javno dostopni v okviru podatkovne baze o radioaktivnosti v okolju imenovani ROKO, ki jo vzdržuje in ureja URSJV.

Glavna pomanjkljivost predhodnih raziskav je, da so potekale pretežno v okviru kratkotrajnih raziskovalnih projektov, ki so jih izvajale različne skupine raziskovalcev, mreža opazovanj pa ni organizirana na nacionalnem nivoju kot npr. v Švici (Schürch in sod., 2003) in Nemčiji (Stumpp in sod., 2014). Pregled dostopne literature in podatkov je pokazal, da v preteklosti pogosto niso bila dosledno upoštevana priporočila IAEA in da niso navedene vse informacije, ki lahko ključno vplivajo na nadaljnjo uporabo podatkov o izotopski sestavi padavin (Vreča in Malenšek, 2016). Tako v literaturi ponekod manjkajo podatki o lokaciji (koordinate), o načinu

vzorčenja (vrsta uporabljenega dežemera, obdobje in frekvenca vzorčenja), o odstranjevanju nečistoč iz vzorcev (filtriranje, ločevanje parafinskega olja), o uporabljeni embalaži za hranjenje vzorcev (npr. polietilenska, steklena), o uporabi analiznih metod, zagotavljanju kakovosti meritev in merilni negotovosti rezultatov. Tehnike določanja izotopske sestave vode so se s časom spreminjale, predvsem za določanje razmerja stabilnih izotopov vodika. Pregled je pokazal, da so bile vrednosti δ^2H v vzorcih padavin določene s štirimi različnimi analiznimi metodami, δ^{18}O in ^{3}H pa s po dvema različnima metodama. Številni vzorci so bili zaradi omejenih in dragih merilnih tehnik za določanje izotopske sestave vodika in kisika v Sloveniji tekom zadnjih 15 let analizirani v tujini, meritve tritija v padavinah za raziskovalne namene pa so bile do leta 2010 pretežno izvajane na IRB. Za lokacije, ki niso del ARSO meteorološke mreže, manjkajo pogosto tudi meteorološki podatki, ki so nujni za ustrezno ovrednotenje rezultatov glede na količino padavin in izračun tehtanih letnih povprečij. Pomemben pogoj pri računanju letnih povprečij je tudi, da imamo na voljo vsaj osem mesečnih vzorcev, ki predstavljajo najmanj 70 % celotne letne količine padavin. V procesih izhlapevanja in kondenzacije padavin poteka proces izotopske frakcionacije vodikovih izotopov proporcionalno kisikovim izotopom, zato je izotopska sestava kisika in vodika med seboj povezana in korelira. Na osnovi tega je Craig (1961) definiral tako imenovano globalno padavinsko premico (Global Meteoric Water Line – GMWL, $\delta^2\text{H} = 8\times\delta^{18}\text{O} + 10$). Lokalno se zaradi podnebnih in geografskih značilnosti razmerje med vrednostmi δ^2H in δ^{18}O spreminja, kar opišemo za posamezno lokacijo z lokalno padavinsko premico (Local Meteoric Water Line – LMWL). V pregledu opravljenem 2016 smo zbrali podatke o povprečnih in tehtanih povprečnih vrednostih za posamezno lokacijo ter podatke o LMWL in ugotovili, da so slednje večinoma zelo podobne GMWL ter da se s časom oziroma dolžino opazovanega obdobja spreminjajo. Poleg tega se LMWL med seboj razlikujejo glede na uporabljeno metodo izračuna, v bodoče pa je priporočljivo v izračunih upoštevati tudi količino padavin (Hughes in Crowford, 2012), kar je bilo do sedaj v Sloveniji upoštevano le v dveh primerih (Vreča in sod., 2014, 2015). V nadaljnjih raziskavah površinskih in podzemnih vod nato določimo odstopanje od LMWL in lahko s tem ovrednotimo procese (npr. evaporacijo).

Vzorčenje, analizne metode in način obdelave podatkov vplivajo na nadaljnjo interpretacijo in uporabo rezultatov. Da bi izboljšali delovanje SLONIP izvajamo od leta 2010 raziskave sistematično po priporočilih IAEA na 6 lokacijah (Tabela 1), od leta 2016 pa na 14 lokacijah (Tabela 1, Slika 2), pri čemer vse analize opravljamo na Odseku za znanosti o okolju na IJS.

3. Primeri uporabe podatkov o izotopski sestavi padavin v raziskavah kroženja vode in avtentikacije hrane v Sloveniji

Podatki o izotopski sestavi vodika (δ^2H), kisika (δ18O) in aktivnosti tritija (^{3}H) v padavinah so bili v Sloveniji uporabljeni v številnih raziskavah. Pregled opravljen leta 2016 (Vreča in Malenšek) je pokazal, da se povprečne poročane vrednosti δ^2H gibljejo od –76 do –38 ‰ in δ^{18}O od –11,3 do –5,8 ‰, pri čemer so najbolj negativne vrednosti značilne za visokogorje SZ Slovenije (lokacija Kredarica), najbolj pozitivne pa za obalno regijo (lokacija letališče Portorož). Povprečna aktivnost tritija se giblje med 5,6 in 9,3 TU, pri čemer so nižje vrednosti značilne za postaje blizu morja (Kozina, letališče Portorož) in najvišje, zaradi kontinentalnega efekta, za Ljubljano. V preteklosti so bile od pričetka sistematičnih meritev v Ljubljani aktivnosti 3H precej višje in so znašale do 83 TU (Vreča in sod., 2008), še višje aktivnosti (380 TU) pa so bile ugotovljene leta 1974 v Šmarati (Gospodarič in Habič, 1976), zato je tritij v preteklosti predstavljal zelo uporabno sledilo za določanje starosti vod in oceno zadrževalnih časov. V nadaljevanju je navedenih nekaj primerov uporabe podatkov o izotopski sestavi padavin v različnih raziskavah, pri katerih smo v zadnjih letih sodelovali raziskovalci Odseka za znanosti o okolju na IJS.

Spreminjanje izotopske sestave padavin je najbolje raziskano na območju Ljubljane, kjer imamo na voljo najdaljši niz opazovanj. LMWL je zelo podobna GMWL, mesečna izotopska sestava padavin pa sezonsko niha kot je značilno za kontinentalne postaje, kar potrjuje tudi značilna odvisnost izotopske sestave kisika od temperature zraka, ki znaša okrog 0,3 ‰ na °C (Vreča in sod., 2006, 2008, 2014). Podatki iz Ljubljane so vključeni v bazo GNIP in so bili uporabljeni v preteklosti za izračun globalne meteorne premica ter pri izdelavi svetovnih kart porazdelitve izotopske sestave padavin (Terzer in sod., 2013). Podatki so bili uporabljeni za ugotavljanje izvora zračnih mas (Vreča in sod., 2006) ter za določitev odvisnosti med izotopsko sestavo padavin in 41 osnovnimi mehanizmi kroženja zraka (elementary air circulation mechanism - ECM) določenimi na osnovi klasifikacije Dzerdzeevskega (Brenčič in sod., 2015). Tudi ostale LMWL določene v Sloveniji so zelo podobne GMWL, se pa časovno in prostorsko nekoliko spreminjajo (Vreča in Malenšek, 2016).

Poleg klimatskih raziskav so bili uporabljeni podatki o izotopski sestavi kisika v Ljubljani za izračun zadrževalnih časov reke Save in njenih pritokov, ki so bili ocenjeni na 0,4 do 2,1 let (Ogrinc in sod., 2008) ter reke Radovne in njenih pritokov, ki se gibljejo med 0,7 in 3,1 let (Torkar in sod., 2016). Za določevanje virov napajanja ter izračun zadrževalnih časov v rekah so uporabili dostopne podatke o izotopski sestavi padavin tudi Kanduč in sod. (2012) za reke na območju SZ Slovenije in Zavadlav (2013) na reki Krki. Nadalje smo sodelavci IJS podatke uporabili tudi v raziskavah dinamike izvirov (Kanduč et al., 2012, Mori et al., 2015), v raziskavah napajanja in mešanja podzemnih vod s površinskimi vodami v Velenjskem bazenu (Kanduč et al., 2014), v raziskavah dolomitnih kraško-razpoklinskih vodonosnikov v centralni Sloveniji (Verbovšek in Kanduč, 2016) ter pri raziskavah izločanja lehnjaka in vrednotenja lehnjakovega izotopskega odtisa kot paleookoljskega indikatorja na reki Krki (Zavadlav et al. 2017).

Vse pomembnejši pa postajajo podatki o izotopski sestavi padavin v raziskavah geografskega porekla hrane. Tako smo na primer v preteklosti ugotavljali izvor in vpliv procesa polnitve na izotopsko sestavo ustekleničenih vod dostopnih na slovenskem tržišču (Brenčič in Vreča, 2006, 2014), podatki o izotopski sestavi padavin pa so bili uporabljeni tudi pri raziskavah avtentičnosti hrane, kjer je bila npr. določena izotopska sestava kisika v mleku in sokovih, ki se med seboj razlikujejo glede na izvorno regijo (Bat et al., 2016, Nečemer et al., 2016).

4. Zaključki

Spremljanje izotopske sestave mesečnih padavin v Sloveniji se je pričelo leta 1972, ko so se izvajale raziskave na treh lokacijah do leta 1975. Meritve so se izvajale v tujini saj v Sloveniji ni bilo na voljo potrebnih merilnih tehnik. Po letu 1981 so na IJS pričeli s sistematičnim spremljanjem razmerij stabilnih izotopov kisika in vodika v Ljubljani in se v sodelovanju z IRB, kjer so določali aktivnost tritija, vključili v mednarodno mrežo za opazovanje izotopske sestave padavin GNIP. Slovenska mreža opazovanj izotopske sestave padavin (SLONIP) za potrebe raziskav kroženja vode in upravljanja z vodnimi viri se je postopoma razširila in poteka trenutno na več lokacijah po Sloveniji. Pregled, opravljen v letu 2016, je pokazal, da so pridobljeni podatki hranjeni razpršeno, identificirali pa smo tudi pomanjkljivosti predhodnih raziskav in pripravili priporočila za nadaljnje raziskave v Sloveniji. Trenutno poteka priprava slovenske baze podatkov, ki jo bomo uporabili za geostatistične obdelave in pripravo prostorskih kart porazdelitve izotopske sestave padavin v Sloveniji. Priprava baze podatkov, geostatistične obdelave in določitev optimalne prostorske razporeditve vzorčnih mest so tudi glavni cilji potekajočega madžarsko-slovenskega raziskovalnega projekta "Prostorska porazdelitev izotopske sestave padavin v Evropi s poudarkom na območju med Jadranskim morjem in Panonsko nižino" in drugih raziskovalnih projektov.

5. Zahvale

Raziskave izotopske sestave padavin v Sloveniji so potekale v okviru različnih domačih in mednarodnih projektov, prispevek pa je nastal ob finančni podpori ARRS programa P1-0143 in projektov N1-0054, L1-5451 in J2-7322 ter EU projekta ISO-FOOD ERA Chair. Avtorji se zahvaljujemo prof. dr. J. Pezdiču za vzpostavitev prvega sistematičnega spremljanja izotopske sestave padavin v Ljubljani v sodelovanju z IAEA ter vsem sodelavcem, ki so v preteklosti kakorkoli sodelovali pri omenjenih raziskavah.

6. Viri

BRENČIČ, M., VREČA, P., 2006. Identification of sources and production processes of bottled waters by stable hydrogen and oxygen isotope ratios. *Rapid communications in mass spectrometry*, 20 (21), 3205-3212.

BRENČIČ, M., VREČA, P., 2014. Applicability study of deuterium excess in bottled water life cycle analyses. *Geologija*, 57(2), 231-243.

BRENČIČ, M., KONONOVA, N., VREČA, P., 2015. Relation between isotopic composition of precipitation and atmospheric circulation patterns. *Journal of Hydrology*, 529 (3), 1422–1432.

BAT, K., ELER, K., MAZEJ, D., MOZETIČ VODOPIVEC, B., MULIČ, I., KUMP, P., OGRINC, N., 2016. Isotopic and elemental characterisation of Slovenian apple juice according to geographical origin: preliminary results. *Food chemistry*, 203, 86-94.

CRAIG, H., 1961. Isotope variations in meteoric waters. *Science*, 133, 1702-1703.

DOLINAR, M., FRANTAR, P., KURNIK, B., 2008. Značilnosti vodne bilance Slovenije v obdobju 1971-2000. Mišičev vodarski dan 2008, 19-25.

GAT J.R., 1996. Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 24, 225-262.

GOSPODARIČ, R., HABIČ, P., 1976. Underground water tracing; investigations in Slovenia 1972–1975. ZRC SAZU, Postojna, 309 p.

HUGHES, C.E., CRAWFORD, J., 2012. A new precipitation weighted method for determining the meteoric water line for hydrological applications demonstrated using Australian and global GNIP data. *Journal of Hydrology*, 464–465, 344–351.

KANDUČ, T., BURNIK ŠTURM, M., ŽIGON, S., MCINTOSH, J., 2012. Tracing biogeochemical processes and pollution sources with stable isotopes in river systems: Kamniška Bistrica, North Slovenia. *Biogeosciences discussions*, 9 (7), 9711-9757.

KANDUČ, T., MORI, N., KOCMAN, D., STIBILJ, V., GRASSA, F., 2012. Hydrogeochemistry of Alpine springs from North Slovenia: insights from stable isotopes. *Chemical geology*, 300/301 (1), 40-45.

KANDUČ, T., GRASSA, F., MCINTOSH, J., STIBILJ, V., ULRICH-SUPOVEC, M., SUPOVEC, I., JAMNIKAR, S., 2014. A geochemical and stable isotope investigation of groundwater/surface-water interactions in the Velenje Basin, Slovenia. *Hydrogeology journal*, 22 (4) 971-984.

LUCAS, L.L., UNTERWEGER, M.P., 2000. Comprehensive review and critical evaluation of the half-life of tritium. *J. Res. Natl. Stand. Technol.*, 105, 541-549.

MORI, N., KANDUČ, T., OPALIČKI, M., BRANCELJ, A., 2015. Groundwater drift as a tracer for identifying sources of spring discharge. *Ground water*, 53, 123-132.

NEČEMER, M., POTOČNIK, D., OGRINC, N., 2016. Discrimination between Slovenian cow, goat and sheep milk and cheese according to geographical origin using a combination of elemental content and stable isotope data. *Journal of food composition and analysis*, 52, 16-23.

OGRINC, N., KANDUČ, T., STICHLER, W., VREČA, P., 2008. Spatial and seasonal variations in $\delta^{18}O$ and δD values in the river Sava in Slovenia. *Journal of Hydrology*, 359, 3/4, 303-312.

SCHÜRCH, M., KOZEL, R., SCHOTTERER, U., TRIPET, J. P. 2003: Observation of isotopes in the water cycle – the Swiss National Network (NISOT). *Environmental Geology*, 45, 1-11.

STUMPP, C., KLAUS, J., STICHLER, W. 2014: Analysis of long-term stable isotopic composition in German precipitation. *Journal of Hydrology*, 517, 351-361.

TERZER, S., WASSENAAR, L. I., ARAGUAS-ARAGUAS, L., AGGARWAL, P. 2013: Global isoscapes for $\delta^{18}O$ and $\delta^{2}H$ in precipitation: improved prediction using regionalized climatic regression models. *Hydrology Earth System Sciences*, 17, 4713–4728.

TORKAR, A., BRENČIČ, M., VREČA, P., 2016. Chemical and isotopic characteristics of groundwater-dominated Radovna River (NW Slovenia). *Environmental earth sciences*, 75 (18), 1-18.

VERBOVŠEK, T., KANDUČ, T., 2016. Isotope geochemistry of groundwater from fractured Dolomite aquifers in Central Slovenia. *Aquatic geochemistry*, 22 (2), 131-151.

VREČA, P., KRAJCAR BRONIĆ, I., HORVATINČIĆ, N., BAREŠIĆ, J., 2006. Isotopic characteristics of precipitation in Slovenia and Croatia: Comparison of continental and maritime stations. *Journal of Hydrology*, 330 (3–4), 457–469.

VREČA, P., KRAJCAR BRONIĆ, I., LEIS, A. & BRENČIČ, M., 2008. Isotopic composition of precipitation in Ljubljana (Slovenia). *Geologija*, 51 (2), 169–180.

VREČA, P., KRAJCAR BRONIĆ, I. & LEIS, A. 2011: Isotopic composition of precipitation in Portorož (Slovenia). *Geologija*, 54 (1), 129–138.

VREČA, P., KRAJCAR BRONIĆ, I., LEIS, A., DEMŠAR, M., 2014. Isotopic composition of precipitation at the station Ljubljana (Reaktor), Slovenia – period 2007–2010. *Geologija*, 57 (2), 217–230.

VREČA, P., KRAJCAR BRONIĆ, I., LEIS, A., 2015. Isotopic composition of precipitation at the station Portorož, Slovenia – period 2017-2010. *Geologija*, 58 (2), 233-246.

VREČA, P., MALENŠEK, N., 2016. Slovenian Network of Isotopes in Precipitation (SLONIP) - a review of activities in the period 1981-2015. *Geologija,* 59 (1), 67-83.

ZAVADLAV S. 2013: CO_2 dynamics in a river system: mass balance, hydrological, geochemical and biological impacts. *PhD Thesis*, Jožef Stefan International Postgraduate School, Ljubljana, Slovenia, 196 pp.

ZAVADLAV, S., ROŽIČ, B., DOLENEC, M., LOJEN, S., 2017. Stable isotopic and elemental characteristics of recent tufa from a karstic Krka River (south-east Slovenia): useful environmental proxies? *Sedimentology*, v tisku, 24 pp.

USKLAJENE HIDROGEOLOŠKE PODLAGE ZA UPRAVLJANJE S ČEZMEJNIMI PODZEMNIMI VODAMI MED SLOVENIJO IN HRVAŠKO NA OBMOČJU MED TRŽAŠKIM IN KVARNERSKIM ZALIVOM

Petra Meglič, univ. dipl. inž. geol., mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol., dr. Bogomir Celarc, univ. dipl. inž. geol.

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Na mejnem območju s Hrvaško je bil v okviru projekta ISTRA-HIDRO preučevan eden izmed 11-ih pomembnejših vodonosnih sistemov, ki se raztezajo preko slovenskih državnih meja na ozemlja sosednjih držav. Gre za območje med Tržaškim in Kvarnerskim zalivom z izredno pomembnimi čezmejnimi tokovi podzemne vode v karbonatnih masivih kredne in terciarne starosti. Glavni izviri (Rižana, Bulaž, Sv. Ivan, Bistrica, Rječina, Zvir, Gabrijeli in Bužini) so strateškega pomena za oskrbo s pitno vodo v obeh državah. Njihova napajalna območja segajo preko državne meje, a se varujejo le do nje. Napajanje in čezmejni značaj leteh prikazuje pet konceptualnih modelov. Največje količine za oskrbo z vodo se odvzemajo v poletnih sušnih mesecih, ko se zaradi turizma število potrošnikov večkrat poveča. Takrat je zajeta praktično vsa razpoložljiva količina vode, ki naravno izteka iz izvirov Sv. Ivan, Bulaž, Rižana in Gradole.

Za potrebe čezmejnega upravljanja so usklajene meje vodnih teles ali njihovih delov na območju poteka preko državne meje. Za ta namen so bile pripravljene in usklajene geološke in hidrogeološke karte, karte ranljivosti, karte ogroženosti in informacijskim sistemom s 17-imi dvojezičnimi podatkovnimi sloji. Aktivnosti so podprte z dvojezično zloženko, predavanji in članki. Določenih je sedem glavnih vodonosnih sistemov, podrobneje 14 območij. Od teh, se jih 12 drenira proti izvirom na hrvaškem ozemlju. Podan je skupni predlog petih potencialnih območij za razvoj novih zajetij podzemne vode in skupni predlog načrta trajnega monitoringa kakovosti in količine podzemne vode. Po primerjavi veljavnih predpisov, strokovnih podlag, kriterijev za določanje ter postopkov sprejemanja vodovarstvenih območij, ki so kljub določenim razlikam podobni v obeh državah, je predlagan postopek za uveljavitev čezmejnih vodovarstvenih območij po pristopu »zadovoljive združljivosti«.

Ključne besede:

upravljanje, ISTRA-HIDRO, vodno telo podzemne vode, vodonosni sistem, podzemna voda, čezmejno, vodovarstveno območje

1. Uvod

Sodobno upravljanje čezmejnih vodnih teles podzemne vode zahteva usklajeno delovanje sosednjih držav pri pripravi načrtov upravljanja z vodami v obeh državah. Zato je zelo pomembno uskladiti meje vodonosnih sistemov oziroma podzemnih razvodnic, predvsem v njihovem poteku preko državne meje. Za razumevanje pretakanja podzemnih voda je potrebno za ta namen pripraviti in uskladiti skupno geološko in hidrogeološko karto ter značilne geološke in hidrogeološke prereze. Na podlagi tega se pripravi konceptualni model

pretakanja podzemne vode preko državne meje in s tem največji skupni imenovalec poznavanja in razumevanja naravnega vodonosnega sistema.

Za pomoč pri nadaljnji opredelitvi stanja (količine in kakovosti), ranljivosti in ogroženosti podzemnih vodnih virov kot osnovi za usklajeno upravljanje z njimi, smo v okviru projekta ISTRA-HIDRO pripravili zasnovo skupnega informacijskega sistema s 17-imi dvojezičnimi podatkovnimi sloji, s katerimi razpolagajo inštitucije v obeh državah: Geološka karta ISTRA-HIDRO 1:100.000 – geološke enote, Geološka karta ISTRA-HIDRO 1:100.000 – geološke meje, Geološka karta ISTRA-HIDRO 1:100.000 – vpadi, Hidrogeološke enote po IAH 1:100.000, Hidrogeološke meje po IAH 1:100.000, Litologija-geokemija 1:100.000, Hidrogeološka karta po HGI 1:100.000, Razvodnice, Sledilni poskusi, Vodonosni sistemi, Izviri, Vrtine, Ponori, Jame, Karta naravne ranljivosti podzemnih vod, Kemijske analize ISTRA-HIDRO in Vodovarstvena območja.

Celoten proces in zaporedje priprave skupnih strokovnih osnov, po katerih je bil projekt ISTRA-HIDRO zasnovan, zajema sedem korakov: 1) opredelitev naravnih razmer na čezmejnem območju; 2) opredelitev ogroženosti in stopnje obremenitev na podzemne vode; 3) opredelitev stanja vodnih virov podzemen vode; 4) izdelava enotnega sistema monitoringa podzemnih vod znotraj čezmejnih teles podzemne vode; 5) izdelava skupnega informacijskega sistema za prikaz in spremljavo stanja vodnih virov podzemne vode; 6) zaščita vodnih virov podzemne vode, ki se izkoriščajo v eni državi, prispevno območje pa se nahaja na ozemlju druge države ter 7) izboljšanje osveščenosti o potrebi skupnega delovanja pri varovanju in upravljanju z vodnimi viri v obojestransko korist.

Celotno poročilo projekta ISTRA-HIDRO je prosto dostopno na spletni strani www.istra-hidro.eu, vključno z grafičnimi prilogami za pomoč pri upravljanju, širjenju znanja in razumevanja sistema obravnavanih vodnih virov.

2. Opredelitev vodonosnih sistemov

Za obravnavo čezmejnih tokov podzemne vode je bilo obravnavano 2.729 km^2 veliko ozemlje, na katerem so razviti med seboj bolj ali manj povezani vodonosni sistemi. Večino, to je 61 % tega ozemlja, gradijo karbonatne kamnine oziroma kraški vodonosniki zelo spremenljive izdatnosti. Naslednji največji delež (32 %) zavzemajo klastične kamnine, ki predstavljajo razpoklinske vodonosnike z nizko izdatnostjo in lokalno omejenimi vodnimi viri. Mejno območje med Tržaškim in Kvarnerskim zalivom je geološko dokaj zapleteno, saj je sestavljeno iz treh strukturnih enot [1]:

1) Avtohton Istre, ki predstavlja nedeformirani del Jadranske mikroplošče ter obsega območje polotoka Istra južno od Buj in Buzeta,
2) Zunanjedinarski imbricirani pas, značilen po antiklinalah, sinklinalah in prelomih z isto smerjo narivanja proti jugozahodu (Bujska antiklinala, sinklinorij Tržaškega paleogenskega bazena, Kraški narivni rob ter Čičarijski antiklinorij in Brkinski (Reški) sinklinorij),
3) Zunanjedinarski narivni pas, katerega najnižji del predstavlja Snežniški nariv. Njegova narivna ploskev je zasnovana v jedru sinklinale ali v njenem inverznem krilu ter poteka mimo Ilirske Bistrice in SV od mesta Reka.

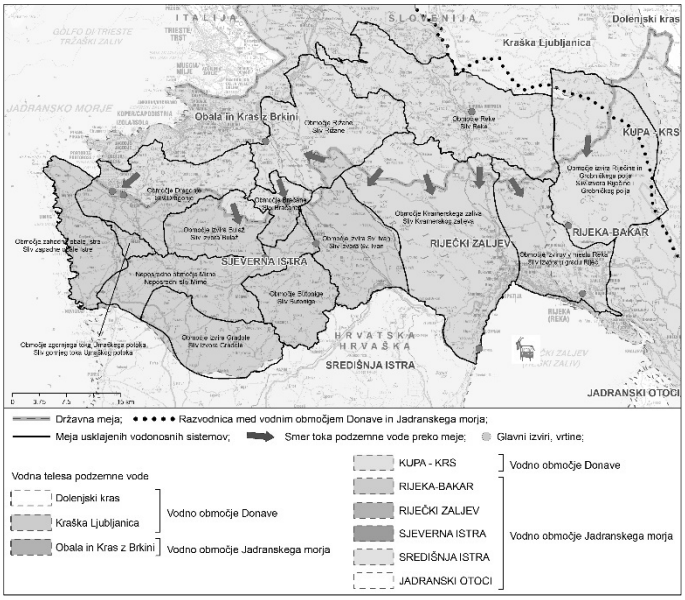
Ker se v obeh državah uporablja različna metodologija za izdelavo hidrogeološke karte, smo za celotno območje izdelali dve usklajeni hidrogeološki karti s pripadajočimi šestimi hidrogeološkimi prerezi. Prva je narejena po Navodilih za izdelavo Osnovne hidrogeološke karte SFRJ [2] in temelji na litološki sestavi, strukturnih in teksturnih značilnostih sedimentov, tipu poroznosti, prepustnosti, stopnji deformacij in zakraselosti kamnin na površini, vodnih in morfoloških pojavih ter podatkih in izkušnjah iz številnih raziskovalnih vrtin in podzemnih del na kraškem območju Dinaridov. Druga usklajena hidrogeološka karta je narejena po priporočilih International Association of Hydrogeologists – IAH [3], ki temelji na opredelitvi vodonosnikov po tipu poroznosti, pomenu vodonosnikov glede na njihovo obširnost in

izdatnost ter opredelitvi hidravličnih značilnosti mej med vodonosniki in pretakanju vode med njimi.

Največji in osrednji vodonosni sistem obravnavanega čezmejnega območja predstavlja karbonatni masiv med Rižano in Kvarnerskim zalivom. To je območje Čičarijskega antiklinorija in Kraškega roba. Statistično značilni smeri vpadov plasti sta 23° in 41°. Taka smer in nagib plasti močno vplivata na to, da se podzemne vode na velikem delu Matarskega, oziroma Podgrajskega podolja, raztekajo v obe smeri, to je proti Kvarnerskemu in Tržaškemu zalivu. To dokazujejo sledilni poskusi.

Usklajena karta ranljivosti je bila izdelana po metodi SINTACS [4]. Kot najbolj ranljivo (na slovenski strani) izstopa Matarsko (Podgrajsko) podolje – območje kontaktnega krasa. Na hrvaškem delu so najbolj ranljivi deli v zaledjih Kvarnerskega zaliva in reških izvirov. Poleg tega zelo visoka ranljivost prevladuje na priobalnem območju v okolici Umaga in na območju zahodne obale Istre. Na območju Rječine v Gorskem kotarju so razmeroma velike površine območja visoke ranljivosti vodonosnika.

Hidrogeološke meje med vodonosnimi sistemi smo natančneje opredelili v podrobnejšem merilu topografskih kart 1:25.000 ali 1:5.000 predvsem v njihovem poteku preko državne meje. Skupno je določenih 11 čezmejnih hidrogeoloških mej (Slika 8). Hidrogeološke meje na celotnem obravnavanem območju so opredeljene kot spremenljive ali stacionarne podzemne in površinske razvodnice.



Slika 8 Usklajene meje vodonosnih sistemov in vodnih teles podzemne vode med Slovenijo in Hrvaško na območju med Tržaškim in Kvarnerskim zalivom.

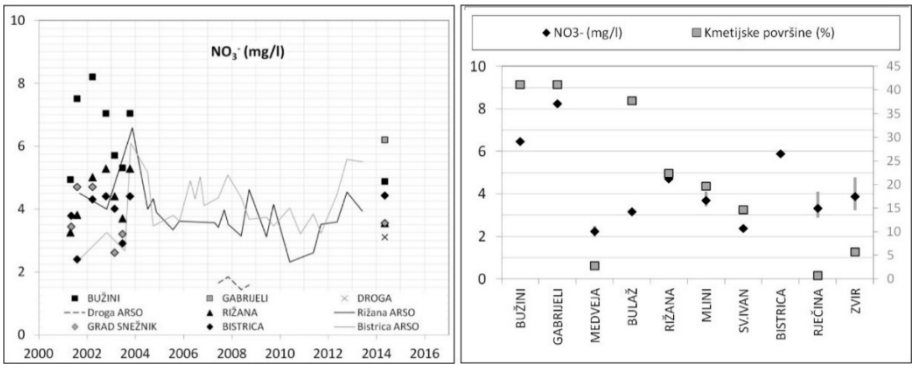
3. Stanje vodnih virov podzemne vode

V skupno oceno stanja kakovosti in trendov podzemne vode je bilo vključenih 14 izvirov ali zajetij: Bužini, Gabrijeli, Droga (vrtina), Gradole, Medveja (vrtina), Bulaž, Rižana, Mlini, Sv. Ivan, Knežak, Bistrica, Grad Snežnik, Rječina in Zvir.

Vse vode so tipične za karbonatne vodonosnike. Najbolj značilna razlika med njimi je v deležu magnezija v vodi zaradi prisotnosti dolomitiziranih apnencev v vodonosniku. Ti so očitno najbolj prisotni na območju Snežnika v zaledju Rječine, nekoliko manj pa na zahodni in severni strani Snežnika (Knežak, Bistrica, Grad Snežnik). Značilne razlike vidimo tudi v odvisnosti

deleža flišnih plasti v napajalnem zaledju vodonosnikov. To kaže presežek natrijevih in kalijevih ionov v vodah Rižane, Bulaža, Sv. Ivana in Bužinov.

V napajalnih zaledjih istrskih izvirov je kmetijstvo nekoliko bolj razvito, odvajanje odpadnih vod pa še ni primerno rešeno. To sta najverjetnejša vzroka večjih koncentracij nitrata (do največ 10 mg/l) v teh izvirih (Slika 9). Ugotavljamo sicer, da se kažejo trendi zmanjševanja koncentracij nitrata (obdobje 2000 - 2015), razen na izviru Mlini. Čeprav je vsebnost nitrata v splošnem petkrat do desetkrat nižja od dovoljenih mej, je potrebno imeti nadzor nad stanjem ter ugotoviti vzrok vsakega morebitnega naraščanja trenda.



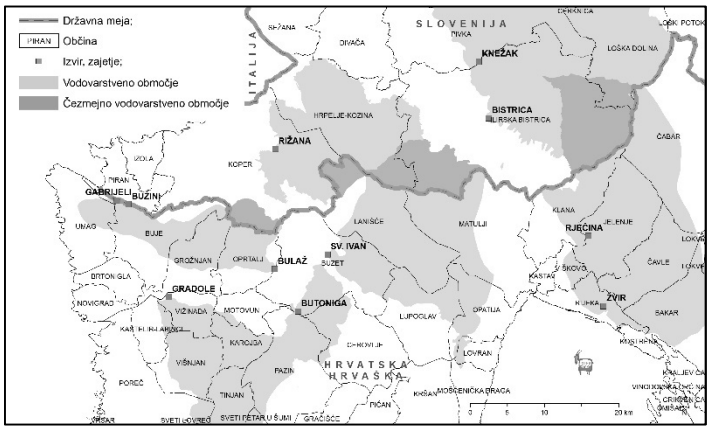
Slika 9 Koncentracije nitrata na merilnih mestih na slovenski strani ter primerjava koncentracij na merilnih mestih na obeh straneh meje v primerjavi z deležem kmetijskih površin [5].

Koncentracije kovin so v podzemni vodi preiskovanih vodnih virov zelo nizke. Večinoma so pod dovoljenimi mejami za pitno vodo in tudi pod spodnjo mejo določanja. Statistika dobljenih rezultatov 14-ih vzorčnih mest kaže, da na opazovanih izvirih iz čezmejnih vodonosnikov ni značilnih vplivov onesnaženj s kovinami. Koncentracije kovin so v glavnem na ravni naravnih vrednosti ozadja, vendarle lahko za kovine Cr, Fe, Mo, Ni in Zn ugotovimo rahlo povišane vrednosti glede na naravno ozadje [5].

Na slovenskem in hrvaškem ozemlju se že vrsto let spremlja količino in kakovost podzemne vode. Državni monitoring Agencije RS za okolje (ARSO) v Sloveniji spremlja količino vode na Rižani in Bistrici. Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) na Hrvaškem spremlja količino na izvirih Rječina, Sv. Ivan, Bulaž in Gradole. Omenjeni izviri v obeh državah se uporabljajo tudi za oskrbo s pitno vodo. Trend količine vode pada le na izviru Rižana. Odvzete količine nimajo negativnih posledic na letno vodno bilanco. Vendar pa se največje količine vode odvzemajo v poletnih sušnih mesecih, ko se število prebivalcev poveča in takrat je za oskrbo z vodo zajeta vsa razpoložljiva količina vode, ki naravno izteka iz izvirov Sv. Ivan, Bulaž, Rižana in Gradole [6].

4. Zaščita vodnih virov s prispevnim območjem na ozemlju druge države

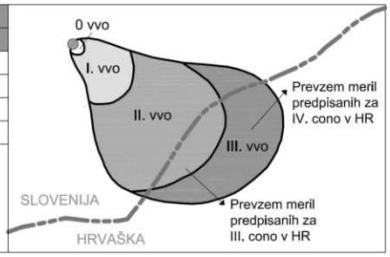
Strokovne podlage in kriteriji za določanje vodovarstvenih območij ter postopek sprejemanja vodovarstvenih območij so načeloma zelo podobni v obeh državah, vendar kljub temu obstajajo določene razlike. Pomembno je, da predpisi v obeh državah sledijo Vodni direktivi in odražajo visoko stopnjo zavesti o potrebi varovanja vodnih virov.



Slika 10 Vodovarstvena območja in občine na območju med Tržaškim in Kvarnerskim zalivom [5].

Za uveljavitev čezmejnih vodovarstvenih območij (Slika 10) je predlagan pristop »zadovoljive združljivosti« [6]. Gre za primer, ko je na primer izvir na slovenski strani in njegova vodovarstvena območja z režimom varovanja II in III segajo na ozemlje Hrvaške. Strokovno določeni režim varovanja II v Sloveniji bi se tako na Hrvaškem varoval z ukrepi, ki so veljavni za III režim na Hrvaškem. III režim na slovenski strani pa bi se na hrvaškem ozemlju varoval z ukrepi, ki so veljavni za IV režim na Hrvaškem (Slika 11).

Vodovarstveno območje		
Slovenija		Hrvaška
0	=	I (Ia in Ib)
I	=	II
II	=	III
III	=	IV



Slika 11 Skladnost vodovarstvenih območij in shematski prikaz pristopa »zadovoljive združljivosti« na primeru izvira v Republiki Sloveniji [5].

5. Zaključki

Za potrebe čezmejnega upravljanja vodnih virov podzemne vode je pomemben sistematičen in skupni pristop k pripravi strokovnih podlag. Uskladiti je potrebno opredelitev naravnih razmer, ogroženosti in stopnje obremenitev na podzemno vodo, stanje vodnih virov podzemne vode in skupni informacijski sistem z dvojezičnimi podatkovnimi sloji, ki so osnova za določitev usklajenih meja vodnih teles ali njihovih delov, predvsem v njihovem poteku preko državne meje. Usklajene meje vodnih teles so lahko osnova za določitev čezmejnih vodnih teles, ki se lahko določijo le, če se izkaže interes obeh držav. Bolj pomembno pa je, da usklajene meje bistveno olajšajo usklajevanje pri ocenah stanja in tveganja, ki so predmet načrtov upravljanja z vodami obeh držav. Še zlasti je taka uskladitev pomembna pri pripravi varovanja čezmejnih virov pitne vode, ki jih država sicer varuje le na svojem ozemlju.

Za območje med Tržaškim in Kvarnerskim zalivom so pripravljene usklajene in skupne strokovne podlage, ki bodo omogočile učinkovitejše usklajevanje načrtovanja upravljanja s podzemnimi vodami obeh držav. Kakovost podzemne vode vodonosnikov, ki segajo preko državne meje, je blizu naravnemu stanju. Vplivi nekdanjih onesnaženj s sulfatom, kloridom in nitratom se v splošnem zmanjšujejo. Današnji vplivi na kakovost so v večji meri posledica urbanizacije in manj kmetijstva. Vplivi iz prometa in poselitve so pretežno zaznavni le v

sledovih ali občasno. Z nadaljnjim monitoringom je potrebno natančno zasledovati pojave vseh onesnaževal in njihove trende, čeprav se koncentracije anorganskih onesnaževal gibljejo le rahlo nad koncentracijami značilnimi za naravno okolje ("naravno ozadje").

Še posebej je za obravnavano območje pomembno količinsko stanje vodnih virov, saj so v konicah turističnih sezon razpoložljive količine že v celoti izkoriščene ali celo preizkoriščene. Nujna je identifikacija in razvoj novih vodnih virov za zagotavljanje zadostnih količin vode v prihodnosti.

Vzdolž meje med Slovenijo in Hrvaško so štiri pomembna čezmejna vodovarstvena območja, Bulaž, Rižana, Sv. Ivan in Riječina-Zvir, za katera je potrebno pripraviti protokol za vzpostavitev varovanja na obeh straneh meje po pristopu »zadovoljive združljivosti«.

6. Zahvala

Projekt ISTRA-HIDRO je bil financiran s strani programa Evropskega teritorialnega sodelovanja Slovenija – Hrvaška 2007-2013 (»Interreg IV-A« Slovenija - Hrvaška). Operacijo je delno sofinancirala Evropska Unija - Evropski sklad za regionalni razvoj. Za uspešno sodelovanje v projektu se zahvaljujemo tudi slovenskemu partnerju Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Koper, hrvaškemu partnerju Hrvatske vode ter raziskovalnemu zavodu Hrvatski geološki institut.

7. Viri

[1] PLACER, L., VRABEC, M., & CELARC, B., 2010. The bases for understanding of the NW Dinarides nad Istria Peninsula tectonics. Geologija, 53/1, 55-86.

[2] ŠARIN, A., 1988. Upute za izradu Osnovne hidrogeološke karte Jugoslavije, M 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd, 134 p.

[3] STRUCKMEIER, W.F. & MARGAT, J. (ed.), 1995. Hydrogeological maps. A Guide and a Standard Legend. International Association of Hydrogeologists. Volume 17, 193 p.

[4] CIVITA, M. & DE MAIO, M. 1997: SINTACS. Un sistema parametrico per la vallutacione e la cartografia della vulnerabilita degli aquiferi all'inquinamento. Metodologia & automatizzaazione. Pitagora Editrice, 191 pp., Bologna.

[5] PRESTOR, J., PEKAŠ, Ž., KUHTA, M., KOŽELJ, A., JANŽA, M., BRKIĆ, Ž., CELARC, B., LARVA, O., MEGLIČ, P., DOLIĆ, M., URBANC, J., SIMIĆ, B., TOT, I., PODBOJ, M., MALDINI, K., LEVIČNIK, L., MATIĆ, N., FERJAN STANIČ, T., BRUN, C., ŠRAM, D., MRMOLJA, N., MAVC, M., PESTOTNIK S., 2015. Projekt ISTRA-HIDRO. Trajnostno upravljanje s čezmejnimi podzemnimi vodami med Tržaškim in Kvarnerskim zalivom / Održivo upravljanje prekograničnim podzemnim vodama između Tršćanskog i Kvarnerskog zaljeva. Rezultati projekta. Evropsko teritorialno sodelovanje SI – HR / Europska teritorijalna suradnja SI – HR. Ljubljana, Zagreb, Koper. 10 pril., 175 str.

[6] KUHTA, M., BRKIĆ, Ž., LARVA, O., & DOLIĆ, M., 2015. Održivo upravljanje prekograničnim podzemnim vodama između Tršćanskog I Kvarnerskog zaljeva, Završno izvješće. Sustainable Transboundary groundwater resources management between gulfs of Trieste and Kvarner, Final Report. Hrvatski geološki institute, 45/15, Zagreb.

POMEN STALNEGA SPREMLJANJA FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV VODE ZA RAZUMEVANJE DELOVANJA KRAŠKIH VODONOSNIKOV

Blaž Kogovšek, Matej Blatnik, dr. Metka Petrič, dr. Nataša Ravbar, dr. Franci Gabrovšek

Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna

POVZETEK

Zaradi izrazito heterogene zgradbe kraških vodonosnikov se narava toka vode in prenosa snovi znotraj njih razlikuje od tistih v medzrnskih in razpoklinskih vodonosnikih. Značilna je tudi velika spremenljivost teh lastnosti v prostoru in času. Kljub temu, da poznavanje dinamike in razsežnosti hidrološke spremenljivosti nudita dodano vrednost pri razumevanju delovanja vodonosnika, sta redko predmet podrobnejših raziskav, saj terjata ustrezno prilagojene načine in metode proučevanja. Spremljanje fizikalnih in kemijskih značilnosti vode sodi med učinkovite in pogosto uporabljene hidrogeološke metode. V kraških vodonosnikih se v procesu odzivanja na posamezne padavinske dogodke lastnosti vode spreminjajo v celotnem razponu časovnih intervalov, tudi v zelo kratkem času. Za boljše razumevanje delovanja kraških vodonosnikov je tako zelo primerno merjenje teh parametrov v kratkih intervalih (npr. urnih ali še krajših) in v različnih točkah kraškega sistema (padavine, ponikalnice, vodni tokovi v jamah, izviri). V članku so predstavljene izkušnje pri načrtovanju in vzpostavitvi tovrstnega študijskega poligona v zaledju kraških izvirov na obrobju Planinskega polja v jugozahodni Sloveniji. Poleg dveh glavnih izvirov so bili s samodejnimi merilniki podatkov o nivojih, temperaturi in električni prevodnosti vode opremljeni še trije manjši izviri, štiri ponikalnice, en površinski vodotok in pet jam z vodnim tokom, v enakih intervalih pa so bile merjene tudi padavine na dveh padavinskih postajah. Kjer je bilo tehnično mogoče, so bile opravljene hidrometrične meritve za preračun izmerjenih vodostajev v pretoke. Razprava vključuje oceno težav pri postavitvi naprav v zahtevnem okolju in potreb po njihovem stalnem vzdrževanju, opis izkušenj z načini in pogostnostjo beleženja in odčitavanja podatkov ter analizo primernosti in uporabnosti obsežne baze zbranih podatkov.

Ključne besede:

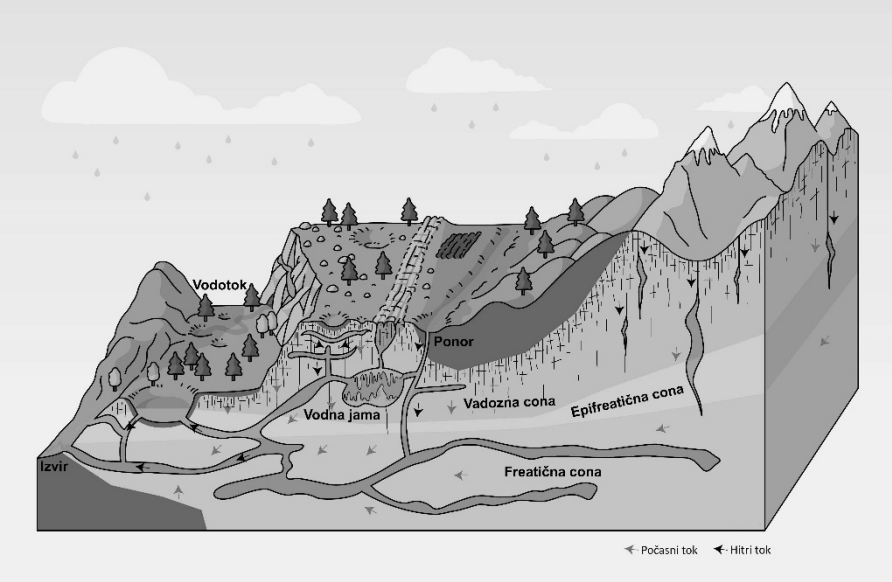
kras, vodonosnik, monitoring, fizikalno-kemijski parametri, Slovenija.

1. Uvod

Kraške kamnine pokrivajo okrog 20 % Zemljinega kopna brez pokrajin pod ledeniki (White et al., 1995), v Sloveniji pa je delež še višji, približno 43 % (Gams, 2003). Kraški vodonosniki, ki ležijo na območjih karbonatnih kamnin (predvsem apnenec in dolomit), zagotavljajo vodo polovici slovenskega (Gams, 2003) in četrtini svetovnega prebivalstva (Ford in Williams, 2007). V današnjih časih je zato zelo pomembna njihova zaščita in trajnostno koriščenje, za kar pa je potrebno podrobno poznavanje njihovega delovanja.

Padavinska voda na krasu zaradi pretrtosti in zakraselosti kamnin hitro pronica v podzemlje, prav tako pa površinski vodotoki na stiku s krasom poniknejo v globino. Skozi vadozno cono infiltrirana voda potuje večinoma v navpični smeri po razpokah in kanalih proti gladini podzemne vode. Pod to je z vodo stalno zapolnjena freatična cona, v kateri pretakanje poteka sub-horizontalno po kanalih in razpokani osnovi proti kraškim izvirom (slika 1). Kraške

vodonosnike določa visoka prepustnost, velika hitrost pretakanja vode v podzemlju, raznolikost načina pretakanja in splošno slabše poznana smer odtekanja vode.

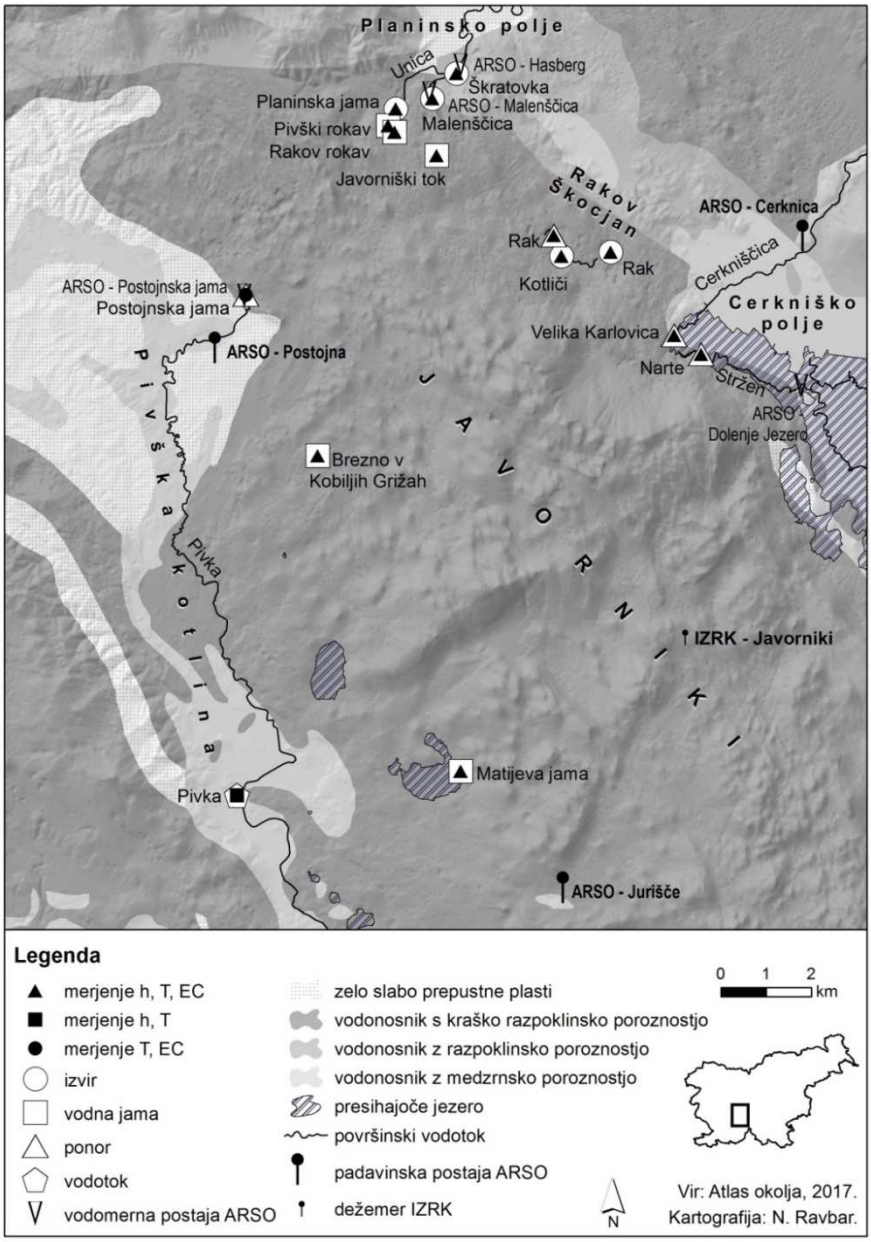


Slika 1. Model kraškega vodonosnika in možna mesta zajemanja podatkov ob robu in znotraj vodonosnika (Ravbar in Šebela, 2015)

Zaradi pomanjkanja podatkov o zgradbi ter razporeditvi kanalov in razpok se kraške vodonosnike pogosto obravnava kot sisteme črne skrinjice (black-box model) in značilnosti njihovega hidrodinamičnega delovanja navede z razmerjem polnjenje – praznjenje. Bolj natančen je model sive skrinjice (grey-box model), ki delovanje kraških vodonosnikov razloži s kombinacijo vseh dostopnih podatkov o sistemu (Ford in Williams, 2007). Spremljanje značilnosti in toka vode je vezano na izvire, ponore, jame in vrtine, učinkovita in pogosto uporabljana hidrogeološka metoda je merjenje fizikalnih in kemijskih lastnosti vode. Med padavinskim dogodkom se te lastnosti stalno spreminjajo, odzivi pa so lahko zelo hitri. Zato je za boljše razumevanje delovanja kraškega vodonosnika zelo primerno merjenje parametrov vode v kratkih časovnih intervalih (npr. urnih ali še krajših) in v različnih točkah kraškega sistema (padavine, ponikalnice, vodni tokovi v jamah, izviri).

Opisane metode bodo uporabljene na študijskem poligonu v kraškem zaledju Ljubljanice, kjer bodo s pomočjo samodejnih merilnikov potekale meritve v 15 izbranih točkah. Z obdelavo zbranih podatkov bo analiziran odziv kraškega vodonosnika na padavinske dogodke. Predstavljena študija je trenutno v začetni fazi, zato bo v prispevku pozornost namenjena predvsem pomenu in posebnostim vzpostavitve tovrstne mreže meritev v krasu.

2. Območje proučevanja



Slika 2. Obravnavano območje z merilnimi mesti

Izbrano študijsko območje kraškega zaledja izvirov na Planinskem polju se nahaja v JZ delu Slovenije. Vode, ki napajajo izvire, se stekajo iz treh različnih, a hidrološko povezanih območij: Cerkniškega polja, Javornikov in Pivške kotline. Voda v javorniškem delu je večinoma podzemna, medtem ko je na preostalih dveh prisoten tudi površinski tok vode.

Osrednji del zaledja predstavlja kraška planota Javornikov, ki se dviga do nadmorske višine 1270 m. Zgrajena je iz krednih karbonatnih kamnin, večinoma apnencev. Na zahodni strani meji na dolino reke Pivke z nadmorsko višino okoli 550 m. V zgornjem toku ima Pivka kraško porečje, dolvodno pa teče po podlagi iz zelo slabo prepustnih kvartarnih naplavin in eocenskega fliša. Na stiku s kraškimi kamninami ponikne v Postojnsko jamo. Na V in S strani je kraški masiv omejen s Cerkniškim in Planinskim kraškim poljem, ki se nahajata v širši coni Idrijskega preloma. Cerkniško polje je na nadmorski višini približno 550 m, Planinsko polje pa

na okoli 450 m nadmorske višine. Območje med obema gradi zgornjetriasni dolomit, na SV strani se nahaja jurski apnenec in lokalno tudi jurski dolomit. Dna polj prekrivajo kvartarne naplavine (glina, melj, pesek, prod), ob visokih vodah pa na poljih nastaneta presihajoči jezeri (povzeto po Buser et al., 1967; Čar, 1982).

Ponori na SZ strani Cerkniškega polja odvajajo vodo proti izviru reke Rak v Rakovem Škocjanu. Ta se nahaja na območju krednih apnencev, dno kraške doline pa je pokrito s kvartarnimi naplavinami. Levi pritok Raka je izvir Kotliči, le nekaj sto metrov pod sotočjem pa Rak ponika v Tkalci jami in teče podzemno proti izvirom na jugu Planinskega polja, Unici in Malenščici. Planinska jama predstavlja stičišče dveh rek, Raka in Pivke. Vsaka priteče po svojem kraku, Pivka po levem in Rak po desnem. V Pivški krak dotekajo predvsem vode iz ponora Pivke v Postojnsko jamo. Iz Planinske jame izvira Unica. Po dobrem kilometru in pol se ji dolvodno z desne strani priključi Malenščica, ki je pomemben vir pitne vode za občini Postojna in Pivka. Je stalen izvir, ki ima tudi ob daljši suši pretok 1,1 m^3/s, medtem ko lahko pretok Unice v sušnem obdobju upade na okrog 400 l/s. Maksimalni pretoki Malenščice dosegajo vrednosti okoli 11 m^3/s, Unice pa prek 90 m^3/s (Kovačič, 2009).

3. Metode dela

3.1 Zbiranje podatkov

Začetek dela je predstavljalo zbiranje podatkov o dosedanjih raziskavah na izbranem območju. Eno od najpomembnejših del so raziskave o sledenju voda, izvedene v 70. letih prejšnjega stoletja (Gospodarič in Habič, 1976), dopolnili so jih nekateri novejši sledilni poskusi (Kogovšek, 1999; Gabrovšek et al., 2010; Ravbar et al., 2012). Obsežne so bile raziskave pri načrtovanju oskrbe s pitno vodo (npr. Habič, 1987), v novejšem obdobju je potrebno izpostaviti dve doktorski deli (Kovačič, 2009; Turk, 2010).

V raziskavi bodo uporabljene različne vrste podatkov, kot so geološki (npr. Buser et al., 1967; Čar in Gospodarič, 1984) ali speleološki podatki (Kataster jam JZS in IZRK). Vir večine meteoroloških in hidroloških podatkov bo Agencija RS za okolje (ARSO, 2017).

3.2 Terenske metode

Na izvirih, ponorih, vodotoku in v vodnih jamah je bila poleti 2016 vzpostavljena merilna mreža (slika 2). Za merjenje temperature (T), specifične električne prevodnosti (EC) in nivojev vode (h) so uporabljeni samodejni merilniki (tipala s programiranim merjenjem in shranjevanjem podatkov) znamk Onset in Eijkelkamp. Gre za avtonomne naprave z merilno sondo in avtomatskim beleženjem podatkov. Lokacije so prikazane na sliki 2: izviri Malenščica, Unica in Škratovka na Planinskem polju ter Rak in Kotliči v Rakovem Škocjanu, vodni tokovi v Planinski jami (Pivški in Rakov rokav ter Javorniški tok), Breznu v Kobiljih Grižah in Matijevi jami, ponikalnice Cerkniščica v jamo Velika Karlovica, Stržen v Nartah, Rak pred Tkalca jamo in Pivka v Postojnsko jamo ter površinski tok Pivke pred območjem ponikanja pri Trnju. Na vzhodnem robu Javornikov in na območju Planinskega polja sta bila postavljena dežemera znamke Onset. Dodatne podatke bo možno pridobiti s treh padavinskih in šestih hidroloških postaj, s katerimi upravlja ARSO.

Zaradi umerjanja in preverjanja podatkov se občasno izvajajo ročne meritve T in EC s konduktomerom znamke WTW. Za vzpostavitev pretočne krivulje bodo tam, kjer bo tehnično izvedljivo, opravljene hidrometrične meritve z akustičnim Dopplerjevim merilcem pretoka znamke SonTek, oziroma s pomočjo metode razredčenja.

Slika 3. Levo: Merilnik temperature in električne prevodnosti ter merilnik nivojev; desno: nameščen merilnik na terenu (Foto: Blaž Kogovšek)

3.3 Obdelava podatkov

Projekt je trenutno v fazi vzpostavitve mreže meritev in začetnega preverjenja rezultatov meritev. Po pridobitvi in ureditvi podatkov bodo za njihovo obdelavo uporabljene različne metode analiz časovnih serij.

4. Razprava in zaključek

Na izbranem študijskem območju je sedaj petnajst samodejnih merilnih mest. Dobra pokritost sistema bo omogočila pridobitev velike količine podatkov, njihova ustrezna obdelava pa izboljšanje razumevanja delovanja kraškega vodonosnika.

Merilniki so nameščeni na izvirih, ponorih, površinskemu toku in kar je v tem primeru nadgradnja, tudi v podzemnem toku petih kraških jam. Jame predstavljajo okolje, ki je ponavadi težko dostopno, daje pa dober pogled na hidravlične in hidrogeološke procese v kraškem vodonosniku.

Sonde morajo biti postavljene dovolj nizko v vodnem stolpcu, da so stalno v vodi in so časovne serije podatkov neprekinjene. To pomeni, da jih je potrebno na izbrano lokacijo postaviti v času zelo nizkih vodostajev. Predvsem za kraške jame velja, da bo potem tudi odčitavanje podatkov možno le ob takih izjemnih pogojih.

Merilni interval je zaradi hitrega spreminjanja parametrov v kraških vodonosnikih nastavljen na pol ure, torej je pridobivanje podatkov praktično zvezno. V preteklosti tehnologija tega ni omogočala in so raziskovalci le občasno izvajali t.i. ročne meritve na terenu. Tovrstni podatki so imeli številne pomanjkljivosti pri zaznavanju dinamike pretakanja vode v krasu.

Spomin merilnikov T, EC in h ob merilnem intervalu pol ure zadošča za shranjevanje podatkov v obdobju približno enega leta. Enkrat letno je torej najmanjša možna pogostnost odčitavanja podatkov, zaradi preverjanja podatkov in zaznavanja morebitnih težav pa je priporočljivo to izvajati dosti bolj pogosto. Tako so bili podatki na nekaterih lokacijah že odčitani večkrat, na nekaterih enkrat v obdobju nizkih vodostajev v začetku januarja 2017, na ostalih pa bo to izvedeno v kratkem.

Pridobljene izkušnje z vzpostavitvijo merilne mreže fizikalno-kemijskih lastnosti vode in uporabo samodejnih merilnikov so povzete v spodnji preglednici:

Preglednica 1. Ocena primernosti in uporabnosti stalnega spremljanja fizikalno-kemijskih parametrov vode v kraških vodonosnikih

Prednosti	zvezne meritve kratek časovni interval ogromne količine podatkov spomin avtonomnost	Slabosti	možnost okvare, poškodbe, kraje – izguba podatkov zahtevnost urejanja obsežne baze podatkov ni stika s terenom
Priložnosti	karakterizacija interpretacija napovedovanje upravljanje	Omejitve	tehnične težave fizičen napor težak dostop (jame)

5. Viri

[1] AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE (ARSO), 2017. Hidrološki in meteorološki podatki [online]. Ljubljana: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/ [dostop 10. januar 2017].

[2] ATLAS OKOLJA, 2017. Kartografski podatki Geoportal ARSO [online]. Ljubljana: ARSO. Dostopno na: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso [dostop 10. januar 2017].

[3] BUSER, S., GRAD, K., PLENIČAR, M., 1967. Osnovna geološka karta SFRJ, list Postojna 1:100000. Beograd: Zvezni geološki zavod.

[4] ČAR, J., 1982. Geološka zgradba požiralnega obrobja Planinskega polja. Acta Carsologica, 10, 75-104.

[5] ČAR, J., GOSPODARIČ, R., 1984. O geologiji krasa med Postojno, Planino in Cerknico. Acta Carsologica, 12, 91-106.

[6] FORD, D.C., WILLIAMS, P.W., 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Chichester: John Wiley & Sons.

[7] GABROVŠEK, F., KOGOVŠEK, J., KOVAČIČ, G., PETRIČ, M., RAVBAR, N., TURK, J., 2010. Recent results of tracer tests in the catchment of the Unica River (SW Slovenia). Acta Carsologica, 39 (1), 27-38.

[8] GAMS, I., 2003. Kras v Sloveniji v prostoru in času. Ljubljana: Založba ZRC.

[9] GOSPODARIČ, R., HABIČ, P., ur., 1976. Underground water tracing – Investigations in Slovenia 1972-1975. Postojna: Institute for Karst Research SAZU.

[10] HABIČ, P., 1987. Raziskave kraških izvirov v Malnih pri Planini in zaledja vodnih virov v občini Postojna. Poročilo. Postojna: Arhiv IZRK.

[11] KOGOVŠEK, J., 1999. Nova spoznanja o podzemnem pretakanju vode v severnem delu Javornikov (Visoki kras). Acta carsologica, 28 (1), 161–200.

[12] KOVAČIČ, G., 2009. Hidrologija kraškega izvira Malenščica in njegovega hidrografskega zaledja. Doktorska disertacija. Koper: G. Kovačič.

[13] RAVBAR, N., BARBERÁ, J.A., PETRIČ, M., KOGOVŠEK, J., ANDREO NAVARRO, B., 2012. The study of hydrodynamic behaviour of a complex karst system under low-flow conditions using natural and artificial tracers (the catchment of the Unica River, SW Slovenia). Environmental earth sciences, 65 (8), 2259-2272.

[14] RAVBAR, N., ŠEBELA, S., 2015. The effectiveness of protection policies and legislative framework with special regard to karst landscapes: insights from Slovenia. Environmental Science & Policy, 51, 106-116.

[15] TURK, J., 2010. Dinamika podzemne vode v kraškem zaledju izvirov Ljubljanice/Dynamics of underground water in the karst catchment area of the Ljubljanica springs. Ljubljana: Založba ZRC.

[16] WHITE, W.B., CULVER, D.C., HERMAN, J.S., KANE, T.C., MYLROIE, J.E., 1995. Karst lands: the dissolution of carbonate rock produces unique landscapes and poses significant hydrological and environmental concerns. American Scientist, 83 (5), 450-459.

UPORABA SLEDILNIH POSKUSOV V PROCESU UPRAVLJANJA S KRAŠKIMI VODNIMI VIRI V SLOVENIJI

dr. Metka Petrič, dr. Nataša Ravbar, dr. Janja Kogovšek

Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna

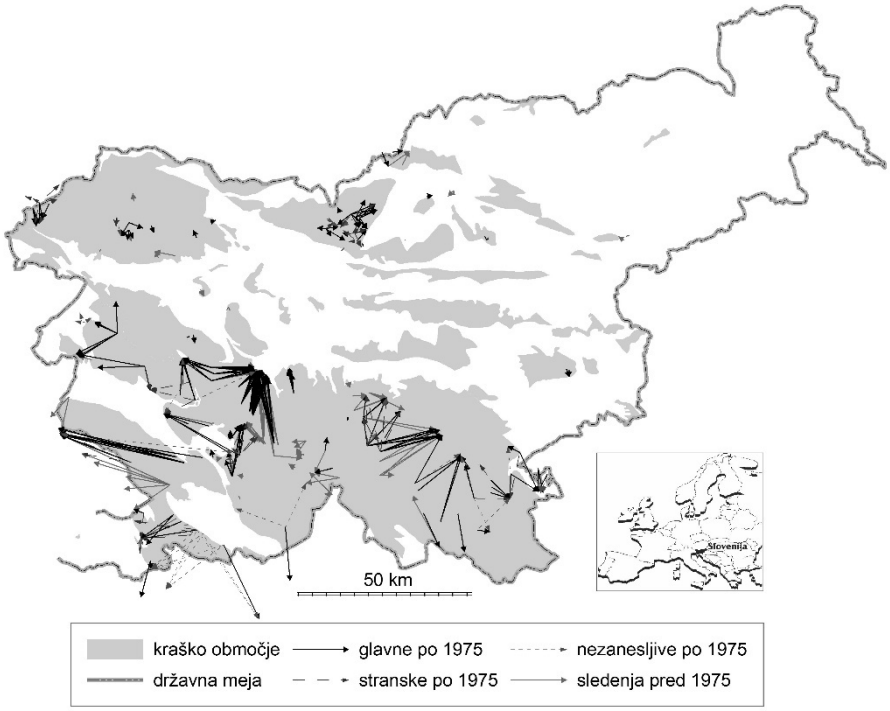
POVZETEK

Sledenje toka podzemne vode z umetnimi snovmi (»sledili«) je ena izmed raziskovalnih metod, ki so se uveljavile na področju kraške hidrogeologije. Prve omembe tovrstnih poskusov za ugotavljanje podzemnih vodnih povezav na slovenskem krasu segajo daleč v zgodovino, začetki njihove rabe v procesu upravljanja z vodnimi viri pa v prva leta 20. stoletja. V dobrih sto letih je bilo tako opravljeno več kot 250 sledilnih poskusov, ki se razlikujejo glede na namen izvedbe, vrste in načina injiciranja sledila, njegovega zaznavanja ter uporabnosti dobljenih rezultatov. Glavni namen je običajno določitev smeri in hitrosti podzemnega pretakanja ter omejitev zaledja kraških izvirov. Ob skrbnem načrtovanju poskusa ter dovolj dolgem in natančnem vzorčenju pojava sledila je možna tudi podrobna študija značilnosti pretakanja podzemnih vod, prenosa v njih raztopljenih snovi ter značilnosti njihovega iztekanja iz sistema (koncentracija, trajanje). Posebej v zadnjih letih je ta metoda pogosto uporabljena za reševanje okoljskih ali inženirskih problemov. Njeno pomembno vlogo priznavajo tudi administrativna in upravljavska telesa. V članku so podane osnovne značilnosti kraških vodonosnikov in sledilnih poskusov. Na izbranih primerih je opisana uporabnost rezultatov in izkušenj pri sledilnih poskusih na področju upravljanja s kraškimi vodnimi viri. Izpostavljena je problematika sistemskega nadzora nad izvajanjem tovrstnih raziskav, ki naj bi preprečil, da več izvajalcev istočasno izvede sledenje z enakim sledilom v zaledju nekega izvira. Podana je tudi pobuda po vzpostavitvi in vzdrževanju enotne slovenske baze rezultatov sledenj kot pomembnem elementu pri celostnem upravljanju s kraškimi vodnimi viri.

Ključne besede:
kras, sledilni poskus, umetna sledila, upravljanje z vodnimi viri, Slovenija.

1. Kraški vodni viri in sledilni poskusi

V Sloveniji kras pokriva 43 % površja in približno polovica prebivalcev se oskrbuje z vodo iz kraških vodonosnikov. Ti so izjemno ranljivi na onesneženje zaradi posebnih značilnosti: odsotnosti varovalne plasti (prst, sedimenti), hitre infiltracije vode v podzemlje (ponikalnice, zakraselo površje), hitrega podzemnega pretakanja skozi kraške kanale in posledično tudi hitrega širjenja onesnaženja v različne smeri. Pri načrtovanju njihovega varovanja pred onesnaženjem je treba poznati te značilnosti in jih ustrezno upoštevati. Uporabljamo različne raziskovalne metode, med katerimi se je sledenje z umetnimi snovmi, sledili, pokazalo kot še posebej primerno za določanje obsega prispevnih zaledij kraških izvirov ter ugotavljanje značilnosti pretakanja vode in prenosa snovi. Pogosto je ta metoda v rabi tudi na slovenskem krasu in pri pregledu literature smo zbrali podatke o več kot 250 opravljenih sledilnih poskusih (slika 1).



Slika 12 S sledinimi poskusi dokazane podzemne vodne zveze na območju krasa v Sloveniji.

Pri sledilnem poskusu spremljamo prenos injiciranega sledila skozi vodonosnik. Sledilo je v vodi topna, okolju neškodljiva snov, ki jo je z ustreznimi napravami možno zaznati v že zelo nizkih koncentracijah. Ugotovljene smeri in hitrosti pretakanja ter delež povrnjenega sledila v posameznih točkah vzorčenja (izviri, vodni tokovi v jamah, vrtine), dajo pomembne informacije o značilnostih pretakanja vode skozi kras ob določenih hidroloških razmerah in posredno tudi o značilnosti prenosa morebitnih onesnaževal. Prednost uporabe umetnih sledil je v tem, da lahko nadzorujemo pogoje vnosa sledila (npr. hidrološke razmere, izbira točke in načina vnosa).

Za uspešno izvedbo sledilnega poskusa so potrebne predhodne raziskave (hidrološke, geološke, speleološke, hidrokemijske, ipd.), ki pomagajo pri izbiri najbolj primernega tipa sledila in njegove količine. Ugotovljene značilnosti upoštevamo tudi pri pripravi natančnega programa sledenja z načrtom izvedbe injiciranja in vzorčenja, ki ga med samim poskusom sproti prilagajamo hidrološkim razmeram in rezultatom sprotnih analiz pojava sledila v točkah opazovanja. Ker je lahko zadrževanje sledila v krasu tudi dolgotrajno, je potrebno poskus izvajati dovolj dolgo, tudi v obdobju enega leta ali več. Na opazovanih točkah si namreč prizadevamo ujeti (»dobiti povrnjeno«) večino injiciranega sledila. Za oceno količine povrnjenega sledila je potrebno vzpostaviti tudi merjenje pretoka na teh točkah.

Na kraških območjih v Sloveniji so bila v kar 80 % sledenj uporabljena fluorescentna sledila, večinoma uranin (ali z drugim imenom natrijev fluorescein). To so organske snovi, ki se zaradi absorpcije svetlobe iz UV dela spektra vzbudijo na molekularnem nivoju in nato oddajajo svetlobo v območju daljših valovnih dolžin (Käss, 1998). V manjši meri so v rabi druge vrste sledil, predvsem soli, bakteriofagi in obarvani trosi, ki se največkrat uporabijo pri kombiniranih poskusih z istočasnim injiciranjem več različnih sledil. Količina uporabljenega sledila se bistveno razlikuje glede na tip sledila, za isto sledilo pa glede na hidrološke razmere, način injiciranja in izdatnost izvirov, v katerih naj bi se po predhodnih ocenah pojavilo.

V veliki večini poskusov je bilo sledilo injicirano v ponikalnico. Predvsem v zadnjih letih pa se sledilni poskusi vedno bolj uveljavljajo kot primerna metoda za študij značilnosti toka vode in prenosa snovi v vadozni (nezasičeni) coni z injiciranjem sledila razpršeno ali v razpoko na

površju in spremljanje njihovega pojava na izvirih ali v kraških jamah. Poleg naravnih objektov lahko kot točke vzorčenja ali injiciranja uporabljamo tudi vrtine.

V preteklosti je bilo treba za izvedbo sledenja pridobiti dovoljenje, sedaj pa te zahteve ni več. Brez čakanja na ustrezna dovoljenja je načrtovanje poskusa bolj enostavno. Pokazala pa se je tudi velika slabost take ureditve, saj je sedaj možno, da več izvajalcev istočasno izvede sledenje z enakim sledilom v zaledju nekega izvira. V takem primeru bodo rezultati sledenj nezanesljivi in zato verjetno neuporabni. Obstaja torej potreba po sistemskem nadzoru nad izvajanjem tovrstnih raziskav, ki bi preprečila njihovo morebitno navzkrižno izvedbo.

2. Primeri rabe sledilnih poskusov pri upravljanju s kraškimi vodnimi viri v Sloveniji

Osnovni pogoj za učinkovito varovanje kraških vodnih virov je dobro poznavanje značilnosti in razumevanje njihovega delovanja. Zagotovljen mora biti tudi ustrezen zakonodajni okvir, ki določa pravila za omejevanje aktivnosti s škodljivimi učinki in narekuje ukrepe za preprečitev oz. omejitev njihovih negativnih posledic. Slovenska okoljska zakonodaja temelji na zakonih in direktivah Evropske unije. Ker v teh kraški vodonosniki niso ustrezno obravnavani, še manj prepoznani kot izjemno občutljivo območje, tudi v slovenskih zakonih o varovanju voda najprej niso bili posebej izpostavljeni. Tekom let so se zaradi tega pojavljale številne težave pri reševanju praktičnih problemov upravljanja z vodnimi viri in onesnaževanja v krasu, na katere se je zakonodajalec odzival s postopnim uvajanjem sprememb in dopolnitev. Še vedno pa ostajajo nekateri nerešeni problemi.

S stališča varovanja kakovosti voda sta pomembna dva pravilnika: Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (PKVO, 2004) in Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (POM, 2015). V obeh so sledilni poskusi navedeni kot ena izmed možnih raziskovalnih metod pri izdelavi strokovnih podlag za določitev vodovarstvenih območij ali programa monitoringa. Ker pa njihova uporaba ni obvezna, v večini raziskav zaradi zahtevne in zamudne izvedbe ter visokih stroškov niso izvedeni. Bolj izjema kot pravilo so posamezni primeri, kjer je bila njihova uporaba izrecno zahtevana s strani Ministrstva za okolje in prostor, ki vodi postopke sprejemanja uredb za varovanje vodnih virov in potrjuje programe obratovalnih monitoringov. Izbrani primeri uporabe sledilnih poskusov v procesu upravljanja s kraškimi vodnimi viri v Sloveniji so bolj podrobno predstavljeni v nadaljevanju.

2.1 Določitev vodovarstvenih območij in kartiranje ranljivosti

Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (PKVO, 2004) postavlja različne kriterije za različne tipe vodonosnikov. Za kraške je za določitev mej vodovarstvenih območij potrebno pridobiti podatke o hitrostih in smereh toka ter geološko-kemijskih lastnostih podzemne vode, njeni piezometrični gladini, razredčenju dejanskih in morebitnih onesnaževal, velikosti in zakraselosti napajalnega območja. Predvidena je možnost uporabe ene izmed šestih navedenih raziskovalnih metod, med njimi so tudi sledilni poskusi. Če uporaba rezultatov samo ene od metod ne zagotavlja zanesljive in učinkovite določitve mej, je treba uporabiti rezultate več metod. Glede na naše izkušnje je zaradi kompleksne zgradbe in delovanja kraških vodonosnikov uporaba več vzporednih metod nujna in bi jo bilo smiselno predpisati. V procesu določanja vodovarstvenih pasov za kraške vodne vire v Sloveniji so bili rezultati sledilnih poskusov, ki so bili opravljeni v različnih predhodnih projektih, tudi uporabljeni za oceno teh parametrov. Niso pa bila načrtno izvedena nova sledenja v sklopu priprave strokovnih podlag za določitev vodovarstvenih območij.

V nekaterih evropskih državah (npr. v Nemčiji in Švici) so za določevanje vodovarstvenih območjih v zakonodajo uvedli metodo kartiranja ranljivosti. Na slovenskem krasu so bile sicer izvedene posamezne študije, kjer so bile te metode uporabljene (Janža & Prestor, 2002; Marin et al., 2014), v raziskovalnem projektu je bil razvit tudi značilnostim slovenskega krasa

prilagojen »Slovenski pristop« (Ravbar, 2007), a izdelane karte ranljivosti niso bile uporabljene v procesu sprejemanja uredb o varovanju vodnih virov. Bi pa bile v prihodnje smiselne primerjalne raziskave z uporabo in validacijo različnih tovrstnih metod, ki bi omogočile oblikovanje predloga skupne metode kartiranja ranljivosti kot osnove za določevanje vodovarstvenih območij in režima varovanja znotraj njih. V tem oziru je pomembno izpostaviti tudi sledilne poskuse, ki so zelo pomembna raziskovalna metoda pri izdelavi kart ranljivosti, še posebej pa pri njihovi validaciji. Ravbar in Goldscheider (2007) sta predlagala dva kriterija, ki ju je možno pridobiti s sledilnimi poskusi: čas prvega pojava sledila in normaliziran delež povrnjenega sledila (delež deljen s pretokom izvira). Kratki potovalni časi in visok deleži povrnjenega sledila kažejo na visoko ranljivost, zapozneli pojav sledila v bistveno zmanjšanem deležu pa na nizko ranljivost.

2.2 Program monitoringa vpliva odlagališča odpadkov na kraške vode

V letu 2000 je bilo sprejetih več pravilnikov, ki so urejali upravljanje s škodljivimi snovmi in načrtovanje monitoringa podzemnih vod v njihovem vplivnem območju. V naslednjih letih je potekal proces vzpostavitve monitoringa podzemne vode v vplivnem območju odlagališč odpadkov, za katerega so bili odgovorni upravljavci, program monitoringa pa je moral biti potrjen s strani Ministrstva za okolje in prostor. V tem procesu so se posebej v primerih odlagališč na krasu pojavile številne težave, ki v pravilnikih niso bile predvidene. Po zahtevah Ministrstva in s financiranjem upravljavcev je bilo tako opravljenih več sledilnih poskusov (Kogovšek & Petrič, 2006, 2007, 2010), ki so pripomogli k bolj smiselno načrtovanem monitoringu, pa tudi k določenim popravkom obstoječih pravilnikov.

Izpostavile bi primer odlagališča odpadkov Mozelj pri Kočevju, ki je bilo odprto leta 1973. Pri izbiri lokacije ni bilo upoštevano, da gre za zakraselo in zelo dobro prepustno območje, kjer voda in v njej raztopljene snovi neovirano ponikajo v podzemlje in se po dobro prepustnih kraških kanalih hitro pretakajo proti izvirom v dolinah Kolpe in Krke. Tudi tehnična ureditev odlagališča ni zadovoljivo omejila odtekanja izcednih vod. Za potrebe obratovalnega monitoringa so bile v neposredni bližini odlagališča izvrtane tri vrtine, vendar pa je bila zaradi heterogene zgradbe krasa njihova reprezentativnost vprašljiva. V procesu izdelave programa monitoringa kakovosti podzemne vode v vplivnem območju odlagališča je bila tako v letu 2006 izvedena hidrogeološka raziskava z uporabo kombiniranega sledilnega poskusa (Kogovšek & Petrič, 2010). Flourescenčni sledili uranin in eozin sta bili injicirani v dve dobro prepustni razpoki na površju na jugozahodnem in severnem robu odlagališča, vzorčenje vode pa je potekalo v vseh treh vrtinah in na več izvirih. Ugotovljene so bile smeri in hitrosti odtoka voda z odlagališča ter odvisnost dinamike transporta snovi od padavinskih razmer. Dodatni namen sledenja je bilo testiranje primernosti 3 vrtin kot objektov za monitoring.

V eni vrtini se je pojavilo eno, v drugi pa obe sledili v koncentracijah le malo nad mejo določljivosti. V tretji vrtini sledil nismo zaznali. Večji del injiciranih sledil je torej odtekel skozi dobro prepustne razpoke in kanale, ki jih vrtine niso dosegle, proti izvirom. Zaključimo lahko, da te vrtine niso primerne za monitoring vpliva odlagališča na podzemne vode.

Dokazan je bil glavni tok proti izviru Bilpa v dolini Kolpe z dominantno navidezno hitrostjo 48 m/h (izračunana na osnovi primerjave med zračno razdaljo od točke injiciranja do točke pojava sledila in časom med trenutkom injiciranja in pojavom maksimalne koncentracije sledila). Hiter tok, visoka koncentracija in delež povrnjenega sledila (92 % uranina, oz. 78 % eozina) kažejo na zelo veliko ranljivost in nevarnost onesnaženja s škodljivimi snovi z odlagališča in potrjujejo, da je izvir Bilpa najbolj primerna točka za monitoring kakovosti vode v vplivnem območju odlagališča. Zaradi večje verjetnosti zaznavanja morebitnega onesnaženja je priporočljivo vzorčenje za monitoring izvajati pri hidroloških razmerah, pri katerih so bile zaznane najvišje koncentracije sledila. Ker se razmere v kraških vodonosnikih zelo hitro spreminjajo in posamezni vzorci pogosto ne prikažejo dejanskega stanja kakovosti, je bolj smiseln odvzem zaporednih vzorcev v času vodnega vala: od začetka naraščanja pretoka, preko viška in recesije do vrnitve v začetno stanje.

Predstavljene ugotovitve so pripomogle k spremembi pravilnikov o monitoringu z upoštevanjem posebnih značilnosti kraških sistemov. Ne samo za odlagališča, ampak nasploh za monitoring v vplivnih območjih virov onesnaževanja na krasu je predvidena individualna obravnava. Ni več predpisana izgradnja vrtin za monitoring, ampak ima prednost monitoring v naravnih objektih, ki so izbrani glede na ugotovljene smeri in hitrosti toka podzemne vode. Še vedno pa so sledilni poskusi omenjeni le kot ena izmed možnih metod za določitev teh parametrov.

2.3 Ocena vpliva načrtovanih prometnic na kraške vodne vire

Načrtovani drugi tir železniške proge Koper-Divača, ki v delu med Črnim Kalom in Divačo večinoma poteka skozi dva tunela, seka ranljiv kraški vodonosnik z dvema pomembnima vodnima viroma. Kraški izvir Rižana je zajet za oskrbo obalnih občin, manjši izvir Boljunec v Italiji pa napaja ribogojnico. Zaradi izjemnega pomena Rižane kot vodnega vira in ocene morebitnega čezmejnega vpliva na izvir Boljunec je bila opravljena podrobna krasoslovna in hidrogeološka študija, ki je vključevala tudi izvedbo treh sledilnih poskusov z območja načrtovane trase (Gabrovšek et al., 2015).

Štiri lokacije na območju načrtovane trase so bile izbrane kot točke injiciranja. V marcu 2001 je bil uranin injiciran v ponikalnico v Beško-Ocizeljski jamski sistem (Kogovšek & Petrič, 2004), v decembru 2009 pa v dobro prepustno razpoko v bližini črnotiškega kamnoloma. V novembru 2010 je bil uranin injiciran v vrtino T2-12 na območju med Beko in Črnotiči, eozin pa v vrtino T1-8 pri Krvavem Potoku (Gabrovšek et al., 2015). Vzorčenje je potekalo v izvirih Rižana, Osapska Reka in Boljunec.

Rezultati sledenj so omogočili dokaj natančno razmejitev prispevnih območij Rižane in Boljunca na območju trase, pri načrtovanju monitoringa in morebitnih ukrepov v primeru nesreč pa je treba upoštevati tudi posebno značilnost krasa, da se smeri pretakanja lahko spreminjajo ob različnih hidroloških razmerah. Že pred začetkom gradnje bo treba z osnovnim monitoringom količine in kakovosti vode ob različnih hidroloških razmerah določiti t.i. ničelno stanje, ocena morebitnih vplivov izgradnje in potem obratovanja proge pa bo morala temeljiti na bolj podrobnem monitoringu obeh vodnih virov. Pri njegovem načrtovanju bo treba upoštevati posebne značilnosti kraških vodonosnikov, ki po eni strani omogočajo zelo hitro pretakanje vode in prenos snovi po dobro prepustnih razpokah in kanalih, po drugi strani pa se v slabše prepustnih delih v bolj sušnih obdobjih onesnaževala lahko uskladiščijo za dalj časa. Proti izlivom jih potisnejo šele intenzivne padavine. Program vzorčenj v monitoringu je zato pomembno prilagoditi padavinskim in hidrološkim razmeram.

3. Zaključki

Uporaba sledilnih poskusov pomembno prispeva k bolj učinkovitemu varovanju vodnih virov in načrtovanju monitoringa vplivov različnih aktivnosti nanje. Ker je lahko izvedba sledenj dolgotrajna in povezana z relativno visokimi stroški, je pomembno, da jih čim bolj natančno načrtujemo in s tem zagotovimo čim boljšo kakovost dobljenih rezultatov.

Rezultati bi morali biti dostopni vsem, ki raziskujejo kraške vodonosne sisteme ali jih upravljajo. Zato je bila podana pobuda po vzpostavitvi in vzdrževanju enotne slovenske baze rezultatov sledenj kot pomembnem elementu pri pripravi celostnega procesa upravljanja s kraškimi vodnimi viri.

4. Viri

GABROVŠEK, F., KNEZ, M., KOGOVŠEK, J., MIHEVC, A., MULEC, J., OTONIČAR, B., PERNE, M., PETRIČ, M., PIPAN, T., PRELOVŠEK, M., SLABE, T., ŠEBELA, S., TURK, J., ZUPAN HAJNA, N., 2015. The Beka-Ocizla cave system: karstological railway planning in Slovenia. Cham: Springer.

JANŽA, M. AND PRESTOR, J., 2002. Ocena naravne ranljivosti vodonosnika v zaledju izvira Rižane po metodi SINTACS. *Geologija*, 45 (2), 401-406.

KÄSS, W., 1998. Tracing techniques in hydrogeology. Rotterdam: AA Balkema.

KOGOVŠEK, J. AND PETRIČ, M., 2006. Tracer test on the Mala gora landfill near Ribnica in south-eastern Slovenia. *Acta carsologica*, 35 (2), 91-101.

KOGOVŠEK, J. AND PETRIČ, M., 2007. Directions and dynamics of flow and transport of contaminants from the landfill near Sežana (SW Slovenia). *Acta carsologica*, 36 (3), 413-424.

KOGOVŠEK, J. AND PETRIČ, M., 2010. Tracer tests as a tool for planning the monitoring of negative impacts of the Mozelj landfill (SE Slovenia) on karst waters. *Acta carsologica*, 39 (2), 301-311.

MARÍN, A.I., RAVBAR, N., KOVAČIČ, G., ANDREO, B. AND PETRIČ, M., 2014. Application of Methods for Resource and Source Vulnerability Mapping in the Orehek Karst Aquifer, SW Slovenia. V: C. BERTRAND, ur. *Proceedings of the 9th Conference on Limestone Hydrogeology, 1-3 September 2011 Besançon, France*. Springer International Publishing, 327-330.

PKVO, 2004. Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. UL RS, št. 64/04.

POM, 2015. Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode. UL RS, št. 53/15.

RAVBAR, N. AND GOLDSCHEIDER, N., 2007. Proposed methodology of vulnerability and contamination risk mapping for the protection of karst aquifers in Slovenia. *Acta carsologica*, 36 (6), 397-411.

RAVBAR, N., 2007. The protection of karst waters: a comprehensive Slovene approach to vulnerability and contamination risk mapping. Ljubljana: Založba ZRC.

UPORABA NUMERIČNIH MODELOV TOKA PODZEMNE VODE PRI UPRAVLJANJU S PODZEMNIMI VODAMI

doc. dr. Barbara Čenčur Curk[1], doc. dr. Goran Vižintin[2], Sašo Celarc[3], dr. Petra Souvent[4]

[1]Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Privoz 11, 1000 Ljubljana, [2]Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za rudarstvo, geotehnologijo in okolje, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, [3]BRON d.o.o., Litostrojska 44, 1000 Ljubljana, [4]Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Odgovorno upravljanje s podzemno vodo pomeni usklajevanje interesov in pravic tistih, ki ta naravni vir že izkoriščajo, kot tudi tistih, ki bodo podzemno vodo izkoriščali v prihodnosti. Regulatorni organ je Ministrstvo za okolje in prostor, ki z Direkcijo za vode izdaja vodne pravice (koncesije in vodna dovoljenja). Kot pomoč pri podeljevanju vodnih pravic za podzemne vode smo razvili ekspertni sistem (sistem ENS) na aluvialnih vodonosnikih, ki upravljavcem pomaga pri oceni vodnih količin na danem vodonosniku in nudi informacijo o modelski izhodiščni količini podzemne vode za potrebe izdaje vodnih pravic. Sistem ENS tako omogoča nadzorovano in trajnostno rabo podzemne vode.

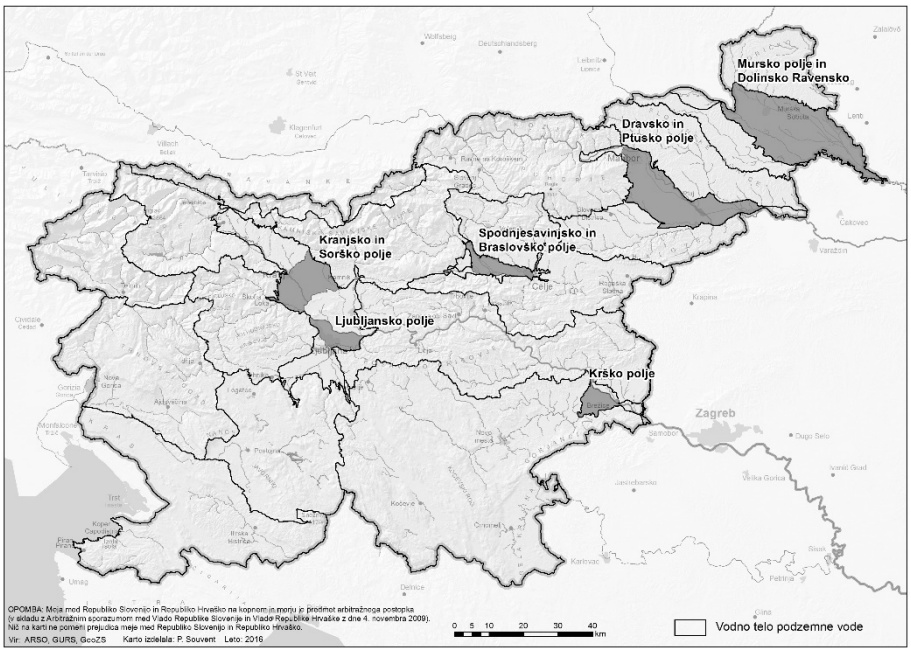
Ključne besede:
numerični modeli, podzemne vode, upravljanje z vodami, vodne pravice, aluvialni vodonosniki

1. Uvod

Slovenija pridobi iz podzemnih vodnih virov večino pitne vode. Največji pritiski na podzemne vodne vire so v ravninskih območjih vzdolž večjih slovenskih rek. Tu je tudi največja koncentracija prebivalstva, zato se potrebi po oskrbi s pitno vodo pridružujejo še druge rabe podzemne vode. Z vidika količin sta pomembni predvsem industrijska in kmetijska raba vode (Andjelov in sod., 2015). Zaradi velikega števila deležnikov na takih rečnih ravnicah, je potrebna premišljena in nadzorovana raba podzemnih voda. Upravljanje z viri podzemnih voda ter spremljanje in ocenjevanje stanja podzemnih voda tako zahteva dobro razumevanje vodonosnih sistemov in procesov. Šele to lahko zagotovi optimalno rabo vodnih virov, ki zadosti tudi ekološke potrebe mokrišč, izvirov in rek ter podpira ohranjanje kakovosti voda. Sistem, ki smo ga poimenovali "Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije" (ENS), podpira intergracijo, validiacijo in kvantifikacijo hidrogeoloških informacij, ki so potrebne za razvoj strategij trajnostne rabe strateških podzemnih vodnih virov. Sistem povezuje numerične modele toka podzemne vode s podatkovno bazo vodnih dovoljenj in koncesij, kar omogoča, da podatke iz omenjenih baz uporabimo v postopku pridobitve informacije o količini vode na določeni lokaciji. Sistem ENS zagotavlja tudi kontrolne mehanizme, s katerimi se preverja, ali je na določeni lokaciji mogoče podeliti pravico za odvzem določene količine vode. V sistem ENS je vključenih šest regionalnih modelov toka podzemne vode na aluvialnih vodonosnikih, ki so najbolj obremenjeni z odvzemi: Mursko polje in Dolinsko Ravensko, Dravsko in Ptujsko polje, Spodnjesavinjsko in Braslovško polje, Krško polje, Kranjsko in Sorško polje ter Ljubljansko polje.

2. Numerični modeli toka podzemne vode

Za hidrogeološko regionalno modeliranje toka podzemne vode smo izbrali vodonosnike z medzrnsko poroznostjo in rečnimi sedimenti kvartarne in pleistocenske starosti: Mursko polje in Dolinsko Ravensko, Dravsko in Ptujsko polje, Spodnje Savinjsko polje, Krško polje, Kranjsko in Sorško polje ter Ljubljansko polje (Slika 1). Debelina sedimentov je od nekaj metrov (Spodnjesavinjsko in Braslovško polje) do nekaj dest metrov (Mursko polje in Dolinsko Ravensko, Dravsko polje, Krško polje). Na Ljubljanskem polju debelina doseže 100 m, na Kranjskem in Sorškem polju pa več kot 150 m. Sedimenti, dobro prepustni peski in prodi, so v osrednjih delih vodonosnikov in na območjih starih rečnih strug zelo dobro prepustni. Ponekod, zlasti na območjih debelejših aluvilanih nanosov, so v spodnjih delih prisotni konglomerati, ki se lahko pojavijo tudi na območu nihanja proste gladine podzemne vode. Vrednosti koeficienta prepustnosti večje od 10^{-2} m/s niso redke, v glavnem pa se gibljejo med 10^{-3} m/s in $3x10^{-2}$ m/s. Občasno se lahko tudi na osrednjih delih plitvejših aluvialnih nanosov pojavljajo manj prepustni glinasto meljasti peščeni sedimenti, katerih prepustnost je lahko občutno manjša (okrog 10^{-5} m/s) (Vižintin in sod., 2012, Petauer in sod., 2014A; Petauer in sod., 2014B; Vižintin in sod., 2014A, Vižintin in sod., 2014B, Vižintin in sod., 2014C).



Slika 13 Aluvijalnih vodonosniki (vodonosni sistemi), vključeni v sistem ENS

Kot modelsko orodje smo uporabili program Visual ModFlow 2011.1 (ver.164), ki kot programsko kodo oziroma model za modeliranje toka podzemne vode uporablja MODFLOW (USGS). MODFLOW temelji na reševanju diferencialne parcialne enačbe toka skozi porozni prostor na osnovi metode končnih razlik. Modeli so izdelani za stacionarni režim podzemne vode. Za umerjanje modelov smo uporabili podatke simultanih meritev gladin podzemne vode in vodotokov (podatki ARSO), ki so bile izvedene ob srednje nizkih hidroloških razmerah. Zanje smo predpostavili, da odražajo obdobje največje porabe podzemne vode in najmanjšega količinskega obnavljanja podzemne vode v danih vodonosnikih. Po končani optimizaciji modela, ki je bila opravljena z metodo PEST (Doherty, 2015) in delno ročnim umerjanjem, je bila opravljena ocena kakovosti modela. To smo izvedli z oceno parametra NORM RMS (Normalizirana standardna deviacija). Manjša vrednost parametra NORM RMS pomeni boljše ujemanje modela s stanjem v naravi. V praksi se

uporablja 5% kot sprejemljivo najvišjo mejno vrednost, ki zagotavlja dovolj dobro kakovost modela. Modeli toka podzemne vode znotraj sistema ENS imajo parameter NORM RMS manjši kot 2,5%, kar kaže na zelo dobro ujemanje modelov z merjenimi podatki. Poleg ocene NORM RMS smo si pri oceni kakovosti modela pomagali tudi s podatki ARSO regionalnega vodnobilančnega modela GROWA-SI (Andjelov in sod., 2016). Ti podatki so nam služili za okvirno oceno površinskega napajanja na celotnem območju modela in za okvirno oceno dotokov z robov modela. Ker model GROWA-SI podaja vrednosti podzemnega in površinskega odtoka na osnovi poznavanja reliefa terena, rabe tal, geologije območja, sestave tal, padavin, evapotranspiracije itd., bo izboljšan sistem GROWA-SI v bodočnosti lahko predstavljal še pomembnejši modelski vhod za ENS. GROWA-SI bo v prihodnosti namreč omogočal tudi mesečne izračune, medtem ko sedanji izračuni predstavljajo letne bilance podzemnega in površinskega odtoka. S pomočjo matematičnega modeliranja toka podzemne vode smo poleg določitve smeri toka podzemne vode in izračunanih gladin za srednje nizko hidrološko stanje določili tudi količino podzemne vode, ki jo upravljavci uporabljajo za podeljevanje vodnih pravic (Tabela 1). S temi količinami zagotavljamo odgovorno upravljanje podzemne vode in v sistemu puščamo zadostne količine podzemne vode za ohranjanje kopenskih ekosistemov odvisnih od podzemnih voda ter za ohranjanje ekološkega stanja površinskih voda.

Tabela 1 Upravljavske količine podzemne vode v sistemu ENS ter % že podeljenih vodnih pravic za nepovratne odvzeme (stanje januar 2014)

	Območje	**Količina podzemne vode v sistemu ENS (m3/s)**	**Že podeljene vodne pravice za nepovratne odvzeme (%)**
1	Dravsko in Ptujsko polje	2,97	36
2	Kranjsko in Sorško polje	2,67	20
3	Ljubljansko polje	2,55	75
4	Mursko polje in Dolinsko Ravensko	1,75	32
5	Spodnjesavinjsko in Braslovško polje	0,63	45
6	Krško polje	0,55	12

Glede na določene upravljavske količine podzemne vode je odstotek že podeljenih vodnih pravic za nepovratne odvzeme (stanje januar 2014) največji na Ljubljanskem polju (75%), najmanjši pa na Krškem polju (12%) (Tabela 1).

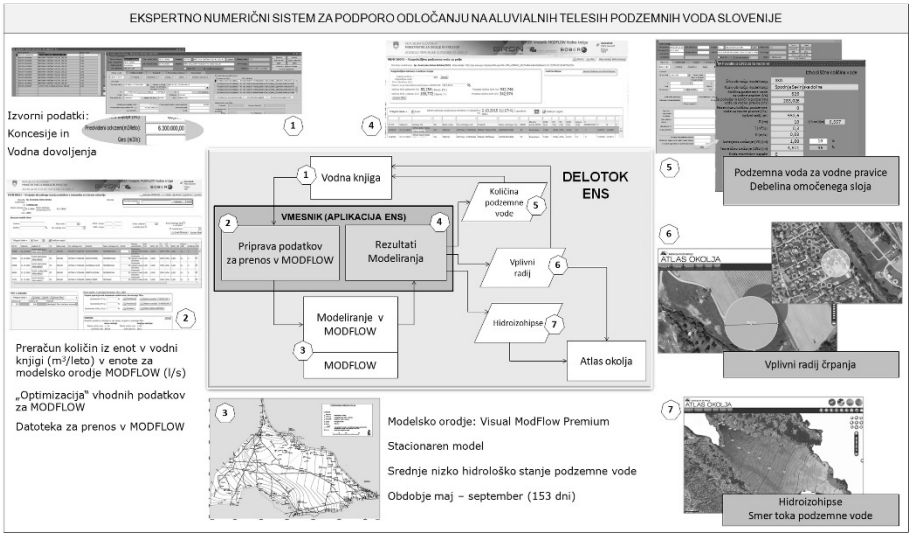
3. Sistem ENS

V sistemu ENS podatke o že podeljeni količini podzemne vode na dani lokaciji (aplikaciji Vodna dovoljenja in Koncesije (Vodna knjiga)) uporabimo kot vhodne podatke. Sistem zagotavlja tudi kontrolo znižanja gladine podzemne vode na želeni izbrani lokaciji ter kontrolo poseganja v vplivno območje črpanja, kar je vgrajeno v prikazovalnik prostorskih podatkov - Atlas okolja. ENS tako omogoča medsebojno izmenjavo podatkov med aplikacijami: Vodna knjiga, Atlas okolja in modelskim orodjem VisualModFlow.

Osnova sistemu ENS je 6 regionalnih hidrogeoloških modelov toka podzemne vode (Slika 1), s katerimi smo določili izhodiščno količino podzemne vode. Celoten sistem pa deluje tako, da se v prvem koraku v sistem ENS iz Vodne knjige prenesejo podatki o količini podzemne vode (1; Slika 2). Sledi pregled in urejanje količinskih podatkov (2; Slika 2) in prenos podatkov v modelsko okolje MODFLOW (3; Slika 2). Rezultati izračunov se prenesejo preko vmesnika (4; Slika 2) nazaj v Vodno knjigo ter tudi na prikazovalnik prostorskih podatkov Atlas okolja (5, 6, 7; Slika 2).

Rezultati sistema ENS so (Souvent in sod., 2014):

- za vsak obravnavani aluvialni vodonosnik je določena množica vodnih dovoljenj in koncesij, ki se po določenih kriterijih prenesejo v MODFLOW in upoštevajo pri modeliranju;
- definirani so parametri za preračun izvornih količin podeljene vode iz Vodne knjige (običajno m3/leto) v enote, ki jih upošteva MODFLOW (l/s) in s katerimi po mnenju eksperta dosežemo najboljši izračunljiv približek realnemu stanju;
- vzpostavljeni in umerjeni so numerični modeli toka podzemne vode, ki dajejo najboljše rezultate glede na upoštevane podatke vodnih dovoljenj in koncesij;
- podan je predlog količine podzemne vode v vodonosniku, ki lahko predstavlja eno od upravljalskih izhodišč za politiko podeljevanja vodnih pravic;
- definirani so parametri za izračun vplivnega radija posameznega odjemalca, ki so rezultat umerjanja modela in
- pripravljen je mehanizem za nadzorovano rabo podzemne vode in spremljanje vplivnih radijev ter kontrolo znižanja gladine podzemne vode na želeni izbrani lokaciji ob podeljevanju novih pravic.



Slika 2 Delotok sistema ENS (razlaga posameznih oštevilčenih korakov je v tekstu)

4. Sistem ENS kot podpora odločanju pri podeljevanju vodnih pravic

Z vpeljavo ENS je omogočeno sprotno spremljanje količin podzemne vode za podeljevanje pravic in morebitne medsebojne vplive med različnimi porabniki podzemne vode. Tako imajo uporabniki sistema ob vnosu vodnih dovoljenj in koncesij v svojih obstoječih aplikacijah vpogled v naslednje podatkovne informacije:

- izhodiščno količino podzemne vode za vodne pravice za posamezni aluvialni vodonosnik (modelsko območje);
- količino podzemne vode, ki je že odobrena (in porabljena) z veljavnimi vodnimi pravicami;
- količino podzemne vode, ki bo potencialno porabljena s strani novih prosilcev za vodno pravico (vloge v reševanju);

- izhodiščno količinsko shemo upravljanja z upoštevanjem količin, ki so že podeljene in pa tistih, ki so še v reševanju;
- seznam tistih prosilcev, ki imajo vloge v reševanju in bodo ob potencialni izdaji dovoljenja odvzemali podzemno vodo;
- vplivne radije obstoječih odvzemov in vlog, ki so v reševanju;
- s črpalnim poskusom izmerjeno znižanje gladine podzemne vode na dani novi lokaciji (podatek iz hidrogeološkega poročila, ki je priloga vlogi za vodno pravico) kot tudi teoretično znižanje gladine podzemne vode in
- sistem opozoril, ko odvzemi dosegajo ali presegajo izhodiščno količino podzemne vode za vodne pravice.

Sistem odločanja je postavljen ob zasledovanju petih načel, ki upravljavcu pomagajo pri sprejemanju odločitev v postopku podeljevanja vodne pravice za črpanje podzemne vode:

- Načelo trajnostne rabe podzemne vode in s tem ohranjanja dobrega količinskega stanja podzemne vode (Ali je na razpolago zadostna količina podzemne vode?)
- Načelo upoštevanja dosedanjih kriterijev podeljevanja vodne pravice z možnostjo dodatne modelske simulacije (Kolikšen je predviden odvzem podzemne vode?)
- Načelo neovirane rabe podzemne vode (Ali obstaja so-vpliv uporabnikov?)
- Načelo preprečitve lokalne količinske preobremenjenosti vodonosnika (Ali bo črpanje povzročilo znižanje gladine podzemne vode za več kot 2/3 omočenega dela vodonosnika?)
- Načelo sodelovanja stranke v postopku pridobitve vodne pravice (Ali prosilec soglaša z vodno pravico z omejitvijo količine?)

5. Zaključki

Sistem ENS je orodje za pomoč pri upravljanju s podzemnimi vodami, konkretno pri odločanju o podeljevanju vodnih pravic za podzemne vode. V procesu odločanja ENS upravljalcu omogoča uporabo določrnih informacij, vendar ga v nobenem koraku ne omejuje pri odločanju. Podatki, uporabljeni v ENS, temeljijo na numeričnih modelih toka podzemne vode za posamezen aluvialni vodonosnik (ocena količin podzemne vode, prostorski prikaz hidroizohips in smeri toka, ocena vplivnih radijev črpanja).

6. Zahvala

Sistem ENS je bil postavljen v okviru projekta Agencije RS za okolje: Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji, bolj znanega pod akronimom BOBER (Boljše Opazovanje za Boljše Ekološke Rešitve), ki je del evropskega Operativnega programa za razvoj okoljske in prometne infrastrukture v obdobju 2007-2013. Kohezijski sklad Evropske unije je prispeval 85 %, slovenski državni proračun pa 15 % ocenjene vrednosti projekta.

7. Viri

ANDJELOV, M., MIKULIČ, Z., TETZLAFF, B., UHAN, J. & WENDLAND, F., 2016. Groundwater recharge in Slovenia. Results of a bilateral German-Slovenian Research project. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Energie & Umwelt, Vol 339, 138 p.

ANDJELOV, M., FRANTAR, P., MIKULIČ, Z., PAVLIČ, U., SAVIĆ, V., SOUVENT, P., TRIŠIĆ, N. & UHAN, J., 2015. Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji. Osnove za NIV II. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 65 str.

DOHERTY, J., 2015. Calibration and Uncertainty Analysis for Complex Environmental Models. PEST: complete theory and what it means for modelling the real world. Watermark Numerical Computing, Brisbane, Australia, 224 str..

PETAUER, D., HITI, T., VIŽINTIN, G. & ČENČUR CURK, B. 2014A. Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvijalnih telesih podzemnih voda Slovenije, Mejnik 8/1, Poročilo P4B: Izvedba nadgradnje numeričnega modela toka podzemne vode za Ljubljansko polje za ekspertno numerični sistem, Končno poročilo, GEORAZ d.o.o., 32 str., arhiv ARSO, Ljubljana.

PETAUER, D., HITI, T., VIŽINTIN, G. & ČENČUR CURK, B. 2014B. Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvijalnih telesih podzemnih voda Slovenije, Mejnik 8/1, Poročilo P4B: Izvedba nadgradnje numeričnega modela toka podzemne vode za Krško polje za ekspertno numerični sistem, Končno poročilo, GEORAZ d.o.o., 31 str., arhiv ARSO, Ljubljana.

SOUVENT, P., VIŽINTIN, G., CELARC, S. & ČENČUR CURK, B. 2014. Ekspertni sistem za podporo odločanju na aluvijalnih telesih podzemnih voda Slovenije. Geologija 57/2, 245-252

VIŽINTIN, G., SUPOVEC, I., TANCAR, M., CELARC, S. & ČENČUR CURK, B. 2012. Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvijalnih telesih podzemnih voda Slovenije, Mejnik 8/1, Poročilo P4B: Izvedba nadgradnje numeričnega modela toka podzemne vode za Spodnje Savinjsko dolino za ekspertno numerični sistem, Končno poročilo, HGEM in NTF, 27 str., arhiv ARSO, Ljubljana.

VIŽINTIN, G., BRILLY, M., VIDMAR, A. & ČENČUR CURK, B. 2014A. Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvijalnih telesih podzemnih voda Slovenije, Mejnik 8/1, Poročilo P4B: Izvedba nadgradnje numeričnega modela toka podzemne vode za Dravsko in Ptujsko polje za ekspertno numerični sistem, Končno poročilo, HGEM in NTF, 27 str., arhiv ARSO, Ljubljana.

VIŽINTIN, G., SUPOVEC, I., TANCAR, M., CELARC, S. & ČENČUR CURK, B. 2014B. Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvijalnih telesih podzemnih voda Slovenije, Mejnik 8/1, Poročilo P4B: Izvedba nadgradnje numeričnega modela toka podzemne vode za Mursko in Prekmursko polje za ekspertno numerični sistem, Končno poročilo, HGEM in NTF, 28 str., arhiv ARSO, Ljubljana.

VIŽINTIN, G., SUPOVEC, I., TANCAR, M., CELARC, S. & ČENČUR CURK, B. 2014C. Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvijalnih telesih podzemnih voda Slovenije, Mejnik 8/1, Poročilo P4B: Izvedba nadgradnje numeričnega modela toka podzemne vode za Kranjsko in Sorško polje za ekspertno numerični sistem, Končno poročilo, HGEM in NTF, 28 str., arhiv ARSO, Ljubljana.

ANALIZA NIZKIH PRETOKOV NA KRAŠKIH IZVIRIH - PRIMER VIPAVE

dr. URŠKA, PAVLIČ[1], izr. prof. dr. MIHAEL, BRENČIČ[2]

[1]Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, [2]Oddelek za geologijo,
Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana;
Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Podzemna voda predstavlja stabilen vodni vir, ki pride do izraza zlasti v obdobju nizkih voda. Izviri Vipave predstavljajo pomemben potencialni vir pitne vode v jugozahodni Sloveniji. Z namenom, da bi ugotovili, kakšne so značilnosti tega vodnega vira v obdobju nizkih vod, smo opravili podrobno analizo pretokov izvirov Vipave. Na podlagi razpoložljivih hidroloških in meteoroloških podatkov, s katerimi razpolaga Agencija RS za okolje, so bile poleg klasičnih hidroloških metod uporabljene tudi metode strojnega učenja s poudarkom na nevronskih mrežah. Rezultati so poudarili kompleksnost dinamike odtoka podzemne vode iz kraškega vodonosnika ter potrebo po ločeni in prilagojeni obravnavi le tega v času nizkih voda. Pri modeliranju z umetnimi nevronskimi mrežami nizkih pretokov kraških izvirov je bistvena optimalna opredelitev vhodnih in izhodnih parametrov modela, prilagojena obravnavanim razmeram. Z modelom odtoka podzemne vode iz prispevnega zaledja izvirov Vipave je bil za čas nizkih voda ugotovljen znaten prispevek napajanja vodonosnika iz širšega prispevnega zaledja izvirov Vipave, kamor sodi območje Javornikov.

Ključne besede

kraški izviri, kraško razpoklinski vodonosnik, analiza nizkih voda

1. Uvod

Skoraj polovico ozemlja Slovenije tvorijo kraške kamnine, za katere je značilna specifična dinamika toka podzemne vode. V teh vodonosnikih padavinska voda, ki se infiltrira, hitro odteče skozi večje kanale in razpoke, manjše količine vode pa se daljši čas zadržijo v slabše prepustnem matriksu razpoklinske poroznosti in v epikraški coni vodonosnika. Ta del podzemne vode predstavlja pomembne količine vode v času nizkih hidroloških stanj, ki se pojavijo predvsem v poletnem času, ko so pogosti primanjkljaj padavin, povečana potreba po pitni vodi in vodi za kmetijstvo. Pogosto smo v kraških vodonosnikih iz istega napajalnega območja priča odtoku vode proti različnim vodnim virom, pojav je navadno pogojen s hidrološkimi razmerami v vodonosniku. To dodatno otežuje izračun vodnih količin v teh vodonosnikih.

Kraški izviri so koncentrirani iztoki podzemne vode iz kraškega zaledja in so pomembni pri preučevanju režima in dinamike odtoka podzemne vode. Eni izmed izdatnejših vodnih virov Trnovsko - Banjške planote so izviri Vipave. Cilji raziskav so bili usmerjeni k preučevanju dinamike odtoka podzemne vode iz vodonosnika v zaledju izvirov Vipave v času nizkega vodnega stanja, pri čemer smo preizkusili metode strojnega učenja oziroma umetnih nevronskih mrež. Z modeliranjem odtoka podzemne vode v času nizkih vodnih razmer smo poskušali potrditi konceptualni model toka podzemne vode, dokazan s predhodnimi hidrogeološkimi raziskavami ozemlja ter opredeliti optimalen nabor vhodnih parametrov

modela, preko katerih bi bilo mogoče sklepati na značilnosti napajanja kraškega vodonosnika v času brez oziroma z omejeno količino padavin.

2. Metode dela

Umetne nevronske mreže so matematičen model, ki temelji na strukturi in funkcionalnosti bioloških nevronskih mrež. Potencial uporabe umetnih nevronskih mrež pri modeliranju iztoka podzemne vode iz kraškega vodonosnika smo prepoznali predvsem zaradi zmožnosti metode za reševanje nelinearnih problemov ter zaradi principa delovanja modela črne skrinjice, pri čemer ni potrebno poznavanje fizikalnih značilnosti sistema.

Osnoven gradnik nevronskih mrež predstavlja umetni nevron, ki je zasnovan po podobi biološkega nevrona. Dendrite pri biološkem nevronu nadomestijo vhodi (x_i), ki imajo vsak svojo utež (w_i). Če imamo v obravnavi več nevronov, potem se uteži povezav nevrona k zapišejo kot w_{ki}. Kadar vhodni signal preseže vrednost praga, se sproži izhodni signal, sicer pa ne. S to bistveno preprosto preklopno funkcijo in s spremembo uteži, je možno obdelovati velike količine podatkov in prilagajati sistem novim razmeram – ga učiti.

Izhod nevrona k, ki predstavlja vsoto vhodov, pomnoženih z ustreznimi utežmi, imenujemo aktivacija (u_k). Aktivacija nevrona je vhod v aktivacijsko funkcijo, včasih imenovano tudi funkcija stiskanja, ki omeji amplitudo izhoda nevrona. Nevron lahko opišemo z naslednjim parom enačb (Principe in sod., 2000):

$$u_k = \sum_{j=1}^{s} w_{kj} x_j \qquad y_k = \varphi(u_k - \theta_k)$$

pri čemer so x_1, x_2,..., x_s vhodni signali, w_{k1},w_{k2} ,...,w_{ks} sinaptične uteži nevrona, u_k je aktivacija, θ_k je pristranskost signala, φ je aktivacijska funkcija in y_k je izhodni signal nevrona.

Topologija nevronskih mrež predstavlja vzorec povezav med nevroni (Kononenko, 1997). Glede na topologijo ločimo umetno nevronsko mrežo brez plasti, z eno plastjo in večplastno umetno nevronsko mrežo s katero lahko rešujemo tudi nelinearne probleme. Slednjo smo uporabili tudi za modeliranje kraškega vodonosnika izvirov Vipave.

Za modeliranje iztoka podzemne vode iz kraškega vodonosnika izvirov Vipave je bil uporabljen nadzorovan način učenja večplastne usmerjene nevronske mreže, pri katerem poleg vhodnih poznamo tudi izhodne vektorje, ki predstavljajo željen rezultat modela. Nevronsko mrežo učimo tako, da ji za vsak vhodni vektor podamo želeni izhodni vektor. Mreža z uporabo algoritma za učenje spremeni uteži tako, da se rezultat nevronske mreže približa želenemu delovanju. Večplastna umetna nevronska mreža ima širok spekter uporabe, ker je univerzalni aproksimator (Hornik in sod., 1989).

V splošnem nevronsko mrežo večslojnega perceptrona z enim skritim slojem zapišemo kot funkcijo:

$$f : R^D \rightarrow R^L,$$

kjer D predstavlja velikost vhodnega vektorja x, L pa velikost izhodnega vektorja f(x), ki ga ponazorimo z matriko:

$$f(x) = G(g^{(2)} + W^{(2)}(s(b^{(1)} + W^{(1)}x))),$$

pri čemer $b^{(1)}$ in $b^{(2)}$ predstavljata vektorja pristranskosti, $W^{(1)}$ in $W^{(2)}$ matrici uteži, G in s pa aktivacijski funkciji skritega oziroma izhodnega sloja nevronske mreže.

Pomembna naloga skritega nevrona je, da poda uteženo vsoto vhodnega podatka skozi logistično funkcijo. Med učenjem vsak od nevronov prestane transformacijo s spreminjanjem pripadajočih uteži, kar daje nevronskim mrežam večplastnega perceptrona moč nelinearnega

procesiranja za približevanje kateri koli funkciji z želeno stopnjo natančnosti. Učenje umetne nevronske mreže poteka z iskanjem najmanjših komponent izpeljav napak v točkah površine napake modela glede na posamezno utež, ki definira to površino. Zmanjševanje gradienta napake poteka z iskanjem smeri najbolj strmega negativnega naklona površine napake, ki je podana s predhodno izračunanimi gradienti. Da bi dosegli napredovanje prilagajanja vseh uteži, se mora ta proces dogajati simultano z vsakim gradientom.

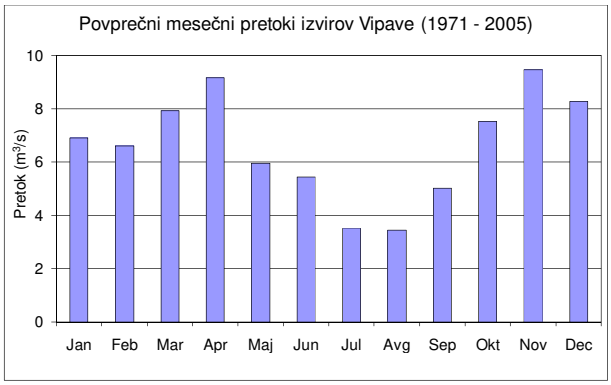
Pri delu smo izhajali iz analiz razpoložljivih hidroloških in meteoroloških podatkov, s katerimi razpolaga Agencija RS za okolje. Pri podatkih zelo nizkih pretokov pogosto prihaja do napak, ki nastanejo že pri samih meritvah pretokov, povezanih z merskim profilom, v katerem zaradi toka deleža vode v prodnem zasipu vodotoka, pogosto ni mogoče zajeti vse vode vodotoka. Drugi vir napake v podatkih o nizkih pretokih izvirov Vipave pripisujemo manipulaciji vodne zapornice obeh skupin izvirov Vipave, ki je bil nekajkrat zabeležen tudi v času izvajanja projekta 7. SWT (Kranjc in sodelavci, 1997).

Z nevronskimi mrežami dnevnih časovnih vrst hidrometeoroloških parametrov (srednji dnevni pretok izvirov Vipave, vsota dnevnih padavin v Podkraju in Juriščah, povprečna dnevna temperatura v Postojni) je bil vzpostavljen model napajanja in praznjenja kraškega vodonosnika v prispevnem zaledju izvirov Vipave v času nizkih voda. Za mejnika zelo nizkega vodnega in nizkega vodnega stanja sta bila izbrana najnižja začetna pretoka izvirov Vipave ob lomu glavne krivulje recesije (1,586 m^3/s in 2,639 m^3/s) (Pavlič, 2016).

3. Hidrogeološke razmere območja

Raziskovano ozemlje zajema jugovzhodni del Visokega krasa, kamor sodijo vzpetine Javornikov, Nanosa in Hrušice. Sistem izvirov Vipave se nahaja na zahodnem vznožju masiva Nanos, ki se dviga iz flišnega obrobja Vipavske doline. Izviri Vipave so eden izmed najpomembnejših izvirnih območij ob vznožju visokega dinarskega krasa in z izjemo Idrijce predstavlja največji pritok Soče, ki se izliva v Jadransko morje (Petrič, 2000). Najnižji povprečni dnevni pretok je v obdobju 1971 – 2005 znašal 0,727 m^3/s, najvišji 69,806 m^3/s, povprečni pa 6,366 m^3/s. Razmerje med nizkimi, srednjimi in visokimi pretoki tako znaša približno 1:10:100.

Strukturno geološko zgradbo raziskovanega ozemlja tvorijo številni in obsežni narivi, prerezani z gostim sistemov navpičnih prelomov. Neposredno prispevno zaledje izvirov Vipave z Nanosom in Hrušico strukturno tvori enota Hrušiškega pokrova, pod katero leži Snežniška narivna gruda. Javorniki, Pivška kotlina in ozek pas eocenskih flišnih kamnin, ki se mimo južnega roba Nanosa vlečejo v Vipavsko dolino, pripadajo Snežniški narivni grudi. Na Hrušiškem pokrovu se pojavljajo kamnine mezozoiske karbonatne platforme, na katere so odložene paleogenske plasti karbonatne laporaste in flišne sestave (Buser, 1973).



Slika 14: Povprečni mesečni pretoki izvirov Vipave v obdobju meritev 1971 - 2005

Kraški vodonosnik, ki se drenira skozi izvire Vipave, zajema pretežno območje Nanosa in del Hrušice, sega pa tudi na območje Javornikov (Kogovšek, 1999). Velikost zaledja je bila na osnovi vodne bilance ocenjena na približno 150 km^2 (Petrič, 2000a, Trišić, 1997). Količina in smer odtoka podzemne vode proti izvirom sta odvisna od hidroloških razmer v vodonosniku, kar je na obravnavanem območju potrdilo več rezultatov sledilnih poskusov (Kranjc in sod., 1997, Baker, 2001, Petrič, 2000, Habič, 1989). Večina podzemne vode se iz obravnavanega kraškega vodonosnika drenira skozi sedem stalnih izvirov Vipave na razdalji okrog 300 metrov v naselju Vipava. V severozahodnem delu Pivške kotline potoki Lokva, Belščica, Ribnik, Mrzlenk ter vode v Stranskih in Šmikelskih ponikvah po krajšem toku na flišnem površju ponikajo v kraški vodonosnik Nanosa. Potok Bela na severozahodnem robu Nanosa med Sanaborjem in Vrhpoljem v času nizkih in srednjih voda ponika in napaja stalne izvire Vipave (Baker in sod., 2001).

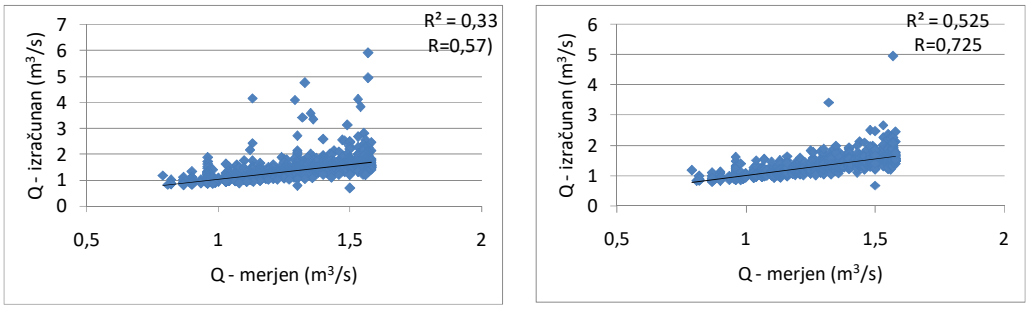
4. Rezultati in diskusija

Model praznjenja kraškega vodonosnika je bil ovrednoten za nizke vodne razmere s časovno omejitvijo uporabljenih časovnih vrst na letni čas med junijem in septembrom dolgoletnega obdobja med leti 1971 in 2007, ko so za izvire Vipave značilni najmanjši pretoki koledarskega leta (slika 1). Z namenom natančnejšega definiranja nizkih vodnih razmer je bil izhodiščnemu naboru vhodnih parametrov modela (srednji dnevni pretok izvirov Vipave preteklega dne, dnevna vsota padavin v Podkraju in srednja dnevna temperatura zraka v Postojni) dodan nabor parametrov, ki opisuje število zaporednih dni brez padavin oziroma z zanemarljivo količino padavin v neposrednem prispevnem zaledju izvirov (merilno mesto Podkraj) ter parameter z nominalnim opisom vodnega stanja izvirov Vipave preteklega dne. Vrednost koeficienta determinacije (R^2) predhodno navedenega modela pretokov med junijem in septembrom dolgoletnega niza meritev je znašala 0,851 (R=0,922), pri čemer je dosežena končna vrednost koeficienta determinacije (R^2) za zelo nizke pretoke izvirov Vipave znašala 0,188 (R=0,434), za nizke pretoke pa 0,205 (R=0,453).

Z modelom prilagajanja funkciji z metodo umetnih nevronskih mrež smo v nadaljevanju s ponovitvami in spreminjanjem nabora vhodnih podatkov potrdili odtok proti izvirom Vipave tako iz neposrednega prispevnega zaledja, ki ga predstavlja strukturna enota Hrušiškega pokrova, kot tudi iz širšega prispevnega zaledja Snežniške narivne grude. Optimalen nabor vhodnih parametrov modela je vseboval dnevno vsoto padavin v Podkraju in v Juriščah, povprečno dnevno temperaturo zraka v Postojni, srednji dnevni pretok izvirov Vipave preteklega dne, opis hidrološkega stanja pretokov izvirov Vipave preteklega dne, število zaporednih dni brez padavin višjih od 20 mm na merilni postaji v Juriščah in število zaporednih dni brez padavin višjih od 5 oziroma 10 mm na merilnem mestu v Podkraju. Na ta način je bilo ugotovljeno, da ob zelo nizkem in nizkem vodnem stanju na pretok izvirov Vipave vpliva že manjša količina padavin iz neposrednega prispevnega zaledja Hrušiškega pokrova, medtem ko iz območja Snežniške narivne grude na zelo nizke in nizke pretoke izvirov Vipave vpliva le napajanje z dnevno vsoto padavin nad 20 mm.

Koeficient determinacije (R^2) med merjenimi in izračunanimi pretoki izvirov Vipave za zelo nizka vodna stanja (Q<1,586 m^3/s) se je z vpeljavo vhodnih parametrov napajanja iz območja Javornikov v primerjavi z osnovnim modelom povečal iz 0,188 na 0,330 (R=0,574).

Po podrobnejši analizi ujemanja med merjenimi in modelsko izračunanimi pretoki izvirov Vipave je bilo ugotovljeno, da do največjih napak modela prihaja v dnevih s sočasno izmero nizkih oziroma zelo nizkih dnevnih pretokov izvirov Vipave in dni z zabeleženimi padavinami v neposrednem prispevnem zaledju izvirov. Ko smo iz analize ujemanja odstranili dnevne podatke z več kot 10 mm padavin, se je ujemanje med merjenimi in izračunanimi vrednostmi nizkih in zelo nizkih pretokov izvirov Vipave znatno povečalo (slika 2), kar nam daje slutiti, da na napako modela znatno vpliva frekvenca uporabljenih meteoroloških in hidroloških količin.



Slika 15 Ujemanje med izračunanimi in merjenimi vrednostmi pretoka izvirov Vipave za zelo nizke pretoke (Q<1,586 m3/s) pred (levo) in po (desno) izločitvi dni s padavinami večjimi od 10 mm

5. Zaključek

Model praznjenja vodonosnika z uporabo metode umetnih nevronskih mrež, ki je osnovan na dnevnih vhodnih in izhodnih podatkih hidroloških in meteoroloških časovnih vrst, predstavlja učinkovito orodje za prilagajanje nelinearnih odnosov med napajanjem in praznjenjem kraškega vodonosnika. Najmanjša natančnost modela je značilna za nizke pretoke, k čemur poleg specifike režima odtoka in napake meritev prispeva tudi količinsko omejena podatkovna baza.

Učinkovitost modela v času nizkih vodnih razmer znatno izboljšamo z ločeno obravnavo podatkov za posamezne letne sezone, za katere so značilni nizki pretoki ter z ustreznim izborom vhodnih parametrov, kot so opredelitev nominalnega opisa vodnega stanja izvirov Vipave preteklega dne (nizke, zelo nizke, nadpovprečne vodne razmere) in dolžina strnjenega obdobja brez oziroma z omejenim napajanjem iz padavin. Z modelom praznjenja kraškega vodonosnika v prispevnem zaledju izvirov Vipave v času nizkih vodnih razmer smo z modelom umetnih nevronskih mrež potrdili smeri toka podzemne vode tako iz območja neposrednega prispevnega zaledja izvirov kot tudi iz območja Javornikov. Poleg same smeri toka podzemne vode v času nizkih vodnih razmer je model podal tudi količino padavin, potrebno za dvig pretoka izvirov Vipave, ki mora v času zelo nizkih vodnih razmer iz neposrednega prispevnega zaledja znašati vsaj 5 mm/dan, medtem ko mora iz širšega prispevnega zaledja izvirov znašati vsaj 20 mm/dan. V času raziskav je bil ugotovljen tudi velika odvisnost med kvaliteto rezultatov modela in frekvenco uporabljenih parametrov modela.

Strojno učenje z umetnimi nevronskimi mrežami pri modeliranju iztoka iz kraškega vodonosnika v času nizkih vodnih razmer se je izkazalo za uporabno iz več razlogov. Samo preučevanje dinamike toka podzemne vode v kraških vodonosnikih je specifično zaradi heterogenosti v poroznosti in s tem k težavni fizikalni opredelitvi hidrodinamskih procesov v vodonosniku. Model umetnih nevronskih mrež, ki deluje na principu delovanja črne skrinjice, za ustrezen izračun ne potrebuje opredelitve teh procesov, pogoj pa je zadostna in kakovostna baza optimalnega nabora vhodnih in izhodnih parametrov ter primerna definicija parametrov in topologije modela. Ob tem se je potrebno zavedati morebitnih napak v podatkih, ki nastanejo v času meritev pretokov nizkih voda.

6. Viri

BAKER, G., PETRIČ, M., PRARKIN, G., KOGOVŠEK, J., 2001. Surface and groundwater interaction of the Bela stream and Vipava springs in southwestern Slovenia. Acta Carsologica, 30, 217-238.

BUSER, S., 1973. Osnovna geološka karta SFRJ. 1:100.000. Tolmač lista Gorica. Beograd: L33-76, Zvezni geološki zavod.

HABIČ, P., 1989. Kraška bifurkacija Pivke na jadransko črnomorskem razvodju. Acta Carsologica, 18, 233-261.

HORNIK, K., STICHCOMBE, M., WHITE, H., 1989. Multilayear feedforward networks are universal approximators. Neural Networks, 2, 259-272.

KOGOVŠEK, J., 1999. Nova spoznanja o podzemnem pretakanju v severnem delu Javornikov (Visoki kras). Acta Carsologica, 28/1, 161-200.

KONONENKO, I., 1997. Strojno učenje. Ljubljana : Fakulteta za računalništvo in informatiko.

KRANJC, A., KOGOVŠEK, J., BENISCHKE, R., REICHERT, B., ZUPAN, M., HEINZ-ARVAND, M., 1997. Karst hydrogeological investigations in South-Western Slovenia: Tracing Experiments - Organisation, Injection and Sampling. Acta Carsologica, 26/1, 260-273.

PAVLIČ, U., 2016. Ocena zalog podzemne vode v kraškem vodonosniku na podlagi analize pretokov izvirov ob nizkem vodnem stanju: doktorska disertacija. Ljubljana

PETRIČ, M., 2000. Značilnosti napajanja in praznjenja kraškega vodonosnika v zaledju Vipave: doktorska disertacija. Ljubljana.

PRINCIPE, J.C., EULIANO, N.R., LEFEBVRE, W.C,. 2000. Neural and Adaptive Systems. Fundamentals Through Simulations. New York : Wiley.

TRIŠIĆ, N., 1997. Karst hydrogeological investigations in South - Western Slovenia: Hydrology. Acta Carsologica, 26/1, 19-30.

ZNAČILNOSTI PODZEMNE VODE V ZALEDJU IZVIROV LJUBLJANICE

Matej Blatnik, dr. Franci Gabrovšek

Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna

POVZETEK

Porečje Ljubljanice meri 1884 km², kjer okoli 60 % predstavlja kraško površje. Zaradi v vodi topne karbonatne kamnine (apnenec, dolomit) se je na tem območju oblikovalo svojstveno in v večini podzemno pretakanje vode. Podzemlje se na padavinske dogodke odzove na različne načine, zato smo si želeli bolje spoznati obnašanje vode v njem. V raziskavi smo obravnavali kraško porečje Ljubljanice med Planinskim poljem in izviri Ljubljanice na robu Ljubljanske kotline. Na obravnavanem območju smo vzpostavili sistem samodejnih meritev in beleženja vodostaja, temperature in specifične električne prevodnosti v ponorih Planinskega polja, v vseh jamah z dostopom do podzemne vode in na izvirih Ljubljanice. Do zdaj zbrani podatki kažejo na hidravlično povezanost med različnimi opazovalnimi mesti in na vpliv znanih in neznanih geoloških struktur na dinamiko pretakanja. V času padavinskih dogodkov se gladina podzemne vode dvigne relativno hitro (nekaj ur do nekaj dni), medtem ko praznjenje podzemlja poteka počasi (po več tednov). Na vseh merilnih mestih so opazna tudi dnevna temperaturna nihanja, s pomočjo katerih je mogoče preračunati hitrost pretakanja podzemne vode.

Ključne besede:
kraški izvir, ponor, jama, podzemna voda, dinamika, Ljubljanica, Unica, Planinsko polje

1. Uvod

Zaledje Ljubljanice in značilnosti pretakanja vode v njem so predmet proučevanja že od začetka raziskav krasa. V 17. stoletju je z raziskavami pričel Valvasor, od takrat naprej pa so bile raziskave zaradi različnih razlogov vse bolj pogoste. Največ raziskav se je nanašalo na poplavljanje kraških polj, na regulacijo strug in ponorov ter iskanje podzemnih vodnih zvez (Putick, 1899; Gospodarič & Habič, 1976; Gabrovšek et al., 2010, Frantar & Ulaga, 2015).

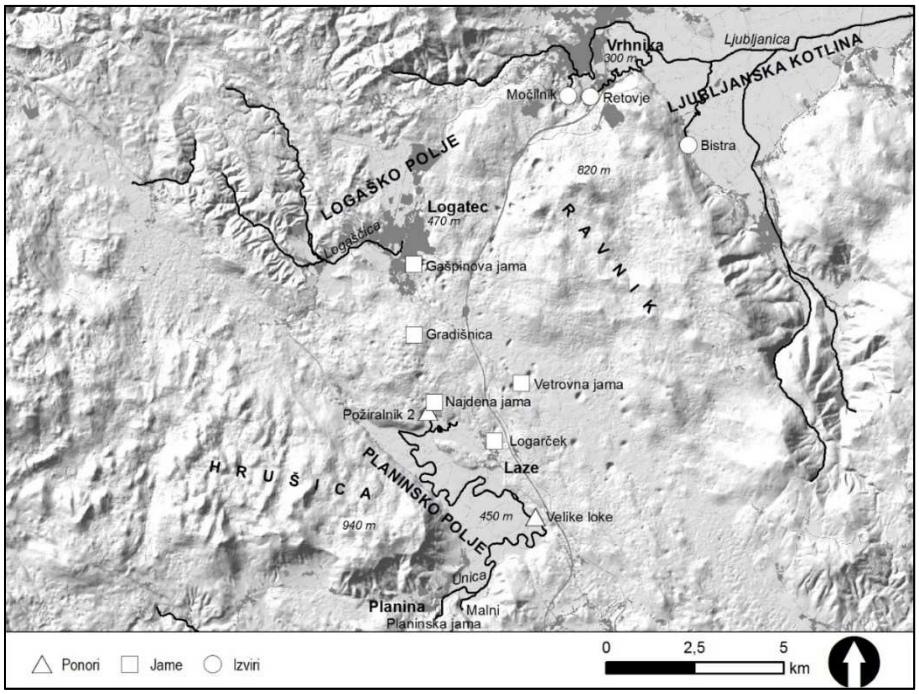
Ta prispevek opisuje dinamiko podzemne vode v severnem delu porečja Ljubljanice, natančneje med Planinskim in Logaškim poljem na jugu in zahodu ter Ljubljansko kotlino na severovzhodu. Na obravnavanem območju je vzpostavljena mreža samodejnih meritev in beleženja vodostaja, temperature in specifične električne prevodnosti. Merilna mesta se nahajajo v ponorih Planinskega polja, na izvirih Ljubljanice in vmesnih jamah z dostopom do podzemne vode. Glavni namen raziskave je prepoznati in ovrednotiti mehanizme podzemnega toka vode v izbranem kraškem vodonosniku, cilj pa je tudi določiti vlogo padavin, geoloških struktur in enot ter drugih dejavnikov na obnašanje vode v podzemlju.

2. Območje proučevanja

Območje proučevanja je severni del porečja Ljubljanice. Osrednji del območja predstavlja Logaški ravnik, kraška planota s 500 do 800 m nadmorske višine, preoblikovana s številnimi vrtačami, udornicami in jamami. Ravnik obdajajo tri uravnave: na jugu je Planinsko polje (450

m nadmorske višine) z reko Unico, ki ponika na vzhodnem in severnem robu polja, na zahodu je Logaško polje (470 m) z Logaščico, ki ponika v ponorih Jačka, na severovzhodu pa Ljubljanske kotlina (290 m). Tu, v bližini Vrhnike, na številnih mestih voda izvira kot Ljubljanica (Gams, 2004). Po tektonski razdelitvi območje pripada Zunanjim Dinaridom (Placer 2008). Večina pripada eni geološki enoti, ki je na jugu omejena z Idrijsko prelomno cono, na severu z Borovniškim (Ravenskim) prelomom, na jugozahodu in zahodu s Hrušiškim in Trnovskim narivom. Najpomembnejša prelomna struktura je Idrijska prelomna cona s smerjo SZ–JV. Gre za 0.5 km široko cono z več vzporednimi prelomi, ki se razteza od doline Soče prek Idrije, Planinskega in Cerkniškega polja do doline Kolpe (Gospodarič & Habič, 1976). Območje je prepredeno še s številnimi drugimi manjšimi prelomi, razpokami in zdrobljenimi conami, ki imajo pomembno vlogo pri delovanju podzemnega toka vode (Gospodarič & Habič, 1976).

Večina območja sestavljajo debeli skladi triasnih, jurskih in krednih apnencev in dolomitov. Triasni dolomit se pojavlja na jugozahodnem robu Planinskega polja in delno na Planinski gori. Dolomit se razteza tudi med Planinskim in Cerkniškim poljem, med Hotedršico in Idrijo ter med Logatcem in Zaplano. Jurske kamnine večinoma zastopa apnenec, nahaja pa se v pasu med Ljubljanskim barjem in Cerkniškim poljem. Kredni apnenci se nahajajo na območju med Planinskim in Logaškim poljem (Pleničar, 1970). Kraška polja in Ljubljanska kotlina so prekrita s pleistocenskimi naplavinami (Ravnik, 1976).



Slika 1. Proučevano območje med Planinskim poljem in Ljubljansko kotlino (Vir podatkov: GURS, 2016)

Proučevano območje je hidrološko del porečja Ljubljanice. Glavni tok vode sledi nizu kraških polj, ki se nahajajo na območju Idrijske prelomne cone. (Gospodarič & Habič, 1976) V smeri JV–SZ si sledijo Babno polje, Loško polje z reko Obrh, Cerkniško polje z reko Stržen in Rakov Škocjan z reko Rak. Sledi Planinsko polje, kjer na južnem robu polja izvirata Malenščica in Unica. Slednja priteče iz Planinske jame, v kateri se Raku pridruži reka Pivka. Ta sicer priteče iz Pivške kotline in ponikne v Postojnski jami.

Voda prek Planinskega polja teče s skupnim imenom Unica, ki na 10 km^2 velikem polju napravi 17 km dolgo pot. Reka izvira iz Planinske jame, v kateri je sotočje Raka in Pivke. En kilometer vzhodno od Planinske jame se nahaja izvir Malenščice, ki se po enem kilometru toka pridruži

Unici. Povprečen letni pretok Unice znaša 21 m^3/s (Qmin = 1,1 m^3/s, Qmax = prek 100 m^3/s) (Frantar, 2008). Do poplavljanja Planinskega polja pride ob pretoku nad 60 m^3/s. To je namreč ocena ponorne sposobnosti vseh ponorov na Planinskem polju (Jenko, 1959; Šušteršič, 2002). Na Logaškem polju teče reka Logaščica s porečjem v velikosti 19 km^2. Srednji letni pretok znaša 0,3 m^3/s, poplavljati pa prične pri pretoku nad 30 m^3/s. To je pretočna sposobnost ponorov Jačka (Mihevc et al., 2010). Vsa voda s Planinskega in Logaškega polja teče skozi podzemlje Logaškega ravnika, nato pa izvira v številnih izvirih Ljubljanice v bližini Vrhnike na južnem obrobju Ljubljanske kotline. Najpomembnejši izviri so Mali Močilnik, Veliki Močilnik, Malo okence, Veliko okence, Pod skalo, Pod orehom in Maroltov izvir. Srednji letni pretok Ljubljanice je 38,6 m^3. Dva kilometra vzhodno se nahajajo izviri Bistra, ki se v Ljubljanico združijo po 3 km toka (Mihevc et al., 2010).

3. Metode dela

Eno od izhodišč raziskave so predstavljale pretekle sorodne raziskave na proučevanjem območju. Zelo obširno proučevanje podzemnega in površinskega vodnega toka je bilo povezano s 3. simpozijem o sledenju podzemne vode (Gospodarič & Habič, 1976). V letu 2007 je bil vzpostavljen prvi sistem samodejnih meritev v štirih jamah med Planinskim poljem in Logatcem (Turk, 2010; Gabrovšek & Turk, 2010).

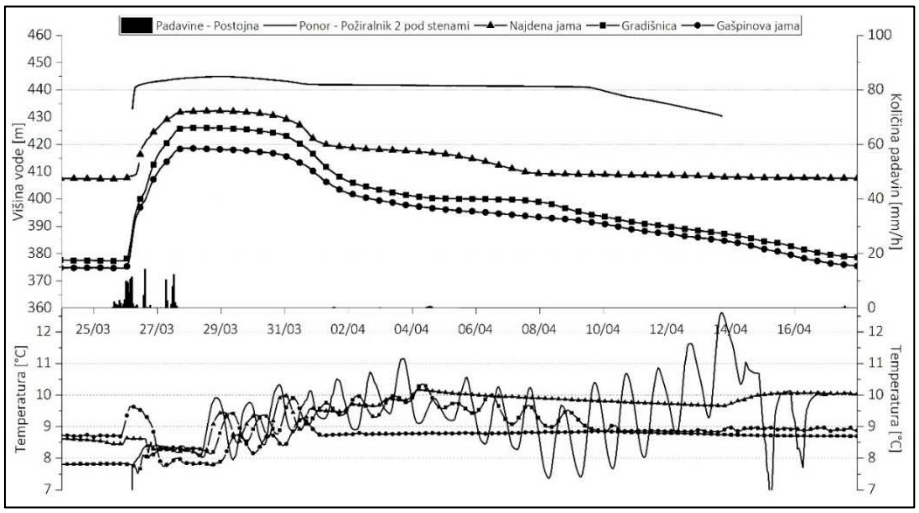
V pričujoči raziskavi je bila za merjenje fizikalnih značilnosti podzemne vode vzpostavljena merilna mreža na ponorih, izvirih in v jamah z dostopom do podzemne vode. Sestavljajo jo samodejni merilci temperature, pritiska (globine) in specifične električne prevodnosti vode. Meritve podzemne vode so bile vzpostavljene v naslednjih jamah: Logarček, Vetrovna jama pri Laški kukavi, Najdena jama, Gradišnica in Gašpinova jama. Dodatni dve merilni mesti sta bili vzpostavljeni na ponorih Planinskega polja polja (Velike loke na vzhodu in Požiralnik 2 pod stenami na severu), dodatne tri pa na izvirih (Veliki Močilnik, Retovje in Bistra). Merilni interval na ponorih in v jamah znaša 1 uro, na izvirih Ljubljanice pa 0,5 ure. Poleg samodejnih so bile opravljene tudi nekatere ročne meritve. Te so bile potrebne zaradi boljšega pokrivanja merilne mreže in umerjanja samodejnih merilcev.

Zbrani podatki so analizirani z različnimi hevrističnimi in statističnimi metodami. Sem spada proučevanje smeri in gradienta vodnega toka, dinamiko nihanj višine in temperature vode, določanje potencialnih geoloških struktur in podzemnih kanalov ter ugotavljanje vpliva padavin. Za ugotavljanje vpliva geoloških struktur so bili vključeni podatki o geološki sestavi (vir Geološki zavod Slovenije), za ugotavljanje vpliva količine in razporeditve padavin pa meteorološki in hidrološki podatki (vir Agencija RS za okolje).

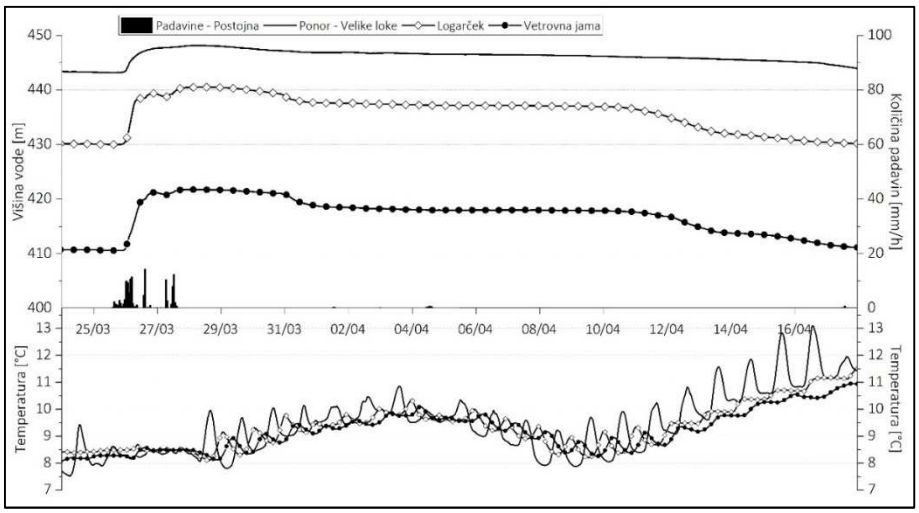
4. Rezultati in razprava

V raziskavi je opisan dogodek s konca marca in začetka aprila 2015. Pred padavinskim dogodkom sta bila višina vode v podzemlju in pretok vode na površju nizka, in sicer 8,5 m^3/s na hidrološki postaji Ljubljanica – Vrhnika (ARSO, 2016b). Ob padavinskem dogodku je med 25. 03. in 27. 03. padlo okoli 100 mm padavin (meteorološka postaja Postojna 121 mm, Cerknica 97 mm, Logatec 103 mm in Ljubljana 88 mm) (ARSO, 2016a), kar je vplivalo na izdatno povečanje pretokov (do 90 m^3/s na hidrološki postaji Ljubljanica – Vrhnika) in gladine vode v podzemlju. Planinsko polje je bilo tudi delno poplavljeno.

Meritve so prikazane v dveh grafikonih glede na predvideno smer toka. Pretekle raziskave namreč predpostavljajo dva glavna tokova vode med Planinskim poljem in izviri Ljubljanice. Zahodni tok predstavlja niz ponorov in jam: Požiralnik 2 po stenami – Najdena jama – Gradišnica – Gašpinova jama, pri vzhodnem toku pa si sledijo Velike loke – Logarček – Vetrovna jama (Gospodarič & Habič, 1976; Turk, 2010).



Slika 2. Višina in temperatura vode v nizu Požiralnik 2 po stenami – Najdena jama – Gradišnica – Gašpinova jama in količina padavin na meteorološki postaji Postojna v času visoke vode v marcu in aprilu 2015



Slika 3. Višina in temperatura vode v nizu Velike loke – Logarček – Vetrovna jama in količina padavin na meteorološki postaji Postojna v času visoke vode v marcu in aprilu 2015

Za proučevano območje je značilno, da višina vode najbolj naraste na območjih, ki so najbolj oddaljena od izvirov ali ponorov. Na merilnih mestih v jamah, kot so Najdena jama, Logarček in Vetrovna jama, gladina vode naraste 10 – 25 m. Te jame se nahajajo v bližini ponorov na Planinskem polju. V bolj oddaljenih jamah, kot sta Gradišnica in Gašpinova jama, gladina vode lahko naraste tudi prek 50 m. Poleg tega je hitrost polnjenja in praznjenja vodonosnika zelo različna. Naraščanje vodne gladine je sicer najbolj odvisno od razporeditve in trajanja padavin, a običajno traja med 12 in 48 urami. Upadanje traja mnogo dlje, in sicer od 14 do 21 dni. Oba dejavnika sta povezana z oblikovanostjo vodonosnika. Ta ima sicer precej dobro razvite podzemne kanale, saj so hitrosti vodnega toka v njem visoke. Je pa pritok mnogo večji od odtoka, zaradi česar vodna gladina hitro naraste, praznjenje pa poteka počasi. Velik porast vodne gladine v središču vodonosnika pomeni izbočeno gladino podzemne vode. To je lahko posledica geoloških struktur (prelomov), ki lahko vsebujejo zdrobljeno cono, ta pa s slabšo prepustnostjo zajezi in upočasni tok vode (Šušteršič, 2002).

Krivulje višine vode vsebujejo prevoje z upočasnjenim naraščanjem ali upadanjem vodne gladine. Ker se prevoji ob polnjenju in praznjenju vodonosnika nahajajo na isti višini, ti

nakazujejo na večje podzemne prostore, v katerih se lahko skladišči poplavna voda. Dober primer je Najdena jama, kjer je odkritih več nivojev rovov, njihove višine pa povsem ustrezajo prevojem in najvišjim delom na krivulji.

Ob naraščanju vodne gladine se v jamah, kjer so merilci nameščeni v sifonih (Najdena jama, Gradišnica in Gašpinova jama), začnejo pojavljati dnevna temperaturna nihanja. Do teh pride, ko voda doseže največjo višino in tik preden začne upadati. Dnevna temperaturna nihanja so se ob izbranem dogodku začela pojavljati tri dni po začetku naraščanja vodne gladine (29. 03. 2015), do prenehanja pa je v različnih jamah prišlo v različnem času. V Gašpinovi jami so dnevna temperaturna nihanja trajala tri dni in do višine vode 33 m, v Gradišnici enajst dni in do višine vode 16 m, v Najdeni jami pa sedem dni in do višine 10 m. Ta višina se ujema z višinami vstopnih točk rovov, skozi katere se preliva voda.

Ob vstopu vode v podzemlje se njena temperatura kmalu začne prilagajati temperaturi okolice. Dnevna nihanja so sicer opazna, se pa temperaturni razpon zmanjša. Od ponorov do Najdene jame je okoli 400 m zračne razdalje oz. štiri ure pretakanja vode, a se do nje voda že ohladi (podnevi) oz. segreje (ponoči) za 0,5 °C. V nadaljevanju se do Gradišnice in Gašpinove jame temperatura vode le še malenkost spremeni, in sicer do 0,1 °C.

Prava dolžina kanalov med posameznimi merilnimi mesti žal ni poznana, zato je pri izračunih upoštevana zračna razdalja, izračuni pa predstavljajo navidezno hitrost pretakanja vode. Zračna razdalja med Požiralnikom 2 pod stenami in Najdeno jamo (Preglednica 1) je bistveno krajša kot tista med Najdeno jamo in Gradišnico ali Gradišnico in Gašpinovo jamo, vseeno pa voda med temi merilnimi mesti potuje približno enako časa (4 – 6 ur). Navidezna hitrost pretakanja vode med požiralniki in Najdeno jamo je torej 100 m/h, med Najdeno jamo, Gradišnico in Gašpinovo jamo pa okoli 300 m/h. Za zadnji odsek je očitno značilna dobra razvitost kanalov, se pa hitrost pretakanja vode proti koncu dogodka zmanjšuje. Časovni zamik med Požiralnikom 2 pod stenami in Gradišnico je ob začetku dogodka znašal 16 ur, ob koncu dogodka pa skoraj 30 ur.

Podoben razpon hitrosti pretakanja vode je tudi med ponori na vzhodni strani Planinskega polja (Velike loke) in merilnimi mesti v Logarčku in Vetrovni jami. Med ponori in Logarčkom je navidezna hitrost vodnega toka okoli 150 m/h, med Logarčkom in Vetrovno jamo pa se poveča na 250 m/h, kar kaže na boljšo razvitost kanalov. Podobno kot pri toku med severnimi ponori in Gašpinovo jamo se potovalni čas proti koncu dogodka povečuje. V začetku je časovni zamik med ponori in Vetrovno jamo okoli 17 ur, proti koncu pa okoli 35 ur. Do sprememb pride tudi v temperaturi vode. Od ponorov do merilnega mesta v Logarčku se dnevna amplituda temperature zmanjša za 0.5 °C, do Vetrovne jame pa še nadaljnjih 0.2 °C.

Odsek	**Zračna razdalja (m)**	**Gradient ob visoki vodi (m)**	**Potovalni čas (h)**	**Navidezna hitrost (m/h)**
Požiralnik 2 pod stenami – Najdena jama	400	13	4	100
Najdena jama – Gradišnica	2000	6	6	350
Gradišnica – Gašpinova jama	2000	9	6	350
Požiralnik Velike loke – Logarček	1500	8	10	150
Logarček – Vetrovna jama	2000	18	8	250

Preglednica 1. Navidezna hitrost pretakanja vode v nizu Požiralnik 2 po stenami – Najdena jama – Gradišnica – Gašpinova jama in nizu Velike loke – Logarček – Vetrovna jama v času visoke vode v marcu in aprilu 2015

Ob koncu dogodka je v Logarčku in Vetrovni jami prišlo do precejšnjega porasta temperature (z 8,5 na 11,5 °C), dlje časa so se obdržala tudi dnevna temperaturna nihanja. To verjetno sledi porastu temperature zunaj v času pomladi. Na merilnih mestih v preostalih jamah je

temperatura ostala pri okoli 8,7 °C. To bi lahko bilo posledica merilnih mest v sifonih, v katerih je pretok vode manjši, zaradi tega pa se temperatura voda lažje ustali na jamski temperaturi.

Vodi v Gašpinovi jami se je ob začetku dogodka nekoliko zvišala temperatura, nato pa je ta upadla na takšno, kot jo ima poplavna voda. Začetno povišanje temperature je najverjetneje posledica zaloge stare ujete vode, katero naprej potisne poplavna voda. Ujeta voda ima namreč višjo temperaturo od vode v sifonu, ki ima sicer skromen, a stalen dotok vode.

Pri izvirih Ljubljanice so bile meritve opravljene na treh merilnih mestih, in sicer na izvirih Veliki Močilnik, Retovje in Bistra. Veliki Močilnik in Retovje sta si po temperaturnih značilnih zelo podobna, saj so vrednosti in nihanja zelo složna. Pri izviru Bistra so vrednosti in nihanja pri temperaturah prav tako zelo podobna, a prihaja do časovnih zamikov okoli 4 dni. To bi lahko bila posledica daljšega toka skozi podzemlje, saj se velik del izvira napaja neposredno iz 20 km oddaljenega Cerkniškega jezera.

5. Zaključki

Sistem samodejnih meritev v požiralnikih, izvirih in vmesnih jamah z dostopom do podzemne vode je zelo uporaben za spremljanje dinamike vode v času poplavnega dogodka. Meritve višine vode so pokazale precej različno hitrost naraščanja in upadanja gladine vode v podzemlju. Najbolj izrazit in zelo složen dvig podzemne vode je v Gradišnici in Gašpinovi jami, kar kaže na hidrološko pregrado dolvodno od njiju. Na vseh merilnih mestih so prisotna vmesna obdobja s počasnejšim naraščanju in upadanje gladine vode, ta pa nakazujejo na večje prostore v zaledju izbranih merilnih mest.

Zelo uporabne so meritve temperature vode, ki z dnevnimi temperaturnimi nihanji veliko povedo o zamikih in hitrostih pretakanja vode. Navidezne hitrosti pretakanja vode (150 – 300 m/s) sicer kažejo na dobro razvite kanale v vodonosniku, a je pritok vode vanj tako velik, da sprotno odvodnjavanje ni mogoče. Rezultat je naraščanje vodne gladine v podzemlju in poplavljanje Planinskega polja. To ima na svojem obrobju številne požiralnike, ki so v želji po bolj učinkovitem odvodnjavanju na različne načine preoblikovani. Pogosto so razširjeni in obzidani, nekateri tudi opremljeni z rešetkami za zadrževanje plavja. Ti ukrepi do neke mere izboljšajo pretok vode v podzemlje, ko pa je pretok prevelik (večji od 60 m^3/s), pa se omejitve pokažejo tako v kapaciteti požiralnikov kot tudi v pretočnosti kanalov v nadaljnjem toku. Posledica so dvig vodne gladine in poplavljanje.

6. Viri

[1] ARSO, 2016a: Arhiv - opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji. Dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/ [dostop 13. januar 2017]

[2] ARSO, 2016b: Ahiv hidroloških podatkov. Dostopno na: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/ [dostop 13. januar 2017]

[3] FRANTAR, P., (ur) 2008: Water balance of Slovenia 1971–2000. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenija za okolje, Ljubljana.

[4] FRANTAR, P. & ULAGA, F., 2015: Visoke vode Planinskega polja leta 2014.- Ujma, 29, 66–73.

[5] GAMS, I., 2004: Kras v Sloveniji v prostoru in času. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Ljubljana.

[6] GABROVŠEK, F., KOGOVŠEK, J., KOVAČIČ, G., PETRIČ, M., RAVBAR, N. & TURK, J., 2010: Recent results of tracer tests in the catchment of the Unica River (SN Slovenia). Acta carsologica, 39, 1, 27–38.

[7] GABROVŠEK, F. & TURK, J., 2010: Observations of stage and temperature dynamics in the epiphreatic caves within the catchment area of the Ljubljanica river. Geologia Croatica, 63, 2, 187–193.

[8] GOSPODARIČ, R. & P. HABIČ, (ur), 1976: Underground water tracing: Investigations in Slovenia 1972–1975.- Third International Symposium of Underground Water Tracing (3. SUWT), Ljubljana, Bled.

[9] JENKO, F., 1959: Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa. Državna založba Slovenije, Ljubljana.

[10] MIHEVC, A., PRELOVŠEK, M., ZUPAN HAJNA, N., 2010: Introduction to Dinaric Karst. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna.

[11] PLACER, L., 2008: Principles of the tectonic subdivision of Slovenia = Osnove tektonske razčlenitve Slovenije. Geologija, 51, 2, 205–217.

[12] PLENIČAR, M., 1970: Tolmač osnovne geološke karte 1:100.000, List Postojna.- Zvezni geološki zavod, Beograd.

[13] PUTICK, V., 1889: Die hydrologischen Geheimnisse des Karstes und seine unterirdischen Wasserläufe : auf Grundlage der neuesten hydrotechnischen Forschungen. Himmel und Erde, Berlin.

[14] RAVNIK, D., 1976: Kameninska podlaga Planinskega polja. Geologija, 19, 291–315.

ŠUŠTERŠIČ, F., 2002: Where does Underground Ljubljanica Flow? RMZ Materials and Geoenvironment, 49, 1, 61–84.

[15] TURK, J., 2010: Dinamika podzemne vode v kraškem zaledju izvirov Ljubljanice – Dynamics of underground water in the karst catchment area of the Ljubljanica springs. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Ljubljana.

IZOTOPSKA SESTAVA TERMALNIH VOD – POMEN IZBORA ANALIZNIH TEHNIK ZA NADZOR IN UPRAVLJANJE

dr. Nina Rman[1], dr. Polona Vreča [2], mag. Andrej Lapanje [3]

[1,3] Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, [2] Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Podatki o izotopski sestavi kisika in vodika v podzemni vodi so zelo uporabni za ugotavljanje izvora vode in procesov, katerim je le ta podvržena. V geotermalnih vodonosnikih, v katerih je zadrževalni čas termalne vode običajno ocenjen na (več) tisoč let, znatne spremembe v izotopski sestavi niso pričakovane. Letno spremljanje izotopske sestave kisika in vodika je predpisano s koncesijskimi uredbami za rabo termalne vode in je namenjeno ugotavljanju količinskega in kakovostnega stanja geotermalnega vodonosnika. Spremembe v izotopski sestavi podzemne vode lahko kažejo na poslabšanje tehničnih lastnosti vrtin (npr. razpoke v cevitvi in vdori druge vode), vdore drugačne vode v vodonosnik (pričakovano predvsem v plitvejših in razpoklinskih vodonosnikih), lahko pa so posledica načina vzorčenja ali različnih analiznih tehnik (npr. masna spektrometrija, laserska spektroskopija). Da bi izboljšali monitoring termalnih vod v Sloveniji in zagotovili za dolgoročni nadzor ustrezne in primerljive podatke o izotopski sestavi vod, smo izvedli podrobnejše analize, s katerimi smo ugotavljali nihanje sestave v obdobju enega leta pri različnem režimu črpanja ter primerljivost in uporabnost posameznih analiznih tehnik tako, da so bili zbrani vzorci vod analizirani v različnih laboratorijih z različnimi analiznimi tehnikami. Zbrane informacije so pomembne za nadaljni nadzor in upravljanje z viri podzemne termalne vode. Izbor primerljivih analiznih tehnik lahko pripomore v prihodnosti k izboljšanju kakovosti rezultatov ter omogoči boljšo interpretacijo podatkov zbranih v okviru izvajanega monitoringa termalnih vod.

Ključne besede:

termalna voda, stabilni izotopi, kisik, vodik, $\delta^{18}O$, $\delta^{2}H$, analizne tehnike

1. Uvod

Podatki o izotopski sestavi kisika in vodika v podzemni vodi se uporabljajo za ugotavljanje izvora vode in procesov v njej, tudi v geotermiji (Arnorsson, 2000). Časovne serije izotopskih podatkov v Sloveniji so na voljo predvsem za padavine, in sicer daljši nizi za npr. Ljubljano (Vreča in sod., 2008, 2014) ter krajši nizi za različne lokacije po Sloveniji (Vreča & Malenšek, 2016), medtem ko so za podzemne vode (Mezga in sod., 2014) in termalne vode (Rman, 2016) redke. Zadrževalni čas termalne vode je običajno nekaj deset do več tisoč let (Szőcs in sod., 2013), zato lahko spremembe v izotopski sestavi kažejo spremembo tehničnih lastnosti vrtin, vdore drugačne vode, ali pa so posledica vzorčenja ali analiznih tehnik.

Razvoj na področju analitike izotopske sestave vod in uporabe laserske spektroskopije (LS), ki vse bolj nadomešča masno spektrometrijo (MS) za določanje razmerij stabilnih izotopov, je v zadnjem desetletju omogočil, da se izotopska sestava kisika in vodika določa rutinsko v številnih laboratorijih. Laserska spektroskopija je v osnovi hitrejša in cenejša, uporaba instrumentov pa enostavnejša, vendar so pri obdelavi potrebni številni koraki, ki lahko vplivajo

na končni rezultat. Zaradi možnih interferenc je potrebna posebna pozornost v primeru analiz visokomineraliziranih vod ter vod, ki vsebujejo H_2S ali organske spojine (Wassenaar in sod. 2014). Primerljivosti različnih tehnik so bile predstavljene tudi v poročilu o medlaboratorijski primerjavi WICO2011 (Ahmad in sod. 2012), obdelava podatkov primerjave WICO2016 pa še poteka. Raziskave so pokazale, da so rezultati analiz, pridobljenih z različnimi tehnikami, večinoma primerljivi in se statistično ne razlikujejo (Penna in sod., 2010), lahko pa se tudi znatno razlikujejo (Singleton in sod., 2009) in vodijo nadalje v napačno interpretacijo hidroloških procesov. Ker so na Ameriškem Geološkem Zavodu (USGS) ugotovili, da lahko z LS pridobimo anomalne rezultate, uporabljajo kot referenčno metodo za določanje izotopske sestave vseh USGS vod masno spektrometrijo z dvojnim uvajalnim sistemom (https://isotopes.usgs.gov/, dostop 30.1.2017).

Cena analiz je pogosto povezana tudi s kakovostjo rezultatov, ki morajo biti med seboj primerljivi, ne glede na to kateri laboratorij jih opravi in kakšne analizne tehnike za določitev posameznih parametrov uporabi. V splošnem velja, da laboratorij, ki je ustrezno akreditiran za določeno dejavnost, s podeljeno akreditacijo formalno dokazuje, da je usposobljen za njeno izvajanje v določenem obsegu, pod določenimi pogoji in za določeno vrsto vzorcev.

V Sloveniji so bile analizne zmogljivosti za izvajanje izotopskih meritev kisika in vodika v vodi do leta 2016 omejene, zato je bilo veliko vzorcev analiziranih v tujini. V letih 2015-16 je bila infrastruktura nadgrajena in sedaj je na GeoZS na voljo LS, na IJS pa MS z dvojnim uvajalnim sistemom, vendar dejavnosti nista akreditirani.

Da bi ugotovili primerljivost različnih analiznih tehnik, ki se uporabljajo za določanje izotopske sestave kisika in vodika v vzorcih termalnih vod, smo v preteklih letih opravili nekaj neodvisnih primerjav, ki jih predstavljamo v prispevku.

2. Metode dela

2.1 Preizkušeni laboratoriji

V okviru več raziskav termalnih in mineralnih voda v SV in JV Sloveniji v obdobju 2014-2016 (Szőcs in sod. 2013, Rman, 2016, idr.) smo vzorce za analize izotopske sestave poslali v šest laboratorijev (Preglednica 1), med katerimi delujeta dva v Sloveniji, ostali pa v tujini. Za ugotavljanje primerljivosti njihovih merilnih zmogljivosti ter različnih analiznih tehnik, smo uporabili duplikate in skupno zbrali rezultate 60 analiz 13 različnih vod. V večini primerov smo vzorce za medlaboratorijske primerjave odvzeli iz vrtin le enkrat (številke 1 do 11). V dveh primerih (številki 12 in 13) so bila vzorčenja opravljena letno (za lab. A) in mesečno (za lab. B), slednje da bi pridobili podatke o nihanju izotopske sestave vode znotraj enega leta. Vendar vzorcev termalne vode za primerjavo nismo odvzeli sočasno, ampak le v istem mesecu.

Za določitev izotopske sestave kisika in vodika so bile uporabljene različne metode, tako MS kot LS, tudi znotraj istega laboratorija (Preglednica 1). Rezultati analiz so podani z vrednostjo δ (enačba 1), ki predstavlja relativno razliko izotopske sestave vzorca (vz) glede na izbrani standard (st) in jo izražamo v promilih (‰):

$$\delta^{Y}X\,(‰) = \left(\frac{R_{vz}}{R_{st}} - 1\right) \times 1000 \qquad \text{(enačba 1)}$$

kjer je ^{Y}X ^{18}O oziroma ^{2}H, R razmerje med izotopi $^{18}O/^{16}O$ oziroma $^{2}H/^{1}H$. Pri analizah se uporabijo za normalizacijo podatkov laboratorijski referenčni materiali, ki so umerjeni na mednarodno VSMOW-SLAP skalo.

Preglednica 1: Podatki o laboratorijih; AS=aritmetična sredina, σ=standardni odklon

Oznaka laboratorija	Akreditacija	Uporabljena metoda	Podajanje rezultatov	Merilna negotovost
A	Ne	Masna spektrometrija (MS)	AS±σ (3 paralelne meritve in 2-4 neodvisni vzorci)	δ18O ±0,1 ‰, δ2H ±1,0 ‰
B	Da	Laserska sprektormetrija (LS) Masna spektrometrija	x x	δ18O ±0,10 ‰, δ2H ±1,0 ‰ Ni podatka
C	Ni podatka	Ni podatka	x	Ni podatka
D	Da	Masna spektrometrija (MS)	x	Ni podatka
E	Ne	Laserska sprektormetrija (LS)	AS±σ (6 zaporednih meritev na 2 neodvisnih vzorcih)	Ni podatka
F	Ne	Laserska sprektormetrija (LS)	AS±σ (3 zaporedne meritve na istem vzorcu)	Ni podatka

Ker merilne negotovosti niso bile podane za vse laboratorije, smo primerljivost rezultatov ocenili z uporabo z-testa (enačba 2 za $\delta^{18}O$ in 3 za $\delta^{2}H$), iz absolutne razlike vrednosti lab. 1 in lab. 2, ki ju delimo s standardnim odklonom, ocenjenim za primerjave ustrezne za izotopsko-hidrološke raziskave. Upoštevali smo standardne odklone, uporabljene v zadnji IAEA medlaboratorijski primerjavi (WICO2016, Evaluation Criteria), in sicer 0,2 ‰ za $\delta^{18}O$ in 1,5 ‰ za $\delta^{2}H$. Izračunana absolutna vrednost »z« ≤ 2 pomeni, da je rezultat sprejemljiv oziroma primerljiv, 2–3, da je vprašljiv, in ≥3, da je nesprejemljiv. Ob tem metoda ne poda odgovora, kateri rezultat je bolj pravilen, saj noben od laboratorijev ni obravnavan kot »referenčni«.

$$z_{\delta^{18}O} = \frac{|\, rez\ lab1 - rez\ lab\ 2\,|}{0{,}2} \qquad \text{(enačba 2)}$$

$$z_{\delta\ ^{2}H} = \frac{|\, rez\ lab1 - rez\ lab\ 2\,|}{1{,}5} \qquad \text{(enačba 3)}$$

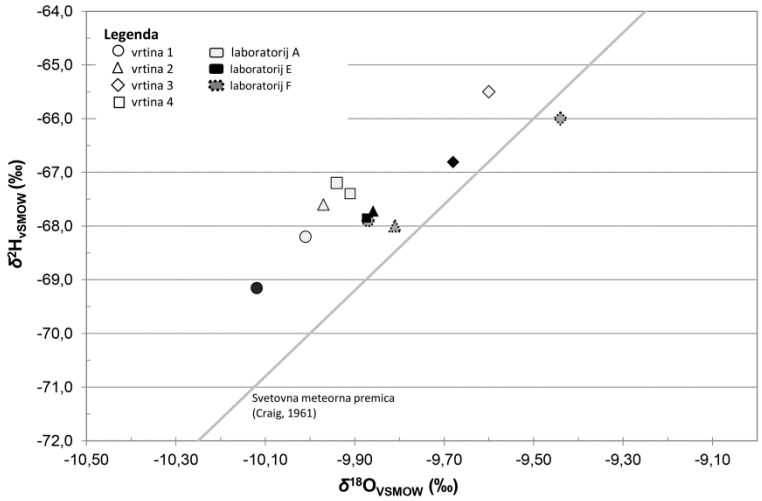
3. Rezultati

Kot je prikazano v Preglednici 1 izvajata dva laboratorija akreditirano dejavnost, trije laboratoriji so uporabili MS, trije pa LS. V analiznih poročilih so navedli podatke o aritmetični sredini in standardnem odklonu trije laboratoriji, merilno negotovost pa sta podala dva laboratorija, vendar ob navedbi ni opisano, kako je ta negotovost definirana. Zato podrobnejša analiza primerljivosti rezultatov ni možna, lahko pa na osnovi enačb 2 in 3 ocenimo primerljivost rezultatov.

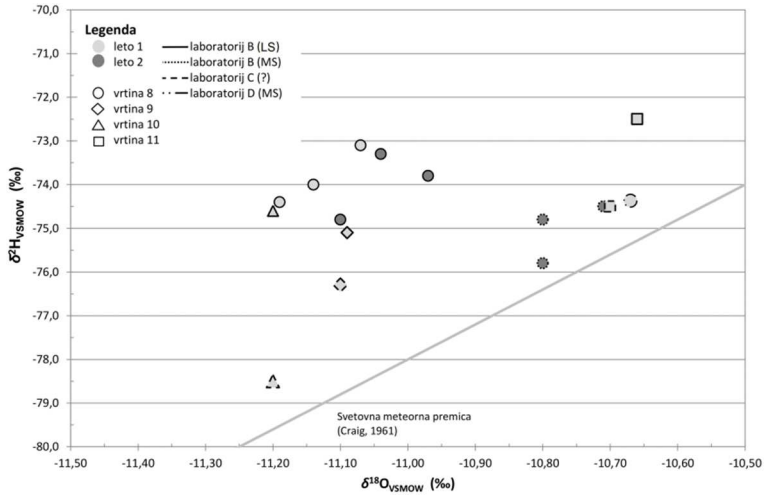
Iz prikaza rezultatov na $\delta^{18}O$- $\delta^{2}H$ grafu (Slike 1-3) lahko sklepamo na izvor vode (Clark & Fritz, 1997), zato je pravilen položaj vzorca izrednega pomena. V primeru analize nizkomineraliziranih termalnih voda s temperaturo do 35 °C (Slika 1) je bila ponovljivost lab. A MS preverjena z duplikatom (vrtina 4) in je ustrezna. Primerjava kaže, da F LS podaja najbolj pozitivne $\delta^{18}O$ vrednosti, najbolj negativne pa (ne vedno) E LS. Najbolj pozitivne $\delta^{2}H$ je določil A MS, najbolj negativne pa E LS (tudi slike 4-5). V drugem primeru (Slika 2) smo primerjali rezultate analiz nizkomineralizirane termalne vode s 55 °C določene v lab. B (LS in MS) in D MS (vrtina 8). Ponovljivost LS v B je dobra, enako velja za B MS in D MS. Težava je razlika med metodami, zaradi katere smo ponovili vzorčenje in februarja 2017 tudi oba tipa analiz v B. Večje razlike, predvsem za $\delta^{2}H$ vrednosti, smo opazili tudi pri visokomineraliziranih hladnih vodah (vrtine 9 do 11) med lab. B LS in C (tudi slika 5). Spreminjanje izotopske sestave dveh srednjemineraliziranih termalnih voda s temperaturo do 52 °C zaradi zelo dolgega zadrževalnega časa ni bilo pričakovano (Slika 3). Vsi vzorci so bili odvzeti v času rednega delovanja vrtin, a ne sočasno. Lab. A MS je opravil eno analizo na leto v treh zaporednih letih. V prvih dveh so bile za rezultat, aritmetično sredino s standardnim odklonom, uporabljene tri paralelne meritve vzorca, v tretjem pa za $\delta^{18}O$ dve, za $\delta^{2}H$ pa štiri paralelne meritve. Standardni odklon A se je skozi ta zaporedna leta spreminjal od ±0,05-0,07 ‰ preko ±0,04-0,09 ‰ do ±0,00-0,02 ‰ za $\delta^{18}O$ ter od ±0,8-1,2 ‰ preko ±1,1-1,6 ‰ do ±0,4-0,5 ‰ za $\delta^{2}H$. Izboljšanje

je pripisati zamenjavi MS z boljšo merilno zmogljivostjo. Lab. B LS je vsake 4 mesece analiziral posamezne vzorce vode, odvzete enkrat mesečno. Podal je le merilno negotovost metode, ±0,10 ‰ za $\delta^{18}O$ in ±1,0 ‰ za $\delta^{2}H$.

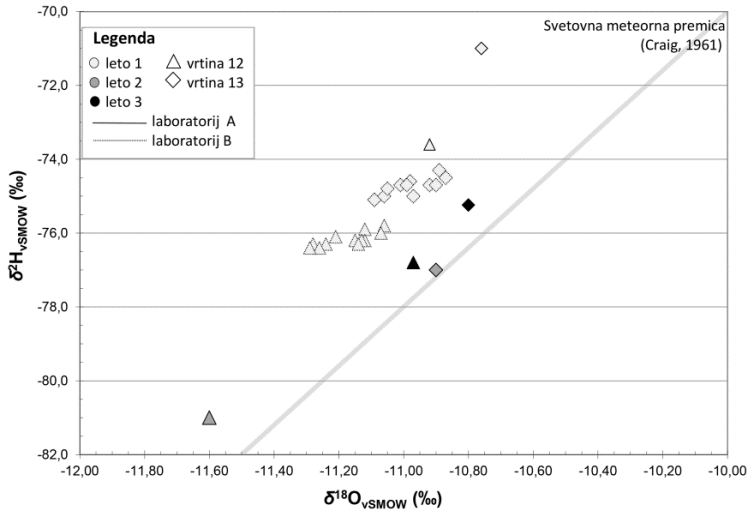
Primerjava med laboratoriji je smiselna tudi po posameznih parametrih (Sliki 4-5). Največji razliki $\delta^{18}O$ (Slika 4) sta bili ugotovljeni za vzorca 1 (lab. E in F) in 8 (lab. B MS in B LS), in sicer 0,25 ‰ oz. 0,39 ‰. Variabilnost v 12 in 13 ima drugačno težo, ker vzorci niso bili vzeti sočasno. Primerljivost rezultatov različnih laboratorijev za $\delta^{18}O$ je vprašljiva (»z« > 2) dvakrat, in sicer za vzorca 8 (lab. B LS in D MS) ter 12 (lab. A MS v drugem letu analiz in B LS), vendar tu velja poudariti, da vzorčenje ni bilo opravljeno sočasno. Ostali rezultati so primerljivi, vrednost »z« pa je manjša od 1,5. Največje razlike $\delta^{2}H$ (Slika 5) so bile ugotovljene za vzorce 11 (lab. C in B LS) z razponom 2,0 ‰, 10 (lab. C in B LS) z 3,9 ‰ ter 12 (lab. A MS) s 7,0 ‰. Za $\delta^{2}H$ je »z« > 2 in zato primerljivost vprašljiva v dveh primerih, in sicer za 10 (lab. B LS in C) ter 13 (A MS v prvem letu analiz in B LS). Nesprejemljiv rezultat (»z« > 3) je bil ugotovljen za 12 (A MS v drugem letu analiz in B LS). Kot omenjeno, vzorčenje 12 in 13 ni potekalo sočasno. V 12 in 13 so rezultati zadnjega leta bolj primerljivi, kar je posledica izboljšanja merilnih zmogljivosti z zamenjavo MS v lab. A.



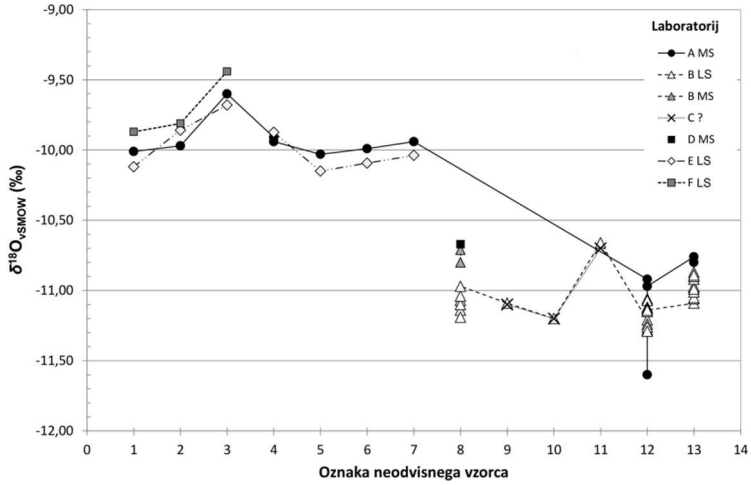
Slika 1: Izotopska sestava kisika in vodika štirih nizkomineraliziranih termalnih voda s temperaturo do 35 °C.



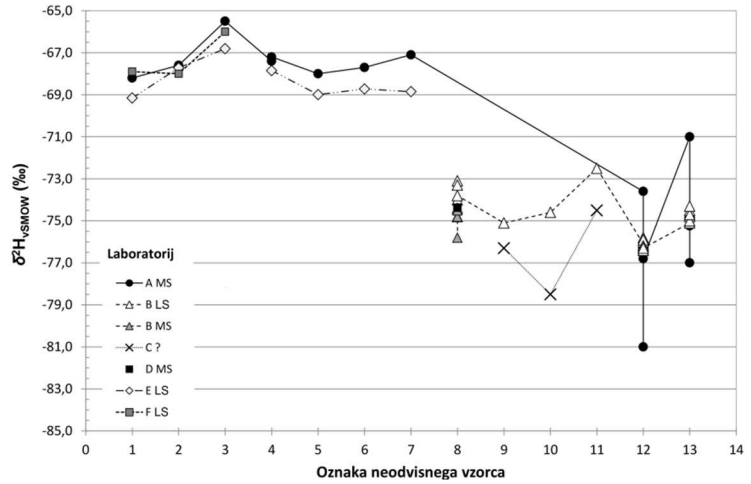
Slika 2: Izotopska sestava kisika in vodika nizkomineralizirane termalne vode s 55 °C (vrtina 8) in treh visokomineraliziranih hladnih voda (vrtine 9 do 11).



Slika 3: Izotopska sestava kisika in vodika dveh srednjemineraliziranih termalnih voda s temperaturo do 52 °C.



Slika 4: Spreminjanje izotopske sestave kisika v vodi v vzorcih iz 13 različnih vrtin, analiziranimi s sedmimi različnimi instrumenti.



Slika 5: Spreminjanje izotopske sestave vodika v vzorcih iz 13 različnih vrtin, analiziranimi s sedmimi različnimi instrumenti.

4. Zaključki

Zavedanje o pomenu kakovostnih meritev in primerljivih rezultatov, ne glede na uporabljeno merilno tehniko, postaja vse pomembnejše tudi na področju izotopske hidrologije, kjer je uvedba novih tehnik (LS) povzročila znaten porast števila meritev. Te so lahko kakovostne in primerljive s predhodnimi tehnikami (MS) le ob upoštevanju njihovih omejitev.

Za zanesljive in kakovostne rezultate je potrebno sodelovanje naročnikov analiz, izvajalcev vzorčenja in analiznega laboratorija. Kadar naročnik analiz za monitoring termalnih vod najame strokovnjake, je pomembno, da imajo ustrezno znanje iz področja izotopske hidrologije in sodelujejo tako pri pripravi navodil za vzorčenje kot pri izbiri laboratorija za izvedbo analiz. Usposobljenost za izvajanje dejavnosti laboratoriji dokazujejo z akreditacijo, vendar ta *a priori* ne zagotavlja vedno natančnosti in točnosti rezultatov.

Za izboljšanje izvajanja monitoringa priporočamo, da naročnik obvesti izvajalca vzorčenja in analiz o namenu raziskave in preteklih izkušnjah ter natančno opredeli parametre, ki jih je potrebno določiti. Nadalje naj občasno naključno preverja kakovosti rezultatov z dvojniki (analiziranimi v istem in drugih laboratorijih) ali doda med vzorce takšne z znano izotopsko sestavo (npr. referenčne materiale z ustreznimi certifikati) ter takoj po prejetju rezultatov preveri, ali so skladni s pričakovanji in arhivskimi podatki. Večina laboratorijev za določeno obdobje shrani preostanek vzorca in ga lahko, v primeru suma v neoporečnost rezultatov, ponovno analizira, tudi z drugo metodo. Ob tem se je potrebno zavedati, da je v vzorcu morda že prišlo do kemijske spremembe, ki vpliva na rezultat. Ob oddaji vzorcev v laboratorij je potrebno poročati tudi o *in-situ* meritvah (temperatura, pH, elektroprevodnost, raztopljeni kisik) in o kemijski sestavi vode (prisotnost H_2S, organskih snovi…), da se prilagodi priprava vzorca in izbor analiznih metod, ki se razlikujejo glede na matrico vzorcev (npr. padavine, površinske, podzemne ali termalne vode).

Izvajalec laboratorijskih analiz naj v poročilo o rezultatih vključi tudi informacije o: ustreznosti vzorčenja ali dostavljenega vzorca, s tipom embalaže, pripravi vzorca in analiznih metodah, zagotavljanju sledljivosti rezultatov, merilni negotovosti metode in laboratorijskih referenčnih materialov, ki se uporabljajo za kalibracijo, uporabi referenčnih materialov za neodvisno kontrolo meritev, številu in načinu ponovitev (zaporedne ali neodvisne) meritev istega vzorca za izračun aritmetičnega povprečja in standardnega odklona, ki predstavlja rezultat analize… Ker je enkraten vzorec odraz trenutnega stanja vode, je za zanesljivo oceno (tudi stalnosti) hidrogeoloških procesov potrebno spremljati njeno sestavo večkrat in določiti območje, znotraj katerega se izotopska sestava vode naravno spreminja.

Upoštevanje teh priporočil lahko dolgoročno izboljša obvezni letni nabor podatkov o izotopski sestavi termalnih voda za obratovalni monitoring, ki bo omogočil lažje in enotnejše spremljanje morebitnih sprememb, ter sčasoma tudi izboljša upravljanje in zakonodajo na tem področju.

5. Zahvala

Raziskava je sofinancirana s strani ARRS programske skupine P1-0020 Podzemne vode in geokemija in P1-0143 Kroženje snovi v okolju, snovna bilanca in modeliranje okoljskih procesov ter ocena tveganja.

6. Viri

[1] AHMAD, M. AGGARWAL, P. VAN DUREN M., POLTENSTEIN, L. ARAGUAS, L. KURTTAS, T., AND WASSENAAR, L.I., 2012. Final report on fourth interlaboratory comparison exercise for δ^2H and δ^{18}O analysis of water samples (WICO2011). IAEA Techical report, 67.

[2] ARNORSSON, S. 2000. Isotopic and chemical techniques in geothermal exploration, development and use: sampling methods, data handling, interpretation. Vienna: IAEA.

[3] CLARK, I. & FRITZ, P., 1997. Environmental isotopes in hydrogeology. USA: CRC.

[4] MEZGA, K., URBANC, J. AND CERAR, S., 2014. The isotope altitude effect reflected in groundwater: a case study from Slovenia. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 50, 33-51.

[5] PENNA D., STENNI B., ŠANDA M., WREDE S., BOGAARD T.A., GOBBI A., BORGA M., FISCHER B.M.C. AND BONAZZA M., 2010. On the reproducibility and repeatability of laser absorption spectroscopy measurements for δ^2H and δ^{18}O isotopic analysis. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14, 1551–1566.

[6] RMAN, N. 2016. Hydrogeochemical and isotopic tracers for identification of seasonal and long-term over-exploitation of the Pleistocene thermal waters. *Environmental monitoring and assessment*, 188 (4), 242-262.

[7] VREČA, P., KRAJCAR BRONIĆ, I., LEIS, A. AND BRENČIČ, M., 2008. Isotopic composition of precipitation in Ljubljana (Slovenia). *Geologija*, 51, 169-180.

[8] VREČA, P., KRAJCAR BRONIĆ, I., LEIS, A. AND DEMŠAR, M., 2014: Isotopic composition of precipitation at the station Ljubljana (Reaktor), Slovenia – period 2007–2010. *Geologija*, 57(2), 217–230.

[9] VREČA, P. AND MALENŠEK, N., 2016. Slovenska mreža opazovanj izotopske sestave padavin (SLONIP) – pregled aktivnosti v obdobju 1981–2015. *Geologija*, 59(1), 67-84.

[10] SINGLETON, G., COPLEN, T. B., QI, H, AND LORENZ, J. M., 2009. Laser-based stable hydrogen and oxygen analyses: How reliable can measurement results be? European Geosciences Union, General Assembly, April 2009, Vienna, Austria.

[11] SZŐCS, T., RMAN, N., SÜVEGES, M., PALCSU, L., TÓTH, G. AND LAPANJE, A. 2013. The application of isotope and chemical analyses in managing transboundary groundwater resources. *Applied geochemistry*, 32, 95-107.

[12] WASSENAAR, L.I., COPLEN, T.B. AND AGGARWAL, P.K., 2014. Approaches for Achieving Long-Term Accuracy and Precision of δ^{18}O and δ^2H for Waters Analyzed using Laser Absorption Spectrometers. *Environmental Science & Technology*, 48, 1123-1131.

ODZIV ČRNEGA BORA IN GRADNA NA KOLIČINO RAZPOLOŽLJIVE VODE V POREČJU RIŽANE

dr. Simon Poljanšek, univ. dipl. inž. gozdarstva, prof. dr. Tom Levanič, univ. dipl. inž. gozdarstva

Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Pretok Rižane, ki s pitno vodo oskrbuje Obalo, se v zadnjem obdobju znižuje, napovedi za prihodnost so slabe - zmanjševanje količin padavin, višanje temperatur zraka in povečana poraba pitne vode. Nove razmere bodo zato terjale prilagoditve vseh porabnikov vode. Sem sodi tudi gozd, kot prvi člen v verigi porabnikov. Ker imajo različne drevesne vrste različne fiziološke potrebe po vodi in s tem različno porabo, smo se vprašali, ali lahko z izbiro drevesne vrste vplivamo na količino pitne vode na izviru. Prirastni odziv dreves na količino padavin je kompleksen, zato ga je težko pojasniti z eno samo spremenljivko. Debelinsko rast v posameznem letu veliko bolje pojasnimo, če poleg padavin v model vključimo še odtok, ki je v našem primeru podatek o pretoku Rižane. Za začetek sklopa raziskav smo analizirali odvisnost debelinske rasti črnega bora in hrasta, dveh najpomembnejših drevesnih vrst tega dela Slovenije, od količine razpoložljive vode. Vrsti se med seboj razlikujeta po odzivu na sušo. Hrast spada v skupino dreves, ki so na sušo neodzivne, t. i. hidrolabilne vrste, zato porabi več vode kot črni bor, ki spada v skupino hidrostabilnih vrst, ki na sušo odreagirajo s pripiranjem listnih rež. V luči klimatskih sprememb in na podlagi naših rezultatov predpostavljamo, da bosta obe vrsti doživljali več daljših obdobij sušnih razmer in da se bo v primeru nadomeščanja gozda črnega bora s hrasti pretok Rižane še naprej zmanjševal. Za potrditev te domneve bi bile potrebne meritve dejanske porabe vode, v odvisnosti od gostote in razvojne faze gozda obeh vrst.

Ključne besede:
dendroklimatologija, klimatski signal, širine branik, vodozbirno območje, poraba vode, gozd.

1. Uvod

Drevesa imajo na vodni cikel mnogo pozitivnih učinkov [1,2]. Zmanjšujejo in uravnavajo površinski odtok padavinske vode [3] in s tem zmanjšujejo njeno erozijsko moč, s koreninskim sistemom mehansko vežejo in utrjujejo preperino, ki močno vpliva na absorpcijsko sposobnost tal, poleg tega preprečujejo plazenje tal ipd. Brez gozda torej ne gre, saj je nujen za varovanje tal. A obstoj gozda na določeni površini ima vpliv na vodni cikel, saj drevesa vodo tudi porabljajo. Prvi stik z vodo imajo drevesa že ob padavinah. Na splošno velja, da zaradi prestrezanja s strani dreves več kot četrtina padavin izhlapi v ozračje že med ali neposredno po padavinah [4,5]. Količina prestreženih padavin je odvisna od intenzitete in količin padavin, tipa drevesne vrste (iglavci, listavci) ter letnega časa oziroma od tega, ali gre za čas, ko so listavci olistani ali ne. Od količine padavin, ki dospe do tal, pa se določen delež porabi za rast in funkcioniranje dreves. Koliko vode drevesa porabijo, je med drugim odvisno od drevesne vrste, starosti in strukture gozda [6], rastne sezone, reliefnih značilnosti ter načina gospodarjenja

z gozdom [7]. Končni račun za vodozbirno območje je preprost. Večja ko bo poraba vode s strani gozda, manj je bo odteklo oz. poniknilo in manjša bo končna količina razpoložljive pitne vode [8]. Zaradi rasti dreves in zaraščanja krajine z gozdom ter sprememb v klimi (višje temperature zraka, večje število sončnih dni, manj padavin) se pretoki rek že značilno zmanjšujejo [9]. V območjih, kjer je vode na pretek, je količina porabljene vode s strani gozdne vegetacije zanemarljiva, a na nekaterih območjih ima gozd že poudarjen vpliv na pretok rek, kot na primer v dolini Dragonje [10] in vodozbirnem območju koprskega vodovoda [11]. Vprašanje, ki si ga avtorja postavljava, je, ali lahko z izbiro drevesnih vrst, rastočih na vodozbirnem območju, vplivamo na končno količino pitne vode, predvsem v poletnem pomanjkanju. Drevesa se namreč na sušo odzovejo različno. Nekatera znižajo potrebo po vodi in zaprejo listne reže, druge pa povečajo podtlak v listih in okrepijo črpanje vode iz tal.

1.1 Preučevano območje

Reka Rižana je skupaj z zaledjem v kraških vodonosnikih [12] pomemben vir pitne vode za Obalo. Gozdarska stroka opozarja, da gozda zaradi porabe vode ne smemo preprosto izkrčiti, saj s preprečevanjem erozije tal skrbi za kvaliteto vodo in uravnava vrhunce ekstremih padavin. Na splošno se gospodarjenje z gozdom prilagaja na način, da gozdni sestoj optimalno opravlja vodno funkcijo, kar je še posebno pomembno na območjih, kjer je v prihodnosti pričakovati kritično preskrbo z vodo. Osnove za ustrezno gojitveno obravnavo dobimo s preučevanjem kompleksnega odnosa med drevesom, sestojem, tlemi in vodo. Ker pa se stanje oziroma razmerja med gozdom in travišči, med drevesnimi vrstami in med drevesnimi fazami dinamično spreminjajo, so raziskave na temo porabe vode s strani gozda več kot nujne.

1.2 Prevladujoči vrsti

V konkretni raziskavi smo se osredotočili na najbolj pogoste tvornike sestojev na Krasu – črni bor (*Pinus nigra* Arnold) in hraste, od katerih prevladuje graden (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Med vrstama je pomembna razlika v strategiji odziva na sušo. Hrast troši več vode in dalj časa vzdržuje oskrbo listnega aparata z vodo, zato ga štejemo med hidrolabilne vrste [13]. Na drugi strani bor ob zmanjšanju talne vlažnosti hitreje zapre reže, kar ga uvršča med hidrostabilne vrste, saj je sposoben vzdrževati ugodno vodno bilanco [14]. Poenostavljeno gledano je poraba vode s strani dreves odvisna od količine razpoložljive talne vode, ki ostane v tleh po padavinah. To vodo drevesa počrpajo in deloma skladiščijo v koreninah, deblih in vejah dreves [15]. Nekateri avtorji to vodo označujejo kot zelena voda [16]. Prek naštetih delov dreves voda potuje oziroma se črpa v liste za potrebe fotosinteze oziroma za rast.

A odgovor na preprosto vprašanje, ali lahko z izborom drevesne vrste vplivamo na količino pitne vode, ni preprost. Prvi korak v vrsti analiz in meritev je poznavanje odziva rasti drevesne vrste na razpoložljivo količino vode. Za začetek smo tako preučili:

- kako se debelinska rast črnega bora in hrasta odziva na količino razpoložljive vode,
- kakšna je stabilnost odziva skozi čas.

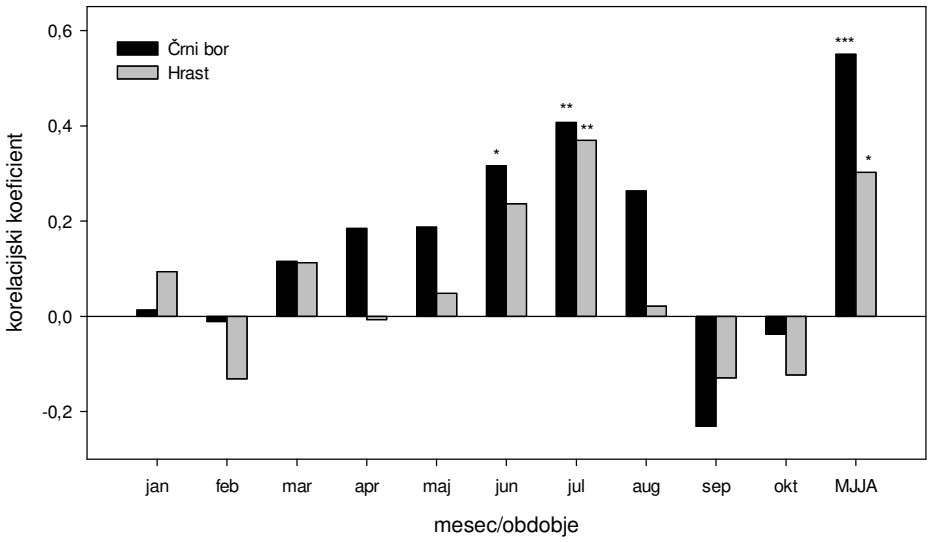
2. Material in metode

Vpliv količine talne vode na debelinsko rast črnega bora smo preučili z dendroklimatološkimi metodami [17]. Te vključujejo izbor rastišča, primernega raziskovalnemu vprašanju, vzorčenje debelinske rasti s prirastoslovnim svedrom, laboratorijska priprava vzorcev ter merjenje širin branik [18] in njihovo primerjavo s klimatskimi parametri. Za analizo smo izbrali sestoje črnega bora in hrasta z vodozbirnega območja reke Rižane. Sestoji ležijo v bližini vasi Slope (Artiže), Slivje (Loče), Skandaščina, Črnotiče, Hrpelje in Podgorje ter na Kojniku, kjer smo vzorčili samo črni bor [19]. Na omenjenih lokacijah je rast dreves zaradi plitvih tal na apnencu (izjema sta lokaciji Artiže in Loče) pričakovano odvisna od razpoložljive količine vode v tleh, brez vpliva podtalnice. Izbranim drevesom smo s prirastoslovnim svedrom in dodatnim nastavkom

[20] odvzeli po dva vzorca debelinske rasti od lubja do stržena. Širine branik so bile nato v dendrokronološkem laboratoriju Gozdarskega inštituta Slovenije izmerjene na stotinko milimetra natančno. Za izračun mesečnih vrednosti količin razpoložljive vode smo upoštevali podatke o padavinah [21] ter pretoku Rižane na merilni postaji Kubed. Ob upoštevanju velikosti zlivnega območja Rižane [12] smo najprej izračunali, koliko padavin [mm] pade na celotno območje v mesecu dni. Nato smo to količino pretvorili v kubične metre in podelili s številom sekund povprečnega meseca. Ta vrednost je ponazarjala najvišji možni pretok. Razlika med najvišjim možnim pretokom reke in izmerjenim ponazarja količino vode, ki je bodisi izparela ob prestrezanju padavin bodisi ostala v ekosistemu. Količino prestreženih padavin smo v tem primeru zanemarili. Za izračun klimatskega signala smo uporabili Pearsonov koeficient korelacije med spremenljivkama širina branike in mesečna vrednost razpoložljive talne vode. Korelacija je bila računana za celotno obdobje arhivskih podatkov vremena, kakor tudi po posameznih obdobjih (okno 31 let) s pomočjo t. i. drseče korelacije.

3. Rezultati

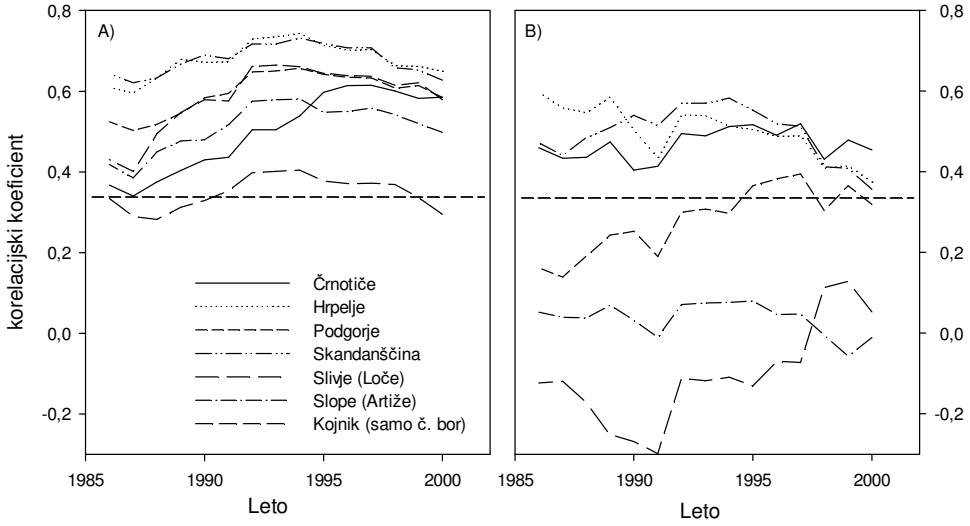
Ugotovili smo, da je debelinska rast črnega bora najmočneje povezana s povprečno količino razpoložljive vode od maja do avgusta (r=0,55, n=46, p<0,001). Izmed posameznih mesecev se statistično značilno razlikujeta junij in julij, medtem ko je avgust tik pod mejo značilnosti (slika 1). Po pomembnosti v rastni dobi si sledita april in maj, torej čas z začetka rastne dobe. Nižje korelacijske koeficiente smo dobili za hrast. V nasprotju z iglavci hrast ob odganjanju novih poganjkov in začetku debelinske rasti nima vzpostavljenega listnega aparata, od koder bi črpal hranila in energijo za rast. Zato za nastanek ranega lesa porablja hranila, nakopičena v predhodni rastni sezoni. Temu pričajo tudi slabše korelacije med širino branike ter razpoložljivo vodo v aprilu in maju. Pomembnejša meseca za hrast sta junij in julij ter, podobno kot pri črnem boru, a z nižjimi vrednostmi, tudi vrednosti za celotno sezono – maj do avgust (slika 1).



Slika 16: Korelacijski koeficienti med izračunano količino zelene vode in širino branik črnega bora (P. nigra Arnold) in vrste hrast (Quercus sp.). Značilna korelacija je označena z zvezdicami (ena zvezdica; p<0,05, n=46), dve (p<0,01, n=46) in tri zvezdice (p<0,001, n=46). MJJA ponazarja skupno obdobje od maja do avgusta.

Ko analiziramo klimatski signal v branikah, ni pomembna samo jakost tega signala, marveč tudi časovna stabilnost. Drseča korelacija z oknom dolžine 31 let in korakom po eno leto je pokazala, da obstaja nekaj variabilnosti v stabilnosti signala (slika 2). Medtem ko ima črni bor z vseh lokacij značilen klimatski signal skozi celotno preučevano obdobje (1966-2011), je slika

drugačna pri hrastu. Vrednosti drsečih korelacij so nižje, a še vedno značilne, z izjemo dreves, rastočih na flišni podlagi v bližini Artiž in Loč, kjer je vpliv vode neznačilen, ter lokacije Podgorje, kjer je rast značilno odvisna v drugi polovici preučevane dobe (slika 2B).



Slika 2: Drseče vrednosti 31-letnih korelacijskih koeficientov med izračunano količino zelene vode in širino branik A) črnega bora (P. nigra Arnold) in B) hrasta s posameznih lokacij. Vodoravna črtkana linija ponazarja mejo značilne korelacije (p<0,001, n=31).

4. Razprava

Na vseh lokacijah črnega bora se je količina vode v obdobju maj-avgust izkazala za dejavnik, ki ključno vpliva na rast črnega bora. April in maj, iz časa začetka rastne sezone, še nista značilna po korelaciji, najverjetneje zato, ker je v tem času zadostna količina vlage v tleh in voda ni omejujoč dejavnik. Posamezno sta najbolj pomembna meseca junij in julij, torej na vrhuncu sušnega stresa, ko tudi beležimo pomanjkanje pitne vode. Nižje korelacije med razpoložljivo vodo v aprilu in maju ter širino branik obeh vrst, še posebej pa hrasta, bi morebiti lahko izboljšali, če bi dodatno izmerili parametra širine ranega in kasnega lesa. Vrednosti korelacijskega koeficienta med izračunano razpoložljivo količino vode in širino branik bi morebiti še izboljšali z upoštevanjem količin prestreženih padavin v rastni dobi.

Kot ena izmed možnih razlag za razlike v korelaciji je v različnem odzivu bora in hrasta na pomanjkanje vode. Bor bolje nadzira odprtost listnih rež in s tem porabo vode. Ob pomanjkanju vode bo prvi zavrl fotosintezo, kar hkrati zavira tudi debelinsko rast. V primeru začetka suše, ko bor že aktivira fiziološke mehanizme prilagajanja na sušo, hrast [22] nadaljuje s črpanjem vlage iz tal, kar se lahko pozna pri slabših koeficientih korelacije med koeficientom vlažnosti tal in debelinsko rastjo. Za dokončno potrditev rezultatov raziskave bi potrebovali meritve pretoka vode po steblih dreves obeh vrst z istega rastišča, raziskavo pa bi lahko razširili še na dejavnik gostote sestojev in velikosti dreves.

Dosedanji rezultati raziskave kažejo, da so klimatski dejavniki ključni za rast sestojev na analiziranem območju. Še posebej razpoložljiva voda je najbolj omejujoč dejavnik rasti dreves raziskanega območja. Predvsem to velja za črni bor, pri katerem je časovna stabilnost signala na vseh lokacijah stabilna in značilna ($p<0,001$, $n=31$). Pri hrastu pa lokaciji Artiže in Loče nimata značilnega signala, verjetno zato, ker lokaciji ležita na flišu in kjer je razpoložljive vode v tleh več, predvsem pa se dalj časa zadržuje v tleh kot v plitkih tleh na karbonatni podlagi.

5. Zaključki

Črni bor se bolj odziva na razpoložljivo vodo kot hrast. Merjenje samo širine branike zadošča za analizo klimatskega signala črnega bora, pri hrastu pa bi povezavo med količino razpoložljive vode ter debelinsko rastjo mogoče še izboljšali z ločenim merjenjem širin ranega in kasnega lesa. Klimatski signal je časovno stabilen pri obeh vrstah, razen pri hrastih z lokacij, kjer prevladuje fliš kot matična podlaga. Za bolj zanesljivo napoved porabe vode preučevanih drevesnih vrst se predlaga merjenje pretoka vode po steblu.

6. Zahvala

Avtorja se zahvaljujeta programski skupini (P4-0107 Gozdna biologija, ekologija in tehnologija), projektoma J4-5519 »Uporaba paleoklimatskih podatkov za izboljševanje napovedovanja suše na Z Balkanu« in J4-7203 »Kratkoročni in dolgoročni odzivi hrastov v submediteranu na ekstremne vremenske dogodke s pomočjo drevesno-anatomskih analiz in eko-fizioloških meritev«, financirano s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost R Slovenije. Simon Poljanšek se zahvaljuje tudi Slovenski znanstveni fundaciji in Svetovni federaciji znanstvenikov (World Federation of Scientists) za prepoznano idejo ter podeljeno štipendijo.

7. Viri

[1] ANKO, B ur., 1994. Gozd in voda : zbornik seminarja: Polče, 11. - 13. oktober 1994. 1994. Ljubljana, Biotehniska fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.

[2] VILHAR, U. IN SIMONCIC, P., 2005. Gozd in voda: brez gozda ni kakovostne vode. Gea, 68-69.

[3] ŠRAJ, M., BRILLY, M. IN MIKOŠ, M., 2008. Rainfall interception by two deciduous Mediterranean forests of contrasting stature in Slovenia. Agricultural and Forest Meteorology, 148, 121-134.

[4] RASPOR, K., BRILLY, M. IN ŠRAJ, M., 2006. Gozdni hidroloski krog s poudarkom na transpiraciji: seminarska naloga. [K. Raspor].

[5] ZORN, M., 2008. Erozijski procesi v slovenski Istri. (Geografija Slovenije, 18). Ljubljana :Založba ZRC

[6] VILHAR, U., 2006. Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda v Kočevskem Rogu: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana : samozal.

[7] VILHAR, U., 2009. Vpliv gospodarjenja na vodno bilanco jelovo-bukovih gozdov dinarskega krasa = Influence of management on water balance of the silver fir-beech forests in the Dinaric karst. Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, Ljubljana.

[8] KESTNAR, K., 2014. Vpliv gozda na odtoke z dveh eksperimentalnih porečij na Pohorju: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana : samozal.

[9] JURKO, M., 2009. Statistična analiza trendov značilnih pretokov slovenskih rek: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana, samozal.

[10] ŠRAJ, M. IN BRILLY, M., 2012. Vpliv gozda na vodno bilanco. V: Zbornik prispevkov : prvi kongres o vodah. Ljubljana : Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 290-298.

[11] BRILLY, M., KOMPARE, B., KRYZANOWSKI, A. IN RUSJAN, S., 2008. Ureditev oskrbe prebivalstva s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraskega območja. V: Zbornik referatov: 19. Mišičev vodarski dan 2008 Maribor : Vodnogospodarski biro, 184-195.

[12] JANŽA, M., 2010. Hydrological modeling in the karst area, Rižana spring catchment, Slovenia. Environmental earth Science, 61, 909-920.

[13] BARNS, F., 1996. Leaf gas exchange and carbon isotope composition responses to drought in a drought-avoiding (Pinus pinaster) and a drought-tolerant (Quercus petraea) species under present and elevated atmospheric C02 concentrations. Plant, Cell and Environment, 19, 182-190.

[14] FORNER, A., ARANDA, I., GRANIER, A. IN VALLADARES, F., 2014. Differential impact of the most extreme drought event over the last half century on growth and sap flow in two coexisting Mediterranean trees. Plant Ecology, 215, 703-719.

[15] BORCHERT, R., 1994. Electric resistance as a measure of tree water status during seasonal drought in a tropical dry forest in Costa Rica. Tree Physiology, 14, 299-312.

[16] FALKENMARK, M. IN ROCKSTRÖM, J., 2006. The new blue and green water paradigm: Breaking new ground for water resources planning and management. Journal of water resources planning and management, 132, 129-132.

[17] FRITTS, H. C. IN SWETNAM, T. W., 1998. Dendroecology: A tool for evaluating variantions in past and present forest environments. Advances in ecological research. BEGON, M., FITTER, A. H., FORD, E. D., IN MACFADYEN A., (ur.) (19), 111-154.

[18] LEVANIC, T., 2007. ATRICS - a new system for image acquisition in dendrochronology. Tree-Ring Research, 63, 117-122.

[19] POLJANŠEK, S. IN LEVANIČ, T., 2012. Parametri branik dreves Pinus nigra (Arnold) in njihov klimatski signal. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 98, 15-25.

[20] POLJANŠEK, S. IN LEVANIČ, T., 2014. Increment borer accessory = Pripomoček pri prirastnem svedru. Evropski patent, EP2695690 (A1).

[21] Meteo.si. (2015). Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. Available from: http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/ [dostop 12. november 2016]

[22] ČATER, M., 2010. Osmotic component of water potential and stress adaptation of adult

Pedunculate oaks (Quercus robur L.) in stands with different tree density. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 92, 33–38.

TRENDI TEMPERATUR VODE V SLOVENIJI

Andrej Draksler[1], dr. Peter Frantar[2], Vlado Savić[2], Gregor Vertačnik[2]

[1]Andrej Draksler, Zgornje Bitnje 14a, 4209 Žabnica, [2]Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Trendi temperature voda so eden izmed kazalcev vpliva podnebnih sprememb na temperaturni režim vode. Analiza trendov temperature voda je bila opravljena na dolgoletnih nizih podatkov vodomernih postaj na površinskih vodah, kamor prištevamo tudi morje, in podzemnih vodah.

Prvi del analize je zajemal pregled podatkov iz mreže vodomernih postaj. Opravljena je bila presoja primernosti postaj in ustreznosti časovnih vrst podatkovnih nizov. Izbranih je bilo 66 postaj, od tega 45 na rekah in 2 na jezerih, 18 na podzemnih vodah in 1 na morju. Nadalje je bila izvedena homogenizacija podatkov, ki je nujna za odpravo merskih anomalij in izrednih odstopanj podatkov. Obdobje homogenizacije je bilo 1953–2015 za površinske vode ter 1969–2015 za podzemne vode. Na osnovi homogeniziranih podatkov smo izračunali linearne trende in pripadajočo statistično značilnost trenda za celotno obdobje podatkovnih nizov.

Rezultati analize trendov povprečne letne temperature vode kažejo naraščajoče trende, ki so vsi statistično značilni, kar potrjuje domnevo o vplivu segrevanja ozračja na temperaturo slovenskih voda.

Ključne besede:

temperatura vode, homogenizacija, trendi, podnebne spremembe, povprečna letna temperatura vode

1. Uvod

Podnebne razmere in spremembe podnebnih parametrov se odražajo tudi v temperaturi vode, zato je bilo ob podnebnih spremembah v 20. in začetku 21. stoletja pričakovati spremembe tudi tam. Da lahko zanesljivo ovrednotimo vpliv podnebnih sprememb in izračunamo verodostojne trende temperature vode, potrebujemo čim daljše, polne in reprezentativne podatkovne nize večjega števila vodomernih postaj na površinskih in podzemnih vodah. Izbor reprezentativnih postaj, pripravo in homogenizacijo podatkovnih nizov ter analizo trendov temperature vode smo na Agenciji RS za okolje izvedli v okviru projekta Ocena podnebnih sprememb do konca 21. stoletja.

Homogenizacija je postopek, pri katerem s statističnimi metodami iz podatkovnih nizov odpravimo tisti del izmerjenih vrednosti, ki ni odraz podnebnih (hidroloških) značilnosti: morebitne merske napake, način merjenja, spremembe v okolici postaj, morfološke spremembe vodotokov, prelomi v nizih, ki so posledica izrednih dogodkov na merilnih postajah (npr. sprememba lokacije postaje, drug opazovalec, menjava termometra …). S homogenizacijo želimo doseči, da podatkovni niz odraža dejansko podnebno spremenljivost (Vertačnik et al., 2015). Homogenizirane podatkovne nize vodomernih postaj smo uporabili za izračun dolgoletnih linearnih trendov temperatur vode in nato ocenili vpliv podnebnih sprememb na temperaturo vode v Sloveniji.

2. Priprava podatkov

Postopek homogenizacije smo izvedli s programom HOMER, ki je bil razvit v okviru projekta COST-ES0601 v obdobju 2007–2011 in združuje več različnih homogenizacijskih metod, uporabljen pa je bil že pri homogenizaciji podnebnih podatkov za Slovenijo (Vertačnik et al., 2015; HOMER, 2016). Za uspešno izvedbo homogenizacije podatkovnih nizov smo izvedli selekcijo vodomernih postaj na podlagi naslednjih kriterijev:

- vodomerna postaja ima vsaj 20 let meritev temperature vode. Zaporedni niz meritev ni potreben;
- 20-letno obdobje mora imeti polne neprekinjene meritve temperature za posamezno leto;
- HOMER izvaja homogenizacijo na podlagi medsebojnih primerjav vodomernih postaj, zato se morajo obsegi podatkovnih nizov postaj ujemati. Za prvo leto v podatkovnih nizih za homogenizacijo smo izbrali tisto leto, ki ga vsebujejo podatkovni nizi vsaj petih vodomernih postaj;
- za površinske vode smo izbrali obdobje 1953–2015;
- za podzemne vode smo izbrali obdobje 1969–2015.

Začetni seznam vseh vodomernih postaj, kjer se spremlja temperaturo vode, je obsegal 161 postaj na površinskih vodah, od katerih jih je 5 na morju ter 5 na jezerih, in 243 postaj na podzemnih vodah.

Po opravljenem pregledu podatkov smo za izvedbo homogenizacije naredili naslednji nabor:

- 47 vodomernih postaj na rekah in jezerih, ki so enakomerno razporejene po porečjih Slovenije;
- 18 vodomernih postaj na podzemnih vodah, ki se nahajajo na Brežiškem, Krškem, Prekmurskem, Murskem polju ter na Ljubljanskem barju;
- 1 vodomerno postajo na morju (Koper - kapitanija).

Po pridobitvi vseh podatkov o temperaturi vode na izbranih postajah smo pripravili podatkovne nize za homogenizacijo. Homogenizacija je bila izvedena na mesečni ravni, zato smo iz nizov dnevnih podatkov izračunali povprečne mesečne vrednosti temperature vode. Pri tem smo pri postajah na površinskih vodah izračunali povprečne mesečne vrednosti temperature za tiste mesece, ki so imeli podatke o temperaturi za vsaj 90 % dni v mesecu. Mesece, ki tega pogoja niso dosegli, smo obravnavali kot manjkajoče podatke. Pri podzemnih vodah smo zaradi manjših temperaturnih nihanj ter manjše pogostosti rednih meritev izračunali povprečno mesečno temperaturo tudi za mesece, ki so imeli manj podatkov. Podatkovne nize nekaterih vodomernih postaj smo združili, da smo dobili en niz za daljše časovno obdobje.

Za kvalitetno homogenizacijo so pomembni metapodatki izbranih vodomernih postaj, na podlagi katerih lahko z večjo zanesljivostjo potrdimo prelome v podatkovnih nizih. Pripravili smo seznam metapodatkov za posamezno postajo: koordinate merilne postaje, lokacija postaje glede na del vodotoka/območje podzemne vode, vrste merjenja, merilni instrumenti, prekinitve merjenj, spremembe lokacij postaj in drugi zabeleženi dogodki.

Pred začetkom homogenizacije smo v programu HOMER izvedli ponovno kontrolo podatkovnih nizov. Pri tem smo ugotovili slabšo kakovost podatkov v preteklih obdobjih na nekaterih vodomernih postajah. Zato smo izstopajoče vrednosti še dodatno preverili, bodisi v metapodatkih ali pa s primerjavo vrednosti primerljivih postaj v teh obdobjih. Slabe podatke smo nato odstranili.

3. Homogenizacija

Homogenizacijo v programu HOMER smo izvedli z različnimi homogenizacijskimi metodami v več krogih, da smo odpravili bolj in manj izrazite prelome v podatkovnih nizih. Najprej smo na podlagi grafičnega prikaza izračuna predlaganih prelomov z metodo po parih nizov (pairwise detection) določili potencialne prelome v časovnih vrstah. V naslednjem koraku smo zagnali opcijo metode sočasne delitve nizov (joint detection). Na podlagi izbranih potencialnih prelomov iz metode po parih nizov in prelomov, ki jih je predlagal HOMER v metodi sočasne delitve nizov, smo potrdili izbrane prelome. Hkrati smo v metapodatkih preverili morebitne zabeležene dogodke, ki bi lahko bili razlog za prelom v časovni vrsti in prelomom, potrjenim z metapodatki, določili točen datum. Sledila je korekcija podatkovnih nizov, ki jo je HOMER izvedel na podlagi potrjenih prelomov, obenem pa z interpolacijo zapolnil tudi manjkajoče vrednosti v podatkovnih nizih. Celoten postopek smo nato ponovili v nadaljnjih krogih. Po opravljeni homogenizaciji z metodama po parih nizov in sočasne delitve nizov smo zagnali metodo ACMANT, ki zazna prelome v podatkovnem nizu na podlagi sprememb v letnih vrednostih in sezonskih hodih temperature. Na ta način smo zaznali še nekaj dodatnih prelomov. Ob koncu smo uporabili še opcijo Assess Month of change, s katero smo določili najverjetnejši mesec spremembe za tiste statistično značilne prelome, ki jih nismo mogli potrditi z metapodatki.

Pri površinskih vodah smo kombinirali dva načina izbora primerjalnih postaj: medsebojno korelacijo in geografsko oddaljenost. Pri podzemnih vodah smo medsebojno primerjali vse izbrane vodomerne postaje.

Rezultat homogenizacije izbranih vodomernih postaj površinskih in podzemnih voda so popravljeni in dopolnjeni podatkovni nizi za celotno obdobje: 1953–2015 za površinske vode in 1969–2015 za podzemne vode.

Tabela 1 Število krogov homogenizacije in število potrjenih prelomov na vodomernih postajah

	Število homogeniziranih podatkovnih nizov - postaj	**Število potrjenih prelomov**	**Število prelomov, potrjenih z metapodatki**	**Število krogov metode po parih nizov**	**Število krogov metode sočasne delitve nizov**	**Število krogov metode ACMANT**
Reke in jezera	47	108	19	7	6	1
Podzemne vode	18	23	2	5	4	1
Morje	1	3	1	7	6	1

4. Trendi temperatur vode

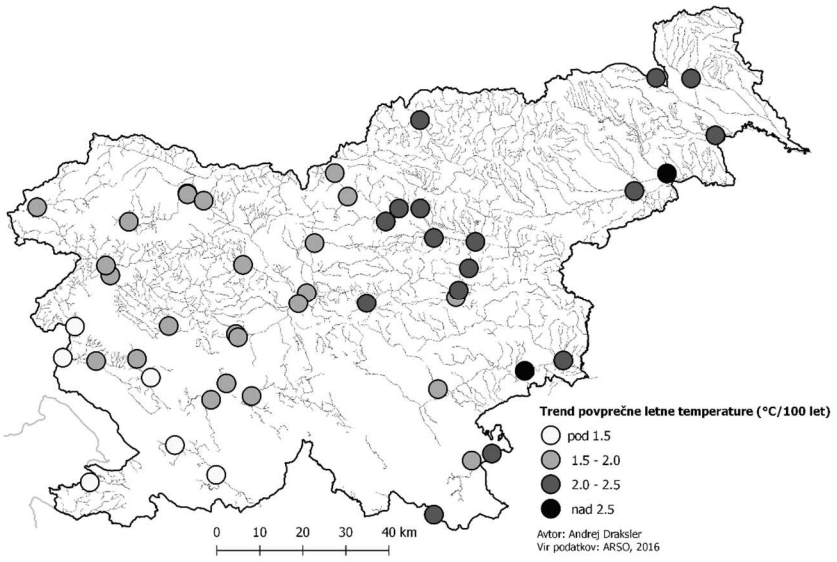
Homogenizirani podatkovni nizi kažejo realnejšo sliko poteka temperaturnih sprememb in trendov v obravnavanem časovnem obdobju. Program HOMER vsebuje orodje Visualisation, s katerim smo izračunali linearne trende in njihovo statistično značilnost za vsako vodomerno postajo. Linearni trend je bil izračunan za letna povprečja ter sezonske vrednosti, prikazuje pa preračun trenda spremembe temperature vode v 100 letih.

Na vseh obravnavanih vodomernih postajah je statistično značilen trend (Kendall test < 0,05) rasti temperature vode na letni ravni, na večini postaj je statistično značilen tudi trend po posameznih sezonah. Zaznali pa smo nekatere regionalne in sezonske razlike v jakosti trendov (Agencija RS za okolje, 2016).

4.1 Površinske vode

Za trend povprečne letne temperature na rekah, jezerih in morju v obdobju 1953–2015 je značilno, da jakost narašča od zahoda proti vzhodu Slovenije. Na vodomerni postaji na morju

je trend rasti povprečne letne temperature najnižji in znaša 1,1 °C/100 let. Na rekah se giblje trend povprečne letne temperature med 1,1 °C/100 let za vodomerno postajo Cerkvenikov mlin na Reki in 2,6 °C/100 let za vodomerno postajo Podbočje na Krki.



Slika 1: Trendi povprečne letne temperature na površinskih vodah

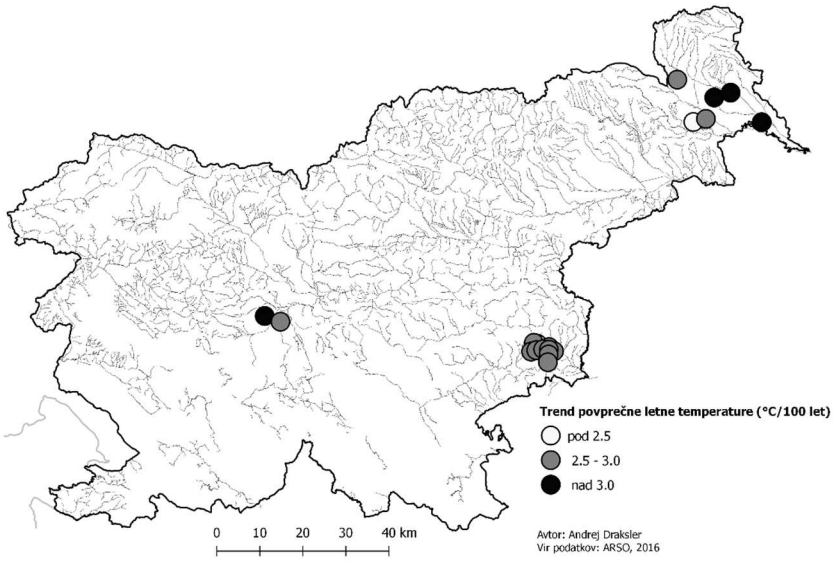
Statistično značilni sezonski trendi v obdobju 1953–2015 kažejo največjo rast temperature površinskih voda v poletnem in pomladnem obdobju, v zimskem in jesenskem obdobju pa je trend nižji. Geografska razporeditev sezonskih trendov je podobna kot pri letnem trendu in narašča v smeri od zahoda proti vzhodu (Agencija RS za okolje, 2016).

Tabela 2 Povprečni trendi temperature vode (°C/100 let) na površinskih vodah

	Letni trend	Trend - zima	Trend - pomlad	Trend - poletje	Trend - jesen
Reke in jezera	1,9	1,6	2,1	2,6	1,4
Morje	1,1	1,3	ni stat. značilen	1,3	1,4

4.2 Podzemne vode

Na vodomernih postajah podzemnih voda znaša dvig povprečne letne temperature podzemne vode 2,8 °C/100 let, izračunan iz obdobja 1969–2015. Rast temperature je v razponu od 2,3 °C/100 let na postaji Ključarovci na Murskem polju do 3,2 °C/100 let na postaji Brezovica na Ljubljanskem barju. Prostorska razporeditev jakosti letnih trendov kaže, da imajo v povprečju postaje na severovzhodu Slovenije (Prekmursko in Mursko polje) nekoliko višji trend (2,9 °C/100 let), kot postaje na Krškem in Brežiškem polju (2,7 °C/100 let). Ljubljansko barje ima povprečni trend dveh obravnavanih postaj 2,9 °C/100 let, ki pa je posledica izredno visokega trenda na vodomerni postaji Brezovica (3,2 °C/100 let). Sosednja postaja na Ljubljanskem barju (Črna vas) beleži precej nižji trend (2,6 °C/100 let).



Slika 2: Trendi povprečne letne temperature na podzemnih vodah

Statistično značilni sezonski trendi vseh postaj kažejo na precej močnejši trend rasti temperature v poletnem in jesenskem obdobju, kot pa v zimskem in pomladnem obdobju (Agencija RS za okolje, 2016).

Tabela 3 Povprečni trendi temperature vode (°C/100 let) na podzemnih vodah

	Letni trend	Trend - zima	Trend - pomlad	Trend - poletje	Trend - jesen
Podzemne vode	2,8	1,9	1,8	3,8	3,9

5. Zaključek

Vsi statistično značilni trendi temperature vode kažejo vpliv podnebnih sprememb in segrevanja ozračja na vode v Sloveniji. Na obravnavanih lokacijah se v povprečju najbolj segrevajo podzemne vode, z letnim trendom 2,8 °C/100 let, reke in jezera imajo nižjo rast za slabo stopinjo, medtem ko je v obravnavanem obdobju najnižjo rast temperature na podlagi linearnega trenda beležila vodomerna postaja na morju z 1,1 °C/100 let. Pri tem dodajamo, da rezultati kažejo na tolikšne razlike med površinskimi in podzemnimi vodami tudi zaradi različnega obdobja izračunanih trendov med površinskimi in podzemnimi vodami. Primerjalna analiza trendov površinskih voda za isto obdobje kot podzemne vode (1969–2015) namreč kaže, da je trend povprečne letne temperature rek in jezer enak trendu na podzemnih vodah (2,8 °C/100 let), nižjo rast pa beleži morje (2 °C/100 let) (Agencija RS za okolje, 2016).

Analiza trendov jasno kaže geografsko razporeditev jakosti trendov, ki naraščajo od zahoda proti vzhodu Slovenije. Ocenjujemo, da so visoki porasti na posameznih postajah na podzemnih vodah delno posledica slabše kakovosti vhodnih nehomogeniziranih podatkov (pogostost in zanesljivost meritev), manjšega števila reprezentativnih vodomernih postaj in krajših podatkovnih nizov v primerjavi s površinskimi vodami. Nedvoumno pa smo s postopkom homogenizacije in analizo trendov ugotovili, da temperatura vode v Sloveniji narašča.

6. Viri

[1] Agencija RS za okolje, 2016. Poročilo izvedbe 5. sklopa nalog v okviru »Homogenizacije podatkovnih nizov temperatur vode ter analize trendov na površinskih vodah, podzemnih vodah in morju«. Interno poročilo. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje.

[2] HOMER, 2016. ACTION COST-ES0601, Advances in homogenisation methods of climate series: an integrated approach HOME. www.homogenisation.org [dostop 15. julij 2016]

[3] Vertačnik, G., Vičar, Z., Bertalanič R., 2015. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 2. Kontrola in homogenizacija podnebnih podatkov. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje.

KORAK K CELOVITEMU LOKALNEMU UPRAVLJANJU Z VODO IN VODNIM PROSTOROM: PRIMER DOBRE PRAKSE V OBČINI LOG - DRAGOMER

Kristina Klemen, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž., Marko Fatur, univ. dipl. inž. grad.

LUZ d.d., Verovškova ulica 64, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Poplavljanje urbaniziranih območij je v Sloveniji v zadnjih letih ob obilnih padavinah pereč problem in hkrati tudi razvojni izziv. Občina Log - Dragomer se je odločila za oblikovanje celovitega lokalnega programa upravljanja voda, saj njene potrebe, ki se najbolj odražajo prav na lokalni ravni, presegajo obseg varstva pred škodljivim delovanjem voda v načrtih upravljanja z vodami na državni ravni in iz njega izhajajočih ukrepov. Kot rezultat programa je predvidena zasnova predlaganih gradbenih in negradbenih ukrepov, s katerimi se zagotavlja trajnostna raba voda, urbana odvodnja in varstvo pred poplavami. Pristop k urejanju urbane odvodnje v programu temelji na uvajanju takšnih ukrepov, ki posnemajo naravne hidrološke funkcije območja, in tako zmanjšuje posledice, ki jih ima urbanizacija na hidrološki režim prispevnega območja. Pomemben del oblikovanja ukrepov je izobraževanje javnosti in vključevanje ključnih deležnikov. V proces priprave programa so na različne načine vključeni sodelavci občinske uprave in občinskega sveta, javnost in aktivni prebivalci lokalne skupnosti ter pristojni za upravljanje voda na državni ravni.

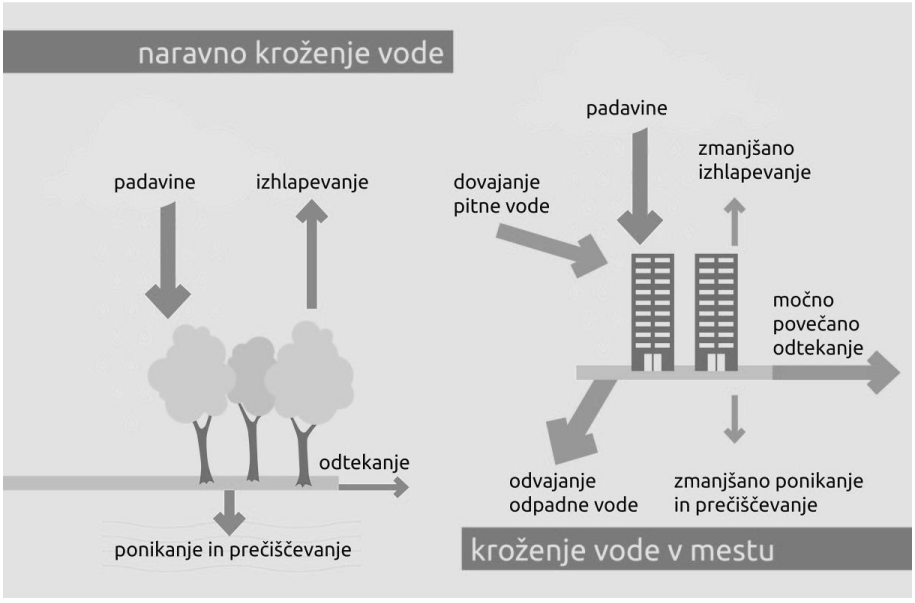
Ključne besede:

upravljanje padavinske vode v naseljih, sonaravni ukrepi, prostorski podatki, vključitev zainteresiranih strani in javnosti

1. Uvod

V zadnjih letih smo bili v Sloveniji večkrat priča obilnim padavinam, ki so povzročile obsežno poplavljanje - tudi gosto poseljenih območij. Pri tem so prišle do izraza vse pomanjkljivosti sistema upravljanja voda, ki se izražajo predvsem v nedorečenosti sistema upravljanja in odločanja, pomanjkljivem vzdrževanju vodotokov na državni ravni ter širitvi poselitvenih območij na poplavne oz. razlivne površine.

V preteklosti je urbani razvoj bistveno vplival na vodni in obvodni prostor. Naravno kroženje vode, ki predstavlja neprekinjeno zaporedje izhlapevanja, kondenzacije, padanja padavin in odtekanja, brez vpliva človeka deluje v popolnem ravnovesju. Z urbanizacijo in posledično tlakovanjem tal pa se prekinja hidrološki cikel. Tako naravno ponikanje vode v tla nadomešča hipni (in količinsko večji) odtok po površju utrjenih površin do vodotoka (Slika 1). Kombinacija zmanjšanja površin (prostora) potrebnega za vodo zato skupaj s pospešenim odtokom padavinske vode povzroča probleme s poplavljanjem. Stanje se v luči globalnih podnebnih sprememb samo še poslabšuje, saj število izjemnih vremenskih dogodkov narašča [1], sposobnost okolja za blaženje teh dogodkov pa se, navkljub uveljavljenim smernicam stroke, s poselitvijo in ožanjem vodnega prostora zmanjšuje.



Slika 17 Naravno kroženje vode in kroženje vode v naseljih

Zato je pomembno, da se rabo vode, varnost pred poplavljanjem ter odvajanje padavinske vode z urbanih površin (urbana odvodnja) skrbno načrtuje in celostno upravljanja. Zaradi fizično geografske raznolikosti razmer in potreb na področju upravljanja voda je nujno treba prilagoditi ukrepe lokalnim razmeram in potrebam. Ker je učinkovit sistem upravljanja voda eden od najpomembnejših ciljev lokalne skupnosti, mora ta izhajati iz lokalnih potreb, problemov in značilnosti lokalnega okolja.

Izraz celovito upravljanje vode in vodnega prostora se nanaša na celovito upravljanje vseh sestavnih delov kroženja vode znotraj porečja [2]. V urbanem kontekstu to pomeni, da je združeno upravljanje oskrbe s pitno vodo, podzemne, odpadne in padavinske vode [3], ter hkrati upošteva naloge in medsebojno delovanje različnih ustanov, ki so vključene v upravljanje vode v naseljih [4]. Načela, na katerih temelji celovit pristop k upravljanju vode in vodnega prostora, se med različnimi avtorji rahlo razlikujejo, vendar v splošnem sledijo opredelitvi Mitchell-a [5]: »1) upoštevajo vse sestavne dele vodnega kroga, naravne in grajene, na površju in pod površjem, ter jih prepoznavajo kot povezan sistem, 2) upoštevajo vse antropogene in ekološke zahteve vode, 3) upoštevajo lokalni kontekst, ki ga predstavljajo okoljske, socialne, kulturne in ekonomske perspective, ter 4) prizadevajo si za trajnostnost s ciljem uravnotežiti okoljske, družbene ter ekonomske potrebe – kratkoročno, srednjeročno in dolgoročno.« Barbosa [6] pri trajnostnem upravljanju padavinske vode poudarja, da mora ta biti prožen in multidisciplinaren, ter mora poleg drugih upoštevati zakonodajo, ekonomske, družbene ter okoljske vidike. Ukrepi, ki izhajajo iz trajnostnega upravljanja padavinske vode morajo biti prepoznani kot priložnost za razvoj ter izboljšanje družbenih, izobraževalnih in okoljskih razmer v naseljih in okrog njih; zato zahteva širok zorni kot in sodelovanje različnih zainteresiranih strani [6].

Tako so osnovna načela celovitega upravljanja z vodo načela trajnosti, vključenosti ter usklajenosti v teritorialnem in sektorskem smislu. Z načelom trajnosti sledimo predvsem trajnostnemu razvoju, ki poudarja vrnitev k naravnim izhodiščem rabe in urejanja voda ter stremi k ravnotežju med družbenimi, gospodarskimi in okoljskimi koristmi. Z načeli vključenosti in usklajenosti pa zagotovimo skladno obravnavo vseh vodnih teles na obravnavanem območju z vidika: - ekoloških in količinskih značilnosti voda, - vodne in obvodne narave vidika vira pitne vode in vode kot vira za različne dejavnosti.

2. Pristop pri oblikovanju programa celovitega upravljanja voda v občini Log - Dragomer

Občina Log - Dragomer se je odločila za oblikovanje celovitega lokalnega programa upravljanja voda, ker njene potrebe presegajo obseg varstva pred škodljivim delovanjem voda v načrtih upravljanja z vodami na državnem nivoju in iz njega izhajajočih ukrepov. Na podlagi rezultatov poplavne študije in opozoril občanov se je lokalna skupnost zavzela, da skupaj stopijo v proces priprave programskega dokumenta, ki bo podal izhodišča za soočanje s problematiko upravljanja z vodo in za izvajanje ukrepov v pristojnosti lokalne skupnosti ter hkrati tudi dokument za usklajevanje nalog in pristojnosti z državno ravnjo upravljanja z vodo. Skladno z dejstvom, da je za upravljanje z vodo pristojna država z načrti upravljanja povodij, se program za celovito upravljanje z vodo osredotoča na lokalno (mikro) raven in svoje, občinske pristojnosti.

Osnovni cilj celovitega upravljanja z vodo v občini je zmanjševanje količine in onesnaženosti ter zadrževanje (zakasnjevanje) odtoka površinske in padavinske vode prek obsežnega nabora trajnostnih ukrepov, ki omogočajo varčevanje z vodo kot virom, preprečujejo hipni odtok padavinske vode in zagotovili varnost pred poplavljanjem poseljenih območij na naslednje načine:

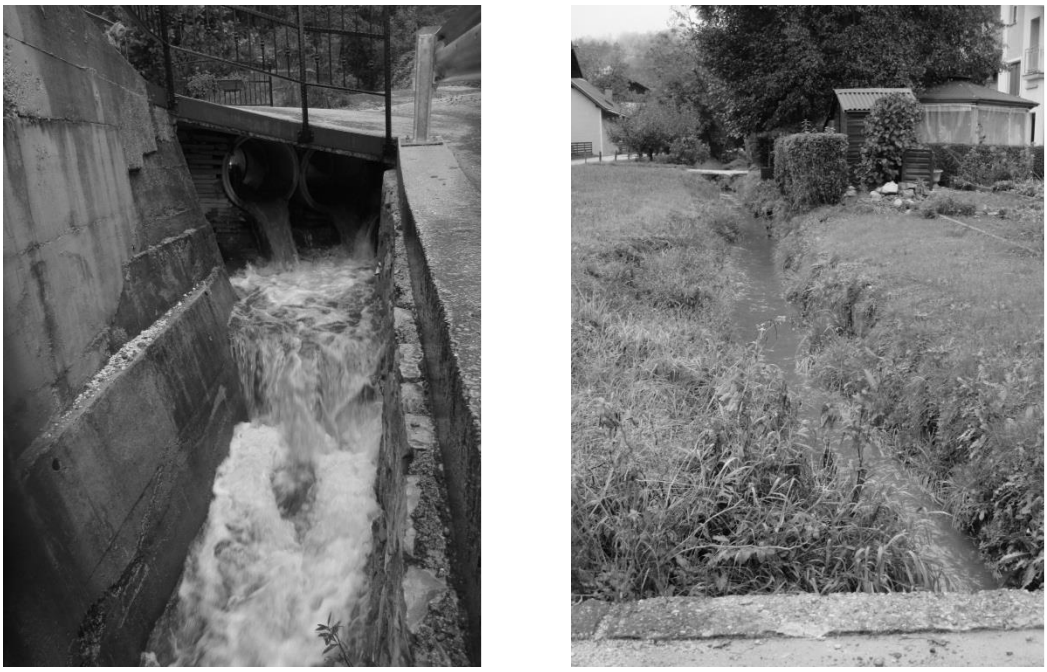
- s ponikanjem oziroma infiltracijo, pri čemer se s pronicanjem vode skozi prst spodbuja obnovo podzemne vode,
- s shranjevanjem oziroma retenzijo, s čimer se padavinsko vodo skladišči za ponovno uporabo ali kasnejšo infiltracijo oziroma izhlapevanje,
- z zadrževanjem oziroma detencijo, kjer se z začasnim zadrževanjem zmanjša poplavljanje vzdolž toka,
- s prenosom oziroma transportom, s čimer se vodo varno odvede z mesta, kamor pade, do mesta, kjer je zadržana oziroma skladiščena,
- s prečiščevanjem oziroma filtracijo, s čimer se zmanjša morebitno onesnaženje padavinske vode.

Ukrepi, izhajajoči iz dokumenta celovitega upravljanja z vodo, so namenjeni izvajanju na več ravneh - od posameznika oziroma posameznega objekta, prek ulice oziroma soseske do območja celotne občine s potencialnim vplivom prek meja občine. Uspešnost ukrepov na lokalni ravni pa bo v veliki meri vezana na predhodne postopke izobraževanja javnosti in vključevanja vseh deležnikov oziroma udeležencev v postopke priprave dokumenta.

Oblikovanje programa je še v teku in ni še zaključeno, narejena pa sta že dva ključna koraka, ki sta bila med seboj tesno povezana: dopolnitev evidenc prostorskih podatkov ter vključevanje zainteresiranih strani in javnosti že od samega začetka postopka priprave programa.

2.1 Dopolnitev evidenc prostorskih podatkov

Izhodišče pri izdelavi dokumenta je bil pregled rabe vode, stanja vodnih teles, odvodnje padavinskih vod iz naselij, poplavne ogroženosti ter že načrtovanih investicij in ukrepov na področju voda (Slika 2).



Slika 18 Primera stanja vodnih teles v občini Log – Dragomer: betonski zadrževalnik v obliki korita na Snešaku; melioracijski jarek v naselju (foto Kristina Klemen)

Občina Log - Dragomer je reliefno razdeljena na dva, medsebojno različna dela: zaledni hriboviti del na severnem obrobju občine ter dolinski, ravninski del v zatrepu ljubljanskega barja. V hribovitem zaledju se nahaja vrsta manjših izvirov vode in potokov, ki so zaradi reliefa ob ekstremnih vremenskih dogodkih izrazito hudourniškega značaja. Pri prečkanju bližnjih poselitvenih območij so ti vodotoki v veliki meri zamejeni, zacevljeni, pokriti ali prestavljeni. Pri prehodu v ravninski del se voda delno razlije in povzroči nekatere poplave dela ravninskega območja, nato pa se prek odvodnikov - večinoma barjanskih (melioracijskih in obcestnih) jarkov preko regionalne ceste ter avtoceste - odvaja v smeri proti barju. V obdobju širitve poselitvenih območij v občini je bilo v površinska vodna telesa izvedenih veliko nenadzorovanih posegov s strani prebivalcev. Ti posegi so bili izvedeni tako na zemljiščih v zasebni lasti kot na vodnem javnem dobrem. Posebej za posege na zemljiščih v zasebni lasti velja, da niso nikjer dokumentirani. Obstoječi podatki hidrografije površinskih vodotokov, ki jih vodi upravljalec na nivoju države, so zato zelo pomanjkljivi ter ponekod napačni in zavajajoči.

Tako se je za oblikovanja celovitega upravljanja vode in vodnega prostora v občini Log-Dragomer izkazala nujna potreba zbrati, pregledati in dopolniti oz. popraviti prostorske in tehnične podatke o infrastrukturi, ki služi upravljanju vode v občini: vodotoki, vodna infrastruktura ter obstoječa in načrtovana infrastruktura za odvajanje odpadnih padavinskih in komunalnih voda.

Za dopolnitev evidenc prostorskih in tehničnih podatkov je bil pripravljen zbirni kataster vodotokov, vodne infrastrukture ter infrastruktre za odvajanje odpadnih padavinskih in komunalnih voda [7]. Za izdelavo zbirnega katastra je bil oblikovan podatkovni model za sloj hidrografije v občini Log-Dragomer, katerega osnova je privzeta po Metodologiji za zajem podatkov hidrografije in dejanske rabe - vodno zemljišče [8]. Podatkovni model je bil vpostavljen na naslednjih podatkih: hidrografija vodotokov iz Atlasa voda (Agencija RS za okolje), kataster komunalne infrastrukture (JP Komunala Vrhnika, d.o.o.), zbirni kataster gospodarske javne infrastructure (Geodetska uprava RS), evidence prepustov pod avtocesto (Družba za avtoceste RS), geodetski posnetki izdelani za potrebe drugih projektov v občini Log – Dragomer.

Z namenom vključitve vseh ključnih podatkov, potrebnih za oblikovanje programa, je bil podatkovni model razširjen s tremi atributi in eno šifro (preglednica 1 in preglednica 2). Dodani atributi opredeljujejo pristojnega upravljavca posameznega vodotoka (UPR), dimenzijo posameznega objekta vodne oziroma komunalne infrastrukture (DIM) ter osnoven tehnični opis objekta vodne oziroma komunalne infrastrukture (OPIS) (preglednica 1). Dodana je bila šifra, ki poleg objektov vodne infrastrukture opredeljuje objekte na omrežju kanalizacije padavinske odpadne vode (preglednica 2).

Preglednica 1 Dodani atributi (LUZ, d.d., 2016)

Atributi	Tip	Zaloga vrednosti	Opomba k atributu
upravljavec (UPR)	šifrant	1 država 2 lokalna skupnost	
dimenzija objekta (DIM)	String	x notranje mere objekta 9999 v viru ni določena 8888 ni mogoče določiti	dimenzija objekta je izražena v enotah [cm]
opis objekta (OPIS)	String	x opis objekta 9999 v viru ni določen 8888 ni mogoče določiti	k opisu objekta spada: oblika, material, posebnosti ipd.

Preglednica 2 Dodana šifra, ki opredeljuje objekte na kanalskem vodu (LUZ, d.d., 2016)

Šifra	Pomen	Opis
8	Objekt na kanalskem vodu	Revizijski jaški, kaskadni jaški, cestni požiralniki, razbremenilniki ipd.

Pri dopolnitvi podatkov o obstoječem stanju površinskih vodotokov je bila vključitev prebivalcev nujno potrebna. Opirali smo se na vse javno dostopne podatke, ki so nam služili kot dobra osnova, prav prebivalci pa so bili velikokrat edini in izdaten vir podatkov – npr. kje in na kakšen način poteka zacevljen vodotok.

2.2 Vključevanje zainteresiranih strani in javnosti

Namen pristopa je vključiti zainteresiranih strani in javnosti na različnih nivojih: od aktivnega vključevanja in oblikovanja partnerstva z javnostjo pri skupnem iskanju ciljev, načrtovanju in izvajanju ukrepov, do ozaveščanja in učenja javnosti o določenih vprašanjih (npr. kako postaviti zbiralnik vode). Decentralizirani ukrepi so namreč pogosto umeščeni na zasebnih zemljiščih in vključujejo avtohtono rastlinje, zbiralnike za deževnico in prepustno tlakovanje, kar pogojuje, da prebivalci, poslovne osebe in druge člane skupnosti, prevzamejo odgovornost za eno ali več faz upravljanja sonaravnih ukrepov [9]. Upravljanje padavinske vode dejansko ni več osredotočeno zgolj na odgovornost javnih služb. Zato je za uveljavitev uporabe sonaravnih ukrepov in zagotovitev dolgoročnega uspeha potrebno vključiti številne zainteresirane strani - vladne in nevladne.

Vključevanje zainteresiranih strani in javnosti se je v občini Log – Dragomer začelo v najzgodnejši fazi procesa priprave program, ko je bil načrtovan obseg vsebin, ki jih namerava program vključevati, predstavljen članom občinskega sveta, občinski upravi in vsem zainteresiranim prebivalcem. Namen tega prvega vključevanja je bil informiranje in učenje, ko smo s strokovnega vidika predstavili prepoznana izhodišča, vezana na stanje v prostoru, in pričakovan doprinos oblikovanja programa. Odziv udeležencev je bil dober, pristop so sprejeli z odobravanjem in zanimanjem, saj so se vsi strinjali, da je problematika nevodenega in neusklajenega upravljanja med najbolj perečimi, če že ne prva na seznamu prioritet.

Vključevanje se je nadaljevalo z zainteresiranimi posamezniki na terenu, ko so v svoji soseski sodelovali pri evidentiranju vodne infrastrukture in zacevljenih vodotokov. Z opozorili in opisi aktualnih problematik na terenu so istočasno prispevali tudi k evidentaciji kritičnih mest z vidika upravljanja padavniskih vod in nujni potrebi po iskanju rešitev z uvedbo primernih ukrepov.

Slika 19. Delavnica Kaj lahko skupaj storimo za vodo in njen prostor v občini Log – Dragomer? (foto Tanja Kruščič)

Za namenom preveriti pridobljene evidence infrastrukture, dopolniti identifikacijo problemov in dobrih praks ter pridobiti izhodišča za nadaljevanje procesa oblikovanja programa, je bila izvedena delavnica "Kaj lahko skupaj storimo za vodo in njen prostor v občini Log – Dragomer?" (Slika 3). Delavnica je bila namenjena zainteresiranim stranem in javnosti in je vključila 20 prebivalcev, ki so pomembno prispevali k usmeritvi procesa oblikovanja programa. V roku par mesecev ji bo sledila druga delavnica, namenjena isti ciljni skupini. Z namenom uskladitve medsektorske pristojnosti pa načrtujemo posebno delavnico, kamor se bomo potrudili zbrati vse upravljavce javnih infrastruktur, ki so pristojni za del upravljanja voda v občini Log – Dragomer.

3. Zaključki

V zadnjih 20-ih letih so bili izvedeni mnogi projekti, ki so veliko prispevali k razvoju in uveljavitvi celovitega upravljanja padavinske vode s sonaravnimi ukrepi po svetu in v Evropi (npr. Matos Silva, 2016) [10], nekateri pristopi in ukrepi so bili izvedeni tudi v Sloveniji. Te izkušnje in praksa nakazujejo, da lahko lokalne skupnosti tudi v sedanjih razmerah v času prenove sistema upravljanja voda na državnem oz. regionalnem nivoju presežejo slabosti zatečenega slovenskega sistema upravljanja z vodo s celovitim pristopom pri upravljanju voda na svojem teritorialnem območju - smiselno zaključenem delu porečij vodotokov. Pri tem igra pomembno vlogo prav vključevanje javnosti, ki lahko prispeva pomembno in trdno osnovo pri oblikovanju izhodišč, usmeritev in tudi rešitev. Z oblikovanjem skupne in sektorsko uravnotežene vodne politike na občinski in/ali regionalni ravni se občinam odpira pot naprej v smeri načel trajnosti, vključenosti in usklajenosti.

4. Viri

[1] IPCC, 2013. Summary for Policymakers: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Naue/s, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

[2] Biswas, A.K., 1981. Integrated water management: Some international dimensions. Journal of Hydrology, 51 (1), 369–379.

[3] Fletcher, T.D., Mitchell, V.G., Deletic, A., and Maksimovic, C., 2007. Chapter 1 - Introduction. *V*: T.D. Fletcher and A. Deletic, ur. *Data requirements for integrated urban water management*. Paris: UNESCO Publishing and Taylor & Francis.

[4] Rogers, P., 1993. Integrated urban water resources management. In: Proceedings of Natural Resources Forum. New York: Wiley Online Library.

[5] Mitchell, V.G., 2006. Applying integrated urban water management concepts: a review of Australian experience. *Environmental Management*, 37 (5), 589–605.

[6] Barbosa, A.E, Fernandes, J.N., David, L.M., 2012. Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water research,* 46, 6787-6798.

[7] LUZ, d.d., 2016. Zbirni kataster vodotokov, vodne infrastrukture ter infrastrukture za odvajanje odpadnih padavinskih in komunalnih voda za potrebe oblikovanja programa celovitega lokalnega upravljanja z vodo in vodnim prostorom v občini Log – Dragomer. LUZ, d.d., št. proj. 8010.

[8] Geodetski inštitut Slovenije, 2016. Metodologija za zajem podatkov hidrografije in dejanske rabe - vodno zemljišče. Geodetski inštitut Slovenije.

[9] WEF (Water Environment Federation), 2014. Green infrastructure implementation: a special publication. Alexandria (VA): Water Environment Federation.

[10] Matos Silva, M., Costa, J.P, 2016. Flood Adaptation Measures Applicable in the Design of Urban Public Spaces: Proposal for a Conceptual Framework. *Water*, *8*, 284.

PRIPRAVA USMERITEV ZA PRIHODNJE UPRAVLJANJE SPODNJE DRAVE - REZULTAT PROJEKTA LIVEDRAVA

Alenka Kovačič, univ. dipl. biol., Tijana Mićić, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.

Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o., Glavni trg 19c, 2000 Maribor

POVZETEK

Na Dravi med Mariborom in Središčem ob Dravi se uresničuje LIFE-projekt "Obnova rečnega ekosistema nižinskega dela Drave v Sloveniji" (akronim LIVEDRAVA, št. projekta LIFE11 NAT/SI/882). V okviru projekta so bile, ob sodelovanju ključnih deležnikov (ARSO, ZRSVN, DEM, Drava VGP PTUJ), pripravljene tudi podrobne usmeritve za prihodnje upravljanje s strugo Drave na način, ki bo hkrati vključeval zamnjševanje poplavne ogroženosti, zagotavljal doseganje ciljev območja Natura 2000 in izboljšal sodelovanje med ključnimi deležniki vzdolž nižinske Drave. Z zaključkom usklajevanja je nastal nabor prostorsko umeščenih ukrepov z navedbo cilja, ki ga ukrep zasleduje, nosilcem ukrepa, virom financiranja ter ocenjenimi stroški. Zaradi dobljenih rezultatov ocenjujemo pristop k nalogi kot primer dobre prakse za izdelavo načrtov (podrobnejših) upravljanja voda.

Ključne besede

varovana območja, upravljanje voda, rečni ekosistem, ukrepi

1. Uvod

Na Dravi med Mariborom in Središčem ob Dravi se uresničuje LIFE-projekt "Obnova rečnega ekosistema nižinskega dela Drave v Sloveniji" (akronim LIVEDRAVA, št. projekta LIFE11 NAT/SI/882). Partnerji in sofinancerji projekta so: Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije (DOPPS) (vodilni partner), Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o. (VGB), DRAVA Vodnogospodarsko podjetje Ptuj d.d. (VGP), Mestna občina Ptuj, Dravske elektrarne Maribor d.o.o. (DEM), Ministrstvo za kmetijstvo in okolje (zdaj Ministrstvo za okolje in prostor) in Občina Ormož. Projekt podpira tudi ARSO in Občina Središče ob Dravi. Projekt je predstavljen na spletni strani http://livedrava.ptice.si.

Cilji projekta:

1) z obnovo, naravovarstvenim upravljanjem in vzpostavljanjem zavarovanih območij ohraniti in izboljšati stanje populacij kvalifikacijskih vrst območja Natura 2000 Drava, posebej ptic, hroščev in rib z neugodnim varstvenim statusom,
2) zagotoviti trajnostno upravljanje Drave pod Mariborom na način, ki bo hkrati zagotavljal poplavno varnost in pozitivno vplival na naravovarstvene cilje območja Natura 2000,
3) izboljšati sodelovanje med ključnimi deležniki vzdolž Drave in
4) ozavestiti širšo javnost o pomenu naravne dediščine Drave za trajnostni razvoj regije.

Za doprinos k cilju št. 2 in št. 3 se je pod vodstvom VGB Maribor d.o.o. izvedla aktivnost, ki vključuje pripravo usmeritev za trajnostno upravljanje spodnje Drave na način, ki bo

zmanjševal poplavno ogroženost in zagotavljal doseganje ciljev območja Natura 2000 ter izboljšal sodelovanje med ključnimi deležniki vzdolž nižinske Drave.

Poleg DOPPS- a pri izdelovanju naloge sodeluje še ZRSVN OE Maribor in z vodenjem komunikacij na delavnicah ter izdelavo podpornih študij kmetijstva, gozdarstva in ekosistemskih storitev še Zavod Iskriva ter Biotehniška fakulteta, oddelek za Agronomijo.

Tekom naloge je bil v sodelovanju s strokovnimi inštitucijami s področja upravljanja voda, varstva narave, kmetijstva in gozdarstva z lokalne, regionalne in nacionalne ravni izdelan nabor usklajenih podrobnejših ukrepov urejanja struge in obrečnega prostora Drave. Nabor ukrepov naj bi predstavljal strokovno podlago za pripravo Načrta urejanja voda za obdobje 2016 – 2021 oz. podlago za izvajanje ukrepov vzdolž Drave med Mariborom in Središčem ob Dravi ter podlago za pridobivanje nacionalnih in evropskih sredstev za financiranje izvedbe v finančnem obdobju 2014-2020.

Zaradi dobljenih rezultatov ocenjujemo pristop k nalogi kot primer dobre prakse za izdelavo načrtov (podrobnejših) upravljanja voda.

2. Postopek izdelave usmeritev

Naloga se je začela z izdelavo seznama nosilcev sektorskega upravljanja in analizo njihovih pristojnosti ter iskanje ostalih deležnikov v prostoru. Sledil je pregled zakonodaje s poudarkom na analizi vsebin, ki omogočajo navezavo na upravljanje voda.

Naslednji korak je predstavljala podrobnejša opredelitev območja obravnave. V skladu z izhodišči LIVEDRAVA je meja projektnega območja opredeljena z mejo območja Natura 2000 med Mariborom in Središčem ob Dravi. Za potrebe izdelave predmetnih strokovnih podlag je bilo območje obravnave, na odsekih kjer po obstoječih podatkih za visoko vodo verjetnosti nastopa 1% (Q100) sega izven Natura 2000 območja, razširjeno na območje Q100 oz. najširše na območje (v sklopu projekta opredeljenega) priobalnega pasu, dodana pa sta bila še oba energetska kanala – kanal HE Zlatoličje in kanal HE Formin.

Pregledu sektorskega upravljanja, občinskih prostorskih načrtov (OPN) in državnih prostorskih načrtov (DPN) na območju obravnave, je sledila analiza prostora s posebnim poudarkom na poplavnih območjih, vodni infrastrukturi, vodnih in priobalnih zemljiščih, dejanski in namenski rabi ter na lastniški strukturi.

Za določitev območja poplav so bile poleg opozorilne karte poplav kot vir uporabljene tudi hidrološko hidravlične analize izdelane za različne posege in plane znotraj območja obravnave.

Poleg javno dostopnih podatkov smo za potrebe analize vodne infrastrukture pridobili in uporabili še podatke koncesionarja za rabo reke Drave za proizvodnjo električne energije (DEM d.o.o.) ter podatke koncesionarja za opravljanje gospodarske javne službe urejanja voda na porečju reke Drave (Drava VGP Ptuj d.d.).

Pri opredeljevanju vodnega in priobalnega zemljišča smo se uprli na veljavno zakonodajo (Pravilnik o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča tekočih voda ,UL RS, št. 129/06 in Zakon o vodah, UL RS, št. 67/02, 2/04 - ZZdrI-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13 in 40/14 ter Uredb o določitvi zunanje meje priobalnega zemljišča na obravnavanem območju).

Zgoraj navedenim vsebinam je bila posebna pozornost namenjena zaradi dejstva, da je umeščanje vodnogospodarskih (VG) ukrepov v prostor bistveno enostavnejše, če se ukrepi umeščajo v vodno ali vsaj priobalno zemljišče, na območje kjer je dejanska in načrtovana okoliška raba nekmetijska, na območje brez objektov in okoljske infrastrukture ter seveda na zemljiščih v državni lasti.

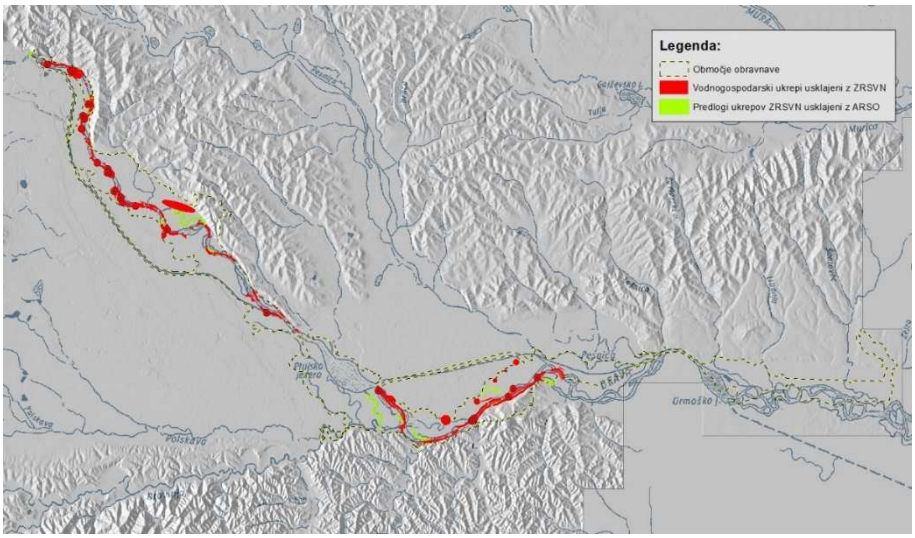
Po pregledu stanja in analizi prostora se je začel proces opredeljevanja območij s posledicami škodljivega delovanja voda in opredeljevanja območij s potencialom za izvedbo ukrepov, ki bi izboljšali stanje Natura 2000 kvalifikacijskih vrst in habitatnih tipov. V proces je bilo vključeno

tudi opredeljevanje in usklajevanje ukrepov, ki bi zmanjševali poplavno ogroženost in zagotavljali doseganje ciljev območja Natura 2000.

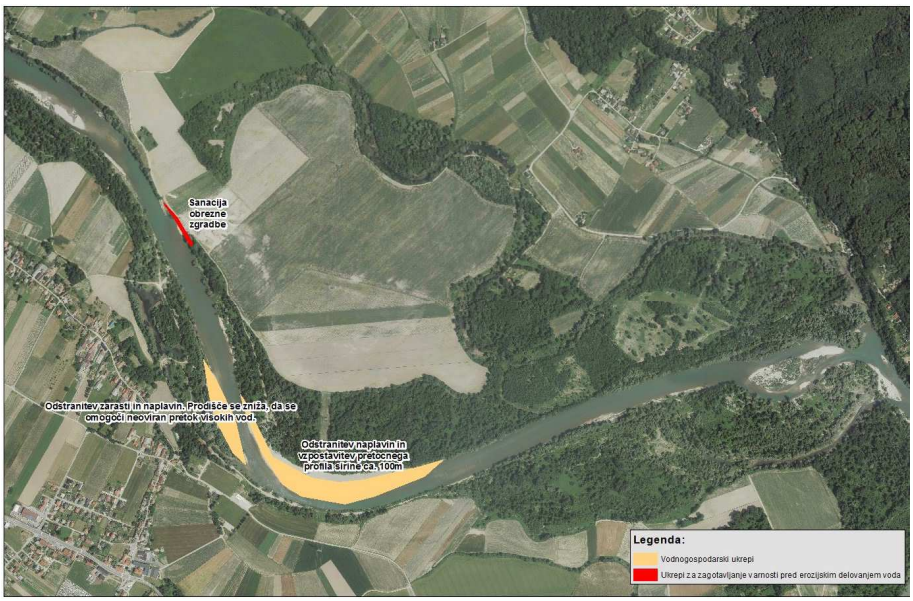
Začetek tega procesa je predstavljala pridobitev programov aktualnih ukrepov treh ključnih deležnikov obravnavanega območja Drave: program ukrepov ARSO, program ukrepov Drava VGP Ptuj d.d. in program ukrepov DEM d.o.o..

Sledila je faza združevanja, dopolnjevanja in usklajevanja programov ob vključitvi četrtega ključnega deležnika ZRSVN ter konkretizaciji ukrepov iz Operativnega programa upravljanja za območja Natura 2000 v Sloveniji 2015-2020. Ustreznost in potrebnost določenih ukrepov je bila preverjena tudi s hidravličnega vidika. V nadaljevanju so bili v proces vključeni tudi predstavniki sektorskih strokovnih inštitucij (ZGS; KGZ; ZZRS), lokalnih skupnosti regionalnih razvojnih agencij in ostalih ključnih deležnikov na območju reke Drave.

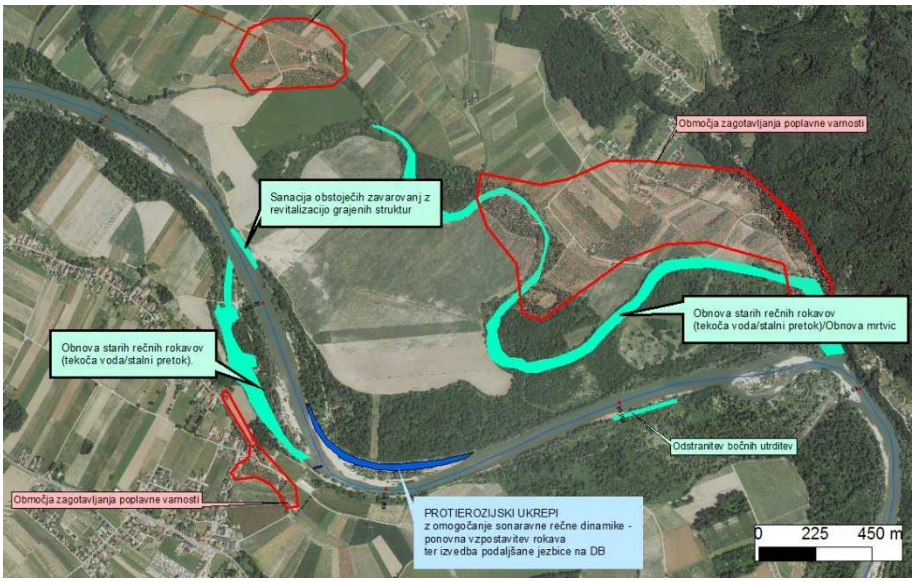
Na sliki 1 je shematsko prikazan nabor vseh ukrepov, ki je bil obravnavan v fazi usklajevanja in v nadaljevanju na sliki 2 in slki 3 proces razvoja usklajenega predloga vodnogospodarskih ureditev na območju Starš.



Slika 20 Shematska karta obravnavanih ukrepov iz faze usklevanja.



Slika 2 Primer predloga vodnogospodarskih ukrepov na območju Starš iz začetne faze usklajevanja ukrepov



Slika 3 Primer usklajenega predloga vodnogospodarskih ukrepov na območju Starš

Ukrepi, ki so vključeni v elaborat zajemajo sanacije erozijskih poškodb, obnove obstoječih obrežnih zavarovanj z revitalizacijo grajenih struktur, odstranitve in premike obrežnih zavarovanja na rob vodnih zemljišč, zaključevanje začetih ukrepov za stabilizacijo brežin, obnove mrtvic in rečnih rokavov (slednjih tudi s ciljem zmanjševanja erozijskega pritiska na nasprotni brežini in razbremenjevanjem visokih vod v rokav), ureditve za preusmerjanje struge Drave na lokacijo nekdanjih rokavov, vzpostavlljanje zatokov, dokončanje ekološke sanacije Ptujskega jezera… . S ciljem zagotavljanja ugodnega stanja habitatov redkih in ogroženih živalskih vrst ter sonaravne dinamike prodišč je posebna pozornost namenjena tudi ravnanju z rinjenimi plavinami. Po izgradnji HE Zlatoličje in HE Formin se je pretočni režim Drave dolvodno od Maribora močno spremenil. Večji del leta po Drave teče le ekološko sprejemljiv pretok, posledično pa so prodonosni procesi omejeni le na občasne visoke vode (nekaj dni v letu). Na račun odlaganja proda ter povečane zaraščenosti v strugi ne sme priti do povečanja poplavne ogroženosti objektov in infrastrukture. Prodnega materiala se praviloma ne odvzema iz struge, temveč se ga prerazporedi znotraj struge na območja s trendom poglabljanja oziroma na erozijska območja na način, da se vsaj delno ohranja naravna prodonosnost. Odvzemanje proda iz struge je možno le v primeru, ko so vse ostale tehnične in druge rešitve izkoriščene. Bilanca proda se ohranja znotraj posameznih odsekov (odsek Melje – Ptuj oz. odsek Markovci – Zavrč). V primerih, ko se v strugi omogoči sprostitev dodatnih količin proda (npr. z odstranitvijo večletne vegetacije se imobilizirano prodišče spremeni v gibljivo, z odpiranjem bočne erozije, …) in je doprinos proda znotraj odseka pozitiven, se lahko del dodatnega proda porabi za sanacijo erozijskih poškodb, izvedbo drugih vzdrževalnih del v strugi in ostale namene. Količina proda, ki se lahko porabi, bo določena sproti glede na situacijo in stanje na terenu. Zagotavljati je potrebno nastanek drstišč in ohranjati poglobljene odseke struge. Na prodiščih znotraj struge je potrebno vegetacijo in meljno rodovitno plast, ki omogoča razvoj vegetacije, redno odstranjevati. Izjema so prodišča ali deli prodišč na katerih uspeva prednostni habitatni tip - sestoji poplavnega gozda – lokacij vnaprej ni možno opredeliti, zato se zahteva po ohranitvi tovrstnega habitatnega tipa izkaže v fazi pridobivanja dovoljenja za poseg v naravo. Odstranjevanja vegetacije in meljne plasti naj se, če je to mogoče, izvaja v jesenskem času, ko obstaja, takoj po dokončanju del, največja možnost nastopa visokih vod. Visoke vode odstranijo preostanek meljnega nanosa in tako upočasnijo ponovno zaraščanje. V kolikor v treh mesecih po dokončanju del do naravnega nastopa visokih ne bi prišlo, bi se v staro strugo Drave lahko načrtno spustili veliki pretoki (»flushing«).

3. Zaključki

Z zaključkom usklajevanja je nastal elaborat s prikazom prostorsko umeščenih ukrepov z navedbo cilja, ki ga ukrep zasleduje, z navedbo nosilca ukrepa, navedbo vira financiranja ter oceno stroškov.

Elaborat je vključen v (skupaj z NUV II) na spletu objavljene Naravovarstvene usmeritve za namen podrobnejšega načrtovanja in izvajanja posegov na vodotokih na vodnem območju Donave, ki so bile pripravljene s strani ZRSVN v okviru postopka celovite presoje vplivov na okolje za NUV II.

4. Viri

[1] http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/voda/nacrt_upravljanja_voda/#c18222 [dostop 30. november 2016]

[2] http://livedrava.ptice.si/wp-content/uploads/2016/08/2016_25_8_LIVEDRAVA-_A6_-PRILOGA-I-_NUV-II.pdf [dostop 30. november 2016]

3.

Raba voda in vodni ekosistemi

VODNO BILANČNI MODEL MGROWA-SI

dr. Peter Frantar[1], dr. Mišo Andjelov[1], dr. Jože Uhan[1], dr. Frank Herrmann[2], dr. Frank Wendland[2]

[1]Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, [2]FZ Jülich, Wilhelm-Johnen-Strasse, 52425 Jülich, Nemčija

POVZETEK

Regionalni vodno-bilančni model mGROWA Slovenija (mGROWA-SI) nastaja v sodelovanju med Agencijo RS za okolje in nemškim raziskovalnim središčem JÜLICH. V okviru dveletnega razvojnega projekta 2016-2017 se izvaja prenos in aplikacija modela mGROWA na Agencijo RS za okolje. Empirični rastrski mrežni model bo omogočal sprotno spremljanje vseh glavnih členov vodnega kroga na območju Republike Slovenije v mesečni časovni skali. V prispevku je predstavljena metodologija, izboljšave v primerjavi z letnim modelom in prvi preliminarni rezultati.

Ključne besede:

komponente vodne bilance, vodni krog, vodna bilanca prsti ali tal, odtok, komponente odtoka, napajanje podzemne vode, upravljanje z vodami

1. Uvod

Model mGROWA-SI je prostorsko porazdeljen vodno bilančni model za območje Slovenije, ki je zasnovan na uporabi slovenskih nacionalnih zbirk podatkov. Model temelji na empiričnih enačbah in ne na simulaciji združevanja odtoka kot klasični hidrološki modeli padavine-odtok. Osnovni raster modela ima preko 2 mio. celic velikosti 100 x 100 m. Model mGROWA-SI nadaljuje in nadgrajuje letno in obdobno modeliranje vodne bilance Slovenije, ki jo je začel model GROWA-SI (Andjelov, 2009). Zaradi modelske pokritosti celotnega ozemlja države je izrednega pomena za upravljanje voda in porečij ter kot podpora odločanju na lokalni in regionalni ravni (Andjelov et al., 2016a; Andjelov et al., 2016b).

2. Opis modela

Model mGROWA se uvršča v skupino distribuiranih determinističnih mrežnih hidroloških modelov vodne bilance. Hidrološke procese tako zajema v poenostavljeni bilančni shemi v vsaki rastrski celici za potrebe lokalnega in regionalnega upravljanja z vodnimi viri.

Časovna ločljivost modela je dvonivojska: vlaga v tleh, kapilarni dvig iz podzemne vode v koreninski sloj, dejanska evapotranspiracija in skupni odtok so računani na dnevnem koraku; napajanje vodonosnikov in deleži neposrednega odtoka pa so agregirani in predstavljeni na mesečnem nivoju. Modelska simulacija se izvaja na dnevnem nivoju in omogoča agregacije v različnih časovnih okvirih, ki so prilagojeni različnim uporabnikom.

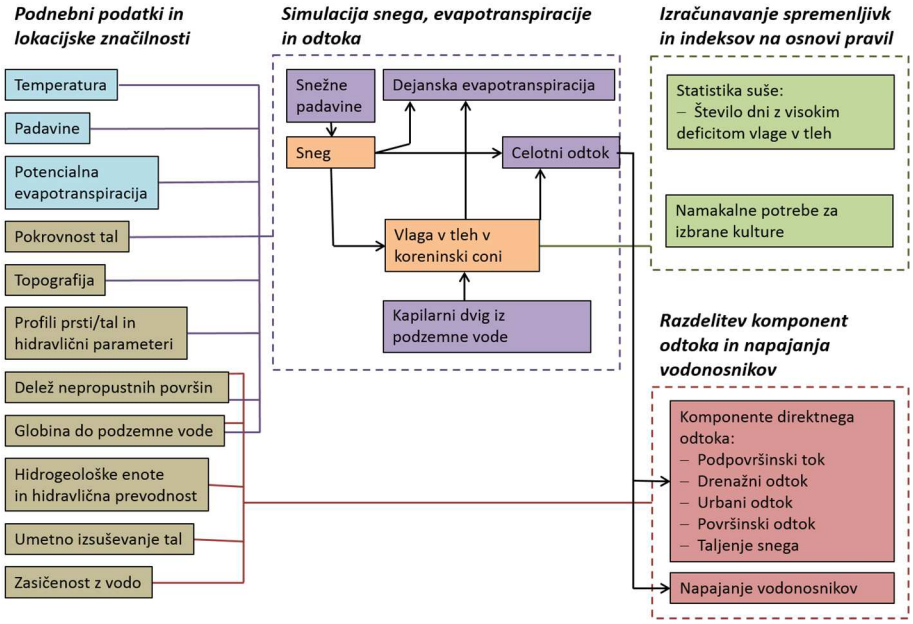
V modelu mGROWA imamo tako skupek modulov v rastrski mreži 100 x 100 metrov za izračune različnih spremenljivk: od dejanske evapotranspiracije, skupnega odtoka, direktnega

odtoka, podzemnega odtoka, vpliva snega, suše v tleh itd. Ob upoštevanju podnebnih pogojev, geološke zgradbe, lastnosti tal, pokrovnosti tal, topografije in globine do podzemne vode se z modelom izračunava glavne člene vodnega kroga za celotno ozemlje Slovenije.

Vodnobilančni model ne izračunava vzdolžnih tokov, zato je uporabljena redukcijska funkcija, ki jo priporočata tudi Minhas in sodelavci (1974) ter Disse (1995). Voda v tleh se izračunava vertikalno z uporabo večslojnega modela vodne bilance tal BOWAB (Engel et al., 2012). Model mGROWA-SI torej za vsako celico izdela večslojni 1D "podmodel", ki temelji na opisih profilov tal in hidravličnih lastnostih podatkovnega sloja tal.

Izračunan skupni odtok je ločen na direktni odtok in na napajanje vodonosnikov. Uporabljena metoda razdelitve temelji na empiričnem principu indeksov baznega odtoka (BFI). Osnovna hidrološka enačba količine podzemne vode v porečju je povzeta po Meyboom (1961), ki v dolgoletnem povprečju količine baznega odtoka enači s količinami napajanja vodonosnikov. Vrednosti BFI so tako opredeljene kot deleži skupnega odtoka, ki napaja vodonosnike. Zanesljivost ocen količin napajanja vodonosnikov z uporabo indeksov baznega toka so potrdili rezultati več analiz (Kunkel and Wendland, 2002; Wendland et al., 2003; Huang et al., 2010; Krysanova et al., 1998).

V Sloveniji bomo zaradi velikega vpliva snega na dinamiko v vodnem krogu uporabili tudi analizo izračuna količine vode v snegu in vpliva tega na mesečno ali sezonsko vodno bilanco.



Slika 1 Konceptualna shema vodnobilančnega modela mGROWA-SI.

2.1 Simulacija evapotranspiracije in odtoka

Količina vode na dnevnem vertikalnem toku se izračunava po ustaljeni vodnobilančni enačbi:

ds=p+qi −eta –qt

Sprememba količine vode (ds) je enaka padavinam (p) in vertikalnem dotoku v celico (qi), zmanjšana za evapotranspiracijo (eta) in odtok (qt). Količina izhlapevanja na območjih pokritih z vegetacijo se izračunava preko koeficientov izhlapevanja pokrovnosti tal, ki so pridobljeni po literaturi in strokovni oceni. Na dnevnem nivoju se tako s pomočjo izračunanega potencialnega izhlapevanja, koeficientov in podatkov modela o tleh izračunava dejanska količina vode za izhlapevanje. Obenem se izračunava količina vode v koreninskem sloju tal,

kapilarni dvig in tudi odtok. Na urbanih in neprepustnih območjih model mGROWA sledi konceptu Wessolek-a in Facklam-a (1997), za izračun količine neposredne evaporacije iz vodnih površin pa konceptu Herrmann-a (2015).

2.2 Separacija odtoka in napajanje vodonosnikov

Model mGROWA na dnevnem nivoju ločuje tudi različne člene odtoka in napajanje vodonosnikov. Postopek ločevanja je hierarhičen, kot ga predlagata Kunkel in Wendland (2002), kjer se uporabi lokalne značilnosti v vsaki celici modela, da se lahko oceni in določi lokalni indeks baznega odtoka BFI za vsako rastrsko celico. Vrednosti BFI opredeljujejo različne komponente odtoka kot relativne deleže celotnega odtoka. Na osnovi tega je izračunano tudi napajanje vodonosnikov, ki se računa na površinah z vegetacijskim pokrovom. Na napajanje vpliva tudi plitva podzemna voda, ki povzroča kapilarno dviganje in lahko v času prevladujočega dviga modelira tudi negativne vrednosti napajanja. Na območjih, kjer prevladujejo urbane površine in drenažni odtok, pa lahko prihaja do zmanjšanega napajanja. Za območja z vezanimi kamninami se napajanje vodonosnikov preračunava po BFI, ki večinoma temelji na tipologiji hidravlične prepustnosti posameznih vrst kamnin (Kunkel and Wendland, 2002), na območjih z nevezanimi kamninami pa se upoštevajo predvsem hidravlične lastnosti tal (Herrmann, et al. 2015).

2.3 Snežni modul

Pomembna regionalna značilnost območja Slovenije je za modeliranje z mGROWA količina snega v vodnem krogu na sezonskem, mesečnem in dnevnem nivoju. V modelu mGROWA-SI je implementiran snežni modul, ki s ti. »day-degree« metodo izračunava količino snega, izhlapevanje iz snega, taljenje snega in zamrzovanje vode v snegu (Herrmann, et al. 2016). Na osnovi izračunov količin vode, povezane s snegom, model mGROWA-SI ločuje in pripisuje količine in odtoke teh količin na dnevnem nivoju.

2.4 Zbirke podatkov

Med najpomembnejšimi elementi nadgradnje vodnobilančnega modela so bile pridobitev novih oz. izboljšanih vhodnih podatkov. Za model mGROWA-SI smo pridobili izboljšane digitalne pedološke podatke po 30 cm horizontih tal, ki so vključevali informacije o teksturi, gostoti, skeletu in hidropedoloških lastnosti. Za območje Slovenije smo pridobili prilagojene koeficiente izhlapevanja različnih vrst pokrovnosti tal, predvsem za kmetijske obdelovalne in gozdne površine. Pri podnebnih podatkih smo v model vnesli dnevne podatke o padavinah, temperaturah, sončnem obsevanju, snegu in druge. Za potrebe verifikacije modela smo pripravili novo prostorsko podatkovno zbirko razvodnic in porečij ter dnevnih vrednosti pretokov na vodomernih postajah ARSO. Novelirali smo tudi vse preostale osnovne karte. Preglednica 1 prikazuje glavne uporabljene baze podatkov za model mGROWA-SI.

Preglednica 1 Glavne zbirke podatkov za model mGROWA-SI.

Podatkovna baza in parameter	**Podatkovni vir**
Pokrovnost tal - kategorije pokrovnosti - delež neprepustnosti	Corine Land Cover Slovenia
Digitalni model terena - naklon - ekspozicija površja	Digitalni model reliefa Slovenije - GURS
Prsti/tla - globina - tekstura - BD gostota - poljska kapaciteta - točka venenja - prostornina organskih delcev - globina do podzemne vode - odvodnjavanje	Profili tal – baza BF Digitalna karta tal BF

Osuševalna območja	Karta vodotokov 1:25.000
Hidrogeološke enote - hidravlična prevodnost	Hidrogeološka karta Slovenije, GeoZS
Podnebni podatki - padavine - temperatura zraka - sončno obsevanje - veter - vlažnost - sneg	Agencija RS za okolje
Hidrološki podatki - dnevni pretoki - dnevni podzemni odtok	Agencija RS za okolje
Meje vodnih teles površinske in podzemne vode, razvodnice	Agencija RS za okolje

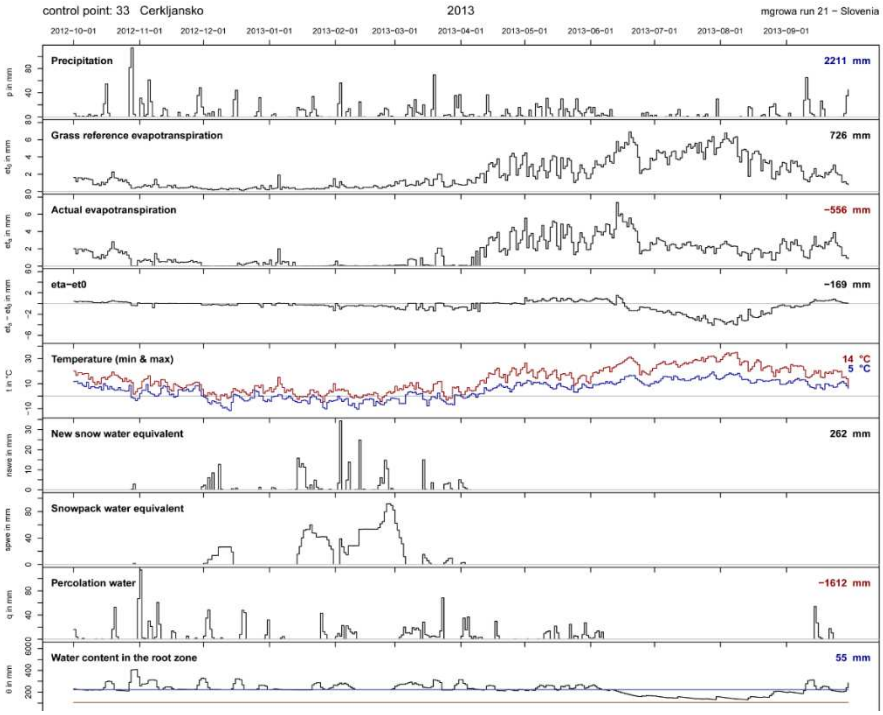
3. Preliminarni rezultati modeliranja

V okviru projekta mGROWA-SI 2016-2017 smo pridobili že tudi preliminarne rezultate modela mGROWA za območje Slovenije. Umerjanje in verifikacija modela še potekata, zato so rezultati informativnega značaja.

Z zagonom modela mGROWA-SI dobimo za vsako 100 m celico v Sloveniji vrednosti za posamezne člene vodnega kroga. V posamezni točki lahko dobimo vrednosti vseh členov, ki jih model izračunava v dnevni oz. mesečni časovni skali. Slika 2 kaže preliminarni rezultat na lokaciji Cerkljanskega hribovja za obdobje hidrološkega leta 2013 (oktober 2012 – september 2013): dnevne vrednosti za padavine, potencialno izhlapevanje, dejansko izhlapevanje, razliko izhlapevanj, dnevni potek temperature zraka, sneg, voda v snegu, pronicanje vode, zasičenost vode v tleh. Poleg teh parametrov lahko dobimo na dnevnem in mesečnem nivoju tudi vrednosti posameznih členov odtoka, napajanja vodonosnikov, vrednosti vode v tleh, primanjkljaj vode v koreninski coni, kapilarni dvig itd.

4. Sklep

Agencija RS za okolje je v večletnem razvojnem sodelovanju z nemškim raziskovalnim središčem JÜLICH vzpostavila letni regionalni vodno-bilančni modelski sistem GROWA-SI, ki na celotnem območju države omogoča modeliranje vseh členov vodnega kroga, vključno z oceno obnovljivih količin podzemnih voda, ki so v Sloveniji prevladujoči vir oskrbe prebivalstva s pitno vodo. Vodnobilančne analize so v preteklih letih pokazale, da je letni časovni okvir preučevanja vodnega kroga za sprotno operativno spremljanje hidroloških razmer preširok. Zaradi velike hidrogeografske pestrosti Slovenije je še posebej potrebna sezonska in medletna analiza komponent vodnega kroga, ki jo lahko simulira mesečni vodnobilančni model mGROWA-SI. Nadaljnji razvoj modeliranja vodne bilance bo tako v različni prostorski in časovni ločljivosti omogočal sprotno spremljanje razpoložljivosti vodnih virov, podpiral namakalne sheme in krizno upravljanje ob sušnih razmerah, simuliral vplive podnebnih sprememb na vodne vire ter omogočal fleksibilno vključevanje v procese operativnega in strateškega načrtovanja v državi.



Slika 2 Preliminarni modelski izračuni za primer Cerkljanskega hribovja v hidrološkem letu 2013.

5. Viri

Andjelov, M., Frantar, P., Mikulič, Z., Pavlič, U., Savić, V., Souvent, P., Uhan, J., 2016a. Ocena količinskega stanja podzemnih voda za Načrt upravljanja voda 2015-2021 v Sloveniji. *GEOLOGIJA* 59/2, 205-219, Ljubljana. http://dx.doi.org/10.5474/geologija.2016.012

Andjelov, M., Mikulič, Z., Tetzlaff, B., Uhan, J., Wendland, F., 2016b. Groundwater recharge in Slovenia, Results of a bilateral German-Slovenian research project. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Energy & Environment, 339: 138. http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/036813-Energie_Umwelt_339.pdf

Andjelov, M., 2009: Modeliranje napajanja vodonosnikov za oceno količinskega stanja podze

mnih voda v Sloveniji v letu 2006. 20. Mišičev vodarski dan 2009, Maribor: 126–130. http://mvd20.com/LETO2009/R19.pdf

Disse, M., 1995. Modellierung der Verdunstung und der Grundwasserneubildung in ebenen Einzugsgebieten, Fakultät für Bauingenieur- und Vermes-sungswesen der Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH).

Engel, N., Müller, U., Schäfer, W., 2012. BOWAB – Ein Mehrschicht-Bodenwasserhaushaltsmodell. GeoBerichte – Landesamt für Bergbau. Energie Geol. 20,85–98.

Herrmann, F., Keller, L., Kunkel, R., Vereecken, H., Wendland, F., 2015. Determination of spatially differentiated water balance components including groundwater recharge on the FederalState level – A case study using the mGROWA model in NorthRhine-Westphalia (Germany). Journal of Hydrology: Regional Studies 4 (2015) 294–312.

Herrmann, F., Frantar, P., Andjelov, M., 2016. mGROWA Slovenia, State of works. Presentation at workshop, december 2016.

Huang, S., Krysanova, V., Österle, H., Hattermann, F.F., 2010. Simulation of spatiotemporal dynamics of water fluxes in Germany under climate change.Hydrol. Process. 24 (23), 3289–3306, http://dx.doi.org/10.1002/hyp.7753.

Krysanova, V., Müller-Wohlfeil, D.-I., Becker, A., 1998. Development and test of a spatially distributed hydrological/water quality model for mesoscalewatersheds. Ecol. Model. 106 (2–3), 261–289, http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800(97)00204-4.

Kunkel, R., Wendland, F., 2002. The GROWA98 model for water balance analysis in large river basins – the river Elbe case study. J. Hydrol. 259 (1–4),152–162, http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00579-0.

Meyboom, P., 1961. Estimating ground-water recharge from stream hydrographs. J. Geophys. Res. 66 (4), 1203–1214, http://dx.doi.org/10.1029/JZ066i004p01203.

Minhas, B.S., Parikh, K.S., Srinivasan, T.N., 1974. Toward the structure of a production function for wheat yields with dated inputs of irrigation water. WaterResour. Res. 10 (3), 383–393, http://dx.doi.org/10.1029/WR010i003p00383.

Wendland, F., Kunkel, R., Tetzlaff, B., Dörhöfer, G., 2003. GIS-based determination of the mean long-term groundwater recharge in Lower Saxony. Environ.Geol. 45 (2), 273–278, http://dx.doi.org/10.1007/s00254-003-0879-x.

Wendland, F., et al., 2008. European aquifer typology: a practical framework for an overview of major groundwater composition at European scale. Environ.Geol. 55 (1), 77, http://dx.doi.org/10.1007/s00254-007-0966-5.

Wessolek, G., Facklam, M., 1997. Standorteigenschaften und Wasserhaushalt von versiegelten Flächen. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde160 (1), 41–46.

POMEN EKOSISTEMOV, ODVISNIH OD PODZEMNE VODE PRI DOLOČITVI KOLIČINSKEGA STANJA PODZEMNIH VODA V SLOVENIJI

dr. Mitja Janža, univ. dipl. inž. geol., Dejan Šram, univ. dipl. inž. geol., dr. Kim Mezga, univ. dipl. inž. geol.

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Podzemna voda je obnovljivi naravni vir, dokler količine odvzemov podzemne vode ne presegajo možnosti njenega obnavljanja. Temelj sodobnega upravljanja podzemnih voda je določitev razpoložljivih količin vode za odvzeme, ob upoštevanju vseh njenih uporabnikov. Med temi tudi ekosistemov, katerih sestava, struktura, funkcije in storitve so odvisne od podzemne vode ali s skupnim imenom ekosistemov, odvisnih od podzemne vode. Ti pomembno prispevajo k biološki in krajinski raznovrstnosti in so vitalen, vendar trenutno še ne dovolj dobro razumljen del naravnega okolja. Zavedanje njihovega okoljskega in družbeno-ekonomskega pomena se odraža v okvirni evropski vodni direktivi, ki izpostavlja stanje ohranjenosti ekosistemov, odvisnih od podzemne vode kot enega izmed kriterijev za dobro količinsko stanje vodnih teles podzemnih voda. V prispevku je predstavljena prva ocena količin podzemnih voda v Sloveniji, potrebnih za ohranjanje ekosistemov, odvisnih od podzemne vode in pomen le-te pri oceni količinskega stanja vodnih teles podzemnih voda. Metodologija temelji na izračunih potreb po podzemni vodi gozdnih habitatov na aluvialnih vodonosnikih in habitatov dvoživk in mehkužcev na kraških območjih v varstvenem območju Natura 2000.

Ključne besede:

ekosistemi, odvisni od podzemne vode, vodno telo podzemne vode, razpoložljivost podzemne vode, upravljanje s podzemno vodo

1. Uvod

Ekosistemi, odvisni od podzemne vode (EOPV) so skupnosti različnih rastlin, živali in mikroorganizmov, ki za svoj obstoj oziroma ohranitev, ekološke procese in ekosistemske storitve zahtevajo stalen ali občasen stik s podzemnimi vodami [1]. EOPV vključujejo ekosisteme v podzemnih vodah, kopenske ekosisteme, odvisne od podzemne vode in vodne ekosisteme v površinskih vodah, odvisne od podzemne vode [2]. Ti ekosistemi in njihove ekosistemske storitve imajo lahko pomen pri proizvodnji hrane, čiščenju vode, ohranjanju biotske raznovrstnosti, habitatov in pokrajine [3]. EOPV pa so prav tako dober indikator stanja vodnih teles podzemnih voda in imajo pomembno vlogo pri ocenjevanju le-tega [4,5].

Sodobne metodologije, ki ocenjujejo razpoložljivost podzemnih voda so glede na prve metodologije iz štiridesetih let prejšnjega stoletja, celovitejše in upoštevajo različne vplive in posledice odvzemov podzemne vode. Kot najpomembnejši parameter je v vodni direktivi [6] opredeljena gladina podzemne vode, ki omogoča ugotavljanje vplivov in dolgoročnih trendov. Dobro količinsko stanje vodnega telesa podzemne vode pa dosežemo, ko odvzemi podzemnih voda [7]:

- ne presegajo razpoložljivih količin podzemnih voda,
- ne povzročajo pomembnih neugodnih sprememb kemijskega ali ekološkega stanja v povezanih površinskih vodah,
- ne povzročajo pomembnih poškodb kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode in
- ne povzročajo vdorov slane vode.

V prispevku je predstavljena ocena potrebnih količin podzemnih voda za ohranjanje EOPV [8] in se nanaša na zahtevo iz tretje alineje prejšnjega odstavka.

2. Ekosistemi, odvisni od podzemne vode

V oceno količinskega stanja vodnih teles podzemnih voda smo vključili 39 območij (od skupno 48 območij) EOPV, ki so jih opredelili na Zavodu RS za varstvo narave [9]. Na območju Nature 2000 so določili 12 območij kopenskih EOPV (gozdni habitatni tipi) in 36 območij vodnih EOPV (habitati dvoživk in mehkužcev), določenih glede na ekološke zahteve vrst in habitatnih tipov, za katere je poznana odvisnost od podzemne vode. V Sloveniji se neugodno stanje ohranjenosti teh EOPV odraža predvsem s sušenjem in odmiranje gozdnih habitatov [10,11] in z upadom populacije vodnih EOPV [12,13].

Kopenski EOPV na območju Nature 2000 vključujejo 3 vrste gozdnih habitatnih tipov in so lahko predvsem pod vplivom podzemne vode ali pa pod vplivom tako poplavnih voda, kot podzemne vode. V neugodnem stanju ohranjenosti je opredeljenih vseh 12 območij gozdnih habitatov.

Med vodne EOPV prištevamo dvoživke, mehkužce, barja in močvirja, in goličave (skalovja, melišča in peščine). V študiji smo obravnavali le dvoživke (človeške ribice) in mehkužce (jamske školjke). Tako človeške ribice, kot školjke so vezane na podzemne tokove in na suhem ne preživijo. Na območju Nature 2000 je opredeljenih 25 območij, kjer se nahajajo človeške ribice. Od teh je 9 območij v neugodnem stanju ohranjenosti in 16 v ugodnem stanju ohranjenosti. Območje školjke je prav tako opredeljeno kot neugodno stanje ohranjenosti.

3. Metodologija

3.1 Ocena za kopenske ekosisteme, odvisne od podzemne vode na aluvialnih vodonosnikih

1)

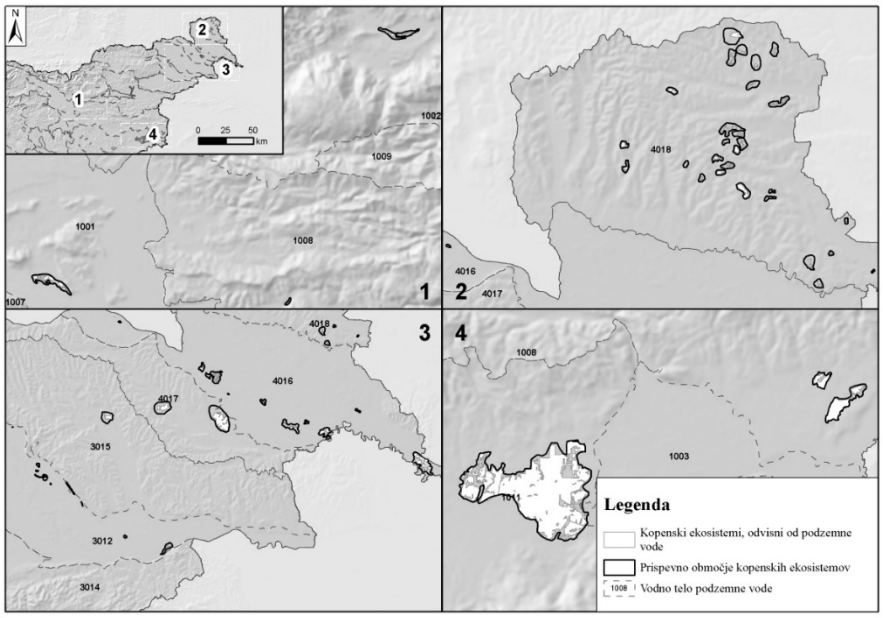
Vir vode za obravnavane kopenske EOPV (gozdove) so padavine in podzemna voda. Kot privzeto smo upoštevali, da gozdovi najprej porabijo razpoložljivo vodo iz padavin, preostalo potrebno količino vode pa nadomestijo s podzemno vodo. Količino vode, ki jo kopenski EOPV potrebujejo za obstoj smo privzeli 500 mm/leto [8].

V primerih, ko je količina razpoložljive vode iz padavin (P) manjša od 500 mm/leto, smo privzeli, da gozdovi nadomeščajo razliko (dV) s podzemno vodo:

$$dV = P - 500 \text{ (mm/leto)}$$

Za vsak EOPV smo izdelali konceptualni hidrogeološki model in določili prispevno območje posameznega habitata. To zagotavlja zadostno količino podzemne vode, ki jo potrebujejo EOPV za preživetje. V primeru odvzemov podzemne vode na določenih vplivnih območjih imajo lahko le ti vpliv na kopenske EOPV, kar je pomembno pri oceni razpoložljivih količin podzemne vode in načrtovanju rabe podzemne vode na teh območjih. Oceno smo izvedli na

ravni vodnih teles podzemnih voda s pomočjo podatkov iz vodno bilančnega modela GROWA-SI (30) [14] (Slika 1).

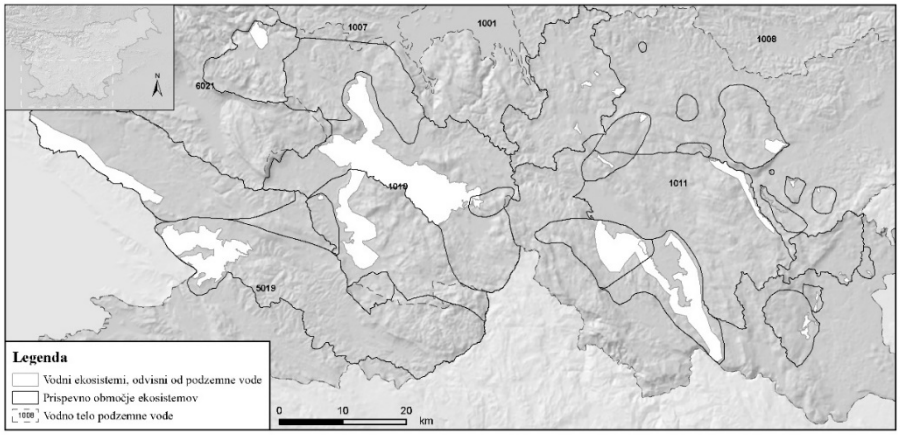


Slika 1 Območja kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode [9] in njihova vplivna območja [8].

3.2 Ocena za vodne ekosisteme, odvisne od podzemne vode na kraških območjih

Vodni EOPV (človeške ribice in jamske školjke) so vezani na podzemne tokove in na suhem ne preživijo. Zaradi specifičnih hidrogeoloških razmer ima način pretakanja podzemne vode na krasu pogosto značilnosti površinskih odtokov. Zato smo pri oceni količine vode, ki zagotavlja ohranjanje vodnih EOPV privzeli, da ta količina ustreza ekološko sprejemljivemu pretoku (Qes) in jo določili po analogiji določanja za površinske vode [15].

Za obravnavane vodne EOPV smo na podlagi poznavanja hidrogeoloških razmer (litološke zgradbe, orografskih značilnosti, vodovarstvenih območij, rezultatov sledilnih poskusov in mej vodonosnih sistemov podzemne vode) določili njihova prispevna območja [8] (Slika 2).



Slika 2 Območja vodnih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode [9] in njihova prispevna območja [8].

4. Rezultati in diskusija

Ocene količin podzemnih voda za ohranjanje EOPV po posameznih vodnih telesih podzemne vode na območjih Nature 2000 so predstavljene v Preglednici 1. Pri upravljanju z vodami ta podatek pogosto obravnavamo kot ekološki odbitek.

Preglednica 1: Ocenjene količine podzemne vode za ohranjanje ekosistemov, odvisnih od podzemne vode (EOPV) [8].

Vodno telo podzemne vode		**Površina (km2)**	**GROWA-SI (30) napajanje (mm/leto)**	**Količina podzemne vode potrebne za ohranjanje EOPV**		
				(mm/leto)	**(m3/leto)**	**Delež napajanja (%)**
VTPodV 1001	Savska kotlina in Ljubljansko Barje	774	393	1,5	1.127.989	0,4
VTPodV 1003	Krška kotlina	97	308	0,5	50.103	0,2
VTPodV 1006	Kamniško-Savinjske Alpe	1112	302	0,6	634.666	0,2
VTPodV 1007	Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	850	346	0,2	187.130	0,1
VTPodV 1008	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	1792	191	0,3	580.162	0,2
VTPodV 1010	Kraška Ljubljanica	1307	403	50,0	65.336.015	12,4
VTPodV 1011	Dolenjski kras	3355	293	25,4	85.171.708	8,7
VTPodV 3012	Dravska kotlina	429	266	1,3	554.984	0,5
VTPodV 3015	Zahodne Slovenske gorice	756	93	0,2	176.701	0,3
VTPodV 4016	Murska kotlina	591	135	3,5	2.061.503	2,6
VTPodV 4017	Vzhodne Slovenske gorice	308	78	1,3	407.847	1,7
VTPodV 4018	Goričko	494	57	1,6	804.079	2,9
VTPodV 5019	Obala in Kras z Brkini	1589	259	31,6	50.247.517	12,2
VTPodV 6021	Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	1443	396	12,3	17.737.212	3,1

Ocenjeni ekološki odbitek na območjih vodnih teles podzemne vode z EOPV je v razponu med 0,1 % in 12 % napajanja. Največji ekološki odbitek je na območjih vodnih teles podzemne vode Kraška Ljubljanica ter Obala in Kras z Brkini, najmanjši pa na območjih vodnega telesa Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko.

V oceni določena prispevna območja EOPV so občutljiva s stališča rabe vode. Zato je na teh območjih v prihodnje potrebno skrbno načrtovanje dodatnih odvzemov, saj lahko ti vplivajo na stanje ohranjenosti EOPV.

Predstavljena ocena količin podzemnih voda za ohranjanje EOPV je predvsem zaradi pomanjkljivih podatkov povezana z določenimi negotovostmi. Najbolj pomanjkljivi so podatki o dejanskih potrebah obravnavanih habitatnih tipov po podzemni vodi.

5. Zaključek

Predstavljena ocena količin podzemnih voda za ohranjanje EOPV [8] je prva tovrstna ocena na celotnem območju države. Izdelana je bila na ravni vodnih teles podzemne vode in namenjena predvsem strateškim odločitvam pri upravljanju podzemnih vodnih virov. Uporabljena metodologija izhaja iz rezultatov vodnobilančnega modela GROWA-SI (30) [14] in opredeljenih EOPV na območjih Nature 2000 [9], ki ob upoštevanju hidrogeoloških značilnosti slovenskega ozemlja omogoča oceno ekološkega odbitka, enega od ključnih podatkov za oceno razpoložljivih količin podzemnih voda.

6. Viri

[1] RICHARDSON, S., IRVINE, E., FROEND, R., BOON, P., BARBER, S. AND BONNEVILLE, B., 2011. *The Australian groundwater-dependent ecosystems toolbox part 1: Assessment Framework. Waterlines Report Series No. 69* [online]. Natural water Commission Canberra, Australia. Dostopno na:

http://nwc.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/19905/GDE-toolbox-part-1.pdf (dostop 2. februar 2015).

[2] WetlandInfo, 2014. *Groundwater dependent ecosystems* [online]. Queensland Government, Queensland. Dostopno na: http://wetlandinfo.ehp.qld.gov. au/wetlands/ecology/aquatic-ecosystems-natural/groundwater-dependent/ (dostop 14. marec 2015).

[3] IAH, 2016. *Strategic Overview Series: Ecosystem Conservation & Groundwater* [online]. Dostopno na: https://iah.org/wp-content/uploads/2016/04/IAH-SOS-Ecosystem-Conservation-Groundwater-9-Mar-2016.pdf (dostop 10. januar 2017).

[4] ARSO, 2009. *Metodologija za ugotavljanje stanja vodnih teles podzemne* vode [online]. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/Metodologija.pdf (dostop 12. junij 2014).

[5] EC, 2011. Technical report on Groundwater Dependent Terrestrial Ecosystems. Technical report No. 6. Common Implementation Strategy, European Commission.

[6] DIREKTIVA, 2000. Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000, ki določa okvir za delovanje Skupnosti na področju vodne politike.

[7] European Commission 2009: Guidance on groundwater status and trend assessment. WFD CIS Guidance Document No. 18. Technical Report 026-2009.

[8] JANŽA, M., ŠRAM, D., MEZGA, K., ANDJELOV, M. IN UHAN, J., 2016. *Ocena potrebnih količin podzemnih voda za ohranjanje ekosistemov in doseganje dobrega ekološkega stanja površinskih voda.* Geologija, 59(2), 221-232.

[9] ZRSVN, 2014. Pregled ekosistemov odvisnih od podzemnih vod (digitalni informacijski sloj). Zavod RS za varstvo narave.

[10] TOME, S., 2010. *Ogroženost gozdov*. Naravoslovna solnica, 14(2), 8-13.

[11] DREO, T., 2016. Bakterijske bolezni gozdnega drevja = Bacterial diseases of forest trees (conference paper). V: JURC, M., ur. *Invazivne tujerodne vrste v gozdovih ter njihov vpliv na trajnostno rabo gozdnih virov: zbornik prispevkov posvetovanja z mednarodno udeležbo = Invasive alien species in forests and their impact on the sustainable use of forest resources: lectures presented at the conference with international participation. XXXIII. Gozdarski študijski dnevi, Ljubljana, 14.-15. april 2016 = XXXIII. Forestry Study Days, Ljubljana, 14.-15. april 2016*. Ljubljana, 25-33.

[12] SKET, B., 1997. Distribution of Proteus (Amphibia: Urodela: Proteidae) and its possible explanation. *Journal of Biogeography,* 24(3), 263-280.

[13] BULOG, B., 2012. Ocena okoljskega onesnaženja kraškega podzemlja v Jelševniku pri Črnomlju in vplivi na črno podvrsto močerila (*Proteus anguinus parkelj*, Amphibia, Proteidae). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo.

[14] ANDJELOV, M., MIKULIČ, Z., UHAN, J. IN DOLINAR, M., 2013. Vodna bilanca z modelom GROWA-SI za količinsko ocenjevanje vodnih virov Slovenije. *V: 24. Mišičev vodarski dan 2013, Maribor, 4. december* 2013. Maribor, 127-133. Dostopno na: http://mvd20.com/LETO2013/R17.pdf (dostop 14. avgust 2015).

[15] URADNI LIST RS, št. 97/2009. Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka.

VODOTOKI – HIDROLOŠKE NARAVNE VREDNOTE IN POSEGI NA NJIH

Mojca Tomažič, visoka naravovarstvena svetnica[1], Mina Dobravc, višja naravovarstvena svetovalka[2]

[1]Zavod RS za varstvo narave, Območna enota Celje, Vodnikova ulica 3, 3000 Celje, [2]Zavod RS za varstvo narave, Osrednja enota, Tobačna 5, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Vodotoki so hidrološke naravne vrednote, ki so le ena od dvanajstih zvrsti naravnih vrednot. Glede na nastanek lahko vodotoke opredelimo kot naravne (reke, potoki) in umetne (kanali, mlinščice, jarki). Vsi vodotoki niso hidrološke naravne vrednote, prepoznamo jih v procesu vrednotenja narave, na podlagi meril vrednotenja. Prispevek bo obravnaval zgolj hidromorfološke lastnosti vodotokov, in sicer kot pogoj za določitev naravne vrednote.

Gradnja in posegi v vodotoke vplivajo na lastnosti vodotokov. V prispevku želiva prikazati, kako določeni posegi vplivajo na naravno vrednoto, posamezno in kumulativno. Cilj naravovarstvene stroke je, da se lastnosti vodotokov - in s tem hidrološke naravne vrednote - kljub posegom vanje ohranjajo.

Ključne besede:

hidrološke naravne vrednote, merila vrednotenja, gradnja in posegi, kumulativa.

1. Hidrološke naravne vrednote

Slovenija je bogata z vodo, ki jo v naravi srečamo v različnih oblikah. Vodotoki, na katere se bova osredotočili v prispevku, so zgolj ena od oblik, v katerih se pojavlja voda in sodijo med hidrološke naravne vrednote, ki so ena od dvanajstih zvrsti naravnih vrednot. Hidrološke naravne vrednote so deli narave, ki so z vidika tekočih in stoječih voda:

- izjemni zaradi svoje oblike, dimenzije, načina delovanja,
- redki na zaključenem geografskem območju,
- naravno ohranjeni,
- tipični,
- kompleksno povezani pojavi oz. deli narave,
- imajo za naš narod velik simbolni pomen,
- imajo znanstveno - raziskovalni pomen.

V naravi se pojavljajo kot reka, potok, jezero, morje, del reke, potoka, jezera ali morja, ledenik, izvir, slapišče ali slap, ponor, estavela, mrtvica, mlaka itd.

Na Zavodu RS za varstvo narave (Zavod) smo hidrološke naravne pojave razdelili v tipe in za vsak tip pripravili merila vrednotenja, na podlagi katerih se pojav ovrednoti. V kolikor lastnosti hidrološkega naravnega pojava zadostijo merilom vrednotenja, se pojav prepozna za hidrološko naravno vrednoto. Trenutno je v Registru naravnih vrednot 1644 hidroloških naravnih vrednot, kar predstavlja deset odstotkov vseh naravnih vrednot.

Hidrološke naravne vrednote predstavljajo naše bogastvo, ki ga želimo deliti z našimi potomci. Ohranjamo jih s pomočjo različnih ukrepov varstva, ki jih glede na pomen naravne vrednote izvajajo država ali lokalne skupnosti. V Pravilniku o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 111/04, 70/06, 58/09, 93/10, 23/15) so določene varstvene in razvojne usmeritve, ki zagotavljajo ohranjanje lastnosti, zaradi katerih je del narave določen za naravno vrednoto. Naravna vrednota se lahko tudi zavaruje in s tem pridobi status naravnega spomenika, naravnega rezervata ali strogega naravnega rezervata. Tako usmeritve, s katerimi usmerjamo ravnanje na naravni vrednoti, postanejo režimi, ki določijo pravila ravnanja na zavarovanem območju.

Zaradi različne rabe vodotokov in posegov vanje imamo v Sloveniji le še malo naravno ohranjenih vodotokov. V prispevku želiva prikazati, kako določeni posegi vplivajo na hidrološko naravno vrednoto, bodisi posamezno bodisi kumulativno. Cilj naravovarstvene stroke je, da se hidrološke lastnosti in s tem hidrološke naravne vrednote ohranjajo kljub posegom vanje.

2. Posegi v vodotoke

V literaturi je zaslediti preko 80 različnih vrst ureditev vodotokov. Med njimi prednjačijo tehnični (togi) pristopi, sonaravnih ali naravovarstveno ustreznejših je precej manj. Pri togih ureditvah vodotokov se uporablja beton, betonske plošče, asfalt, žice, železne tirnice, pri sonaravnih ureditvah pa večinoma naravni materiali – les, zemlja, kamenje.

Na vodotokih, ki so hidrološke naravne vrednote, je potrebno ureditve, poseganja v vodotoke in gradnje načrtovati s posebno skrbnostjo in pozornostjo. V poštev pridejo sonaravni pristopi, pri načrtovanju posegov je potrebno upoštevati tudi vplive, ki se odrazijo dolvodno ali gorvodno na vodotoku ter v območju ob vodotoku. Pred vsakim poseganjem v vodotok in v njegovo neposredno bližino, naj gre za ureditev, gradnjo ali prečenje, je potrebno upoštevati stanje na celotnem vodotoku in tudi na porečju (upoštevaje velikost posega). Šele na podlagi celovitega pregleda se ugotovi, ali je dodatno poseganje potrebno in izbrani način le-tega ustrezen, ob predpostavki, da naj bodo posledice minimalne oz. da jih omilimo do tolikšne mere, da hidrološka naravna vrednota ne bo dodatno poškodovana ali celo uničena. Potrebno je najti rešitev, ki ne bo povzročala novih problemov, ali pa jih zgolj prenašala po vodotoku in jih s tem kumulirala na drugih lokacijah.

Posamičen poseg običajno nima bistvenega vpliva na vodotok ali del vodotoka. Več različnih posegov, tudi takšnih, ki se vsakoletno ponavljajo (košnja trave, čiščenje in sekanje obvodne vegetacije, odstranjevanje prodnih in drugih nanosov ter drugo), pa lahko privede do bistvenih sprememb v hidrologiji in morfologiji vodotoka. Potrebno je upoštevati, da vodotoki tečejo skozi več lokalnih skupnosti, preko urbaniziranih območij, po kmetijski krajini, itd. Vse prepogosto se jih namreč obravnava le od meje do meje ali od točke do točke.

S stališča naravovarstva je izjemnega pomena, da v strokovne presoje vključimo vse vidike in poiščemo najustreznejše in naravovarstveno sprejemljive rešitve. Pretirano poseganje se pogosto lahko obrne v neljube procese, kot so plazovi, spodjedanja, polzenja, poplave, upadi podtalnice in drugo.

Glede na vplive posegov v vodotoke, posege delimo na neposredne in posredne.

2.1 Neposredni posegi v vodotoke

Najpogostejši neposredni posegi v vodotoke so v nadaljevanju podani in na kratko opisani.

- Prestavitev naravne struge: Je korenit poseg, ki v celoti spremeni lastnosti in značaj vodotoka. Običajno se nova struga oblikuje kot kanal s pravilnim (ustreznim glede na hidrološke izračune) prečnim in vzdolžnim profilom. Pretok je nadzorovan. Stara struga se navadno zasuje.

- Kanaliziranje vodotokov je prav tako korenita ureditev, ki v celoti ali deloma spremeni hidrološke in morfološke lastnosti in značaj vodotoka. Kanalizirajo se krajši deli vodotoka, predvsem tisti, ki potekajo skozi pozidan, naseljen oz. urbaniziran prostor. Vodotok je lahko speljan v cev, prekrit z betonskimi ploščami, struga vodotoka je betonska ali kamnita.
- Izgradnja nove struge ob ohranitvi prvotne. Nova struga se uredi kot razbremenilni kanal, ki prevzema visoke vode ali viške vode. Po stari strugi se pretaka tolikšna količina, kot jo prenese osnovna struga.
- Izgradnja nove struge za odvod vode. Določena količina vode se odvede po kanalu ali ceveh za potrebe energetike, industrije (tehnološka voda), kmetijstva (namakanje), ribogojstva, turizma (okrasni ribniki).
- Sprememba pretočnega profila. Za potrebe povečanja ali zmanjšanja pretoka se izvedejo različne ureditve kot poglobitev in/ali razširitev struge, tlakovanje dna vodotoka, izvedba pragov in jezov ter drugo.
- Ureditev brežin in dna struge. Pretok vode se lahko regulira tudi z ureditvijo brežin. Med najmanj škodljive štejemo odstranitev "ovir" v vodotoku, kot so skale, podrta drevesa, grmovna zarast, nanešeno vejevje, posekana vegetacija, različni nanosi. Brežine lahko uredimo sonaravno (lesene jezbice, popleti, fašine, potaknjenci in zatravitev). Drugi načini poseganja so tlakovanje brežin in dna vodotoka, betonske stene, kamniti navpični zidovi, kamnometi, ki predstavljajo togo tehnično rešitev.
- Izgradnja zadrževalnikov in nasipov. Glede na način zadrževanja vode so lahko suhi ali mokri. Kadar so zgrajeni stran od vodotoka, je poseganje v vodotok minimalno (na stičnih točkah), kar predstavlja dobro naravovarstveno rešitev.

2.2 Posredni posegi v vodotoke

To so aktivnosti ali posegi v prostor, ki vplivajo na vodotoke, čeprav vanje neposredno ne posegajo:

- odvzemi ali odvodi vode za namakanje in gradnjo energetskih objektov, gradnja zadrževalnikov v porečju, gradnja nasipov za obrambo pred poplavami, ureditve poplavnih ravnic, ojezeritve, okrasni ribniki, različne infrastrukturne ureditve, prečenja vodotokov;
- športno rekreativne aktivnosti in gradnja športnih objektov, naprav za rekreacijo, turistični objekti;
- gradnja in urejanje stanovanjskih sosesk, obrtno industrijskih con, urejanje kmetijskih zemljišč itd.

Vsi našteti posegi v prostor izven vodotokov vplivajo na način odtekanja voda iz pokrajine. Praksa kaže, da posegi in gradnja nima takojšnega vpliva na same vodotoke, se pa ti zaradi drugačne dinamike pretokov voda in plavin začnejo morfološko spreminjati. Še več, zaradi povečane urbanizacije in dejavnosti v prostoru se slej ali prej poseže tudi v vodotoke in njihov obrežni pas. Predvsem gre za varstvo pred poplavami, odvodnjavanje padavinske vode z urbaniziranih površin, ureditve poti, transport, kmetijske dejavnosti in drugo.

2.3 Naravovarstvene ureditve vodotokov

Prikazani so trije primeri dobrih praks urejanja vodotokov. Prvi primer se nanaša na zavarovanje brežine Šmarskega potoka, kjer je erozija na delu Šmarskega potoka v Stranju

ogrožala stabilnost lokalne ceste, voda se je zajedala tudi v kmetijska zemljišča. Za umiritev erozije je bil odsek Šmarskega potoka ob lokalni cesti celostno urejen.

Uporabljeni so bili vrbovi popleti ali vrbove fašine, izvedene vrbove blazine ter podtaknjeni vrbovi količki. Različni načini zavarovanj dobro stabilizirajo brežine potoka, ob ukoreninjenju zagotavljajo dolgoročno obstojnost, izdelani so iz lesa in vej iz neposredne okolice in so izvedljivi z majhnim vložkom sredstev. Za izvedbo ni potrebna specializirana ali težka mehanizacija.

Pri drugem primeru gre za renaturacijo dela uravnane struge vodotoka Tresenec na Cerkniškem polju, kjer so obnovili nekdanji potek struge na dobrem kilometru in pol dolgem odseku regulacije. Potek regulirane in stare struge je lepo viden na digitalnem ortofoto-posnetku.

Slika 1 Erozija brežine - april 2012 (foto: arhiv ZRSVN)

Slika 2 Zavarovanje brežine - april 2014 (foto: arhiv ZRSVN)

Slika 3 Po posegu - marec 2013 (foto: arhiv ZRSVN)

Slika 4 Po posegu - november 2016 (foto: arhiv ZRSVN)

Slika 5. Tresenec - regulirana in stara struga z meandri (vir: DOF, GURS2014)

Slika 6 Tresenec po posegu (foto: arhiv ZRSVN)

Slika 7 Tresenec po posegu (foto: arhiv ZRSVN)

Tretji primer, zamenjava jeza na Bači v Bači pri Modreju s talnim pragom, pokaže rekonstrukcijo prečnega objekta in vzpostavitev prehodnosti za vodne organizme. Sedem metrov visok opuščeni jez za vodno elektrarno, ki so jo zaradi zajezitve iztoka z Mostarskim jezerom prenehali uporabljati leta 1939, je visokovodni val Bače jeseni 2006 na pol podrl. Podrti jez so zamenjali s talnim pragom, zgrajenim iz velikih skal, s prelivom za nizke vode. Prag drži dno struge na primerni višini, obenem pa omogoča prehajanje vodnemu življu, kar prej ni bilo mogoče.

Slika 8 Nekdanji jez na Bači - marec 2007 (foto: arhiv ZRSVN)

Slika 9. Talni prag na mestu nekdanjega jeza - oktober 2009 (foto: arhiv ZRSVN)

3. Zaključek

Za vodotoke, ki so določeni za hidrološke naravne vrednote, bi moral veljati sonaravni pristop ne glede na to, ali so v pristojnosti lokalne skupnosti ali države. To pomeni, da se pri poseganju vanje ohranjajo lastnosti, katere jih opredeljujejo, ter da se v maksimalni meri uporabljajo in izvajajo ureditve, ki posnemajo naravne lastnosti vodotoka, stanje in procese v naravi.

V celotnem procesu, od evidentiranja lokacij ureditev, načrtovanja, iskanja ustrezne rešitve ob najmanjših posledicah, do upoštevanja izkušenj v podobnih primerih, je potrebno delovati na način, da se lastnosti hidroloških naravnih vrednot ohranjajo, ne konzervirajo.

Vodotok lahko hitro spremenimo v "lepo" urejeno strugo, ki jo do neke mere nadzorujemo, vendar nas narava vedno znova opomni na naša dejanja. Iluzorno je pričakovati, da v vodotoke ne bi več posegali, zagotovo pa je nastopil čas, da spremenimo način razmišljanja in poseganja vanje.

4. Zahvala

Za vso pomoč pri nastajanju prispevka se zahvaljujeva sodelavkam in sodelavcem Zavoda RS za varstvo narave.

5. Viri

[1] Zakon o ohranjanju narave – ZON (Uradni list RS, št. 56/1999, 31/2000 - popr., 110/2002 - ZGO1,119/2002, 41/2004, 61/2006 - ZDru-1, 32/2008 - Odl. US, 8/2010 - ZSKZ-B, 46/2014).

[2] Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 52/02, 67/03)

[3] Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 111/04, 70/06, 58/09, 93/10, 23/15)

[4] BERGINC, M. , KREMESEC – JEVŠENAK, J., VIDIC, J., 2006. Sistem varstva narave v Sloveniji. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor.

[5] REPNIK MAH, P., 2010. Katalog dobrih praks urejanja voda. Slovenski vodar, 21/22, 79 -82.

[6] MARUŠIČ, J., PENKO SEIDL, N., 2005. Pravila za vzdržno urejanje posegov v vode: raziskovalno razvojni projekt Ciljnega raziskovalnega programa "Konkurenčnost Slovenije 2001-2006": končno poročilo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo.

[7] STRASSBERGER, S., 2009. Sonaravno urejanje voda v načrtovanju podeželskega prostora, Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Magistrska naloga št. 57.

[8] Dokument dobre prakse ali … Kaj moram vedeti kot lastnik ali upravljavec priobalnega zemljišča ob vodotoku 2. reda?, 2012. Zavod RS za varstvo narave. Projekt "Spodbujanje tradicije obrezovanja glavatih vrb in upravljanje s habitatom puščavnika (*Osmoderma eremita)"*

[9] Strokovno mnenje ZRSVN glede primerov sonaravnega urejanja površinskih voda, št. 8-II-19/1-O-14/MN, ZRSVN, 2014

[10] LIFE 06 NAT/SLO/000069 "Presihajoče Cerkniško jezero" "Akcijski plan renaturacije vodotokov na območju Cerkniškega jezera, Notranjski regijski park. Available from: http://life.notranjski-park.si/cmsfiles/cf_589.pdf

POMEN BIOFILMA V TEKOČIH VODAH – BIOFILM KOT PROMOTOR EKOLOŠKIH PROCESOV IN INDIKATOR STANJA

Nataša, Mori[1], dr., Barbara Debeljak[1], univ. dipl. biol., Tjaša Kanduč[2], dr., David Kocman[2], dr., Tatjana, Simčič[1], dr.

[1]Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskave organizmov in ekosistemov, Večna pot 111, 1000 Ljubljana; [2]Inštitut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju, Jamova 39, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Tekoče vode so odprti ekosistemi, ki večino snovi prejmejo iz pokrajine, skozi katero tečejo. Kakovost in količina vode ter stanje habitatov in organizmov v vodnih ekosistemih so neposredni odraz podnebja, naravnih značilnosti porečja ter človekove dejavnosti. Delno očiščene ali neočiščene odpadne vode ter spiranje s kmetijskih površin povečajo vnos hranilnih snovi v ekosistem. Posledica je povišana biološka produkcija in več odpadne organske mase, ki se pospešeno razgrajuje tudi s pomočjo mikroorganizmov. Mikroorganizmi obraščajo površino dna in se nahajajo tudi globje v substratu v obliki biofilma. Biofilm, sestavljen iz kompleksne združbe mikroorganizmov in zunajceličnega matriksa, v procesu mineralizacije učinkovito pretvarja kompleksnejše organske snovi v enostavne anorganske spojine. Večja površina substrata za obrast biofilma pomeni večjo sposobnost sistema za samoočiščenje. V skrajnem primeru, ko voda teče po betonskem koritu ali zamuljenem dnu, je ta sposobnost močno okrnjena. V tekočih vodah s hidrogeomorfološko raznolikim peščenim in prodnatim dnom, kjer voda na različnih predelih vstopa, se nekaj časa pretaka med zrni proda in peska ter nato ponovno izstopa iz sedimenta, ta stik omogoča kompleksne presnovne poti, ki v zadnji fazi vodijo v čistejšo vodo. Hidromorfološki posegi močno okrnijo eno izmed ključnih ekosistemskih storitev tekočih voda - doprinos k razbremenitvi ekosistema. To se odrazi v slabši kakovosti tako površinskih kot tudi podzemnih vod, ki so vir pitne vode. V članku so predstavljeni različni načini ocene aktivnosti biofilma v tekočih vodah. Na primeru različnih slovenskih rek so povzeti najnovejši izsledki o tem, kako človek s svojim delovanjem v prispevnem območju tekočih voda in neposredno v njih vpliva na mikrobne procese, ki so posredna ocena samočistilne sposobnosti ekosistema.

Ključne besede:
ekosistemske storitve, procesi kroženja snovi, stabilni izotopi, biofilm

1. Uvod

Ekosistemi celinskih voda zagotavljajo družbi številne dobrine in storitve, ki jih s skupnim izrazom imenujemo ekosistemske storitve (ES). Ločimo tri glavne skupine ES, ki vključujejo preskrbo z vodo, hrano in energijo (oskrbovalne storitve), samoočiščevalne procese in uravnavanje poplav (regulatorne storitve), rekreacijo, turizem in eksistenčne vrednote (kulturne storitve), ki človeka zadevajo neposredno ter podporne storitve, ki so potrebne za vzdrževanje drugih storitev (npr. kroženje hranil, primarna produkcija) [1]. Tekoče vode so odprti sistemi, ki sprejemajo snovi iz celotnega prispevnega območja, jih prenašajo po toku navzdol in jih na različnih odsekih z različno intenzivnostjo pretvarjajo ali kopičijo. Zdrav

ekosistem, oziroma ekosistem v dobrem stanju, je ekosistem, ki je v ravnotežju oziroma homeostazi, kar pomeni, da je sposoben trajno samovzdrževati zgradbo in procese kljub zunanjim stresorjem. Poleg tega zdrav ekosistem zagotavlja ljudem kakovostne dobrine in storitve [2]. Ključni stresorji, ki ogrožajo dobro stanje naših voda, so antropogene aktivnosti v prispevnem območju (kmetijstvo, urbanizacija, industrija), ki povzročajo povečan vnos organskih snovi, hranil in strupenih snovi v vode, hidromorfološke obremenitve in spreminjanje podnebja. Navedeni stresorji nikoli ne delujejo posamezno, ampak v različnih kombinacijah, ki imajo lahko sinergistične pa tudi antagonistične učinke.

Učinkoviti samočiščevalni procesi v tekočih vodah so ključni za vzdrževanje dobrega stanja voda. Promotorji samoočiščevalnih procesov, torej procesov porabe in razgradnje organske snovi in hranil, so rastline, živali in mikroorganizmi. Večina teh bioloških elementov (makrofiti, perifiton, vodni nevretenčarji, ribe) se uporablja za oceno ekološkega stanja površinskih voda v okviru nacionalnega monitoringa. Ključna komponenta samoočiščevalnih procesov pa je tudi biofilm, združba avtotrofnih in heterotrofnih mikroorganizmov (glive, bakterije, alge) v zunajceličnem matriksu, ki obrašča substrat v rečni strugi. Na površini substrata je biofilm pretežno avtotrofen in ga imenujemo perifiton, globje v rečnem dnu, ki se velikokrat nadaljuje oziroma povezuje z vodonosnikom, pa potekajo heterotrofni procesi. Biofilm v tekočih in podzemih vodah ima ključno vlogo pri procesih razgradnje organske snovi, saj velik del površinske vode iz rečne struge vsaj del poti teče skozi medzrnske prostore v rečnem dnu in je v intenzivnem stiku z biofilmom. Rečna voda pogostoma hkrati napaja vodonosnike in se na poti do globjih predelov vodonosnika s pomočjo biofilma precej očisti. Številni antropogeni posegi kot je spiranje organske snovi ter glinenih in peščenih delcev s kmetijskih površin, hidromorfološko poenostavljanje sestave rečnega dna (zmanjševanje geomorfološke pestrosti struktur v strugi), ter pretiran točkovni vnos hranil ali toksičnih snovi, povzročajo krnjenje samočistilnih sposobnosti vodnih ekosistemov. Preučevanje in dobro poznavanje omejitvenih okoljskih dejavnikov, ki zavirajo optimalne samočistilne procese oziroma optimalno delovanje biofilma, je ključno za uspešnejše upravljanje z vodami. Za dobro razumevanje teh procesov je potrebno sodelovanje hidrologov (hidrološko modeliranje), kemikov (spremljanje kemijskih pretvorb) in biologov oziroma mikrobiologov (spremljanje aktivnosti mikrobnih združb).

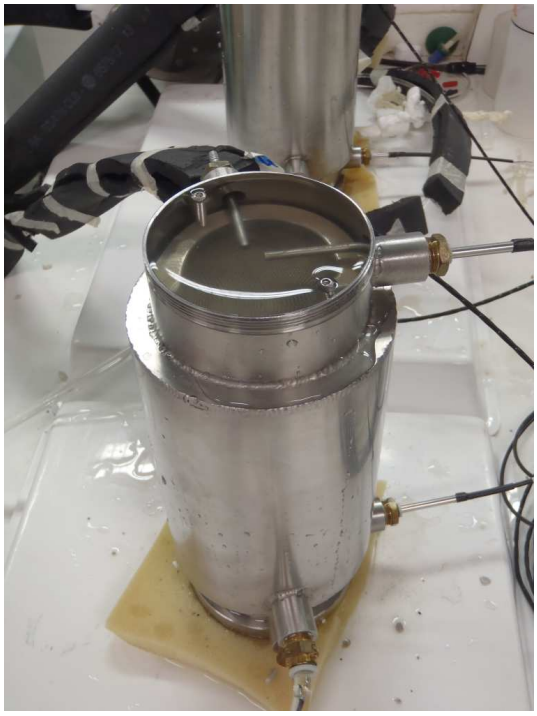
V prispevku smo prikazali nekaj primerov, kako meriti aktivnost biofilma, njegove ekološke funkcije ter uporabnost različnih metrik, ki opisujejo strukturo in funkcijo biofilma kot indikatorja stresorjev v okolju. Osredotočili smo se predvsem na vpliv kmetijstva in urbanizacije v porečju ter vpliv zamuljevanja na ekološke procese v plitvih (10-20 cm) in globjih delih rečnega dna (20-40 cm).

2. Biofilm kot promotor dobrega ekološkega stanja

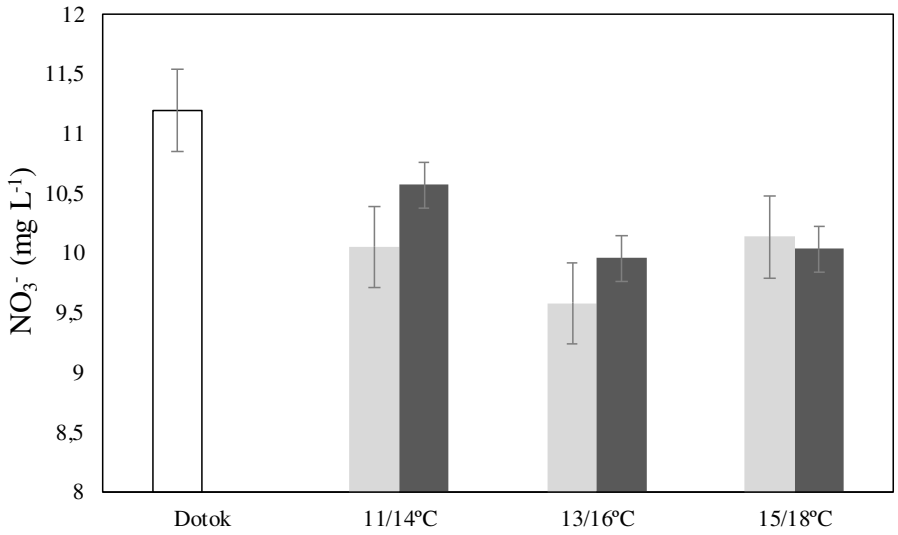
Biofilm, ki vključuje raznovrstno združbo tako avtotrofnih (primarni producenti) kot heterotrofnih mikroorganizmov (razgrajevalci), je v vodnih ekosistemih ključna komponenta ogljikovega cikla (pretvorbe kompleksnih organskih spojin, npr. ogljikovih hidratov do končnih spojin, kot sta CO_2 in CH_4), kot ostalih elementov (dušika, fosforja, žvepla, itd.) (3). Ko se voda z raztopljenimi hranili in detritom pretaka skozi medzrninske prostore v rečnem dnu, je v intenzivnem stiku z biofilmom in procesi pretvorbe in razgradnje so intenzivni. Raziskave so pokazale velike razlike v kemiji vode na območjih, ko površinska voda vstopa v rečno dno (npr. začetek prodišča) v primerjavi z območji, ko se po določeni dolžini (nekaj deset metrov) podzemnega, medzrninskega toka izliva nazaj v rečno korito (npr. na koncu prodišča) (4).

Ker v Sloveniji skoraj ni raziskav ekoloških procesov v rečnih sedimentih (z izjemo raziskav perifitona in procesov razgradnje detrita), smo zasnovali pretočne laboratorijske inkubatorje, s katerimi bi opazovali procese pretvorbe hranil in aktivnosti biofilma v raznolikih rečnih

sedimentih (5) (Slika 1). Slika 2 prikazuje, kako hitro se porabljajo nitrati v sedimentih iz oligotrofnega in evtrofnega odseka Kamniške Bistrice ob različnih temperaturah. Rezultati potrjujejo, da se v vodi, ki se pretaka skozi rečni sediment, naseljen z raznoliko združbo mikroorganizmov, značilno zmanjšuje koncentracija hranil antropogenega izvora



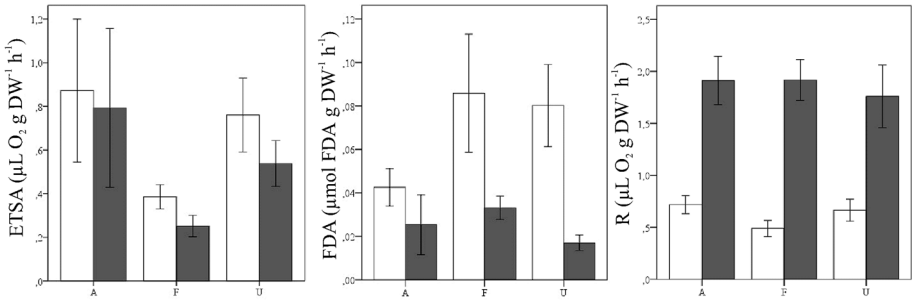
Slika 3 Pretočni inkubator za sedimente, kjer je mogoče meriti respiracijo (porabo kisika) v različnih sedimentih ob kontrolitanih pogojih pretoka in temperature.



Slika 2 Poraba nitratov v pretočnem inkubatorju, napolnjenem s sedimenti iz oligotrofnega (Sp. Stranje – svetlo siv stolpec) in evtrofnega (Videm – temno siv stolpec) odseka Kamniške Bistrice ob različnih temperaturah. Dolžina pretočnega inkubatorje je 10 cm, pretok je bil 7 mL min^{-1}. Sedimenti so bili nabrani v poletni sezoni.

3. Biofilm kot indikator različnih stresorjev

Spiranje organskih, glinenih in peščenih delcev s kmetijskih površin povzroča mašitev medzrninskih prostorov in preprečuje vstopanje obremenjene površinske vode v rečno dno in nadalje v podtalnico, kjer bi bila v stiku z biofilmom in bi se tako očistila. Ugotovitev številnih raziskav je, da z uporabo različnih metrik biofilma lahko zaznamo odziv bodisi funkcije bodisi strukture biofilma na različne stresorje (6, 7). V naših raziskavah, ki so potekale na različnih pritokih Save, smo se osredotočili na 3 metrike, ki merijo aktivnost biofilma, in sicer metodi ETSA (aktivnost respiratornega sistema) in FDA (aktivnost specifičnih hidrolitičnih encimov) ter respiracijo (poraba kisika v sedimentih). Glavni cilj raziskave je bil bolje razumeti povezavo med odzivom biofilma in vplivom rabe prostora v porečju. Tovrstne raziskave predstavljajo izziv, saj je težko ločiti odziv biofilma na naravne spremembe hkrati z odzivi zaradi pritiskov spremenjene rabe tal. Velik problem predstavlja tudi pojavljanje večih stresorjev hkrati, ki imajo lahko sinergističen ali pa antagonističen učinek (8). Kmetijska raba zemlje je pogosto povezana z odstranitvijo obrežne vegetacije in s povečanjem vnosa hranil in finih sedimentov v vodo, medtem ko se urbanizacija kaže v povečanem površinskem odtoku, točkovnih vnosih očiščenih ali delno očiščenih odpadnih ali meteornih voda ter kanaliziranih strugah. Povečana količina hranil lahko poveča respiracijo (intenzivira procese razgradnje), medtem ko povečana vsebnost finih sedimentov procese razgradnje zavira. Kljub tem izzivom so pridobljeni podatki pokazali, da so izbrane tri metrike uporabne za oceno vpliva rabe prostora na procese razgradnje v rečnih sedimentih (Slika 3). Na rečnih odsekih, ki so izpostavljeni kmetijski rabi in urbanizaciji, je aktivnost biofilma, merjena kot aktivnost respiratornega sistema (ETSA), povečana, aktivnosti hidrolitičnih encimov in poraba kisika (respiracija) pa zmanjšana. ETSA meri potencialno aktivnost tako anaerobnih kot aerobnih mikroorganizmov, z metodo FDA merimo aktivnost hidrolitičnih encimov, ki razgrajujejo kompleksne organske spojine v manjše, respiracija (R) pa meri trenutno aktivnost aerobnih mikroorganizmov. Povišane vrednosti ETSA in R torej nakazujejo evtrofikacijo (vnos hranil), nižje FDA vrednosti pa manj kompleksnih organskih spojin kot so npr. huminske kisline. Razvidna je tudi vertikalna stratifikacija procesov, kjer se ETSA in FDA zmanjšata v globljih sedimentih, R pa je povečana. Prvi dve se znižujeta zaradi postopne porabe hranil, ko se voda pretaka skozi medzrnske prostore s površine v podzemlje, slednja pa se povišuje zaradi povečevanje deleža finih sedimentov z globino. Na površini vodni tok namreč fine sedimente konstantno spira, v globjih delih pa se le-ti nalagajo. Seveda v primeru, ko ne prihaja do prekomernih vnosov.

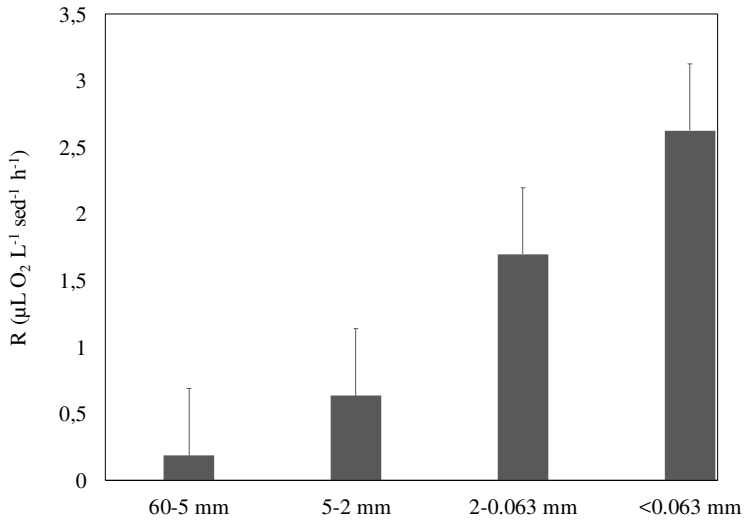


Slika 3 Aktivnost biofilma merjena kot ETSA, FDA in respiracija (R) v sedimentih 5 rek (Kamniška Bistrica, Selška Sora, Tržiška Bistrica, Kokra, Gradaščica na lokacijah z različno rabo prostora (A – prevladujoče kmetijske poršine; U – prevladujoča urbana območja, F – prevladujoče gozdne površine) ter na dveh globinah (bel stolpec: 10 – 20 cm; siv stolpec: 20 – 40 cm).

Kot že omenjeno, povečane količine finih sedimentov (glinenih in peščenih delcev) pomenijo do določene mere povečano aktivnost biofilma in s tem intenzifikacijo procesov razgradnje, saj se povečuje površina za obrast biofilma ter količina dostopnih hranil v medzrnskih prostorčkih. Ko je presežena kritična količina vnešenih finih delcev, pa prihaja do zaviranja

procesov, saj se medzrnski prostori zamašijo in preprečujejo dotok snovi in kisika. Prihaja do anaerobnih procesov in nastajanja toksičnih produktov (npr. vodikov sulfid).

Slika 4 prikazuje, kako se intenziteta respiracije (R) povečuje na sedimentih z manjšo velikostjo zrn. Kontroliran laboratorijski poskus, kjer smo merili respiracijo na sedimentih, ki smo jih prenesli iz struge Kamniške Bistrice ter jih v laboratoriju, s pomočjo presejalnih sit ločili v različne teksturne razrede, je jasno pokazal, da je intenziteta razgradnje, v našem primeru merjena kot intenziteta porabe kisika, v aerobnih okoljih značilno pogojena s teksturo (granulacijo) zrn (5).



Slika 4 Respiracija (R) merjena kot poraba kisika na liter sedimenta v eni uri na sedimentih z različno teksturo (zrnatostjo).

4. Zaključki

Dandanes je večina voda pod vplivom podnebnih sprememb in vplivom rabe prostora v zaledju oziroma vplivnem območju. Te spremembe vključujejo povečevanje kemičnega onesnaževanja in evtrofikacije, hidromorfološke spremembe strug, povečevanje temperature voda ter vnos finih sedimentov. Vsi ti dejavniki vplivajo na procese, ki vodijo v zmanjševanje raznolikosti organizmov in zmanjševanje zmogljivosti rečnih ekosistemov, da si opomore od naravnih in antropogenih motenj. S smotrno načrtovanimi in strokovno utemeljenimi renaturacijami, ki vključujejo lokalne hidrološke in ekološke posebnosti tarčnih ekosistemov, potrebe naravnih združb, ki so se v izbranih okoljih razvile tekom evolucije ter poznavanje njihovih omejujočih dejavnikov, lahko vsaj delno oživimo naravno sposobnost teh sistemov za samovzdrževanje.

5. Viri

[1] CHOPRA, K. R., LEEMANS, R., KUMAR, P., & SIMONS, H. 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Policy Responses. Findings of the Responses Working Group. Millennium Ecosystem Assessment. Washington DC: Island Press.

[2] MEYER, J. L. 1997. Stream Health: Incorporating the Human Dimension to Advance Stream Ecology. Journal of the North American Benthological Society, 16 (2), 439-447.

[3] BATTIN, T. J., BESEMER, K., BENGTSSON, M. M., ROMANI, A. M., & PACKMANN, A. I. 2016. The ecology and biogeochemistry of stream biofilms. Nature Reviews Microbiology, 14 (4), 251-263.

[4] MALARD, F., TOCKNER, K., DOLE-OLIVIER, M.-J., & WARD, J. V. 2002. A landscape perspective of surface-subsurface hydrological exchanges in river corridors. Freshwater Biology, 47(4), 621-640.

[5] MORI, N., DEBELJAK, B., KOCMAN, D., & SIMČIČ, T. 2016. Testing the influence of sediment granulometry on heterotrophic respiration with a new laboratory flow-through system. Journal of Soils and Sediments, First Online, 1-9. doi:10.1007/s11368-016-1613-0.

[6] FEIO, M. J., ALVES, T., BOAVIDA, M., MEDEIROS, A., & GRAÇA, M. A. S. 2010. Functional indicators of stream health: a river-basin approach. Freshwater Biology, 55 (5), 1050-1065.

[7] NOGARO, G., DATRY, T., MERMILLOD-BLONDIN, F., DESCLOUX, S., & MONTUELLE, B. 2010. Influence of streambed sediment clogging on microbial processes in the hyporheic zone. Freshwater Biology, 55 (6), 1288-1302.

[8] YOUNG, S. P., MATTHAEI, C. D., & TOWNSEND, C. R. 2008. Organic matter breakdown and ecosystem metabolism: functional indicators for assessing river ecosystem health. Journal of the North American Benthological Society, 27 (3), 605-625.

PREGLED ODNOSOV PRITISKOV IN STANJA NA EVROPSKIH REKAH S POUDARKOM NA SLOVENIJI

mag. Maja Koprivšek, univ. dipl. inž. vod in kom. inž., Luka Snoj, univ. dipl. geog., dr. Lidija Globevnik, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, Ljubljana

POVZETEK

Evropske reke so podvržene različnim vrstam pritiskov, med katerimi so najpomembnejši: onesnaženje vode z organskimi, anorganskimi in toksičnimi snovmi, degradiranje rečne struge, odvzem vode, reguliranje rečnega toka, pokrovnost tal v ožjem rečnem koridorju in prispevnem območju reke ter klimatske spremembe. Večinoma so reke podvržene več vrstam pritiskov hkrati, njihov učinek pa je lahko aditiven, sinergijski ali antagonistični, zato je pomembno, da analiziramo vpliv vseh prisotnih pritiskov hkrati. S statističnimi analizami smo ugotavljali, kateri pritiski najbolj vplivajo na ekološki status vodnih teles. Vplivi se razlikujejo glede na tipologijo vodnega telesa in geografsko regijo, v kateri se vodno telo nahaja. Slovenija ima glede na Evropo dobro ekološko stanje vodnih teles.

V članku predstavljamo metodologijo analize in rezultate skupnega delovanja več pritiskov na primeru slovenskih rek, ki smo jo izvedli v okviru evropskega raziskovalenga projekta MARS. Identificirali smo najbolj pomembne pritiske, ki se ločijo glede na tip rek. Ti predstavljajo osnovo za določitev primernih ukrepov z največjimi učinki za izboljšanje ekološkega stanja vodnih teles.

Ključne besede:

evropske reke, analiza pritiskov in stanja, ekološko stanje, rečna tipologija.

1. Uvod

Namen raziskave je bil ugotoviti, kateri so pomembni in odločilni dejavniki, ki vplivajo na ekološko stanje evropskih rek. Pri tem smo se osredotočili na antropogene dejavnike, na katere človek lahko vpliva, ter jih obravnavali ločeno od naravnih dejavnikov (geografski položaj, nadmorska višina, velikost zaledja in podobno). Ker lahko isti dejavnik oz. ista vrednost nekega dejavnika drugače vpliva na ekološko stanje v različnih tipih rek, smo analize izvedli po posameznih rečnih tipih in v nekaterih primerih še dodatno po geografskih regijah. Cilj je bil določiti mejne vrednosti posameznih dejavnikov, ki še omogočajo doseganje vsaj dobrega ekološkega statusa, z namenom podpore upravljalcem porečij pri praktičnem izvajanju Okvirne vodne direktive [1]

2. Izhodišča za analizo

2.1 Prostorska baza (MARSgeoDB)

Z namenom ugotavljanja povezav med različnimi pritiski (in njihovimi kombinacijami) in ekološkim stanjem evropskih rek, smo izdelali prostorsko bazo, ki temelji na ECRINS hidrografski prostorski bazi [2]. Osnovni gradnik porečij je osnovno funkcionalno porečje -

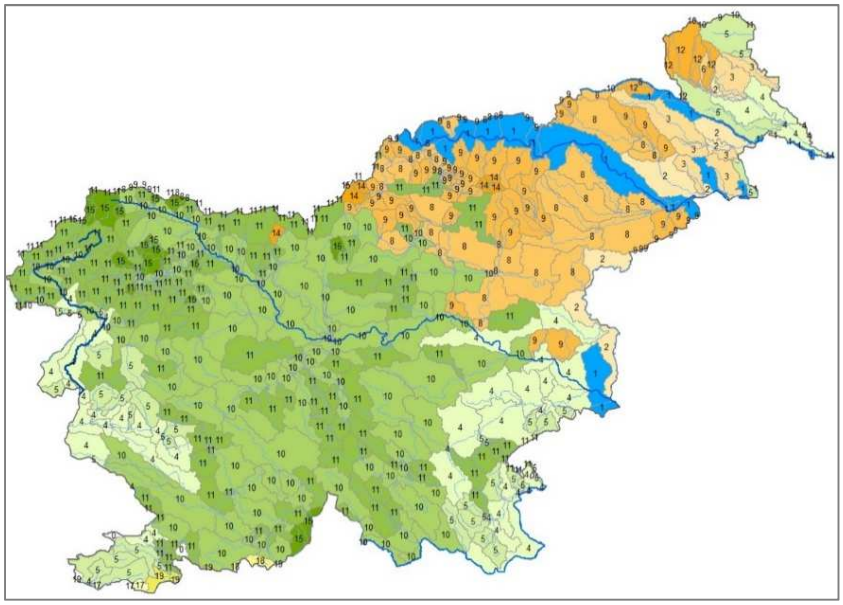
FEC (»Functional Elementary Catchment«), v vsakem od njih pa je več rečnih odsekov. Na Evropski agenciji za okolje so že naredili atributno povezavo med ECRINS rečnimi odseki in identifikatorji rečnih vodnih teles [4] glede na Okvirno vodno direktivo [1]. V sklopu MARS projekta smo FEC-e in rečne segmente prostorsko povezali z različnimi javno dostopnimi viri podatkov o obremenitvah na vode in stanju okolja: izpusti iz čistilnih naprav [5] po Direktivi o čiščenju komunalne odpadne vode [6], izpusti onesnaževal iz Evropskega registra izpustov in prenosov onesnaževal [7], statistični podatki evropskega statističnega urada Eurostat po državah in statističnih regijah [8], pokrovnost in raba tal (CORINE land cover 2006 [9], GlobCORINE2009 [10], Copernicus land cover / land use [11], klimatološki podatki (JRC [11], WorldClim v1.4 [13], kakovost [14] in količina [15] vode na WISE SoE postajah, indeks ribjih združb (EFI+) [16].

Dodatno so bili za potrebe projekta MARS modelirani pretoki večjih rek z modelom PCR-GLOBWB [17], s strani partnerjev iz inštituta Deltares, Nizozemska. Poleg modeliranja sedanjega stanja pretokov so naredili še hipotetični model brez upoštevanja odvzemov vode za človeške potrebe. Partnerji z Nacionalne tehniške univerze iz Aten (NTUA) so te pretoke prostorsko povezali s FEC-i ter s programom IHA [18] izračunali 67 hidroloških parametrov, ki smo jih nato primerjali med obema zagonoma modela. Obremenjenost s hranili je bila poleg podatkov z SoE postaj in EUROSTAT-a tudi modelirana z MONERIS-om (MOdelling Nutrient Emissions in RIver Systems) s strani IGB.

2.2 Evropska rečna tipologija

Evropske reke lahko zaradi lažje primerjave njihovega ekološkega stanja uvrstimo v 20 primerljivih tipov glede na fizično-geografske lastnosti, kot so velikost zaledja, nadmorska višina, geološka podlaga in v primeru Mediterana tudi biogeografska regija [19].

Preglednica 1 prikazuje evropske rečne tipe glede na tehnično poročilo ETC/ICM 2/2015 [20] z dodanima dvema stolpcema, ki prikazujeta zastopanost posameznih rečnih tipov v Sloveniji. Slika 4 prikazuje FEC-e v Sloveniji, pobarvane glede na tip reke na njegovem izlivu.



Slika 4: Osnovna funkcionalna porečja (FEC-i) v Sloveniji, pobarvana glede na rečne tipe (Preglednica 1). V zelenih odtenkih so prikazani rečni tipi na karbonatni geološki podlagi, v oranžnih pa rečni tipi na silikatni geološki podlagi. Z modro barvo so označene velike reke (velikost zaledja je večja od 10.000 m^2).

Po površini v Evropi prevladujejo tipi na silikatni geološki podlagi (3, 9, 14, 2) in majhne mediteranske reke (tip 19), velik delež zastopanosti imata tudi tipa 4 in 5 (karbonatna podlaga, nižinski svet). V Sloveniji močno prevladujeta tipa 10 in 11 (karbonatna podlaga, med 200 m

in 800 m nadmorske višine), sledijo pa tipi 4, 8, 9 in 5 (karbonatna podlaga pod 200 m nadmorske višine in silikatna podlaga med 200 m in 800 m nadmorske višine).

Preglednica 1: Pregled evropskih rečnih tipov in njihov delež v Sloveniji [20].

Koda rečnega tipa	Rečni tip	Nadmorska višina (m)	Površina zaledja (km2)	Geološka podlaga	Površina FEC-ov v Sloveniji [%]
1	Zelo velike reke	-	> 10000	-	4.6
2	Nižinske reke na silikatnih tleh, srednje - velike	≤ 200	100 - 10000	silikatna	2.5
3	Nižinske reke na silikatnih tleh, zelo majhne - majhne	≤ 200	≤ 100	silikatna	2.4
4	Nižinske reke na apnenčastih ali mešanih tleh, srednje – velike	≤ 200	100 - 10000	karbonatna / mešana	12.1
5	Nižinske reke na apnenčastih ali mešanih tleh, zelo majhne - majhne	≤ 200	≤ 100	karbonatna / mešana	6.3
6	Nižinske reke na organskih in silikatnih tleh	≤ 200	< 10000	organska in silikatna	0.1
7	Nižinske reke na organskih ali apnenčastih / mešanih tleh	≤ 200	< 10000	organska in silikatna / mešana	0.0
8	Reke srednjih nadmorskih višin na silikatnih tleh, srednje - velike	200 - 800	100 - 10000	silikatna	10.0
9	Reke srednjih nadmorskih višin na silikatnih tleh, zelo majhne - majhne	200 - 800	≤ 100	silikatna	6.5
10	Reke srednjih nadmorskih višin na apnenčastih ali mešanih tleh, srednje - velike	200 - 800	100 - 10000	karbonatna / mešana	31.9
11	Reke srednjih nadmorskih višin na apnenčastih ali mešanih tleh, zelo majhne - majhne	200 - 800	≤ 100	karbonatna / mešana	19.8
12	Reke srednjih nadmorskih višin na organskih in silikatnih tleh	200 - 800	< 10000	organska in silikatna	1.2
13	Reke srednjih nadmorskih višin na organskih in apnenčastih / mešanih tleh	200 - 800	< 10000	organska in karbonatna / mešana	0.0
14	Reke visokih nadmorskih višin na silikatnih tleh, vključno z organskimi (huminskimi)	> 800	< 10000	silikatna	0.5
15	Reke visokih nadmorskih višin na apnenčastih in mešanih tleh	> 800	< 10000	karbonatna / mešana	1.7
16	Ledeniške reke	> 200	< 10000	-	0.0
17	Sredozemske, nižinske, srednje - velike reke	≤ 200	100 - 10000	-	0.1
18	Sredozemske reke srednjih nadmorskih višin, srednje - velike	200 - 800	100 - 10000	-	0.1
19	Sredozemske zelo majhne – majhne reke	< 800	≤ 100	-	0.2
20	Sredozemske presihajoče reke	-	< 1000	-	0.0

3. Metode

Izbrane pritiske na rekah smo razdelili v tri večje skupine: hidrološke spremembe, pokazatelji morfoloških sprememb in obremenjenost s hranili. Hidrološke spremembe smo ocenili z razmerjem med vrednostmi različnih hidroloških parametrov (povprečni letni pretok, trajanje ekstremno nizkih pretokov, število visokovodnih konic iz modeliranih pretokov,…) izračunanih iz modela, ki posnema današnje stanje z odvzemi vode, v primerjavi s hipotetičnim modelom brez odvzemov vode. Kot pokazatelj morfoloških sprememb je bila upoštevana raba/pokrovnost tal v obrežnem pasu. Podatke o obremenjenosti voda s hranili smo dobili iz kemijskih parametrov na SoE postajah in iz izračunanega vnosa fosforja in dušika iz EUROSTAT-a in MONERIS-a. Vsi izbrani podatki so bili agregirani na osnovna funkcionalna porečja (FEC-e).

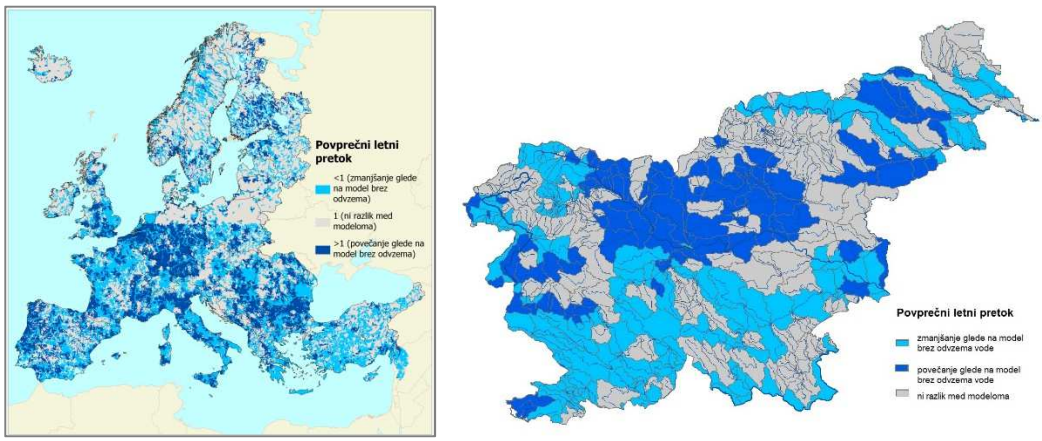
S metodo slučajno izbrane množice odločitvenih dreves iz področja strojnega učenja (random forest) smo na evropski ravni za vsak rečni tip določili najpomembnejše pritiske in njihovo mejno vrednost za doseganje dobrega ekološkega statusa. Vrednosti posameznih dejavnikov

in število pritiskov, ki presegajo mejne vrednosti, smo izrisali na karte pritiskov po FEC-ih za Evropo.

4. Rezultati

4.1 Hidrološke spremembe

Modelirane spremembe v povprečnem letnem pretoku za obdobje 2001-2010 so za Slovenijo zelo podobne tistim na evropski ravni. Na 40 % površine FEC-ov ni sprememb med modeloma z odvzemom vode in brez odvzema, na 34 % se pretok pri modelu z odvzemom zmanjša, na 26 % pa se pretok poveča (slika 5). Enako razmerje je značilno tudi za Evropo. Razlika je v tem, da v Sloveniji ni sprememb, večjih od 50 % navzgor ali navzdol, medtem ko je v Evropi 3,5 % FEC-ov s povečanjem za več kot 50 % pretoka in 1,2 % FEC-a z zmanjšanjem za več kot 50 % pretoka.



Slika 5 Razmerje med povprečnim letnim pretokom z odvzemom vode in brez odvzemov vode za Evropo (levo) in Slovenijo (desno).

V Sloveniji je manjši delež FEC-ov (20 %) s povečanim trajanjem ekstremno nizkih pretokov (manjših od 5. percentila) kot v Evropi (27 %). Nekoliko večji je delež FEC-ov brez sprememb (54 %, Evropa 49 %). Delež FEC-ov s krajšim trajanjem ekstremno nizkih pretokov pa je podoben kot v Evropi (26 %). Povečanje trajanja ekstremno nizkih pretokov za več kot 50 % je v Sloveniji le na 2 % FEC-ov, medtem ko v Evropi na skoraj 6 %.

Med vsemi obravnavanimi hidrološkimi parametri je bilo največ razlik med modeloma brez odvzema in z odvzemom vode v številu visokovodnih konic (nad 75. percentilom). Na evropski ravni v 19 % ni bilo spremembe med obema modeloma, za območje Slovenije pa le na 12 %. V Sloveniji je bil večji delež povečanja števila visokovodnih konic (48 % v primerjavi z Evropo 42 %).

4.2 Kombinacije pritiskov na evropske in slovenske reke

V evropskem prostoru 42 % FEC-ov ne presega mejnih vrednosti za noben dejavnik, medtem ko je v Sloveniji takih FEC-ov kar 60 %. Poleg tega le na 9 % FEC-ov v Sloveniji delujeta več kot dva pomembna pritiska hkrati, medtem ko je v Evropi takšnih FEC-ov 18 %.

V Sloveniji je največkrat (v 19 % FEC-ov) presežena mejna vrednost za doseganje dobrega ekološkega statusa zaradi sprememb v morfologiji, sledijo pritiski zaradi sprememb v hidrologiji (16 %), v najmanj primerih pa dobro ekološko stanje ni doseženo zaradi onesnaženja s hranili. Za primerjavo je v Evropi največ nedoseganj dobrega ekološkega statusa posledica onesnaženja s hranili (kar 33 % FEC-ov), sledijo morfološke spremembe (31 %), najmanj pa je nedoseganja dobrega stanja zaradi sprememb v hidrologiji (11 %). Kot

kombinacija dveh različnih sklopov pritiskov v Sloveniji največkrat pomembno delujeta morfologija in onesnaženost s hranili (5 % FEC-ov), morfologija in hidrologija v 3 %, najmanjkrat pa se pojavi kombinacija hidrologije in hranil (1 % FEC-ov). Tudi v Evropi je na prvem mestu kombinacija sprememb morfologije in hranil (10 % FEC-ov), na drugem mestu pa je kombinacija hidroloških sprememb in onesnaženja s hranili (5 %), medtem ko je najmanjši delež FEC-ov s kombinacijo sprememb morfologije in hidrologije (3 %).

5. Zaključki

Iz rezultatov analize na evropski ravni je razvidno, da ima Slovenija v primerjavi z Evropo na večjem deležu FEC-ov dosežen vsaj dober ekološki status. V manjšem številu FEC-ov dober ekološki status ni dosežen zaradi preseganja mejnih vrednosti več kot ene skupine pritiskov (9 %), medtem ko je v Evropi to značilno za 18 % FEC-ov. Kot pomembna skupina pritiskov, ki vpliva na nedoseganje dobrega ekološkega statusa, se v Sloveniji največkrat pojavijo morfološke spremembe, najmanjkrat pa onesnaženost s hranili, medtem ko je v Evropi onesnaženost s shranili najpomembnejši razlog za nedoseganje dobrega ekološkega stanja, tesno pa mu sledijo morfološke spremembe. Hidrološke spremembe so v Sloveniji bolj pomembne kot v Evropi in presegajo mejno vrednost na 16 % FEC-ov, medtem ko v Evropi le na 11 %.

Analiza je bila opravljena na evropski ravni, zato se zavedamo, da ugotovitve analiz niso nujno odraz ekoloških procesov, temveč tudi omejene tako razpoložljivosti kot zanesljivosti podatkov ter metod določanja ekološkega stanja. Zanesljivost rezultatov bi lahko izboljšali, če bi bila na razpolago večja pokritost predvsem s fizikalno-kemijskimi podatki (suspendirane snovi, temperatura, pH, …) in z uporabo ocene ekološkega stanja iz drugega poročanja po Okvirni vodni direktivi [1], ki vključuje bolj sistematičen pristop, celovitejšo metodo presoje in natančnejše metode interkalibracije pri oceni ekološkega stanja vodnih teles.

6. Zahvala

Analiza je bila opravljena v okviru projekta MARS (»Managing Aquatic ecosystems and water Resources under multiple Stress«, 2014 - 2018), ki ga financira Evropska unija v okviru 7. okvirnega programa po pogodbi št. 603378.

7. Viri

[1] Direktiva evropskega parlamenta in sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (2000). Uradni list evropskih skupnosti, L 327/1. [online]. Available from: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=SL

[2] Evropska agencija za okolje (2016). Biogeographical regions [online]. Available from: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/biogeographical-regions-europe-3

[3] Evropska agencija za okolje (2012). European catchments and Rivers network system (Ecrins). Version 1, Jun. 2012 [online]. Available from: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-catchments-and-rivers-network#tab-metadata

[4] Evropska agencija za okolje (2012). WISE WFD database [online]. Available from: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/wise_wfd

[5] Evropska agencija za okolje (2012). Waterbase – UWWTD: Urban Waste Water Treatment Directive [online]. Available from: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-uwwtd-urban-waste-water-treatment-directive-3

[6] Direktiva sveta z dne 21. maja 1991 o čiščenju komunalne odpadne vode (91/271/EGS) (1991). Uradni list evropskih skupnosti, L 135/40. [online]. Available from: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=SL

[7] European Pollutant Release and Transfer Register [online]. Available from: http://prtr.ec.europa.eu/#/home

[8] European Commission. Eurostat NUTS - Nomenclature of territorial units for statistic [online]. Available from: http://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts

[9] Evropska agencija za okolje (2016). Corine Land Cover (CLC) 2006, Version 18.5.1 [online]. Available from: http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2006/view

[10] ESA 2010 and UCLouvain. GlobCorine2009 [online]. Available from: http://dup.esrin.esa.int/page_project114.php

[11] Evropska agencija za okolje. 2015. Copernicus Initial Operations 2011-2013 - Land Monitoring Service Local Component: Specific Contract No. 3436/B2015/R0-GIO/EEA.56131. Implementing Framework Service Contract No. EEA/MDI/14/001. September 2015. [online]. Available from: http://land.copernicus.eu/local/riparian-zones/land-cover-land-use-lclu-image

[12] JRC (2015). Agri4Cast Data. NetCDF Lat-Lon regular grid Meteorological data in Europe [online]. Available from: http://agri4cast.jrc.ec.europa.eu/DataPortal/Index.aspx?o=

[13] WorldClim, v1.4 [online]. Available from: http://www.worldclim.org/

[14] Evropska agencija za okolje (2010). WISE SoE river quaity [online]. Available from: http://dd.eionet.europa.eu/datasets/2864

[15] Evropska agencija za okolje (2016). Waterbase - Water Quantity [online]. Available from: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-water-quantity-9

[16] Improvement and Spatial extension of the European Fish Index (EFI+) [online]. Available from: http://efi-plus.boku.ac.at/

[17] PCR-GLOBWB [online]. Available from: http://www.globalhydrology.nl/

[18] The Nature Conservancy (2009). Indicators of Hydrologic Alteration, Version 7.1. User's Manual. [online]. Available from: https://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/IndicatorsofHydrologicAlteration/Pages/IHA-Software-Download.aspx

[19] Evropska agencija za okolje (2016). Biogeographical regions [online]. Available from: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/biogeographical-regions-europe-3

[20] ETC/ICM, 2015. European Freshwater Ecosystem Assessment: Cross-walk between the Water Framework Directive and Habitats Directive types, status and pressures. ETC/ICM Technical Report 2/2015. Magdeburg: European Topic Centre on inland, coastal and marine waters, 95 pp. plus Annexes.

DOBRO EKOLOŠKO STANJE LAHKO ZAGOTOVIMO KLJUB ODVZEMU VODE - PRIMER ALPSKIH VODOTOKOV

izr. prof. dr. Gorazd Urbanič[1], doc. dr. Nataša Smolar-Žvanut[1]*, dr. Maja Pavlin Urbanič[2], dr. Gorazd Kosi[3], dr. Samo Podgornik[4], dr. Vesna Petkovska[1], Darko Anzeljc[1]*, Sabina Blumauer[1], mag. Maša Čarf[4], Blažo Djurović[1]*, doc. dr. Tina Eleršek3, dr. Mojca Hrovat[2], Aljaž Jenič[4], Miha Knehtl[1], mag. Gregor Kolman[1]*, doc. dr. Aleksandra Krivograd Klemenčič[2]**, dr. Tanja Mohorko[1]*, Dušan Rebolj[1]*, dr. Rebeka Šiling[1], Janko Zakrajšek[1]*, doc. dr. Igor Zelnik[2]

[1]Inštitut za vode Republike Slovenije, Dunajska 156, 1000 Ljubljana, [2]Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Lubljana, [3]Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, [4]Zavod za ribištvo Slovenije, Spodnje Gameljne 61a, 1211 Ljubljana – Šmartno

Op.: danes *Direkcija Republike Slovenije za vode, Hajdrihova 28c, 1000 Ljubljana; **Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Doseganje dobrega ekološkega stanja in rabo voda pogosto razumemo kot aktivnosti z nasprotujočimi si cilji. Namen raziskave je bil ugotoviti, ali lahko kljub odvzemanju vode v alpskih vodotokih dosežemo dobro ekološko stanje in katere dejavnike obremenitve moramo upoštevati. Indekse ekološkega stanja smo izračunali na podlagi združb rib, bentoških nevretenčarjev in fitobentosa iz obravnavanih malih vodotokov (s prispevno površino med 10 in 100 km2) v hidroekoregiji Alpe. Kot podatke o obremenitvah smo uporabili hidrološke parametre, indekse hidromorfoloških obremenitev (indeksi metode SIHM), parametre pokrovnosti tal (Corine Land Cover), oddaljenost od dolvodne pregrade ter na mestih z evidentiranim odvzemom vode tudi vrednosti povprečnega in maksimalnega trenutnega odvzema. Preverjali smo povezanost združb organizmov in metod vrednotenja ekološkega stanja z obremenitvami ter ugotovili, da se na odvzeme vode najbolje in podobno odzovejo metode vrednotenja ekološkega stanja na podlagi bentoških nevretenčarjev (indeks SMEIH) in rib (indeks SIFAIR). Na podlagi ugotovljenih povezav med indeksi ekološkega stanja in parametri obremenitev smo razvili model, s pomočjo katerega lahko določimo količino vode, ki omogoča doseganje dobrega ekološkega stanja. Iz modela je tudi razvidno, da je ob določitvi količine vode, ki bo zadostila ciljem doseganja dobrega ekološkega stanja, treba upoštevati tudi rabo zemljišč in hidromorfološko stanje vodotoka ter zagotoviti prehodnost pregrad za vodne organizme.

Ključne besede:
Vodna direktiva, ekološko sprejemljiv pretok, ekološko stanje, raba voda

1. Uvod

Odvzemanje vode iz vodotokov vpliva na združbe vodnih organizmov in ekološko stanje vodotokov (Bunn in Arthington 2002, Urbanič in sod. 2016). Na podlagi združb organizmov oziroma bioloških elementov kakovosti vrednotimo vplive obremenitev. Nekatere že obstoječe metode vrednotenja v Sloveniji omogočajo ugotavljanje vplivov več obremenitev

(npr. indeks SIFAIR na podlagi rib), medtem ko druge vrednotenje vplivov posameznih obremenitev - npr. vplivov trofičnosti (Trofični indeks), obremenitve z organskimi snovmi (Saprobni indeks) ali hidromorfološke spremenjenosti (indeks SMEIH) (Urbanič in sod. 2013, 2015). Metode vrednotenja na podlagi različnih bioloških elementov so različno občutljive na odvzemanje vode (Urbanič in sod. 2016). Večina metodologij za določanje ekološko sprejemljivega pretoka (Qes) v posameznih državah EU ni v direktni povezavi s cilji vodne direktive in le nekaj metodologij upošteva hidrološke, morfološke in biološke značilnosti vodotokov (CIS Gudiance document No. 31, 2015). V Sloveniji Zakon o vodah (2002) v 71. členu določa, da mora biti pri rabi površinskih voda, zaradi katere bi se lahko v površinskih vodah zmanjšal pretok ali znižala gladina ali poslabšalo stanje voda, ali emisiji snovi in toplote v površinske vode, v vseh letnih obdobjih zagotovljen ekološko sprejemljivi pretok ali gladina površinske vode. V Uredbi o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (Ur. l. RS, št. 97/09) je predpisano, da se Qes določi na podlagi hidroloških izhodišč: vrednosti srednjega malega (sQnp) in srednjega (sQs) pretoka na mestu odvzema. Poleg določitve na podlagi hidroloških izhodišč je po Uredbi o Qes možen tudi celovit pristop k določanju Qes. Ključna težava uporabe celovitega pristopa določanja Qes z upoštevanjem ekoloških načel je pomanjkanje poznavanja povezav med rabo vode in vodnimi ekosistemi.

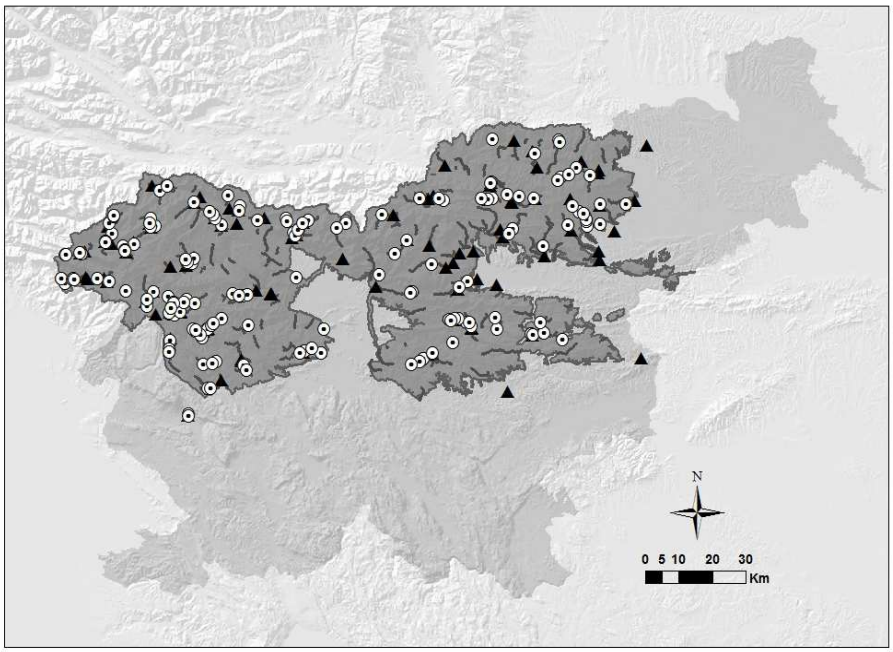
Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv odvzemanja vode na ekološko stanje v povezavi s prisotnostjo drugih obremenitev (morfološke spremembe, onesnaženje) in pripraviti predlog dopolnitev metodologije za določanje ekološko sprejemljivega pretoka v Sloveniji, da bo zagotovljeno doseganje ciljev vodne direktive in načrtov upravljanja voda npr. dobro ekološko stanje.

2. Materiali in metode

2.1 Območje raziskave in podatki

Raziskavo smo izvedli na majhnih vodotokih s prispevno površino 10–100 km² hidroekoregije Alpe (Urbanič, 2008). V nadaljevanju podajamo povzetek opisa metodologije iz Urbanič in sod. (2016). Uporabili smo podatke o vzorcih fitobentosa, bentoških nevretenčarjev in rib, pridobljenih v okviru državnega monitoringa ter predvsem za potrebe razvoja metodologij vrednotenja ekološkega stanja za posamezne biološke elemente kakovosti (Urbanič in sod. 2013, 2015). Dodatno smo na vodotokih izbrali vzorčna mesta glede na zajem in izpust vode: pred zajemom, pod zajemom, pred izpustom in pod izpustom. Obravnavali smo 285 bioloških vzorcev (slika 1), od tega 82 vzorcev bentoških nevretenčarjev, 45 vzorcev fitobentosa in 158 vzorcev rib. Za posamezne vzorce smo ovrednotili ekološko stanje na podlagi rib, bentoških nevretenčarjev in fitobentosa (Urbanič in sod. 2013, 2015). Izračunali smo slovensko verzijo Saprobnega indeksa (SIG3) in indeksa SMEIH na podlagi bentoških nevretenčarjev, Trofični indeks (TI) in Saprobni indeks (SI) na podlagi fitobentosa ter indeks SIFAIR na podlagi rib. Za vzorce smo določili vrednosti hidroloških parametrov na podlagi hidrometričnih meritev in/ali hidroloških podatkov z vodomernih postaj (v.p.) za obdobje 1983-2012. Na vodotokih, kjer smo izvedli simultane hidrološke meritve (SHM), smo uporabili tudi podatke razmerja specifičnih odtokov SHM med vodomernim mestom (VM) in v.p. Za vsako VM pod vplivom odvzema vode smo uporabili podatke za koncesije in podatke o vodnih dovoljenjih iz geoportala ARSO [13]in izračunali oziroma uporabili podatek o maksimalnem trenutnem odvzemu (TOD) in povprečnem trenutnem odvzemu (LOD), izračunanem iz potencialnega letnega odvzema. Za preveritev vpliva odvzemov vode na ekološko stanje smo izračunali še relativne vrednosti odvzemov glede na izbrane hidrološke parametre. Poleg hidroloških parametrov smo za vsak biološki vzorec oziroma VM določili še devet spremenljivk rabe tal iz podatkovnega sloja Corine Land Cover; po štiri spremenljivke rabe tal v neposredni (NPP) in v skupni prispevni površini (SPP) ter indeks LUAL, razvit iz spremenljivk rabe tal,

hidromorfološke razmere; pet indeksov sistema SIHM (Tavzes in Urbanič 2009, Urbanič 2014, Petkovska in sod. 2015) in za vpliv vzdolžne povezanosti parameter oddaljenost od spodnje pregrade.



Slika 6 Vzorčna mesta (krogci s piko) s podatki bioloških elementov kakovosti in uporabljene vodomerne postaje (črni trikotniki). Označena je hidroekoregija Alpe ter vodotoki s prispevno površino 10–100 km².

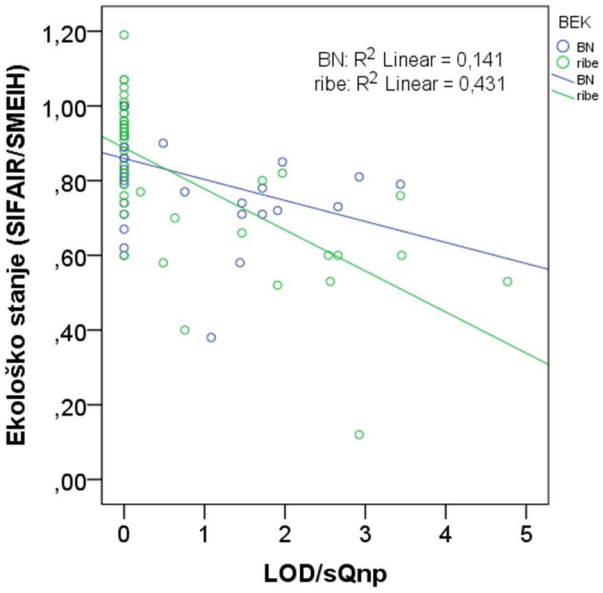
2.2 Statistične analize

Na podlagi korelacij med okoljskimi parametri in indeksi ekološkega stanja smo ugotovili, da spremembe hidromorfoloških značilnosti vplivajo predvsem na bentoške nevretenčarje in ribe ter da je ekološko stanje na podlagi teh dveh združb organizmov (izraženo z REK-HM) posledica več dejavnikov obremenitev (Urbanič in sod. 2016). Za ugotavljanje vpliva odvzemov vode na ekološko stanje smo preverili povezavo med indeksom povprečnega trenutnega odvzema glede na srednji mali pretok (LOD/sQnp) in indeksom SIFAIR na podlagi rib ali indeksom SMEIH na podlagi bentoških nevretenčarjev. Najprej smo z enosmerno analizo kovariance (ANCOVA) preverili, ali se odziva indeksov razlikujeta vzdolž gradienta obremenitve (naklon krivulje) in ali se razlikujejo vrednosti indeksov pri istih vrednostih obremenitve. Analizo smo izvedli s programom PAST 2.08 (Hammer in sod. 2001). V nadaljevanju smo z linearnim regresijskim modelom ugotavljali, kateri dejavniki obremenitve v kombinaciji z drugimi statistično značilno prispevajo k pojasnjevanju variabilnosti vrednosti REK-HM. Set podatkov smo pred izvedbo analiz razdelili na kalibracijski set (140 vzorcev) za razvoj modela ter validacijski set (100 vzorcev) za preveritev ustreznosti oziroma validacijo modela. Statistične analize korelacije in regresije smo izvedli s programom SPSS Statistics 21.0, multiplo linearno regresijo pa s programom PAST 2.08 (Hammer in sod.. 2001).

3. Rezultati in razprava

Ugotovili smo, da ne obstajajo statistično značilne razlike v odzivu indeksov SIFAIR in SMEIH na odvzem vode. Razlik nismo opazili niti v povprečnih vrednostih indeksov SIFAIR in SMEIH (enosmerna ANCOVA, $F = 0{,}0233$, $p > 0{,}05$), niti v naklonu krivulj, s katerimi opišemo odziv teh indeksov na odvzem vode (enosmerna ANCOVA, $F = 3{,}083$, $p > 0{,}05$)

(slika 2). Ker nismo ugotovili statistično značilnih razlik v odzivih, smo v nadaljnjih analizah pri ugotavljanju vpliva odvzemov vode na ekološko stanje seta podatkov za bentoške nevretenčarje in ribe združili, vrednosti indeksov za vrednotenje ekološkega stanja (SMEIH in SIFAIR) pa uporabili skupaj kot REK-HM. Ugotovili smo, da se s povečevanjem relativnega odvzema vode statistično značilno ($p < 0,01$) poslabšuje ekološko stanje vodotoka (slika 2). Ob upoštevanju vrednosti REK-HM = 0,6 je glede na ugotovljene povezave in interval zaupanja regresijske krivulje lahko dobro stanje doseženo pri vrednostih relativnega odvzema, ki niso večje kot 2,5–4,5 sQnp. Z regresijsko krivuljo smo pojasnili < 50 % variabilnosti podatkov, kar nakazuje, da ekološko stanje, izraženo z REK-HM, ni odvisno le od relativnega odvzema vode ampak tudi od drugih okoljskih dejavnikov.



SLIKA 7. Povezava med relativnim povprečnim trenutnim odvzemom (LOD/sQnp) in ekološkim stanjem oziroma vrednostmi REK na podlagi indeksa SIFAIR (ribe) in indeksa SMEIH (bentoški nevretenčarji - BN).

Na podlagi mutliple regresije smo ugotovili, da REK-HM vrednosti dobro opišemo z modelom (ANOVA, $F = 74,442$, prilagojen $R^2 = 0,62$, $p < 0,0001$), ki zajema relativni maksimalni trenutni odvzem (TOD/sQnp), hidromorfološke značilnosti (indeks HQM), rabo tal v prispevnem območju (indeks LUAL) ter tudi konstanto. Za vse člene enačbe smo ugotovili, da statistično značilno ($p < 0,05$) prispevajo k pojasnjeni variabilnosti REK-HM, pri čemer smo najvišje standardizirane vrednosti ugotovili za indeks HQM, s katerim najbolj celostno opišemo hidromorfološke razmere izbranega odseka vodotoka. Dobro napovedljivost vrednosti REK-HM z razvitim modelom smo potrdili tudi s preveritvijo modela na validacijskem setu podatkov ($R^2 = 0,58$). Podobno smo ugotovili, kadar smo v modelu uporabili namesto TOD/sQnp spremenljivko povprečni trenutni odvzem (LOD/sQnp).

Na podlagi simuliranih vrednosti indeksov HQM in LUAL smo določili teoretične vrednosti relativnega maksimalnega trenutnega odvzema (TOD/sQnp) pri vrednostih REK-HM = 0,6 (preglednica 1). Na podlagi razvitega modela smo podali pričakovanja, pri katerih vrednostih indeksov obremenitve bi bili možni odvzemi vode, v primeru izbrane ciljne vrednosti REK-HM = 0,6 (spodnja meja dobrega ekološkega stanja). Glede na izračunane vrednosti ugotavljamo, da s ciljem ne poslabševanja ekološkega stanja maksimalni trenutni odvzemi ne smejo biti višji kot 11-kratnik srednjega malega pretoka (sQnp).

Preglednica 2. Teoretične vrednosti relativnega maksimalnega trenutnega odvzema (TOD/sQnp) pri izbranih vrednostih indeksov hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti (HQM) in rabe tal v Alpah (LUAL) pri vrednosti ekološkega stanja – REK-HM = 0,6. S svetlo sivo barvo so označena polja, kjer je pričakovano zelo dobro ekološko stanje, s temno sivo barvo so označena polja, kjer dobro ekološko stanje ni pričakovano.

HQM/LUAL	**100**	**80**	**60**	**40**	**20**	**0**
1	22,6	20,5	18,3	16,1	14,0	11,8
0,8	14,7	12,6	10,4	8,2	6,1	3,9
0,6	6,8	4,7	2,5	0,3	-1,8	-4,0
0,4	-1,1	-3,2	-5,4	-7,6	-9,7	-11,9
0,2	-9,0	-11,1	-13,3	-15,5	-17,6	-19,8
0	-16,9	-19,0	-21,2	-23,4	-25,5	-27,7

4. Zaključki

1) Na ekološko stanje malih alpskih vodotokov poleg odvzete količine vode pomembno vplivajo tudi raba zemljišč v prispevnem območju (onesnaževanje in hidrološke spremembe), hidromorfološke razmere v vodotoku in dolvodna povezanost oziroma prisotnost pregrad.
2) Poleg minimalnega pretoka bi za določitev ekološko sprejemljivega pretoka, ki bi zagotavljal doseganje ciljev vodne direktive in načrtov upravljanja voda, morali določiti tudi povprečni trenutni odvzem in maksimalni trenutni odvzem. S tem bi zagotovili dinamičnost pretokov, ki kljub odvzemom vode, omogočajo ohranjanje značilnosti hidrološkega režima, podobnih naravnim.
3) Pri uporabi celovitega pristopa pri določitvi ekološko sprejemljivega pretoka je treba upoštevati obstoječe na evropski ravni usklajene (interkalibrirane) biološke metode vrednotenja ekološkega stanja.

5. Zahvala

Izvedba projekta je bila financirana s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije in Ministrstva za okolje in prostor Republike Slovenije.

6. Viri

[1] BUNN, S.E., ARTHINGTON, A.H., 2002. Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity. Environmental Management 30: 492–507

[2] CIS Gudiance document No. 31, 2015. Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. European Union, 106 str.

[3] HAMMER, O., HARPER, D. A. T., RYAN, P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1): 1-9.

[4] TAVZES, B., URBANIČ, G., 2009. New indices for assessment of hydromorphological alteration of rivers and their evaluation with benthic invertebrate communities; Alpine case study. Review of Hydrobiology, 2: 133–161

[5] URBANIČ, G., 2008. Redelineation of European inland water ecoregions in Slovenia. Review of Hydrobiology 1: 17-25.

[6] URBANIČ, G., 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. Hydrobiologia, 729(1): 191-207.

[7] URBANIČ, G., MOHORKO, T., PETERLIN, M., PETKOVSKA, V., ŠTUPNIKAR, N., REMEC-REKAR, Š., FRANCÉ, J., ELERŠEK, T., KOSI, G., MAVRIČ, B., ORLANDO-BONACA, M., BAJT, O., MOZETIČ, P., GERM, M., PAVLIN URBANIČ, M., PODGORNIK, S., 2013. Uredba o stanju površinskih voda: priprava strokovnih podlag. Poročilo o delu za leto 2013. Ljubljana, 63 str. in priloge.

[8] URBANIČ, G., PETKOVSKA, V., DOLINAR, N., KUHAR, U., REMEC-REKAR, Š.,ROTAR, B., SEVER, M., ELERŠEK, T., FRANCÉ, J., KOSI, G., MAVRIČ, B., ORLANDO-BONACA, M., GERM, M., GABERŠČIK, A., PODGORNIK, S., 2015. Dopolnitev metodologij vrednotenja ekološkega stanja in razvrščanja vodnih teles površinskih voda na podlagi bioloških elementov kakovosti pripravljenih v letu 2013. Poročilo o delu IzVRS za leto 2015. Ljubljana, 21 str. in priloge.

[9] URBANIČ, G., SMOLAR-ŽVANUT N., PAVLIN URBANIČ M., KOSI G., PODGORNIK S., PETKOVSKA V., ANZELJC D., BLUMAUER S., ČARF M., DJUROVIĆ B., ELERŠEK T., HROVAT M., JENIČ A., KNEHTL M., KOLMAN G., KRIVOGRAD KLEMENČIČ A., MOHORKO T., REBOLJ D., ŠILING R., ZAKRAJŠEK J., ZELNIK I., 2016. Določitev ekološko sprejemljivega pretoka z upoštevanjem ciljev Vodne direktive: katere dejavnike obremenitev moramo upoštevati? Mišičev vodarski dan 2016. Maribor, 8 str.

[10] URADNI LIST RS, št. 14/2009. Uredba o stanju površinskih voda, str. 1757.

[11] URADNI LIST RS, št. 97/2009. Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka, str. 12919.

[12] URADNI LIST RS, št. 67/2002. Zakon o vodah.

[13] http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso

BISTVO, OČEM NEVIDNO – PRIKRITI PRITISK NA KRAŠKE PODZEMNE VODE

dr. Mitja Prelovšek[1], mag. Mojca Zega[2]

[1]Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, [2]Zavod RS za varstvo narave, OE Nova Gorica, Delpinova 16, 5000 Nova Gorica

POVZETEK

Kras je naravni pojav z značilnimi površinskimi in podzemeljskimi oblikami nastalimi zaradi raztapljanja kamnine (apnencev in dolomitov). Infiltrirana voda ustvarja v podzemlju kompleksen sistem razširjenih razpok in vodnih kanalov, ki tvorijo kraški vodonosnik – vir za oskrbo polovice slovenskega prebivalstva. Vodonosnik sestavlja zgornja nenasičena (vadozna) cona s pretežno vertikalnim pronicanjem vode in spodnja z vodo nasičena (freatična) cona, kjer se voda premika pod tlakom. Smeri toka generalno opredeljuje hidravlični gradient, v specifičnem pa so precej nepredvidljive in mnogotere, kar pomeni, da voda pod različnimi pogoji običajno teče v več okoliških izvirov – tudi več deset kilometrov daleč.

Nekatere poglavitne ekološke značilnosti kraškega podzemlja, kot so (i) kombinirana poroznost, (ii) izjemno slaba vezava hranil (odsotnost fotosinteze), (iii) slabo prezračevanje vode (problem kisika) in (iv) relativno velika biološka pestrost, prisotnost endemitov ter občutljivost vrst na onesnaževala, kažejo na veliko specifiko in ranljivost kraških vodonosnikov. Pretekle in obstoječe posledice neustreznega odlaganja odpadkov, neustreznega gnojenja ter odvajanja slabo očiščene, onesnažene vode se v grobem kažejo v slabi kvaliteti pitne vode na izvirih, občasnih poginih rib in celo v lokalnih izginotjih proteusa, kljub relativno redki poseljenosti in visoki količini padavin. Zaradi slabe samočistilne sposobnosti in mestoma počasnega sproščanja onesnaževanja traja regeneracija praviloma več desetletij. Ugotavljamo, da ranljivost, kot tudi obstoječe obremenjevanje kraških vodonosnikov, zahteva boljše definirana merila, prilagojene zakonske podlage in strožji nadzor pri izvajanju predpisov, da bi dosegli strokovno in učinkovito varstvo izjemnega potenciala podzemne vode na krasu. Brez ustreznejšega in bolj učinkovitega pristopa se bo ekološko stanje kraške podzemne vode v prihodnosti še slabšalo.

Ključne besede:

Kras, podzemna voda, kraški vodonosnik, ranljivost, onesnaževanje

1. Kras in kraška podzemna voda

Slaba polovica slovenskega ozemlja je kraška. Termin 'kras' posplošeno pomeni kamnito ozemlje z značilnimi površinskimi in podzemeljskimi oblikami, nastalimi zaradi raztapljanja, deloma pa tudi mehanskega delovanja vode v karbonatnih kamninah, večinoma apnencu in dolomitu (Gams, 2004; Pleničar, et al., 2006). Površinski in podzemni kras se razvije takrat, ko 'kisla' voda skozi razpoke ali lezike (presledek v kamnini, ki ločuje dve plasti) prične raztapljati karbonatne kamnine. Skozi pretrto in razpokano kamnino deževnica, preko skromnega prstenega pokrova, pronica v podzemlje, kjer se, večinoma v navpični smeri, pretaka proti gladini podzemne vode. Voda z raztapljanjem širi razpoke v kamnini. Sčasoma postanejo ti prehodi širši in ustvari se sistem različno velikih in med seboj povezanih podzemnih drenažnih

poti, ki lahko do določene mere zadrži del vode in tvori kraški vodonosnik (Ravbar, 2007). Vodonosnik sestavlja zgornja nenasičena (vadozna) cona s pretežno vertikalnim pronicanjem vode in spodnja z vodo nasičena (freatična) cona, kjer se voda premika pod tlakom. Vodotopnost in razpokanost karbonatnih kamnin, relativno enakomerno razporejene padavine in zadovoljiv višinski gradient so osnovni pogoji, ki ustvarjajo na površju značilno suh, v podzemlju pa prevotljen, zapleten in z vodo bogat kraški svet. Kraški vodonosniki imajo z medzrnskimi sicer mnoge skupne značilnosti, a tudi mnogo razlik - kraški so bolj heterogeni, anizotropni, živalsko bolj kompleksni, zlasti nižinski tudi bolj izolirani od okolice.

1.1 Izjemnost, ogroženost in ranljivost kraškega podzemlja

Izjemnost ter hkrati ogroženost in potreba po načelnem varovanju slovenskega krasa in kraških naravnih pojavov se odražajo v obliki številnih nacionalnih in mednarodnih sistemov varstva, kot so: razglasitve zavarovanih območij parkov in spomenikov, določitev naravnih vrednot ter uvrstitev na seznama RAMSAR in UNESCO. Poleg tega se Slovenija s Postojnsko-planinskim jamskim sistemom, pa tudi z drugimi okoliškimi jamami dinarskega krasa, ponaša kot vroča točka podzemne biodiverzitete (Culver in Sket, 2000), ki je ponekod temelj varovanja habitatov v okviru Nature 2000.

Kraško podzemlje je izjemno specifičen habitat. Označujejo ga relativno stabilne razmere in izoliranost ter zaradi odsotnosti fotosinteze nizka primarna produkcija in posledično, majhna razpoložljivost hranil. V kraškem podzemlju živeči organizmi so na dáne pogoje prilagojeni. Spremembe pogojev (npr. povišana razpoložljivost hranil) lahko privedejo do vzpostavljanja novega ravnotežja in izpodrivanja na podzemlje vezanih živali. Prenekatere podzemne živali so endemne vrste z arealom manj kot 100 km² (npr. črna človeška ribica - *Proteus anguinus parkelj*). Ocenjuje se, da človeška ribica *(Proteus anguinus)* kot dvoživka tolerira do 10 mg NO_3^- /l (Štangelj in Ivanovič, 2013) kaj je znatno manj od mejnega praga za pitno vodo in dobro kemijsko stanje podzemnih voda (50 mg/l; Uredba o stanju podzemnih voda, Ur. l. RS 25/09…). Pri tem znaša običajno naravno ozadje za nitrate, sulfate in kloride nekaj mg/l, za o-PO_4^{3-} pa okoli 0,01 mg/l.

Izjemni občutljivosti in ranljivosti kraškega podzemlja prispeva podzemni tok z močno omejeno samočistilno sposobnostjo ter kombinirano veliko prepustnostjo po kanalih in majhno po razpokah, od koder se onesnaženje spira daljši čas. Poraba hranil, predvsem nitratov in fosfatov, iz vode je izjemno omejena, biološki procesi pa potekajo na nižji trofični ravni. Delna izoliranost od površja dela podzemlje ranljivo pri razgradnji organske snovi, saj se že tako skromna količina kisika v vodi hitro porablja. Že v naravnih razmerah znaša na nižje ležečih izvirih nasičenost s kisikom 90-95 % (v tekočih površinskih vodah je okoli 100 %), izjemoma tudi manj (Istenič, 1978), ob zmerni antropogeni obremenitvi pa neredko pade tudi na manj kot 20 % (2 mg/l; npr. Kočevsko polje; Prelovšek, 2015). Prevladujoč mehanizem, ki zmanjšuje koncentracije negativnih snovi v kraški podzemni vodi, je redčenje, ki pa ponekod zaradi prevelikih pritiskov ne zadostuje.

2. Antropogeni pritiski na kraško podzemlje

Antropogeni pritiski na kraške vode obsegajo mnogotere aktivnosti, med katerimi pogosto izpostavljamo intenzivno kmetijsko dejavnost z neustreznim gnojenjem in uporabo fitofarmacevtskih sredstev, odvajanje slabo ali neočiščenih odpadnih voda, neprimerno odlaganje komunalnih in drugih odpadkov, promet ter industrijo. V tem prispevku želimo podrobneje predstaviti zlasti prvi dve, ki jih približno v zadnjem desetletju prepoznavamo kot ključni, prikriti dejavnosti obremenjevanja kraške podzemne vode. Za razliko od drugih virov ta dva močno vplivata na zelo splošno mikrobno onesnaženje. Ker je človeku fizično dostopen izredno majhen del kraškega podzemlja, saj ga večino tvorijo razpoke, manjši in z gruščem zapolnjeni kanali, navzgor odprti kamini ter s podori in ožinami razčlenjeni večji rovi, je neposreden vpogled v vir onesnaževanja zelo otežen in v večini primerov prikrit.

Različni viri onesnaževanja na krasu pa se zaradi kompleksnosti in večjega obsega prispevnega območja običajno tako zelo prekrivajo, da je identifikacija posameznega vira, zlasti na regionalnih vodnih virih, izjemno težavna. Pravzaprav je ta, brez multiparametrskega in zveznega merjenja, kljub dobremu poznavanju lokalnih razmer, praktično nemogoča. Omejena dostopnost in pomanjkljivo poznavanje kraškega podzemlja sta tudi temeljna vzroka človeške odtujenosti in pogoste malomarne rabe.

2.1 Neustrezna kmetijska raba in kras

V primerjavi z nepropustno kamninsko podlago so kras in prodni zasipi znatno ranljivejši z vidika gnojenja. Ob padavinah se hranila nepovratno izpirajo v globino profila in postajajo nedostopna za rastlinstvo ter okoljsko breme za podzemne vode. Razkorak med kmetijstvom in okoljevarstvom je posledica različnega fokusa, saj je prvo zainteresirano zgolj za rodovitnost talnega profila, ki ga s koreninami še dosegajo kulturne rastline in travinje, drugo pa večinoma na podtalnico, na katero zgolj enosmerno vpliva raba tal. Količinski vnos hranil se pri kmetijstvu, če izvzamemo zakonsko sprejete okoljske omejitve, odmerja le na podlagi kmetijskih interesov - analize oz. potreb po gnojenju zgornjega sloja tal (5-20 cm) glede na razpoložljivost in vrsto kulture, količino in kvaliteto pridelka. Količina hranil v globljem profilu in podtalnici je za kmetijstvo brezpredmetna. Obratno je količina hranil v podtalnici za okoljevarstvo ključna in na kmetijskih območjih zelo odvisna od načina gnojenja. Opaža se, da se je doktrina skrbnega vračanja hranil zemlji z živalskimi izločki z razmahom rabe umetnih (rudninskih) hranil in bioplinske gnojevke mestoma povsem porušila. Bioplinska gnojevka se, nasprotno od prepričanj, pogosto primarno ne uporablja kot gnojilo, ampak kot odvečni produkt živinoreje oz. proizvodnje energije. Nasprotno od dušika, nekatera druga hranila (npr. fosfor, kalij) v splošnem ne delujejo toksično na rastline (Mihelič et al., 2010, 157), zato kmetje v osnovi niso zainteresirani za omejevanje vnosa. Vendar, njihova neustrezna raba povzroča škodo v kraškem podzemlju in vsaj kar se tiče fosforja, deloma pa tudi sufata in nitrata, tudi dolgotrajno akumulacijo v kraškem podzemlju (Kogovšek, 2010).

Z vidika varovanja okolja je sporna nedavna uradna izdaja Dovoljenja za podaljšanje obdobja gnojenja s tekočimi organskimi gnojili (2016) v november in december. V tem obdobju se organska snov in hranila zaradi nizkih temperatur ne morejo vezati v rastlinsko biomaso in so lahko podvržena izpiranju, čemur nasprotuje tudi kmetijska stroka (Mihelič et al., 2010). Z vidika vpliva na kvaliteto voda in skrbnega ravnanja z gnojili je povsem zgrešeno sklicevanje pobudnika gnojenja, Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije, na deževno jesen, ki je stalnica slovenskega podnebja, in omejene skladiščne kapacitete za gnojevko. Slednje so predvsem posledica napačnega načrtovanja - prevelike produkcije, premajhne kapacitete in/ali, kot navaja Mihelič s sodelavci (2010, 145), zlasti (pre)ozko zastavljenega kolobarja v povezavi z intenzivno živinorejo. Na pogost konflikt med industrijsko rejo živali in varovanjem okolja opozarja tudi kmetijska stroka, ki se ukvarja z gnojenjem (Mihelič et al., 2010, 163).

2.2 Odpadne vode, čistilne naprave in kras

Čistilne naprave (ČN) so objekti, kjer prihaja do koncentracije odpadne (in meteorne) vode z namenom učinkovitega odstranjevanja mehanskih, organskih, ponekod pa tudi kemično raztopljenih onesnaževal – ob ustreznem delovanju seveda. Ob neustreznem delovanju pa lahko ČN deluje kot koncentrirano obremenjevalo okolja, predvsem površinskih in podzemnih voda, kamor se iztočne vode iz ČN navadno stekajo. V Sloveniji razpolagamo s kar zajetnim številom pravnih aktov, od krovnega Zakona o varstvu okolja (ZVO, Ur.l. RS, 39/06…) do številnih Uredb ter državnih in občinskih načrtov (PIS 1, PIS 2), ki urejajo področje ravnanja z odpadnimi vodami in ČN. S pravnimi akti so določene tudi mejne vrednosti posameznih splošnih parametrov (BPK, KPK…) in onesnaževal (nitrati, fosfati…) v iztočni vodi iz ČN (PIS 3). Vendar, navedena določila izhajajo iz predpostavke, da se prečiščene odpadne vode stekajo v površinski vodotok ali kjer vodotokov ni, preprosto ponikajo v tla, kakršnakoli ta pač so. Ključna težava je prav v tem, da veljavna določila ne upoštevajo specifičnosti in ranljivosti kraškega podzemlja - prečiščena, odpadna voda iz malih,

hišnih in velikih ČN, pronica skozi razpoke in kanale kraškega podzemlja v freatično cono, brez možnosti dodatnega redčenja in prezračevanja.

Dolgoročne, izjemno resne probleme, kot so obsežna onesnaženost pitne vode na kraških zajetjih, izvirih in v jamah, s katerimi se bomo očitno še bolj srečevali v prihodnosti, danes beležimo le priložnostno. Slednje je v veliki meri povezano s sporadičnimi onesnaževalci in običajno velikimi razredčitvami v kraških vodonosnikih. Dandanes se še premalo zavedamo dejstva, da bo ob razpršeni poselitvi krasa in prepletenosti kraškega podzemlja, večja onesnaženja zelo težko preprečiti, še težje pa najti povzročitelja. Zaenkrat se številna opozorila in pobude, posredovane na pristojna Ministrstva in Agencije s strani strokovnih služb, zdijo kot črnogleda, pretirana grožnja. Stroka, ki se ukvarja s to problematiko ter s konkretnimi primeri neustreznega delovanja ČN na krasu, vključno z visokogorjem, ugotavlja, da pridobljeni certifikati posameznih proizvajalcev, njihova ustna zagotovila in natisnjeni standardi na občutljivem kraškem območju ne zadostujejo. Za zagotavljanje zdravega, čistega okolja in čiste vode, nad in pod površjem, bo potrebno storiti veliko več, tako s strani pristojnih zakonodajnih, upravnih in inšpektorskih služb, kot tudi s strani načrtovalcev, ponudnikov in izvajalcev.

V nadaljevanju predstavljamo nekaj primerov in številk.

2.3 Praktični primeri s krasa

V Sloveniji so vse jame po Zakonu o varstvu podzemnih jam (ZVPJ,Ur. l. RS, 2/04…) varovane kot naravne vrednote državnega pomena. Jamarji že desetletja v nekaterih jamah spremljamo in opozarjamo na dotoke močno onesnažene vode. Zaradi stalnosti dotokov, tudi v sušnih poletnih mesecih, in bližine večjih čistilnih naprav se ponekod domneva, da onesnaženi dotoki v pretežni meri predstavljajo iztočne vode iz bližnjih ČN. Takšna dotoka rjavo-črno obarvane vode sta bila npr. opažena pred in za odtočnim sifonom v Jami 1 v Kanjaducah (jugovzhodno od Sežane). Vzorca, odvzeta avgusta 2004 in aprila 2013, kažeta močno povečano koncentracijo vseh analiziranih onesnaževal glede na naravno ozadje, in sicer nitratov (37,3 mg/l), sulfatov (63,2 mg/l), fosfatov (8,1 mg/l) in kloridov (104 mg/l) (Analiza vod…, 2011). Zaradi močno smrdeče prenikle vode so jamarji rov Kačne jame, ki se razprostira pod Divačo, nazorno poimenovali 'Rov divaške sramote'. V Kovačevi jami, kamor se najverjetneje stekajo vode iz ČN Andraž nad Polzelo, smo zabeležili visoke vsebnosti nitratov (44,5 mg/l), fosfatov (3,5 mg/l) in sulfatov (33,3 mg/l). Obstaja kar nekaj jam skozi katere, brez ustreznega monitoriranja, teče odpadna voda iz čistilnih naprav (Postojnska, Planinska, Križna, Kovačeva). Nova Križna jama, ki je ločena od Križne jame, a predstavlja njeno hidrološko nadaljevanje, je celo na seznamu zaprtih jam. V slednje je vstop mogoč le izjemoma in z dovoljenjem MOP, kljub temu pa v njej beležimo tok odpadne vode. V zadnjih letih se v Križni jami in Novi Križni jami, ob povišanem vodostaju, opaža povečan obseg onesnaženja, ki v jamo zelo verjetno zahaja z Bloške planote; ob nespremenjeni kmetijski rabi se lahko kaže vpliv ČN Fara na Blokah, s katero je bila podzemna zveza potrjena s sledenjem (Kogovšek et al., 2008).

Podatki Kogovškove (2010), ki je 17 let spremljala koncentracijo nekaterih onesnaževal v prenikli vodi, v Postojnski jami, tik pod greznico vojaškega objekta, kažejo, da lahko pod virom onesnaževanja, kljub debelini vadozne cone (100 m) in ob relativno visoki letni količini padavin (okoli 1.500 mm), pričakujemo visoke koncentracije onesnaževal: 170 mg NO_3^-/l, 60 mg Cl^-/l, 50 mg SO_4^{2-}/l ter 2,7 mg o-PO_4^{3-}/l. Fekalno onesnaženje krasa ima dolgotrajen vpliv, saj se je po zaprtju vojaškega objekta leta 1991 spiranje nadaljevalo; na 50 mg/l so nitrati upadli dve leti po koncu uporabe greznice, na 25 mg/l po šestih, sulfati ter o-fosfati pa so na polovično koncentracijo upadli šele po desetih letih.

Mikrobiološka kontaminacija kraških izvirov je stalnica, zato na krasu praktično ni večjega vodnega zajetja, kjer bi bila voda primerna za pitje brez čiščenja. Tako je na primer v Loški dolini od sedmih vzorčevanih izvirov le eden pokazal mikrobiološko ustreznost, eden prisotnost starega onesnaženja (prisotnost enterokokov), kar pet pa na večinoma stalno

prisotno fekalno onesnaženje (prisotnost E. coli) in to kljub relativno nizkim kemijskim parametrom (Klajič, 2007). Mikrobiološki parametri so na ponoru Obrha še slabši, kar kaže na znaten antropogeni vpliv na vode. Daleč najslabša kvaliteta vode je bila ugotovljena pod ČN Stari trg v Loški dolini.

Ločevanje posledic kmetijske rabe in komunalnega onesnaževanja je na krasu zapleteno, saj se obdelovalne površine pogosto prepletajo s poselitvenimi. Kljub temu nekateri primeri s Kočevskega polja, kjer smo, zaradi velike gostote plitvih vodnih jam, lahko uspešno vzorčevali podzemni tok, kažejo na znaten vpliv kmetijske rabe. Tak je primer Jame v Šahnu; vanjo poleg dokazanega podzemeljskega toka ponikalnice Rinže s strani podzemno doteka tudi močno onesnažena voda z njivskih površin (Prelovšek, 2016). Primerjava prav vseh analiziranih kemijskih parametrov med Rinžo in Jamo v Šahnu decembra 2015 in decembra 2016 kaže na povečanje nitratov (iz 6,0 na 9,2 mg/l oz. iz 3,0 na 9,2 mg/l), fosfatov (iz 0,10 na 0,14 mg/l oz. iz 0,58 na 0,65 mg/l) in kloridov (iz 7,1 na 8,8 mg/l oz. iz 15,3 na 17,5 mg/l; izdaten vir kloridov je gnojevka). Koncentracija nitratov je sicer daleč od kritične glede na Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, 25/09…), a vse vrednosti kažejo, da je voda s kmetijskih površin bistveno bolj obremenjena s proučevanimi onesnaževali kot Rinža, ki teče skozi Kočevje. Kljub povečevanju pretoka se na podzemnem toku Rinže, ob odsotnosti razredčevanja z neobremenjeno vodo, koncentracije onesnaževal celo višajo. Med točkama merjenja, najverjetneje zaradi prisotnosti organske snovi v gnojevki, nasičenost s kisikom pade s 96 na 65 % oz. s 76 na 49 % in to kljub segrevanju vode na podzemni poti (fizikalno gledano se pri segrevanju vode nasičenost s kisikom viša zaradi zniževanja topnosti). V bližnji Vodni jami pri Cvišlerjih, ki ima 0,2 km² veliko zaledje na travniku oz. pašniku ter deloma gozdnatem območju, smo v vseh štirih primerih vzorčenja zaznali za človeško ribico prekomerne koncentracije nitratov (11,7-22,3 mg/l; Prelovšek, 2016), na sosednjih izvirih sredi travnikov pa celo 17,2-33,5 mg/l (Prelovšek, neobjavljeno). Slednje koncentracije ustrezajo manj namočenim in kmetijsko bolj obremenjenim območjem Ljubljanskega polja ter srednje obremenjenim kmetijskim omočjem Spodnje Savinjske doline, Dravskega in Murskega polja (Sušin et al., 2007). Tudi druge jame, ki predstavljajo habitat človeške ribice, imajo koncentracijo nitratov nad 12 mg/l ne glede na vodostaj, kar priča o veliki razpoložljivosti leteh v zaledju. Ponekod na kmetijskih površinah ugotavljamo precejšnjo zalogo fosfatov, ki se začnejo sproščati ob intenzivnih padavinah in lahko brez težav dosežejo koncentracije 2,9 mg/l. Nasičenost s kisikom ni kritična v vodnih jamah, ki imajo dober stik s površjem in brzice, pri freatičnem toku blizu drenaže z gnojevko politih površinah pa zaznavamo tudi tako rekoč anoksične razmere (Prelovšek, 2016).

V jami pri Klinji vasi so z zveznim monitoringom in video posnetki (Gnojevka onesnažuje…, 2013) dokumentirani primeri izpustov izredno koncentrirane gnojevke v kraško podzemlje. Podoben primer izlitja gnojevke v vrtačo je bil leta 2016 zabeležen nad rovi Postojnske jame.

3. Zaključki

Kras je eno izmed naših največjih bogastev. Na Krasu je bilo prvo območje v Sloveniji spoznano za mednarodno pomembno in uvrščeno na UNESCO-v seznam svetovne naravne dediščine. Vse jame so naravne vrednote državnega pomena, veliko jamskih živali pa je predmet najstrožjega nacionalnega varovanja. Izjemni kraški podzemni habitati so varovani kot pomemben življenjski prostor redkih in ogroženih vrst v okviru ekološkega omrežja Natura 2000 in Ramsarske konvencije o mokriščih. Koncentracija podzemne biodiverzitete je, zlasti na Dinarskem krasu, izjemna v svetovnem merilu. Kraški vodonosniki zagotavljajo pitno vodo približno polovici slovenskega prebivalstva.

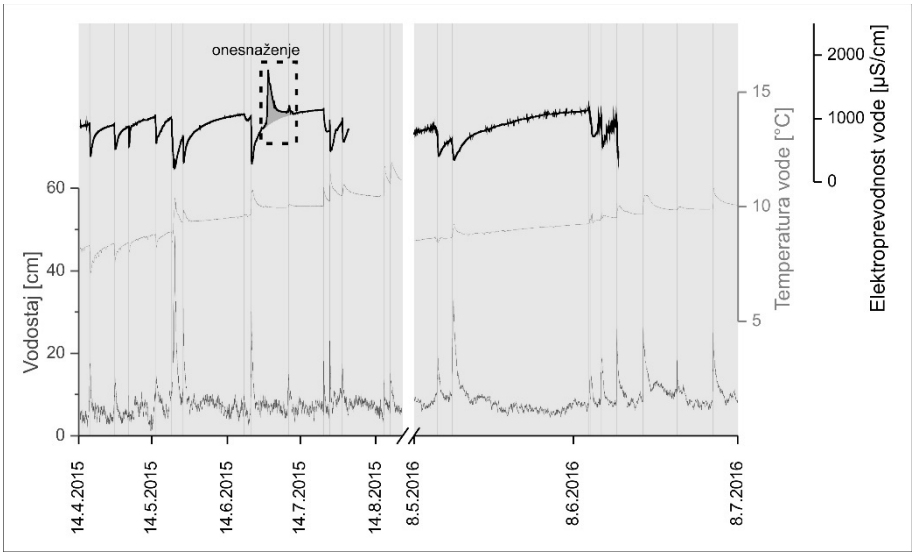
Dejstvo, ki se ga bistveno manj zavedamo od zgoraj naštetih kvalitet pa je, da se negativne aktivnosti na površini, na krasu odražajo očem prikrito - v kraškem podzemlju. V primerjavi s površinskimi vodami, pa tudi medzrnskimi podzemeljskimi vodonosniki, se kažejo kraške

podzemne vode še posebej ranljive in prikrito onesnaževane. Razmeroma dobro stanje na (večjih!) kraških izvirih, ki jih v sklopu rednih letnih meritev kvalitete vode izvaja ARSO (Gacin in Mihorko, 2015), je posledica velike količine padavin in močnega razredčevanja z meteorno vodo, ki doteka iz neposeljenih kraških planot. Na manjših vodnih telesih blizu virov onesnaževanja, kjer je redčenja manj, je stanje bistveno bolj zaskrbljujoče in primerljivo s srednje in bolj obremenjenimi vodonosniki. Tam se realna nasičenost s kisikom v povprečju giblje okoli 70 %, zabeleženi pa so tudi primeri z manj kot 40 % nasičenostjo s kisikom (Prelovšek, 2016; Prelovšek, neobjavljeno). Tik ob virih onesnaževanja z organskimi snovmi (gnojevka, komunalna odpadna voda) lahko pričakujemo celo anoksične razmere. Opažamo, da npr. človeška ribica izginja ob koncentracijah nitratov, ki so daleč pod zakonskim normativom za dobro kemijsko stanje podzemnih voda (50 mg NO_3^-/l, Uredba o stanju podzemnih voda, Ur. l. RS, 25/09…). Izginjanje človeške ribice kaže, da je realna tolerančna vrednost (10 mg NO_3^-/l; Štangelj in Ivanovič, 2013) bistveno nižja in jo veliko voda v poseljenih kraških območjih presega.

S pričujočim prispevkom smo želeli opozoriti prav na to – očem prikrito onesnaževanje kraškega podzemlja. Pristojne javne službe za varstvo narave in kompetentne strokovne inštitucije (Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU v Postojni) že vrsto let opozarjamo in osveščamo soglasodajalce, občinske uprave in načrtovalce o nujnosti vzpostavitve ustreznega varstvenega režima za kras glede čiščenja in odvajanja odpadnih vod iz ČN. Za dosego slednjega smo si skupaj aktivno prizadevali tudi v dveh primerih večjih ČN (obnova ČN Sežana in gradnja ČN Pivka) in pri gradnji manjše ČN (Fara na Blokah). Pri tem smo računali na pripravljenost in osveščenost soglasodajalca, lastnika in projektanta, a žal neuspešno. Kljub temu vztrajamo, saj smo mnenja, da bi lahko že z nekaj preprostimi, začetnimi rešitvami prišli vsaj do zmanjšanja obremenjevanja kraškega podzemlja. Te rešitve vidimo predvsem v: (i) zakonski določitvi mejnih vrednosti iztočnih parametrov iz ČN, ki bi upoštevali oz. bili prilagojeni za specifične lastnosti krasa vključno s specifikami podzemnega vodnega živalstva, (ii) vzpostavitvi za kras obveznega terciarnega čiščenja pred ponikanjem iztočne vode v podzemlje, (iii) spodbujanjem gradnje rastlinskih čistilnih naprav, (iv) vidnem in dostopnem iztoku iz ČN ter (v) zagotavljanju naključnega vzorčenja in zveznega monitoringa vsaj nekaterih ključnih parametrov na iztoku iz ČN. Na področju kmetijstva je potrebno zagotoviti količinsko ustreznejši in časovno primeren vnos hranil v tla, upoštevajoč tudi koncentracije zlasti nitratov v lokalnih in ne zgolj na iztoku iz regionalnih vodonosnikov. Potrebno bi bilo izvajati (občasen) monitoring vsaj indikatorskih parametrov na lokalnem nivoju in z inšpekcijskimi službami bolj odzivno in uspešno reševati probleme.

Poudarjamo, da namen pričujočega prispevka ni iskanje in izpostavljanje morebitnih krivcev, povzročiteljev ali oškodovancev, temveč pozvati vpleteno stroko in zainteresirano javnost k čim prejšnjemu ukrepanju ter uvedbi pre-potrebnih sprememb na kraških območjih. Slovenski kongres o vodah se nam zdi dobra priložnost, da seznanimo strokovnjake z vseh področij, povezanih s krasom in kraško podzemno vodo, z aktualnim dogajanjem in pozovemo vse zainteresirane za pomoč pri raziskovanju, osveščanju in aktivnem opozarjanju o nujnosti zagotavljanja čim bolj ugodnih rešitev za kras in njegove prebivalce.

Marsikateri bogat, regionalni kraški vodni vir ni zajet za vodooskrbo predvsem zaradi prekomerne prisotnosti bakterij fekalnega izvora, praktično povsod pa so na zajetjih potrebni znatni ukrepi čiščenja za zagotavljanje ustreznosti (Malni – Planinsko polje, Cerknica, Babno polje…). Zavajanje javnosti o ustreznosti kvalitete pitne vode, kot se je to zgodilo v Cerknici, ali prestavitev zajetja v primeru Loške doline je parcialen in kratkoročen korak k reševanju kvalitete pitne vode, dolgoročno pa očiten korak vstran od ustreznega, celovitega reševanja problemov na izvoru in stran od želenega izboljšanja okoljskega stanja. Prestavitev vodnih zajetij vodi praviloma v še slabše stanje na nekoč zajetem vodnem viru, saj se zaradi zmanjšanih zadržkov onesnaževanje v zaledju poveča.



Slika 8 Točkovno obsežno onesnaženje v bližini vodne jame na Kočevskem polju, najverjetneje z gnojevko, zaznano z zveznim spremljanjem prevodnosti, temperature in vodostaja s CTD registratorjem (interval merjenja 15 min; navpične črte so padavinski dogodki). Visoke vrednosti elektroprevodnosti v ozadju odražajo vpliv nekdanjega rudnika premoga (sulfatov). Podobno onesnaženje je bilo vnovič slučajno odkrito in posneto oktobra 2016 (Gnojevka onesnažuje…, 2013).

Ugotavljamo, da z vidika nitrata previsoki, a legalni, normativi za ugodno kemijsko stanje voda (do 50 mg/l; Uredba o stanju podzemnih voda, Ur. l. RS 25/09), vodijo v nezmožnost ukrepanja ob sicer škodljivih koncentracijah celo za ogrožene živalske vrste. Posledica preteklega in aktivnega onesnaževanja je izginotje izjemno številčnih populacij človeške ribice, npr. v Vodni jami pri Klinji vasi in Jami v Šahnu pri Kočevju. Ponekod se človeške ribice v zadnjih letih ne opaža več, npr. na izviru Otovski breg pri Črnomlju (Hudoklin, ustni vir), kar se vzporeja z izmerjenim dvigom koncentracij nitratov in fosfatov. Slednje se povezuje s prekomerno uporabo bioplinske gnojevke v zaledju. Izginjanje človeške ribice se najverjetneje dogaja vzporedno ob opaženih poginih rib na ponikalnicah (Pivka v Postojnski jami junija 2016). Istega leta je bil namreč v Planinski jami prvič v zgodovini evidentiran pogin treh osebkov človeških ribic (Ciril Mlinar, ustni vir).

4. Viri

[1] CULVER, D.C. AND SKET, B., 2000. Hotspots of Subterranean Biodiversity in Caves and Wells. Journal of Cave and Karst Studies, 62 (1), 11-17.

[2] Dovoljenje za podaljšanje obdobja gnojenja s tekočimi organskimi gnojili [online]. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Dostopno na: http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/Medijsko_sredisce/2016/11_november/Dovoljenje_15.11.2016.pdf [dostop 11. januar 2017]

[3] GACIN, M., Mihorko, P., 2016. Ocena kemijskega stanja podzemne vode v Sloveniji v letu 2015 [online]. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Porocilo_podzemne_2015_objava_splet_22.11.2016_sken.pdf [dostop 11. januar 2017]

[4] GAMS, I., 2004. Kras v Sloveniji v prostoru in času (druga pregledana izdaja). Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU.

[5] Gnojevka onesnažuje Vodno jamo [online]. Kočevje, TV Kočevje. Dostopno na: http://www.tvkocevje.si/narava-zdravje/ekologija/1948-gnojevka-onesnazuje-vodno-jamo [dostop 15. januar 2017]

[6] ISTENIČ, L., 1978. Pomanjkanje kisika v Putickovem jezeru Planinske jame. Acta carsologica 8, 330-352.

[7] Analiza vod iz Jame 1 v Kanjaducah [online]. Sežana, JD Jamarski klub Sežana. Dostopno na: http://jds.brlog.net/index.php/ekologija/97-analiza-vod-iz-jame-1-v-kanjaducah [dostop 11. januar 2017]

[8] KLAJIČ, S., 2007. Spremljanje bioloških parametrov – elementov kakovosti površinskih in podzemnih voda (poročilo). Ljubljana, Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana, 40 str.

[9] KOGOVŠEK, J., 2010. Characteristics of percolation through the karst vadose zone. Postojna-Ljubljana: Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, 168 str.

[10] KOGOVŠEK, J., PRELOVŠEK, M., PETRIČ, M., 2008. Underground water flow between Bloke plateau and Cerknica polje and hydrologic function of Križna jama, Slovenia. Acta carsologica 37/(2-3), 213-225.

[11] MIHELIČ, R., ČOP, J., JAKŠE, M., ŠTAMPAR, F., MAJER, D., TOJNKO, S., VRŠIČ, S., 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

[12] PIS 1 (Pravno informacijski sistem) [online]. Dostopno na: http://www.pisrs.si/Pis.web/pravniRedRSSearch?od=&search=%C4%8Distilne+naprave&page=1&sortOrder=relevantnost&do=&chosenFilters=vsiPredpisi&filter=&scrollTop=0 [dostop 11. januar 2017]

[13] PIS 2 (Pravno informacijski sistem) [online]. Dostopno na: http://www.pisrs.si/Pis.web/pravniRedRSSearch?search=odpadne+vode [dostop 11. januar 2017]

[14] PIS 3 (Pravno informacijski sistem) [online]. Dostopno na: http://www.pisrs.si/Pis.web/pravniRedRSSearch?search=mejne%20vrednosti%20parametrov%20onesna%C5%BEenosti%20pri%20neposrednem%20in%20posrednem%20odvajanju%20ter%20pri%20odvajanju%20v%20javno%20kanalizacijo&filter=&chosenFilters=vsiPredpisi&od=&do=&sortOrder=relevantnost&page=1&scrollTop=0 [dostop 16. januar 2017]

[15] PLENIČAR, M., et al., 2006. Geološki terminološki slovar. Ljubljana: Založba ZRC, ZRC, SAZU.

[16] PRELOVŠEK, M., 2016. Prvo končno poročilo o kvaliteti podzemnih voda v izbranih vodnih jamah Kočevskega polja in izviru Bilpe in Radeščice/Obrha. Postojna, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, 68 str. Dostopno na: http://life-kocevsko.eu/wp-content/uploads/2016/04/2016_02_28_Prvo-koncno-porocilo_podzemne-vode-v-jamah-A2.pdf [dostop 11. januar 2017]

[17] RAVBAR, N., 2007. Vulnerability and risk mapping for the protection of karst waters in Slovenia. Application to the catchment of the Podstenjšek springs. Doktorska disertacija, Univerza v Novi Gorici. Nova Gorica.

[18] ŠTANGELJ, M., IVANOVIČ, M., 2013. Narava Bele krajine. Metlika: Belokranjski muzej, 227 str.

[19] Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16)

[20] Zakon o varstvu okolja - ZVO (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16)

[21] Zakon o varstvu podzemnih jam – ZVPJ (Uradni list RS, št. 2/04, 61/06 – Zdru-1 in 46/14 – ZON-C)

ELEMENTI V VODI IN SEDIMENTIH MED VISOKIM IN NIZKIM VODOSTAJEM REKE SAVE

prof. dr. Radmila Milačič[1,2], dr. Tea Zuliani[1,2], Janja Vidmar, B.Sc.[1,2], Primož Oprčkal, B.Sc.[2,3], B. Sc., Gregor Pavec, B.Sc.[1,2], prof. dr. Janez Ščančar[1,2]

[1]Institut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju, Jamova 39, 1000 Ljubljana, [2]Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana Jamova 39, 1000 Ljubljana, [3] Zavod za gradbeništvo Slovenije, Oddelek za materiale, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Porečja so izpostavljena številnim stresorjem, med njimi tudi anorganskim onesnažilom. Da bi ocenili obnašanje onesnažil med ekstremnimi dogodki, smo preučevali, kako različni pogoji, kot sta veliki pretok in vodostaj reke, vplivajo na mobilizacijo elementov iz sedimentov v vodno fazo reke Save. Vzorčili smo septembra 2014, ko je bil vodostaj reke Save zelo visok in septembra 2015, ko je bil vodostaj reke nizek. Raziskava je potekala v okviru EU projekta GLOBAQUA [1], v katerem je reka Sava eno izmed preučevanih porečij. V vzorcih vode smo določili celotne koncentracije izbranih potencialno strupenih elementov (PTE) in njihov topni delež (0.45 μm). Onesnaženje sedimenta smo ovrednotili z analizo celotnih koncentracij in mobilnega deleža PTE (ekstrakcija z 0.11 mol L^{-1} ocetno kislino). Antropogeni vnos elementov smo ocenili z normalizacijo koncentracije PTE na koncentracijo Al v sedimentu. Rezultati so pokazali, da se koncentracije PTE v vodi in sedimentih zlagoma večajo s tokom reke od izvira do izliva. Celotne koncentracije PTE v vodi so bile višje med visokim vodostajem, medtem ko so bile njihove topne koncentracije v vodi višje pri nižjem vodostaju. Po dolgotrajnih poplavah na reki Savi, ki so v letu 2014 trajale od pomladi do pozne jeseni, so bile koncentracije elementov v sedimentih v letu 2015 nižje, ker so visoke vode odplavile večji del finih glinastih delcev, na katere so PTE vezani. Rezultati raziskave bodo koristni za upravljalce vodnih virov in lahko prispevajo k sonaravni rabi, upravljanju in zaščiti vodnih virov v porečju reke Save.

1. Uvod

Voda je nepogrešljiva naravna dobrina, ki omogoča življenje na Zemlji. Okoli 97% vode na našem planetu je slane in le 3% predstavljajo sladko vodo [2]. Vodne vire intenzivno izkoriščamo v industriji, kmetijstvu, proizvodnji električnega toka in v gospodinjstvih. V državah evropske unije (EU) nacionalne agencije kontrolirajo kvaliteto vode (Vodna direktiva in njene hčerinske direktive, WFD) [3,4]. Z zmanjšanjem onesnaževanja okolja se je izboljšala tudi kvaliteta površinskih voda. Kljub vsemu pa se polutanti, ki so se v preteklosti akumulirali v sedimentih, pod določenimi pogoji lahko re-mobilizirajo in onesnažijo vodno okolje [5]. Kontaminanti se iz rečnih sedimentov lahko re-mobilizirajo zaradi naravnih procesov mešanja sedimenta (velika deževja, poplave) [6] ali pa kot posledica človeških dejavnosti kot sta na primer poglabljanje rečnega dna [7] in rečni promet [8]. Vignati in sod. [9] so preučevali mobilizacijo kovin v vodo reke Po ob poplavah in v sušnem obdobju. Dodatno informacijo o stanju vodenega ekosistema dobimo z analizo topnega deleža (< 0.45 μm) potencialno strupenih elementov (PTE) [10] ter z določitvijo množine PTE vezanih na suspendirano snov (SPM) [11]. Kljub temu, da se vodostaji rek znatno spreminjajo glede na pogoje v okolju, je raziskav o obnašanju kontaminantov pri visokih in nizkih vodostajih rek, le malo.

Reka Sava teče čez Slovenijo, Hrvaško, Boso in Hercegovino ter Srbijo in je glede na vodnatost (povprečni pretok pri Beogradu 1700 $m^3 s^{-1}$) največji pritok Donave. V zgornjem toku je struga strma (povprečen naklon >0.7 ‰). Sediment je grob in sestavljen predvsem iz apnenca, v nižinskem delu (povprečen naklon >0.04 ‰) pa prevladuje fini silikatni sediment. Sava napaja vodonosnike, ki so vir pitne vode za 9 milijonov obrečnega prebivalstva. Glavni viri onesnaženja reke Save so industrijske dejavnosti in intenzivno kmetijstvo, zgoščeno prebivalstvo v velikih mestih, v spodnejm toku pa tudi neurejeni izpusti komunalnih vod [12].

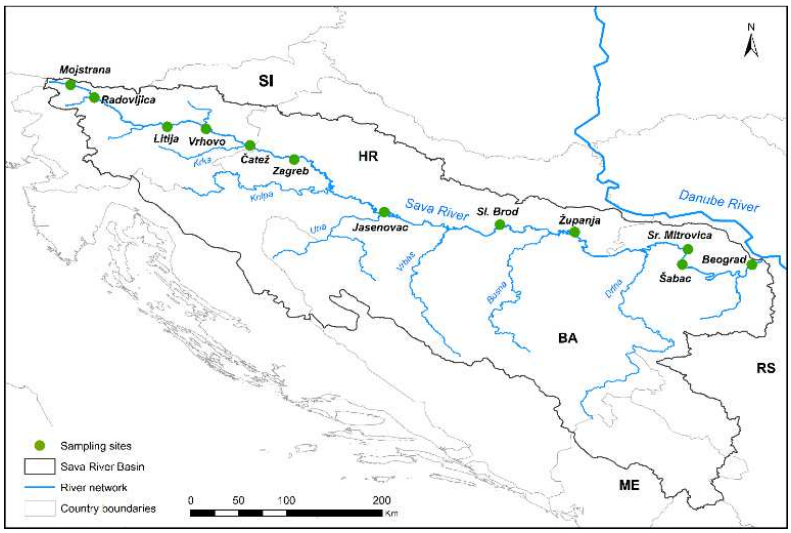
2. Eksperimentalni del

2.1 Instrumenti, metode dela

Koncentracije elementov smo določili z masno spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS). V vzorcih vode smo določili celotne koncentracije izbranih elementov in njihov topni delež (filtriranje skozi 0.45 μm filter). Onesnaženje sedimenta smo ovrednotili z analizo celotnih koncentracij in mobilnega deleža elementov (ekstrakcija z 0.11 mol L^{-1} ocetno kislino). Antropogeni vnos PTE smo ocenili z normalizacijo koncentracije elementov na koncentracijo Al v sedimentu. Analizni postopki so podrobno opisani v delu Vidmar in sod. [11].

2.1 Vzorčenje

Vzorčenje vod in sedimentov je potekalo septembra 2014 (med dvema poplavnima valoma) in septembra 2015 v času nizkega vodostaja. Vzorčna mesta prikazuje slika 1, način vzorčenja pa je opisan v delu Vidmar in sod. [11]. Ker je bil v času vzorčenja v letu 2014 vodostaj zelo visok, na vzorčnih mestih JAS, SLB in ZUP ni bilo možno vzeti sedimenta.



Slika 1 Vzorčna mesta in okrajšave: Mojstrana (MOJ), Radovljica (RAD), Litija (LIT), Čatež (ČAT), Zagreb (ZAG), Jasenovac (JAS), Slavonski Brod (SLB), Županja (ZUP), Sremska Mitrovica (SRM), Šabac (SAB) Beograd (BEO).

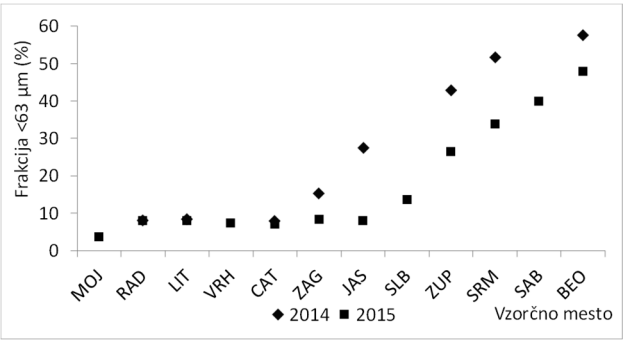
3. Rezultati in razprava

3.1 Hidrološki pogoji in porazdelitev velikosti delcev v sedimentih

Porazdelitev velikosti delcev v sedimentu prikazuje Slika 2. v času visokih vodostajev (2014) je bila množina suspendirane snovi med 60 in 130 mg L^{-1}, med nizkimi pretoki reke pa pod 10 mg L^{-1}. Zato v letu 2015 ni bilo možno določiti vsebnosti PTE v suspendirani snovi. Analiza

velikosti delcev je pokazala, da je le 10% delcev v sedimentih zgornje Save manjših od <63 μm, v spodnjem toku pa je ta odstotek dosegel do 60%.

Analiza masnega deleža glinastih delcev v frakciji <63 μm je pokazala, da je bil le-ta v zgornji Savi pri Radovljici 39.8% v letu 2014 in 29.8% v letu 2015, pri Beogradu pa 52.5% v letu 2014 in 55.0% v letu 2015. Ti podatki kažejo na transport finega deleža sedimenta v zgornji Savi med velikimi poplavami (velika erozijska moč). V spodnji Savi se je fini sediment nalagal, k čemer so v največji meri prispevali Savini pritoki v njenem spodnjem toku.



Slika 2 Porazdelitev velikosti delcev v sedimentih reke Save med visokimi (2014) in nizkimi (2015) vodostaji.

3.2 Vpliv različnih hidroloških pogojev na koncentracije PTE v sedimentih in vodi reke Save

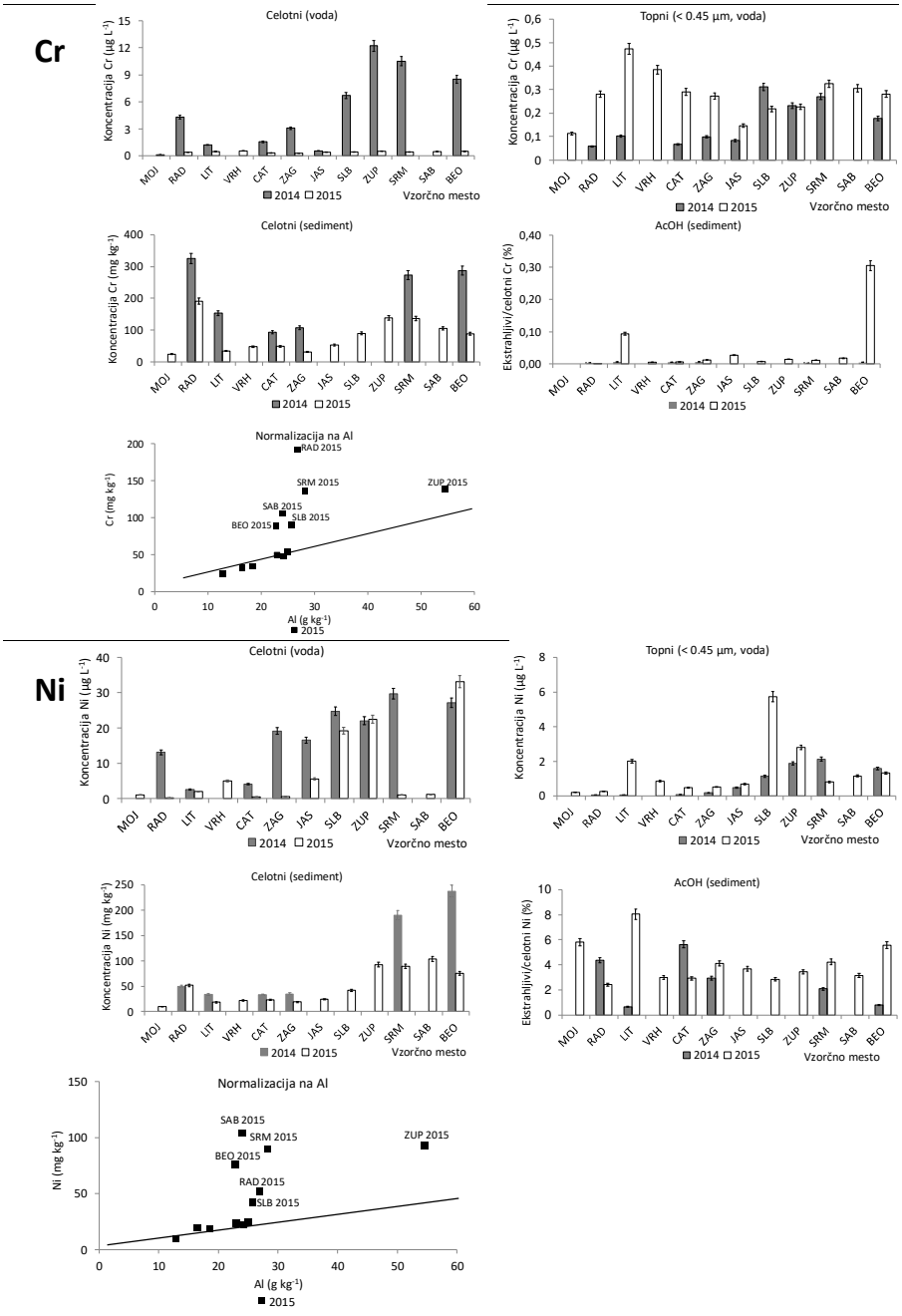
Vpliv različnih hidroloških pogojev na koncentracije PTE v sedimentih in vodi reke Save, smo ocenili s primerjavo podatkov vzorčenj 2014 in 2015. Primer za Cr in Ni prikazuje slika 3.

Razvidno je, da so koncentracije Cr in Ni v sedimentu v glavnem višje v letu 2014. Ta pojav je v zgornji Savi povezan s transportom fine glinaste frakcije, ki veže onesnažila, v spodnji Savi pa z odplavljanjem starih nanosov organske snovi, na katero se PTE vežejo ali z njo tvorijo komplekse. Posledično so bile koncentracije Ni in Cr v sedimentu nižje v letu 2015. Podatki normalizacije na Al kažejo na antropogene vplive Cr na vzorčnem mestu RAD, SLB, SRM, SAB in BEO, Ni pa se pojavlja v povišanih koncentracijah, ki so posledica človeških dejavnosti, na mestih SRM, SAB in BEO. Povišane koncentracije Cr pri RAD so posledica jeklarske industrije z Jesenic, medtem ko so povišane koncentracije pri SLB, SRM, SAB in BEO povezane z delovanjem metalurške in kemijske industrije. Podobno kot pri Savi, je Vignati s sod. [9] opazil višje koncentracije Cr in Ni v sedimentih reke Po v obdobju visokih vod. Podatki iz slike 3 nadalje kažejo, da je topni, mobilni delež Cr in Ni zelo nizek (pod 0.015% oziroma 8% njune celotne vsebnosti). Podobno so poročali Sakan in sod. za večino srbskih rek [14]. V primerjavi z vzorčenjem na Savi v letih 2005/2006 so vsebnosti Cr in Ni v sedimentih precej nižje [15]. Ker sta Cr in Ni prisotna v težko topnih oblikah, ne predstavljata nevarnosti za vodno okolje.

Pb, Cu in As se obnašajo podobno kot Cr in Ni. Cd, Zn in Mn pa so prisotni v večji meri (tudi do 60 % v topnih oblikah, kar je v skladu z opažanji Sakan in sod. za srbske reke [14]. Ker so njihove celotne koncentracije v sedimentih nizke, omenjeni elementi ne kažejo strupenih vplivov na žive organizme.

Sedimenti predstavljajo ponor za PTE. Med ekstremnimi dogodki, kot so bile velike poplave v 2014, so se celotne koncentracije PTE vezane na delce in organsko snov, zaradi mešanja sedimentov znatno povečale (Slika 3). Mešanje sedimentov je delno re-mobiliziralo v vodo tudi topen (< 0.45 μm) delež PTE, vendar so bile njihove koncentracije v času velikih vod nižje, zaradi redčenja v veliki vodni masi. Koncentracije topnega deleža PTE ne presegajo vrednosti, ki jih predpisuje WFD [3,4].

V splošnem so koncentracije PTE v sedimentih in vodi reke Save podobne ali nižje od tistih, ki so jih določili v reki Donavi [16] in reki Po [9], zato se Sava uvršča med zmerno onesnažene evropske reke.



Slika 3 Koncentracije Cr in Ni v vodi in sedimentih reke Save pri visokih (2014) in nizkih (2015) vodostajih.

4. Zaključki

Rezultati študije kažejo, da so velike poplave, ki so jim sledila sušna obdobja pomembno vplivali na spremembo koncentracij PTE (Cr, Ni, Cd, Zn, Pb, As, Cu in Mn) v vodi in sedimentih reke Save. Med poplavnim obdobjem se je del finih glinastih delcev sedimenta, na katere so vezani PTE, zaradi velike erozijske moči reke, odplavil iz zgornje Save dol vodno.

Zaradi tega so bile koncentracije PTE, ki smo jih določili na vzorčnih mestih zgornje Save znatno nižje v sušnem obdobju, ki je sledilo velikim poplavam. Podoben pojav smo opazili v sedimentih spodnje Save, kjer se je s poplavnim valom odplavil predvsem velik delež organske snovi, na katere so bili PTE adsorbirani ali so z organsko snovjo tvorili komplekse. Glede na podatke predhodnih raziskav v letih 2005-2006, so se koncentracije PTE v sedimentih znatno znižale. Cr in Ni, ki sta v zgornji Savi povečana na RAD, v spodnji Savi pa od ZUP do BEO, izvirata iz jeklarske in kovinsko predelovalne industrije. Ker so njune lahko topne koncentracije izjemno nizke, omenjena elementa ne predstavljata nevarnosti za okolje.

Zaradi intenzivnega mešanja sedimenta v času velikih vod (poplav), so bile celotne koncentracije PTE, vezane na delce suspendirane snovi in organsko snov v vzorcih vode, zelo visoke. PTE, ki so se v preteklosti akumulirali v sedimentih, so se v obdobju poplav delno re-mobilizirani v vodno fazo. Ker so se koncentracije re-mobiliziranih kontaminantov znatno razredčile v velikem volumnu rečene vode, so bile njihove topne koncentracije (< 0.45 μm) v sušnem obdobju, v splošnem nižje. Topne koncentracije PTE niso presegle vrednosti, ki jih določata WFD in Okoljske smernice za površinske vode. Glede na vsebnost PTE v vodi in sedimentih, lahko Savo uvrstimo v zmerno onesnažene evropske reke. Rezultati študije podajajo nova znanja o obnašanju PTE pri različnih pogojih pretokov rek (velike poplave, suše), ki so jih do sedaj le redko preučevali.

5. Viri in literatura

[1] NAVARRO-ORTEGA, A., ACUÑA, V., BELLIN, A., BUREK, P., CASSIANI, G., CHOUKR-ALLAH, R., DOLÉDEC, S., ELOSEGI, A., FERRARI, F., GINEBREDA, A., GRATHWOHL, P., JONES, C., KER RAULT, P., KOK, K., KOUNDOURI, P., LUDWIG, R.P., MILACIC, R., MUÑOZ, I., PANICONI, C., PAUNOVIĆ, M., PETROVIC, M., SABATER, S., SKOULIKIDIS, N.TH., SLOB, A., TEUTSCH, G., VOULVOULIS, N., BARCELÓ, D., 2015. Managing the effects of multiple stressors on aquatic ecosystems under water scarcity. Science of the Total Environemnt, 503/504, 3-9.

[2] McMICHAEL, C.E., 2014. Freshwater. The Encyclopedia of Earth. 2008. "Freshwater." V: Encyclopedia of Earth. Ur. Cleveland, C.J., Aiman Al-Rawajfeh, A., (Washington, D.C., USA). http://www.eoearth.org/view/article/152861

[3] European Communities Environmental Objectives (Surface Waters) 2009. Regulations S.I. no. 272/2009.

[4] European Communities Technical Report 2009-025. 2009. Common implementation strategy for the Water Framework directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 19 guidance on surface water chemical monitoring under the Water Framework Directive.

[5] KWOK, K.W.H., BATLEY, G.E., WENNING, R.J., ZHU, L., VANGHELUWE, M., LEE, S., 2014. Sediment quality guidelines: challenges and opportunities for improving SEDIMENT MANAGEMENT. ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH. 21, 17-27.

[6] BORGA, M., STOFFEL, M., MARCHI, L., MARRA, F., JAKOB, M., 2014. Hydrogeomorphic response to extreme rainfall in headwater systems: Flash floods and debris flows. Journal of Hydrology, 518, 194-205.

[7] HO, H.H., SWENNEN, R., CAPPUYNS, V., VASSILIEVA, E., GERVEN, T.V., TRAN, T.V., 2012. Potential release of selected trace elements (As, Cd, Cu, Mn, Pb and Zn) from sediments in Cam River-mouth (Vietnam) under influence of pH and oxidation. Science of the Total Environment, 435-436, 478-498.

[8] SUPERVILLE, P.-J., PRYGIEL, E., MAGNIER, A., LESVEN, L., GAO, Y., BAEYENS, W., OUDDANE, B., DUMOULIN, D., BILLON, G., 2014. Daily variations of Zn and Pb concentrations in the Deûle River in relation to the resuspension of heavily polluted sediments. Science of the Total Environment, 470-471, 600-607.

[9] VIGNATI, D., PARDOS, M., DISERENS, J., UGAZIO, G., THOMAS, R., DOMINIK, J., 2003. Characterisation of bed sediments and suspension of the river Po (Italy) during normal and high flow conditions. Water Research, 37, 2847-2864.

[10] DRAGUN, Z., ROJE, V., MIKAC, N., RASPOR, B., 2009. Preliminary assessment of total dissolved trace metal concentrations in Sava River water. Environmental Monitoring and Assessment, 159, 99-110.

[11] VIDMAR, J., ZULIANI, T., NOVAK, P., DRINČIĆ, A., ŠČANČAR, J., MILAČIČ, R., 2016. Elements in water, suspended particulate matter and sediments of the Sava River. Journal of Slils and Sediments in press, DOI 10.1007/s11368-016-1512-4

[12] KOMATINA, D., GROŠELJ, S., 2015. Transboundary Water Cooperation for Sustainable Development of the Sava River Basin. V: MILAČIČ, R., ŠČANČAR, J., PAUNOVIĆ, M. (Ur.), The Sava river, The handbook of environmental chemistry, 31. Springer, Heidelberg, 1-25.

[13] BRILLY, M., ŠRAJ, M., VIDMAR, A., PRIMOŽIČ, M., KOPRIVŠEK, M., 2015. Climate change impact on flood hazard in the Sava River Basin V: MILAČIČ, R., ŠČANČAR, J., PAUNOVIĆ, M. (Ur.), The Sava river, The handbook of environmental chemistry, 31. Springer, Heidelberg, 27–52.

[14] SAKAN, S., POPOVIĆ, A., ŠKRIVANJ, S., SAKAN, N., ĐORĐEVIĆ, D., 2016. Comparison of single extraction procedures and the application of an index for the assessment of heavy metal bioavailability in river sediments. Environmental Science and Pollution Research, 23, 21485-21500.

[15] MILAČIČ, R., ŠČANČAR, J., MURKO, S., KOCMAN, D., HORVAT, M., 2010. A complex investigation of the extent of pollution in sediments of the Sava River. Part 1. Selected elements. Environmental Monitoring and Assessment, 163, 263-275.

[16] VIGNATI, D.A.L., SECRIERU, D., BOGATOVA, Y.I., DOMINIK, J., CÉRÉGHINO, R., BERLINSKY, N.A., OAIE, G., SZOBOTKA, S., STANICA, A., 2013. Trace element contamination in the arms of the Danube Delta (Romania/Ukraine): Current state of knowledge and future needs. Journal of Environmental Management, 125, 169-178.

RABA VODA V SLOVENIJI

mag. Jana Meljo, univ. dipl. inž. grad., Jurij Krajčič, mag. geog., dr. Nataša Smolar Žvanut, univ. dipl. biol.

Direkcija Republike Slovenije za vode, Hajdrihova ul. 28c, 1000 Ljubljana

POVZETEK

V okiru priprave strokovnih podlag Načrtov upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje 2016-2021 so bili na ravni Republike Slovenije analizirani podatki, ki prikazujejo dovoljen obseg posameznih vrst rabe voda, razdelitev rabe voda po tipu odvzema, indekse kakšne? rabe voda in podrobnejši pregled posameznih vrst rabe voda. Skladno z Vodno direktivo in nacionalno zakonodajo s področja voda so določeni tudi cilj upravljanja voda, da se zagotovi varovanje in upravljanje z vodnimi viri in z njimi povezanimi ekosistemi. Glavni cilji rabe voda so trajnostna raba voda ob doseganju okoljskih ciljev, vzpostavitev podpore načrtovanju rabe voda, izboljšanje povezljivosti in uporabnosti evidenc o rabi voda, evidentiranje podatkov o količinah rabljene vode, zmanjšanje števila kršitev, vezanih na rabo voda, ter zagotovitev zadostne količine kakovostne pitne vode. Z namenom doseganja ciljev upravljanja voda je bil sprejet Program ukrepov upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje 2016–2021. Ukrepe sestavljajo temeljni in dopolnilni ukrepi. Z namenom izboljšanja izvajanja temeljnih ukrepov je sprejet dopolnilni ukrep, vezan na podporo odločanju o rabi ter nadgradnji in povezavi različnih evidenc s področja voda v skupni informacijski sistem.

Ključne besede:

načrt upravljanja voda, raba voda, vodne pravice, cilji rabe voda, ukrepi rabe voda

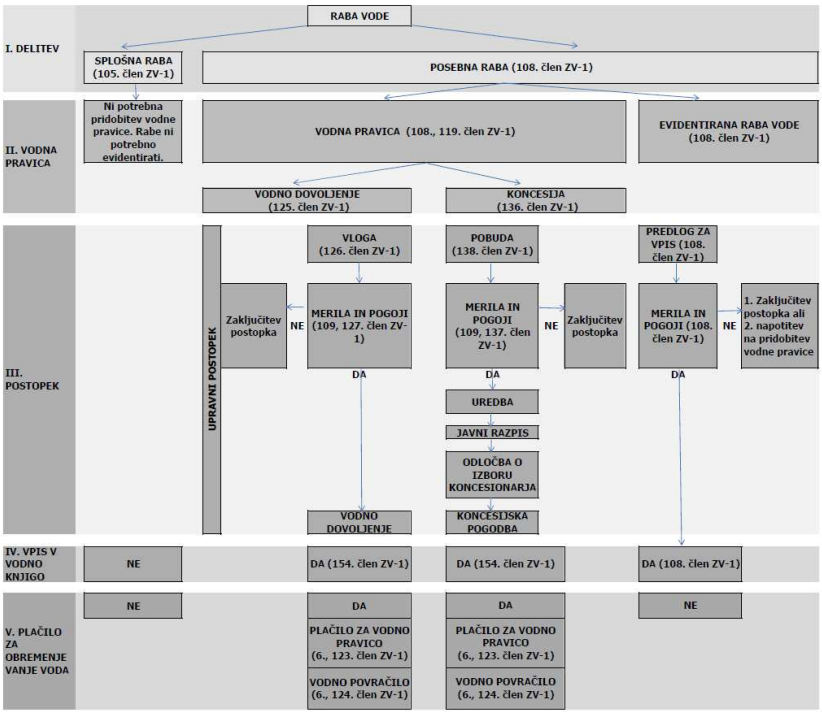
1. Uvod

Vodo potrebujemo za oskrbo s pitno vodo, tehnološke namene, proizvodnjo električne energije, namakanje, gojenje vodnih organizmov, rekreacijo, plovbo in podobno. V preteklosti je pogosto prevladovalo mnenje, da se lahko vodo uporablja ne glede na potrebe naravnih ekosistemov, v zadnjih desetletjih pa se čedalje bolj zavedamo potrebe po izboljšanju kakovosti in ohranjanju količin vode, ki omogočajo naravno ravnovesje vodnih in obvodnih ekosistemov.

Namen prispevka je predstavitev pregleda rabe voda v Sloveniji, način podeljevanja vodnih pravic, opis ciljev in ukrepov za doseganje trajnostne rabe voda. Z vodo moramo ravnati odgovorno in zagotoviti smotrno in učinkovito raba voda z uporabo najboljše razpoložljive tehnike. Z rabo voda ne smemo poslabševati stanja voda. (Zakon o vodah, Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 - ZZdrI-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15, v nadaljevanju: Zakon o vodah).

2. Raba voda

Po Zakonu o vodah se raba voda deli na splošno in posebno rabo voda. Splošna raba voda obsega predvsem rabo vodnega ali morskega dobra za pitje, kopanje, potapljanje, drsanje ali druge osebne potrebe. Takšna raba je dovoljena, če ni pogojena z uporabo posebnih naprav oziroma z graditvijo objekta ali naprave, za katero je treba pridobiti gradbeno dovoljenje. Za splošno rabo voda ni potrebno pridobiti posebnega akta in zanjo ni potrebno plačati. Za rabo vode, ki presega meje splošne rabe, za rabo naplavin in podzemnih voda je treba pridobiti vodno pravico na podlagi vodnega dovoljenja ali koncesije oziroma jo je potrebno evidentirati. Podatki o posebni rabi voda se zbirajo v vodni knjigi (Zakon o vodah, vir?).



Slika 9: Shematski prikaz »rabe voda« (vir: ARSO, 2014a; ARSO, 2014b in analize IzVRS, 2015)

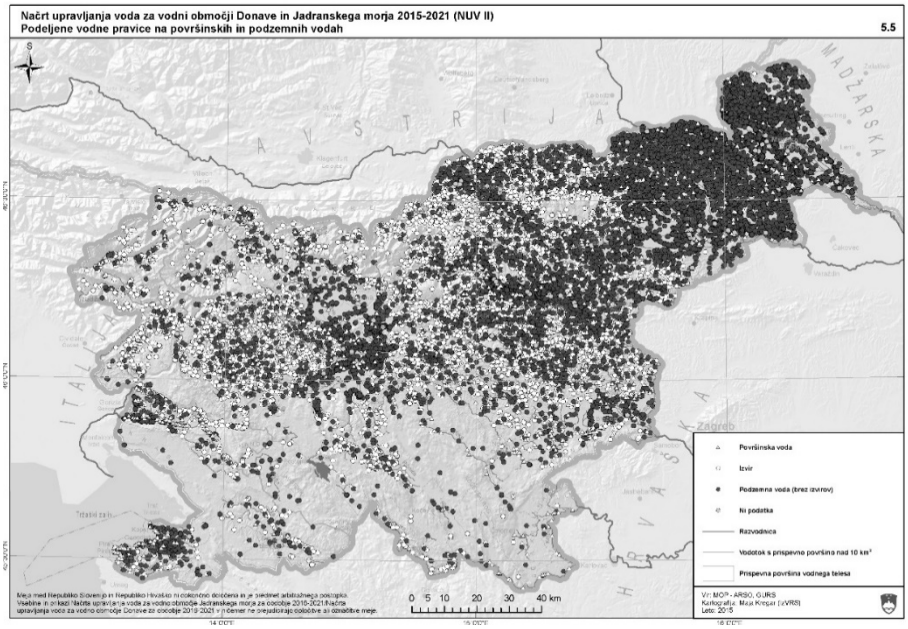
3. Vodna pravica

Vodna pravica je pravica do posebne rabe vodnega ali morskega javnega dobra kot tudi naplavin, razen vodnega zemljišča. Pridobi se jo lahko na dva načina: z vodnim dovoljenjem (v nadaljevanju VD) ali s koncesijo (v nadaljevanju K). Vodna pravica mora biti vpisana v vodno knjigo. Za vsako rabo vodnega ali morskega javnega dobra ali naplavin, razen za splošno rabo, se plačujeta plačilo za vodno pravico in vodno povračilo, ki sta okoljski dajatvi za rabo naravnih dobrin (Zakon o vodah).

Rabo voda se izvaja na površinskih ali podzemnih vodah (preglednica 1, slika 2). Med podzemno vodo se štejejo tudi izviri (Nagy in sod., 2008). Podatki o vodnih pravicah in obsegu rabe vode so pridobljeni iz vodne knjige (ARSO, 2014a; ARSO, 2014b in analize IzVRS, 2015).

Preglednica 1: Podeljene vodne pravice v Sloveniji glede na vrsto vodnega vira (vir: ARSO, 2014a; ARSO, 2014b in analize IzVRS, 2015)

Vrsta vodnega vira (vrsta vodne pravice)	**Slovenija**	
Površinske vode (koncesije)	556	
Površinske vode (vodna dovoljenja)	1.213	1.769
Izviri (vodna dovoljenja)	15.921	15.921
Podzemne vode brez izvirov (vodna dovoljenja)	20.013	
Podzemne vode brez izvirov (koncesije)	42	20.055
SKUPAJ	37.745	



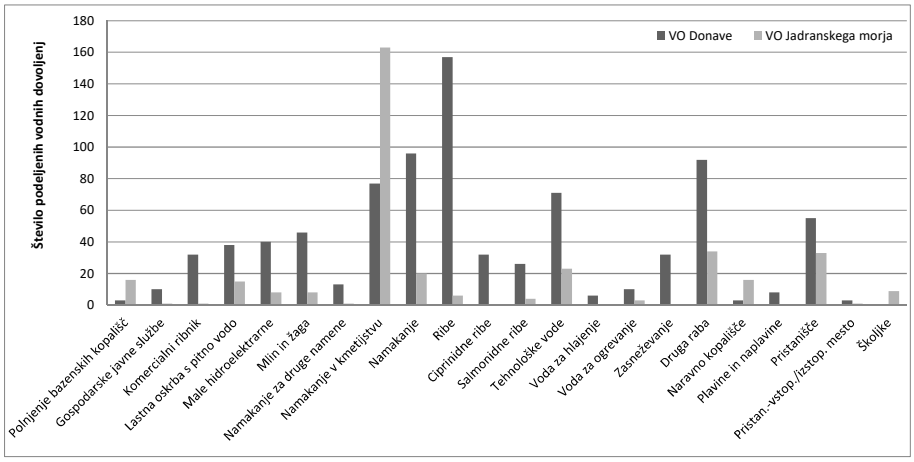
Slika 2 Posebna raba voda v Sloveniji (vir: ARSO, 2014a; ARSO, 2014b in analize IzVRS, 2015)

4. Pregled posebne rabe površinskih voda po vrstah rabe

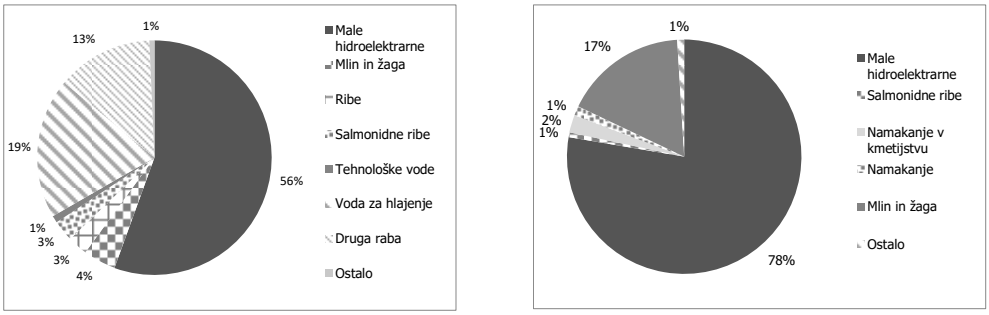
4.1 Vodna dovoljenja

Za rabo površinskih voda je podeljenih 1.212 vodnih dovoljenj, od tega 850 na VO Donave in 362 na VO Jadranskega morja. Največje število podeljenih vodnih dovoljenj za rabo vode na VO Donave je podeljenih za gojenje rib, za namakanje in za drugo rabo. Na VO Jadranskega morja pa je največ vodnih dovoljenj podeljenih za namakanje, drugo rabo (predvsem zalivanje) in pristanišča (Slika 3).

Deleži rabljene vode po posameznih vrstah rabe voda so prikazani na sliki 4 in sicer le za vrste rabe voda, ki so izražene s pretokom. Na VO Donave izstopajo raba vode za proizvodnjo električne energije v malih hidroelektrarnah, raba voda za hlajenje v tehnološke namnene in druga raba, na VO Jadranskega morja pa raba vode za proizvodnjo električne energije v malih hidroelektrarnah ter za pogon mlinov in žag.



Slika 3: Število podeljenih vodnih dovoljenj na VO Donave in VO Jadranskega morja (vir: ARSO, 2014a; ARSO, 2014b in analize IzVRS, 2015)



Slika 4: VD - delež rabljene vode na VO Donave (levo) in VO Jadranskega morja (desno)(vir: ARSO, 2014a; ARSO, 2014b in analize IzVRS, 2015)

4.2 Koncesije

Za rabo voda na površinskih vodah je aktivnih 556 koncesij, od tega 421 na VO Donave in 135 na VO Jadranskega morja. Največ koncesij tako na VO Donave kot na VO Jadranskega morja je podeljenih za proizvodnjo električne energije v malih hidroelektrarnah. Na osnovi podeljenih koncesij se na VO Donave rabi največje količine vode za obratovanje hidroelektrarn (91 %) in malih hidroelektrarn (9 %), na VO Jadranskega morja pa za obratovanje hidroelektrarn (77 %) in malih hidroelektrarn (23 %). Na VO Jadranskega morja se največ vodnih površin rabi za gojenje morskih organizmov – školjk (99 %)

Gojitvena območja so namenjena gojenju morskih organizmov in obsegajo »območja koncesij« ter pripadajoče logistične površine. Velikost gojitvenega območja znaša približno 1.180.000 m², od tega v Sečovljah 865.942 m², v Strunjanu 133.469 m² in na Debelem Rtiču 180.353 m² (ARSO, 2015).

5. Delitev posebne rabe površinskih voda po tipu odvzema

Delitev rabe voda po »tipu odvzema« izkazuje, da je delež nepovratne rabe voda v Sloveniji v primerjavi s povratno rabo zelo majhen in znaša le dober odstotek. Vseh vrst rabe vode ni bilo mogoče deliti na povratne in nepovratne odvzeme, zato so odvzemi za tehnološke namene in odvzemi za drugo rabo voda obravnavani ločeno. Na VO Donave je količina le-teh cca. 30 % količine vode povratne rabe voda, na VO Jadranskega morja pa le 0,5 %. To razliko gre pripisati veliki količini vode za hlajenje jedrske elektrarne (Smolar-Žvanut in sod., 2015).

6. Cilji rabe voda

Cilji načrta upravljanja voda se delijo na okoljske cilje in cilje v zvezi z urejanjem in rabo voda. Okoljski cilji obsegajo cilje v zvezi z varstvom voda. (Uredba o podrobnejši vsebini in načinu priprave načrta upravljanja voda; Uradni list RS, št. 26/06, 5/09, 36/13 in 74/16). Cilji, vezani na rabo voda, morajo biti skladni z drugimi cilji, ki se nanašajo na varstvo in urejanje voda. Na območjih s posebnimi zahtevami so lahko zastavljeni višji cilji, ki posledično narekujejo strožje ukrepe, npr. dodatno omejevanje rabe voda (Zakon o vodah).

Poglavitni cilj rabe voda je doseganje trajnostne rabe voda ob spoštovanju okoljskih ciljev, vzpostavitev podpore načrtovanju rabe voda v Sloveniji, izboljšanje povezljivosti in uporabnosti evidenc o rabi voda, evidentiranje podatkov o količinah rabljene vode, zmanjšanje števila kršitev, vezanih na rabo voda, ter zagotovitev zadostne količine kakovostne pitne vode. Cilji v zvezi z rabo voda so v največji možni meri opredeljeni po načelih SMART (specific, measurable, achievable, realistic, timeline), ki predstavljajo načrt za pripravo ciljev, merljivost napredka in izvedljivost ciljev.

Potencialni problemi vezani na doseganje ciljev trajnostne rabe voda lahko nastopijo v koliziji interesov zasledovanja okoljskih, družbenih in gospodarskih ciljev, kot so na primer:

- varstvo okolja: doseganje dobrega stanja voda;
- energetika: doseganje 20 % energije iz obnovljivih virov energije do leta 2020;
- kmetijstvo: povečanje samooskrbe s hrano in
- gospodarstvo in turizem: razvoj gospodarstva in turizma. (Smolar-Žvanut in sod., 2015).

7. Ukrepi rabe voda

V letu 2013 je bilo pripravljeno poročilo o izvajanju Programa ukrepov Načrta upravljanja voda za obdobje 2011–2015 (Vlada RS, 2016a). Od skupno 66 ukrepov jih je izvedenih 9 (predvsem ukrepi, vezani na prepovedi, omejitve in pogoje rabe voda, določene z Uredbo o načrtu upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja; Uradni list RS, št. 61/11, 49/12, v nadaljevanju Uredbe). 30 ukrepov se izvaja, 27 ukrepov pa še ni izvedenih. Iz poročila izhaja, da za izvajanje dopolnilnih ukrepov ni bilo na voljo dovolj sredstev. (Vlada RS, 2016a).

Izvedeni ukrepi, ki se nanašajo na prepovedi, omejitve in pogoje rabe površinske vode, so:

- Omejitev rabe površinskih voda za namakanje (DUPPS1 8.1.2), 5. člen Uredbe,
- Omejevanje nepovratne rabe voda na območjih velikih namakalnih sistemov (DUPPS 8.1.3), 5. člen Uredbe,
- Prepovedi rabe površinskih voda na odsekih za določitev referenčnih razmer in v zaledju (DUPPS 8.2.1), 6. člen Uredbe,
- Prepoved rabe površinskih voda na povirjih in vodotokih z malimi specifičnimi odtoki malih vod (DUPPS 8.3.2), 5. člen Uredbe,
- Prepoved stalnega sidranja izven območij pristanišč (DUPPS 8.3.5), 5. člen Uredbe,
- Prepovedi, pogoji in omejitve za podelitev rudarske pravice in vodne pravice v gramoznicah (DUPPS 8.7), 5. člen Uredbe.

V obdobju 2011-2015 sta bila za delovno področje rabe voda izvedena še dva dopolnilna ukrepa Analiza razpoložljivih zalog podzemne in površinske vode ter obstoječe in predvidene

1 Dopolnilni ukrepi za preprečitev poslabšanja ali slabšanja stanja

rabe vode za obdobje do 2021 (DDU[2] 26) ter Ureditev primarne in sekundarnih rab vode v večnamenskih akumulacijah (DDU 19) .

Program ukrepov upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje 2016–2021 sestavljajo temeljni in dopolnilni ukrepi, ki so razdeljeni v tri skupine (t. i. temeljni ukrepi »a«, temeljni ukrepi »b« in dopolnilni ukrepi). Temeljni ukrepi »a« so ukrepi, ki se že izvajajo na podlagi predpisov, ki urejajo področje voda, varstva okolja in ohranjanja narave. To so ukrepi skupne vodne politike, ki se v skladu z določili Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES (v nadaljevanju: vodne direktive) upoštevajo pri pripravi načrtov upravljanja voda. Temeljni ukrepi »b« so ukrepi, ki dopolnjujejo oz. nadgrajujejo aktivnosti, izhajajoče iz temeljnih ukrepov »a« in odpravljajo prepoznane pravne, upravne, administrativne ali strokovno raziskovalne vrzeli. Dopolnilni ukrepi so ukrepi, ki so potrebni zaradi doseganja dobrega stanja voda. Ukrepi za vodna telesa površinskih voda in podzemnih voda so opredeljeni na podlagi ocene verjetnosti, da okoljski cilji leta 2021 oz. 2027 ne bodo doseženi (Vlada RS, 2016b).

Temeljni ukrepi »a«, ki se že izvajajo, so:

- Sistem podeljevanja vodnih pravic (R1a)
- Omejitve, prepovedi in pogoji rabe voda (R3a)
- Sistem oskrbe s pitno vodo (R4a)
- Spodbujanje učinkovite in trajnostne rabe vode (R5a)

V sklopu vsebin vezanih na rabo voda je predviden tudi temeljni ukrep »b« Sistem za podporo odločanju o rabi voda (R1b1), ki obsega analizo obstoječe rabe voda in količinskega stanja podzemnih voda, analizo razpoložljivih količin vode in ranljivosti vodnega okolja ter omejitve rabe voda. Upoštevajo se varovana zaledja vodnih virov in možnost njihove optimizacije ter vključitev v sistem obvladovanja tveganj pri oskrbi s pitno vodo. Vključene bodo tudi sektorske potrebe po rabi voda. Predvideno izvajanje naloge je v obdobju 2017–2020.

8. Zaključki

Kljub temu, da je Slovenija je med najbolj vodnatimi državami v Evropi in svetu, je treba rabo voda skrbno načrtovati. S predlaganimi temeljnimi in dopolnilnimi ukrepi dosegamo trajnostno rabo voda in sledimo doseganju skupne vodne politike. Najobsežnejši ukrep, ki se bo izvajal v naslednjem vodno-načrtovalskem obdobju je Sistem za podporo odločanju o rabi voda (R1b1), ki je namenjen racionalizaciji upravnega postopka podeljevanja vodnih pravic. Ukrep »Sistem za podporo odločanju o rabi voda« obsega analizo obstoječe rabe voda, analizo količinskega stanja podzemnih in površinskih voda, analizo razpoložljivih količin vode, analizo ranljivosti vodnega okolja in omejitve rabe voda. V sklopu ukrepa se bodo pripravile strateške ocene o primernosti odsekov za nadaljnjo rabo vode. Z upoštevanjem ciljev varstva narave in potreb po rabi voda bodo rezultati ukrepa lahko v pomoč pri odločanju o rabi voda.

9. Viri

[1] ALCAMO, J., HENRICH, T., RöSCH, T., 2000. World Water in 2025 – Global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century. Report A0002, Centre for Environmental System Research, University of Kassel, Germany.

[2] ARSO, 2014a. Geoportal ARSO - izpis okoljskih prostorskih podatkov: koncesije za rabo voda (točke) Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana. (pridobljeno 27. 5. 2014)

2 Drugi dopolnilni ukrepi

[3] ARSO, 2014b. Geoportal ARSO - izpis okoljskih prostorskih podatkov: vodna dovoljenja (točke) Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana. (pridobljeno 7. 5. 2014)

[4] ARSO, 2014c. Kazalci okolja v Sloveniji – Indeks izkoriščanja vode. Dostopno s http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=593 (pridobljeno februar 2014).

[5] ARSO, 2015. Podatki o podeljenih vodnih pravicah. Lastni preračuni (IzVRS) iz podatkov Atlasa okolja. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana.

[6] EEA, 2004. Indicator fact sheet: (WQ1) Water exploitation index. Copenhagen, European Environment Agency: 8 str.

[7] EEA, 2009. Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought. Copenhagen, European Environment Agency: 55 str.

[8] Nagy, M., Lenz, K., Windhofer, G., Fürst, J., Fribourg-Blanc, B., 2008. Data Collection Manual for the OECD/Eurostat, Joint Questionnaire on Inland Waters Tables 1 – 7; Concepts, definitions, current practices, evaluations and recommendations, version 2.21: 157 str.

[9] SMOALRr-ŽVANUT N., MELJO, J., KOLMAN, G., KRAJČIČ, J., SMILJIĆ, L. Integracija vsebin, vezanih na rabo voda (v2.0 – strokovne podlage). Poročilo o realizaciji naloge I/1/1/9. Inštitut za vode Republike Slovenije. Ljubljana. 2015.

[10] Vlada RS, 2016a. Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016–2021. Ljubljana. Oktober, 2016.

[11] Vlada RS, 2016b. Program ukrepov upravljanja voda. Ljubljana. Oktober 2016.

[12] Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 - ZZdrI-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15).

[13] ZAL, N. 2012. Overview of EEA's water indicators and water exploitation index (WEI+). Seminar for Eastern Europe, Caucasus and Central Asia Countries (EECCA) on Water Statistics, Kazakhstan, Almaty, 11.-12.11.2012: 30 prosojnic.

RABA VODE V VEČNAMENSKIH ZADRŽEVALNIKIH

mag. Jana Meljo, univ. dipl. inž. grad., Jurij Krajčič, mag. geog., dr. Nataša Smolar Žvanut, univ. dipl. biol.

Direkcija Republike Slovenije za vode, Hajdrihova ul. 28c, 1000 Ljubljana

POVZETEK

V Sloveniji so zgrajeni večnamenski zadrževalniki, na katerih se izvajajo različne vrste rabe voda in ostale dejavnosti, ki niso vedno skladne z načrtovano rabo voda. Nenačrtovana raba zadrževalnikov, predvsem ribištvo, ribogojstvo, rekreacija in turizem, otežuje njihovo upravljanje in sofinanciranje vzdrževalnih del. Za uspešnejše upravljanje zadrževalnikov je ključna določitev prioritete rabe vode in drugih dejavnosti v večnamenskih zadrževalnikih.

V ta namen je bila v prvem vodnonačtovalskem obdobju izvedena naloga, v sklopu katere je bilo obravnavanih 56 večnamenskih zadrževalnikov in 2 hidroenergetska derivacijska kanala. Zbrani so podatki o tehničnih značilnostih zadrževalnikov, obstoječih in predvidenih vrstah rabe voda, o obremenitvah, hidromorfologiji in podatki, vezani na ekonomske vsebine. Na podlagi teh podatkov je bil podan predlog prednostne uporabe vodnih zadrževalnikov.

Določeni so bili tudi nosilci stroškov uporabe vodne infrastrukture za druge namene. Za zagotovitev enotnega sistema ureditve razmerij glede finančnih obveznosti, ki nastanejo z uporabo vodne infrastrukture, je bil izdelan tudi predlog kriterijev delitve finančnih stroškov za uporabo vodnih objektov in naprav v večnamenskih zadrževalnikih med različnimi uporabniki. Izbrani kriterij je bil preizkušen na štirih primerih večnamenskih zadrževalnikov: Slivniško, Šmartinsko in Žovneško jezero ter za akumulacijo HE Vrhovo.

Ključne besede:
raba voda, zadrževalniki, pregrade

1. Uvod

V Sloveniji so zgrajeni večnamenski zadrževalniki, na katerih se izvajajo različne vrste rabe voda in ostale dejavnosti, ki niso vedno skladne z načrtovano rabo. Vodni objekti in naprave v večnamenskih zadrževalnikih se lahko uporabljajo za različne namene, in sicer za:

- splošno rabo vodnega dobra,
- posebno rabo vodnega dobra,
- urejanje voda (ohranjanje in uravnavanje vodnih količin, varstvo pred škodljivim delovanjem voda, vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč, skrb za hidromorfološko stanje vodnega režima) - (vodna infrastruktura),
- izvajanje monitoringa (vodna infrastruktura),
- zmanjšanje vplivov onesnaževanja voda dolvodno (bogatenje voda v sušnih mesecih)
- kombinacijo teh dejavnosti.

V članku so prikazani delni rezultati naloge DDU19 »Ureditev primarne in sekundarnih rab vode v večnamenskih akumulacijah«, ki se je izvajala v obdobju 2012-2014. Namen naloge je bil izboljšanje upravljanja vodnih objektov in naprav v večnamenskih zadrževalnikih, cilj naloge pa je bil pripraviti predlog prioritete uporabe večnamenskih vodnih objektov in naprav ter določiti kriterije delitve finančnih stroškov za rabo vodnih objektov in naprav med različnimi uporabniki.

2. Metoda dela

V nalogi je bilo analiziranih 58 objektov, med njimi 48 mokrih in 8 suhih zadrževalnikov ter 2 derivacijska kanala Formin in Zlatoličje. V sodelovanju z Agencijo RS za okolje (zdaj Sektorji območij Direkcije Republike Slovenije za vode, v nadaljevanju DRSV) in predstavniki izvajalcev gospodarskih javnih služb urejanja voda so bili izvedeni terenski ogledi zadrževalnikov.

Podatki o vodnih objektih in rabi vode za proizvodnjo električne energije v velikih hidroelektrarnah so bili pridobljeni s strani hidroenergetskih družb: Dravske elektrarne Maribor d.o.o. (DEM), Savske elektrarne Ljubljana d.o.o. (SEL), Hidroelektrarne na Spodnji Savi, d.o.o. (HESS) in Soške elektrarne Nova Gorica d.o.o. (SENG).

V tabelarični obliki so zbrani rezultati povpraševanj, poizvedb in analiz, ki so bile izvedene v okviru naloge. Zbrani podatki se delijo v naslednje sklope:

- Osnovni podatki o zadrževalnikih
- Podatki o obstoječih dejavnostih in vrstah rabe vode v zadrževalnikih
- Podatki za potrebe določitve ekološkega potenciala zadrževalnikov:
    - Osnovni podatki
    - Nihanje vode v zadrževalniku
    - Nihanje vode v vodotoku pod pregrado
- Podatki o stanju voda in podatki za analizo hidromorfoloških obremenitev in vplivov
- Podatki, potrebni za izvedbo ekonomskih vsebin
- Drugi podatki

2.1 Osnovni podatki o zadrževalnikih in pregradah

Zbrani so osnovni podatki, ki izhajajo iz študij, projektne dokumentacije in drugih dokumentov:

- Upravljavec
- Vrsta zadrževalnika (suhi/mokri)
- Tip zadrževalnika (pretočni/akumulacijski)
- Čas zadrževanja vode (dni)
- Obseg (km) (mokri: pri stalni ojezeritvi; suhi: max. vrednost)
- Površina zadrževalnika (km2)
- Globina zadrževalnika (m)
- Volumen zadrževalnika (m3)
- Obratovalna kota zadrževalnika (m.n.v.)
- Min in max. višina vode v zadrževalniku (m.n.v.)
- Višina pregrade (m)

2.2 Podatki o obstoječih dejavnostih in vrstah rabe voda v zadrževalnikih

Na podlagi podatkov vodne knjige so bile popisane vse vrste rabe voda, ki se izvajajo na zadrževalnikih. Iz projektne dokumentacije so bili pridobljeni podatki o vlogi vodnih objektov za varstvo pred poplavami. V nalogo so vključeni tudi podatki o dejanski in načrtovani rabi voda za namakanje kmetijskih zemljišč, ki izhajajo iz projekta CRP *Ocena vodnih perspektiv na območju Slovenije in možnosti rabe vode v kmetijski pridelavi* (Pintar in sod., 2010) . Evidenca je bila dopolnjena s podatki o ribiških okoliših. Podatki iz ribiškega katastra so dostopni preko Zavoda za ribištvo Slovenije (ZZRS). Na podlagi teh podatkov je bilo prepoznano, kateri zadrževalniki so vključeni v Ribiško gojitvene načrte (RGN) in kolikšna površina zadrževalnika je vključena v RGN. Zbrani so bili tudi podatki o potrebah po rabi vode v prihodnje.

V nalogi so bile evidentirane tudi vrste rabe voda, ki se ne izvajajo, vendar so predvidene v uradnih dokumentih, pravilnikih in drugih aktih. Zbrani so tudi podatki o posebnih vrstah rabe voda, ki se izvajajo brez vodne pravice.

2.3 Podatki, potrebni za določitev ekološkega potenciala

Zadrževalniki, ki so s predpisi, ki opredeljujejo vodna telesa površinskih voda, določeni kot močno preoblikovana vodna telesa ali umetna vodna telesa, morajo skladno z Zakonom o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 - ZZdrI-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15) (v nadaljevanju: ZV-1) dosegati cilje dobrega stanja voda, to je dober ekološki potencial. S tem namenom so v nalogi zbrani podatki, ki vključujejo naslednje vsebine:

Osnovni podatki:

- Podatki o vrednostih ekološko sprejemljivega pretoka (Qes)
- Pogostost praznjenja (npr. x-krat letno)
- Pogostost odstranjevanja proda, mulja iz zadrževalnika
- Vrsta izpusta (npr. hipolimnijski)
- Omilitveni ukrepi (npr. ribja steza, prehod za druge vodne organizme)
- Najnižja gladina vode v zadrževalniku, ki se še rabi (m.n.v.)
- Krivulja odvisnosti volumna in višine vode v zadrževalniku (V-h) in krivulja odvisnosti površine zadrževalnika in višine vode v njem (F-h)
- "Naključnost upravljanja vodostaja" (zaželen podatek povprečnega leta)

Nihanje vode v zadrževalniku:

- Podatki o operativnem monitoringu gladin
- Oblika dostopnih podatkov operativnega monitoringa gladin (digitalni/analogni)
- Hitrost dviganja in spuščanja vode (npr. cm/dan)
- Pogostost spreminjanja višine vode (npr. dnevno, obdobno)

Nihanje vode v vodotoku pod pregrado:

- Merodajna vodomerna postaja (nacionalni ali operativni monitoring)
- Oblika dostopnih podatkov operativnega monitoringa gladin (digitalni/analogni)
- Hitrost dviganja vode pod pregrado (npr. cm/h)
- Hitrost upadanja gladine pod pregrado (npr. cm/h)
- Pogostost spreminjanja višine vode (npr. dnevno, obdobno)
- Velikost izpusta oz. povečanje pretoka (m^3/s)

2.4 Podatki o stanju voda in podatki, vezani na analizo vplivov in obremenitev

V nalogo so vključeni tudi podatki o stanju vodnih teles površinskih voda iz Načrta upravljanja voda 2009-2015 (Uredba o načrtu upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja, Ur.l. RS, št. 61/2011, 49/2012), ki lahko služijo kot dodatna informacija pri odločanju o primernosti predlagane rabe vode v zadrževalniku. V primeru nedoseganja ciljev bo v prihodnosti verjetno treba izdelati presojo vpliva rabe vode na stanje voda in odločiti, ali se bo predlagana prioritetna raba voda oz. dejavnost lahko izvajala. Zbrani drugi podatki, ki so potrebni za dopolnitev hidromorfoloških analiz obremenitev in vplivov (AOV):

- Prisotnost umetnega materiala (beton, kamen,..), opis obsega Popis naravnega substrata (blato, mulj, pesek, prod, gruščč, kamenje, skale, organski substrat)
- Način urejanja obrežnega in vodnega rastlinstva (košnja oz. odstranjevanje vodnih rastlin)
- Odstranjevanje plavnega lesa (ne, občasno, redno)
- Podatki, vezani na premeščanje plavin
- Delež brežin z antropogeno ureditvijo (% dolžine)
- Ureditve brežin
- Pokrovnost tal v obrežnem pasu in % dolžine
- Pokrovnost tal na pribrežnih zemljiščih oz. poplavni ravnici (mokrišča, gozdovi, mrtvice…) (% spremenjene površine)

2.5 Podatki, potrebni za izvedbo ekonomskih vsebin

Za zagotovitev enotnega sistema ureditve razmerij glede finančnih obveznosti, ki nastanejo z uporabo vodne infrastrukture, so predlagani kriteriji delitve finančnih stroškov za uporabo vodnih objektov in naprav med različnimi uporabniki. Rezultati naloge bodo v pomoč pri pripravi pogodb po 48. in 191. členu ZV-1. Zbrani podatki, ki so potrebni za izvedbo ekonomskih vsebin, so:

- Kdo so izvajalci dejanske rabe (imena pravnih ali fizičnih oseb, imena oseb, podjetij, ribiških družin...; zbrano v internem delu poročila)?
- Kdo in v kakšnem razmerju je financiral gradnjo zadrževalnika in pregrade?
- Kdo in v kakšnem razmerju financira vzdrževanje in obratovanje zadrževalnika in pregrade?
- Kakšni so letni stroški vzdrževanja in obratovanja zadrževalnika in pregrade?
- Ali je sofinanciranje vzdrževanja optimalno (DA/NE)? Predlog sprememb:
- Ali je morda sklenjena pogodba med lastniki vodne infrastrukture in drugimi uporabniki te iste infrastrukture, skladno z 48. členom ZV-1? (DA/NE)
- Ali gre za vodno infrastrukturo, vodne objekte za posebno rabo voda ali objekte vodne in energetske infrastrukture v nedeljivem razmerju?

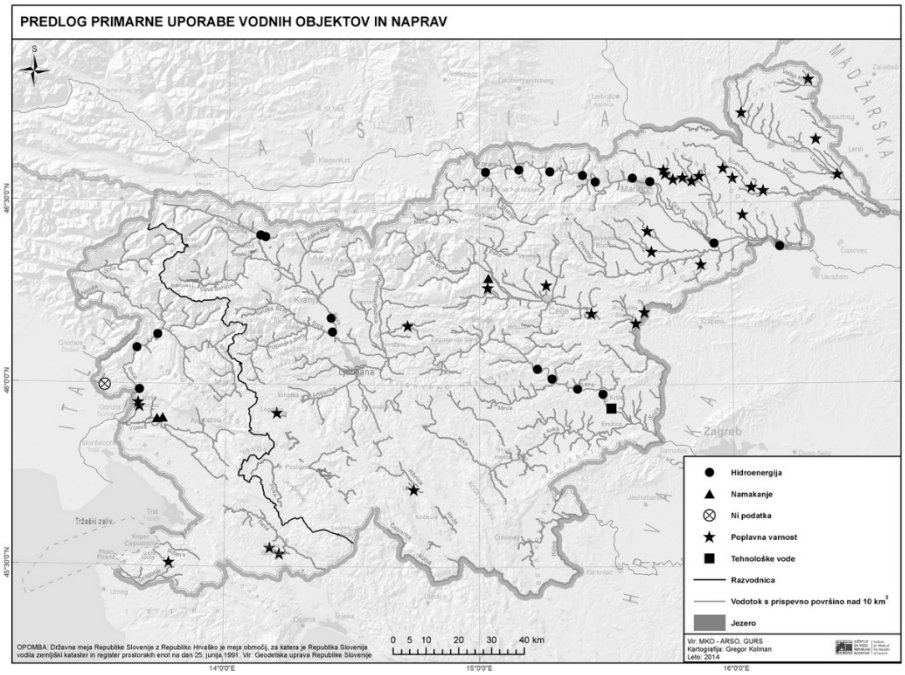
3. Rezultati

Na podlagi zbranih podatkov o »dejanski in projektirani rabi«, ki izhajajo iz študije Strokovne podlage s področja voda za potrebe prostorskega plana: Zadrževalniki in zbiralniki (Pirc, 1989), podatkov o »osnovni rabi« zadrževalnikov, ki izhajajo iz prispevka Realnost nadzora in ukrepanja na večnamenskih pregradah v Sloveniji (Globevnik, 2010) ter ostalih zbranih podatkov iz vodne knjige, ribiškega katastra, pravilnikov in poslovnikov o obratovanju

zadrževalnikov, podatkov iz koncesijskih pogodb in prilog ter informacijah o splošni rabi vode, ki so bile pridobljene s strani upravljavcev, internetnih povezav, prispevkov in drugih študij, je bil pripravljen strokovni predlog prioritete uporabe vodnih objektov. Predlog prioritete uporabe vodnih objektov in naprav je prikazan na sliki 1.

Največ zadrževalnikov je prioritetno namenjeno zagotavljanju poplavne varnosti in proizvodnji električne energije v hidroelektrarnah. Le trije zadrževalniki so namenjeni namakanju in eden za tehnološko rabo vode. Rezultati naloge so pokazali, da se na večini zadrževalnikov izvajata vsaj po dve vrsti rabe vode. Največ različnih vrst rabe vode se izvaja na Šmarinskem jezeru, ki je primarno namenjen zagotavljanju poplavne varnosti, vodo pa se rabi še za vzrejo vodnih organizmov, zalivanje, deskanje na vodi in skoke v vodo.

V nalogi so izdelane tudi podlage za zagotovitev enotnega sistema ureditve razmerij glede finančnih obveznosti, ki nastanejo z uporabo vodne infrastrukture. Izbran je ustrezen kriterij za delitev finančnih stroškov uporabe vodnih objektov in naprav v večnamenskih akumulacijah med uporabniki. Imetniki vodne pravice so nosilci finančnih stroškov v primerih, ko gre za objekte in naprave, ki so namenjene samo posebni rabi vodnega dobra. Država je nosilec finančnih stroškov uporabe vodnih objektov in naprav, ki se uvrščajo med vodno infrastrukturo v primerih, ko se vodna infrastruktura ne uporablja za druge namene. V primerih, ko se vodna infrastruktura uporablja tudi za druge namene (npr. za posebno rabo vode), je nosilec stroškov poleg države tudi imetnik vodne pravice.



Slika 10: Predlog primarne uporabe vodnih objektov in naprav (Meljo in sod., 2016)

4. Zaključki

Zbrani podatki so podlaga za ureditev prioritete uporabe večnamenskih zadrževalnikov. Z določitvijo nosilcev stroškov uporabe vodnih objektov in naprav v večnamenskih zadrževalnikih ter ključa za delitev stroškov med različnimi uporabniki bodo rezultati naloge lahko v pomoč pri pripravi pogodb glede sofinanciranja pri rednemu in investicijskemu vzdrževanju vodne infrastrukture.

5. Viri

[1] Globevnik, L. 2010. Realnost nadzora in ukrepanja na večnamenskih pregradah v Sloveniji. 12. posvetovanje SLOCOLD Varnost pregrad v Sloveniji. V: Varnost pregrad v Sloveniji: zbornik prispevkov. Krško, SLOCOLD – Slovenski nacionalni komite za velike pregrade: str. 61–70

[2] Meljo, J., Petelin, Š., Kolman, G., Krajčič, J., Kavčič, I., Peček, M., Zakrajšek, J., Damjanovič, B. Jeriha, Ž., Lajevec, D., Penko, J., Lah, P. Končno poročilo o realizaciji naloge DDU19 Ureditev primarne in sekundarnih rab vode v večnamenskih akumulacijah. Direkcija Republike Slovenije za vode, Ljubljana, 2016.

[3] Načrt upravljanja voda 2009-2015 - besedilni del (Uredba o načrtu upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja Ur.l. RS, št. 61/2011, 49/2012).

[4] Pintar in sod. 2010. CRP Ocena vodnih perspektiv Slovenije in možnost rabe vode v kmetijski pridelavi (V4-0487). Ljubljana, Univerza v Ljubljani. Biotehniška fakulteta: str. 74–101

[5] Pirc, V. 1998. Strokovne podlage s področja voda za potrebe prostorskega plana. Zadrževalniki in zbiralniki vode. C-788. Ljubljana, VGI družba za gospodarjenje z vodami, d.o.o.: 74 str.

[6] Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 - ZZdrI-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15).

CELOVITOST IN IZZIVI IZVAJANJA KOPALNE DIREKTIVE – KOPALNE VODE KOT RAZVOJNI POTENCIAL

Luka Snoj, univ. dipl. geog.[1], Gašper Šubelj, univ. dipl. geog.[1], mag. Mateja Poje, univ.dipl. ing. kemije[2], dr. Lidija Globevnik, univ. dipl. inž. grad.[1]

[1]TC Vode d.o.o., Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana, [2]MOP ARSO, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Države članice Evropske unije ter Švica in Albanija vsako leto v skladu s Kopalno direktivo celostno upravljajo več kot 21.000 kopalnih voda. Celostno upravljanje, poleg spremljanja kakovosti voda, zajema tudi informiranje javnosti, identifikacijo tveganj, izdelavo kopalnih profilov ter druge aktivnosti. Podatke o kakovosti voda in ostalih aktivnostih na kopalnih vodah države vsake leto posredujejo tudi Evropski komisiji in Evropski agenciji za okolje. V zadnjih petih letih beležimo velik porast kopalnih vod, ki se nahajajo znotraj urbaniziranih območij. Takšne kopalne vode so prav zaradi svoje večfunkcionalnosti izredno pomembne, upravljanje z njimi pa je lahko del širšega koncepta zelene infrastrukture. Poleg rekreativne in socialne funkcije namreč lahko nudijo pomembne ekološke (prilaganje podnebnim spremembam, ohranjanje biodiverzitete) in ekonomske (zmanjševanje poplavne ogroženosti) storitve. Upravljanje s kopalnimi vodami, ki se nahajajo v urbanih območjih, predstavlja še poseben izziv, saj so takšne vode nemalokrat podvržene kombinaciji različnih pritiskov. Revitalizacija kopalnih voda znotraj urbanih območij postaja v praksi vedno bolj mogoča zaradi izboljšanja kanalizacijske infrastrukture, renaturacije vodnih teles, deindustralizacije, čiščenja komunalnih odpadnih voda in drugih dejavnikov. V članku predstavljamo različne obremenitve kopalnih voda in ukrepe, ki jih države članice, predvsem pa Slovenija, sprejemajo za zagotavljanje ustrezne kakovosti kopalnih voda oz. celovitega izvajanja Kopalne direktive. Z različnimi razvojnimi in političnimi instrumenti, ki so opisani v članku, lahko pripomoremo k uspešnemu upravljanju kopalnih voda. V članku se sprašujemo, zakaj države redko širijo uradne sezname kopalnih voda, čeprav lokalne skupnosti kopalne vode obravnavajo tudi kot pomemben razvojni potencial. Tako je tudi v Sloveniji. V članku opišemo nekaj takih primerov.

Ključne besede:

kopalne vode, Kopalna direktiva, upravljanje z vodami, kakovost voda.

1. Uvod

Kopanje je široko uveljavljena praksa s higienskimi, rekreacijskimi, zdravstvenimi in tudi ritualnimi motivi; skozi zgodovino je bilo tako potreba kot del človekove kulture. Ko gre za kopanje v naravnem okolju, zaščita zdravja kopalcev sovpada s zagotavljanjem celovite kakovosti vodnega okolja. S takšnim ozadjem je bilo vprašanje kakovosti kopalnih voda naslovljeno v neodvisnih raziskavah, študijah javnih institucij, nacionalnih zakonodajah in mednarodnih organizacijah. Na globalno raven se pojem "kopalne vode" uveljavlja ravno iz Evrope, kjer je bila potreba po zaščiti naravnega kopalnega okolja prepoznana že v

sedemdesetih letih. Kako torej v Evropski uniji implementiramo evropsko zakonodajo – kaj za nas pomeni v praksi?

Naravno okolje Slovenije tako na morskih kot celinskih vodah nudi priložnosti rekreativnega kopanja lokalnemu prebivalstvu, obenem pa predstavlja nezanemarljiv turistični potencial in kot tak gospodarsko panogo. Država ima lastno zgodovino spremljanja kakovosti kopalnih voda, ki ga je v procesu vstopanja v Evropsko unijo uskladila z ravno tako razvijajočim se evropskim pravnim redom. Kam na spisku držav Evropske unije se Slovenija umešča po kakovosti svojih kopalnih voda ter po upravljanju teh?

Upravljanje s kopalnimi vodami ni zgolj spremljanje fizikalno-kemijske kakovosti vode. V ospredje bolj in bolj prihaja celovito upravljanje kopalnih voda, ki skrb za vodo postavlja v kontekst odnosa med človekom in njegovim okoljem. Postavlja se torej vprašanje, ali uveljavljeni pristopi koristijo le aktivnim kopalcem ali širši družbi, morda (celo) naravnemu okolju samemu. Eno od aktualnih poglavij upravljanja s kopalnimi vodami je oživljanje kopanja v naravnih vodah urbanega okolja, ki sodi v okvir zelene ekonomije in zelene ter modre infrastrukture. Je potemtakem kakovostnim kopalnim vodam mogoče pripisati tudi druge vloge v spletu ekosistemskih storitev?

2. Upravljanje kopalnih voda v Evropi

Leta 2006 sta Evropski parlament in svet sprejela novo Direktivo o upravljanju kakovosti kopalnih voda in razveljavitvi Direktive 76/160/EGS (v nadaljnjem besedilu: Direktiva 2006/7/ES oz. nova direktiva). Direktiva 2006/7/ES upošteva aktualne znanstvene dokaze in kazalnike pri identifikaciji različnih zdravstvenih tveganj, ki jih lahko povzročijo neustrezne mikrobiološke razmere na kopalnih vodah (EEA, 2016a). V primerjavi s prvo direktivo katera je bila sprejeta že leta 1976 (v nadeljevanju besedila Direktiva 76/160/EEC) so določbe Direktive 2006/7/ES usklajene z drugimi evropskimi prostorskimi akti na področju voda. Prenovljena direktiva tako posveča velik poudarek prav celostnemu upravljanju kopalnih voda. Učinkovita implementacija takšnega upravljanja pa praviloma vodi k doseganju ustrezne kakovosti vode.

Države članice morajo vsako leto pred začetkom kopalne sezone pripraviti koledar monitoringa vsake kopalne vode. Direktiva 2006/7/ES predpisuje vzorčenje dveh parametrov (Intestinalni enterokoki in *Escherichia coli)*, ki sta pokazatelja stopnje mikrobiološke onesnaženosti oz. onesnaženja s fekalijami. Poleg rednega vzorčenja kopalnih voda celovito upravljanje kopalnih voda zajema tudi druge aktivnosti in ukrepe. Na kopalnih vodah se tako spremlja tudi možnost pojava drugih potencialnih nevarnosti in tveganj, kot so naprimer morski odpadki, cvetenje cianobakterij, makroalg in fitoplanktona. Če upravljalec kopalne vode oceni, da je zdravje uporabnikov kopalne vode zaradi takšnih in drugačnih dogodkov ogroženo, na to tudi javno opozori neposredno na kopalni vodi (npr. na informacijskih tablah) ter preko javnih občil (EEA, 2016a).

Kopalne vode se, glede na štiriletni niz meritev z izračunom mejnih vrednosti 95. oziroma 90. percentila, razvrstijo v odlične, dobre, zadostne in slabe, pri čemer so za kopanje primerne le tiste kopalne vode, ki dosegajo vsaj zadostno stanje (EC, 2006; EEA, 2016a; ARSO, 2016a). Kopalnim vodam, ki dosegajo slabo stanje, je treba s programom ukrepov (npr. investicije v izboljšavo kanalizacijskega omrežja, izgradnja čistilne naprave) zagotoviti vsaj zadostno kakovost vode najkasneje v petih letih, v nasprotnem primeru se takšne kopalne vode ne sme več uporabljati za namen kopanja (EC, 2006; ARSO, 2016a).

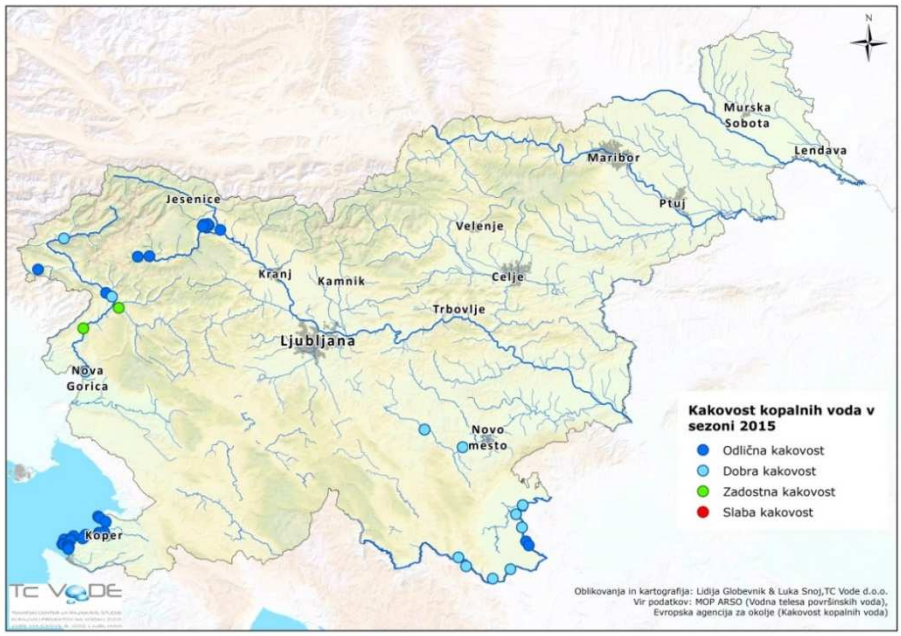
V letu 2015 je bilo v skladu z evropsko zakonodajo v Evropi vzorčenih več kot 21 tisoč kopalnih voda. Od vseh kopalnih voda jih je kar 91 % ustrezalo minimalnim kakovostnim zahtevam Direktive 2006/7/ES (doseženo vsaj zadostno stanje), medtem ko je strožjim zahtevam (doseženo odlično stanje) ustrezalo 84 % kopalnih voda. Zadostna kakovost (minimalna kakovostna zahteva direktive 2006/7/ES) na vseh kopalnih mestih je bila

dosežena na Cipru, v Grčiji, Latviji, Luxemburgu, na Malti in v Sloveniji. Neustrezno oziroma slabo kakovostno stanje je bilo ugotovljeno na manj kot 2 % kopalnih voda. (EEA, 2016a).

3. Upravljanje kopalnih voda v Sloveniji

Kopalna direktiva je prenesena tudi v pravni red[3] Slovenije, s čimer je slovenska zakonodaja usklajena z zahtevami Direktive 2006/7/ES. Nacionalni predpisi določajo seznam kopalnih voda, kopalno sezono, pripravo ukrepov za izboljšanje kakovosti kopalnih voda, ukrepe upravljanja med kopalno sezono, kot je naprimer pravočasno obveščanje javnosti v primeru izpostavljenosti uporabnikov kopalne vode morebitnemu onesnaženju (ARSO, 2016a; Vodopivec, Poje, 2004).

Na slovenskih rekah, jezerih in morju imamo 48 uradnih kopalnih voda, na katerih se že sicer običajno kopalci zbirajo v večjem številu in ustrezajo zakonsko določenim kriterijem za določitev naravnih kopalnih voda.Vzorčenje in analizo kopalnih voda izvaja Nacionalni laboratorij za zdravje in hrano, ki ob vzorčenju opravi terenske meritve in organoleptično oceni prisotnost vidnih nečistoč, površinsko aktivnih snovi, mineralnih olj, fenolov in pojava cvetenja, v mikrobiološkem laboratoriju pa izvede analize prisotnosti bakterij v vodi (*Escherichia coli*, intestinalni enterokoki) (ARSO, 2016b). Ob vsakem vzorčenju kopalne vode so bile opravljene meritve temperature zraka in vode, pH vrednosti ter na celinskih kopalnih vodah tudi električne prevodnosti (ARSO, 2016a). Zadnji podatki o kakovosti vode so javnosti na voljo preko spletne aplikacije[4] in informacijskih tabel, ki so postavljene neposredno na kopališčih (ARSO, 2016b).



Slika 1 Dosežena kakovost slovenskih kopalnih voda v letu 2015.

[3] Področje upravljanja kakovosti kopalnih voda tako urejajo Zakon o vodah, Pravilnik o podrobnejših kriterijih za ugotavljanje kopalnih voda in Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih voda.

[4] Spletna aplikacija oz. interaktivni zemljevid je na voljo preko sledeče povezave: http://gis.arso.gov.si/apigis/kopalnevode/

Vseh 21 kopalnih vod na morju je že vrsto let razvrščenih v najvišji kakovostni razred "odlično". Celinske kopalne vode sicer ne dosegajo tako dobrih rezultatov kot morske. Kljub temu pa vseh 27 celinskih kopalnih voda od leta 2010 dalje (odkar obstajajo meritve po aktualni metodologiji) izpolnjuje minimalne standarde kakovosti. 12 oziroma 44 % vseh celinskih kopalnih voda je v letu 2015 doseglo razred "odlično". Najkakovostnejše celinske kopalne vode so tako jezerske kopalne vode Bohinjskega jezera, Blejskega jezera in Šobčevega bajerja ter rečne kopalne vode na Nadiži in mestoma na Kolpi. Dobro kakovost dosega 12 (44 %) rečnih kopalnih voda na Kolpi, Krki in Soči. Dve celinski kopalni vodi sta bili v letu 2015 razvrščeni v "zadostni" kakovostni razred. To sta kopalni območji Idrijca v Bači pri Modreju in Kanal na Soči. Na slabšo kakovost teh dveh kopalnih vod v porečju Soče močno vplivajo lokalne vremenske razmere. V poletju 2015 so bile v zaledju teh dveh kopalnih vod namreč pogoste močne lokalne padavine v zahodnem delu države, ki so povzročile intenzivnejše spiranje površin. Sklepamo lahko, da je posledično prišlo tudi do prelivov iz preobremenjenih kanalizacijskih sistemov ob kopalni vodi in njenem zaledju (ARSO, 2016b), kar je povzročilo povišane vrednosti indikatorskih bakterij na območju kopalnih voda. Doseženi kakovostni razred kopalnih voda v sezoni 2015 je prikazan na **Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**.

4. Razvojni potenciali kopalnih voda in izzivi upravljanja z njimi

Zadnjih nekaj let vse slovenske kopalne vode ustrezajo zahtevam evropske in nacionalne zakonodaje. To zagotovo ni samo doprinos novega sistema vrednotenja, pač pa k boljšemu stanju voda znatno prispeva tudi dograjevanje in posodabljanje kanalizacijskih sistemov, gradnja čistilnih naprav ter drugi ukrepi.

Zaradi specifične geografske lege so poleti med kopalno sezono predvsem v zahodnih legah pogoste intenzivne konvekcijske padavine, ki lahko kratkotrajno močno poslabšajo kakovost voda zaradi prelivov kanalizacijskih sistemov, spiranja gnojil s kmetijskih površin in onesnažil z urbanih površin. Poleg povišanih vrednosti mikrobioloških elementov se ob takšnih vremenskih situacijah kopalne vode tudi ohladijo, zaradi sedimenta postanejo motne, lahko tudi deroče, nevarne in za kopalce neprivlačne. Zaradi intenziviranja ekstremnih vremenskih pojavov – daljša sušna obdobja ter krajša in krajevno razporejena obdobja intenzivnih padavin (Kajfež-Bogataj, 2006; Zakon o podnebnih spremembah, 2010) –, urbanizacije in intenziviranja kmetijstva (Plut, 2014) pa lahko pričakujemo večje kemijske, hidrološke in mikrobiološke obremenitve kopalnih voda. Izpiranje onesnažil in hranil (predvsem fosfor in dušik) s kmetijskih in urbanih površin ob intenzivnih padavinskih dogodkih v kombinaciji s pomanjkanjem kisika v vodi lahko povzroči višek hranil in evtrofikacijo voda. Predvsem na jezerih in morju lahko pride do cvetenja planktona in modrozelenih alg, ki zaradi toksičnosti predstavlja tveganje za človeka oziroma kopalca (EEA, 2012; EEA, 2016b).

V Sloveniji se kar nekaj lokacij poteguje za pridobitev statusa kopalne vode. Ob določitvi mora lokacija izpolnjevati številne zakonsko določene kriterije kot so število kopalcev (pričakuje se vsaj 300 kopalcev na dan trikrat v kopalni sezoni), omogočen dostop po javni poti, za kopanje zagotovljena ustrezna širina in dolžina brega, odsotnost izpustov komunalnih odpadnih voda, dobro kemijsko in ekološko stanje danega vodnega telesa ter drugi kriteriji. V ta namen številne lokalne skupnosti oz. Nacionalni laboratoriji za zdravje, okolje in hrano izvajajo mikrobiološke analize tudi na lokacijah, ki še niso uradne kopalne vode, z namenom ugotoviti obstoječe stanje voda oziroma z ukrepi zagotoviti izboljšanje le-te na potencialnih lokacijah. Tako se dodatne analize vode občasno že izvajajo na nekaterih lokacijah na Ljubljanici, Krki, Sori ter Velenjskem jezeru. Ker zakonodaja določa, da kopalne vode določi vlada v okviru zakonodajnega postopka, je vključevanje novih kopalnih voda dolgotrajen postopek, ki ga vodi Ministrstvo za okolje in prostor.

Kopalne vode zagotovo predstavljajo pomemben turistični potencial, ki pa ga je potrebno ustrezno tržiti. Podnebne spremembe predstavljajo izziv, ki prinaša globalnemu turizmu več

tveganja kot priložnosti ter napoveduje regijsko, sezonsko in produktno prerazporeditev turističnih tokov. Vedenje potrošnikov se hitro spreminja, turisti vedno pogosteje iščejo zelene, odgovorne destinacije. Okoljski znak Modra zastava je mednarodno priznan sistem odličnosti, ki ga pridobijo kopališča, ki imajo odlično kakovost vode, zadostijo zahtevnim kriterijem glede varnosti, storitev, okoljske vzgoje in informiranja in le-te tudi v praksi udejanjijo skozi okoljski management. Ta znak se letno podeljuje tudi naravnim kopališčem in je namenjen povečevanju okoljske ozaveščenosti na kopališčih, (so)oblikovanju okoljske etike ter spodbujanju okoljsko odgovornega obnašanja. V letu 2015 je okoljski znak Modra zastava pridobilo 12 slovenskih kopališč. Zgovoren je podatek, da je po številu podeljenih Modrih zastav na kilometer obale Slovenija druga na svetu (Živeti z morjem, 2017).

V Evropi poznamo kar nekaj primerov, ko je zaradi ustreznih ukrepov varno kopanje postalo mogoče tudi v večjih mestih. V Kopenhagnu (Danska) so odpadne vode iz kanalizacije in industrije več desetletij onesnaževale vodo v pristanišču. Od leta 1995 dalje so občinske oblasti posodobile kanalizacijsko infrastrukturo in čistilne naprave. Zgradile so tudi zbiralnike odpadne vode, ki so aktivirani, ko pride do preobremenitev kanalizacijske infrastrukture. Do izlivanja odpadnih voda v pristanišče pride tako le še ob izredno močnem deževju. Prebivalci mesta se danes lahko kopajo na petih uradnih kopališčih v pristanišču, kjer se meri kakovost vode. Kakovost vode je v pristanišču vzorčena avtomatsko; podatki so tako sproti beleženi v spletni sistem. V primeru, da je ugotovljena neustrezna kakovost vode, se kopališče nemudoma zapre (DAC&Cities, 2015). Kompleksno raba urbanega obmorskega prostora prikazuje Slika 2.

Slika 2 Kopanje znotraj urbanega območja - Mestno kopališče Koper (avtorica fotografije mag. Mateja Poje).

5. Zaključek

Naravna vodna telesa so prepoznana kot okoljski vir s številnimi funkcijami. To prepoznava tudi uradna zakonodaja na evropski ravni, ki državam nalaga ustrezno upravljanje tega okoljskega vira. Izvajanje zakonodaje prinaša dobre rezultate v Sloveniji tako zaradi dobrih regeneracijskih sposobnosti naravnega okolja kot zaradi ustreznega upravljanja v večini primerov.

Že sama narava Kopalne direktive je usmerjena v varovanje človekovega zdravja na prvem mestu, ne pa v zaščito okoljskih virov kot takih. Ne glede na to ima pozitivne vplive na kakovost naravnega okolja, še posebej ko gre za njeno sinergijo z ostalimi vodnimi direktivami ter tistimi, ki naslavljajo skrb za kakovost okolja; še pomembnejše je zbiranje podatkov in

razvoj prakse dobrega upravljanja, ki lahko služi za nadaljnje dobre pristope k varovanju vodnega in siceršnjega okolja. Prav ti podatki bodo ob dobri politiki služili kot podlaga za smiselne odločitve v prihodnosti – zaenkrat tega še ni mogoče trditi zaradi premalo zbranih podatkov, čeprav so ravno podaki Kopalne direktive eden bogatejših vsakoletno dopolnjenih virov o kakovosti voda po celotni Evropski uniji ter celo širše.

Izvajanje direktive je še toliko bolj pomembno, ko je očitno, da gre z roko v roki s širšimi razvijajočimi se pristopi razvoja zelene infrastrukture. Takšna praksa, predvsem pa njen nadaljnji razvoj, je vezana na kapaciteto skupnosti, da zagotovi financiranje zbiranja podatkov ter ostalo upravljanje kopalne vode; da je dovolj fleksibilna z zakonodajnega pogleda in da izvajanje direktive sprejme kot instrument, ki naj pomaga usmerjati skrb za okolje.

6. Viri

ARSO, 2016a, Kakovost kopalnih voda na naravnih kopališčih in na kopalnih območjih v Sloveniji v letu 2015. Ljubljana. Available from: http://www.arso.gov.si/vode/kopalne%20vode/KV%202015_Kon%C4%8Dna%20splet%20podpisi.pdf [dostop 28. december 2016].

ARSO, 2016b, Kopalne vode. Available from: http://www.arso.gov.si/vode/kopalne%20vode [dostop 28. december 2016].

DAC&Cities, 2015, Copenhagen: From sewer to harbour bath. Available from: http://www.dac.dk/en/dac-cities/sustainable-cities/all-cases/water/copenhagen-from-sewer-to-harbour-bath/ [dostop 4. januar 2017].

EC, 2006, Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC, OJ L 64, 4.3.2006.

EEA, 2012, European waters — Assessment of statusand pressures, EEA Report No 8/2012, European Environment Agency, Available from: http://www.eea.europa.eu/publications/european-waters-assessment-2012 [dostop 3.januar 2017].

EEA, 2016a, European bathing water quality in 2015, EEA Report No 9/2016, European Environment Agency, Available from: http://www.eea.europa.eu//publications/european-bathing-water-quality-2015 [dostop 27. december 2016].

EEA, 2016b, European water policies and human health - Combining reported environmental information, EEA Report No. 32/2016, EEA Report No 9/2016, European Environment Agency, Available from: http://www.eea.europa.eu/publications/public-health-and-environmental-protection [dostop 4. januar 2016].

Kajfež-Bogataj L., 2006. Podnebne spremembe in nacionalna varnost. Ujma 20, Ljubljana, 170-176. Avaialbe from: http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2006/bogataj.pdf [dostop 03. januar 2017].

Plut, 2014, Sonaravni razvoj Slovenije – priložnosti in pasti. Univerza v Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Available from: http://geo.ff.uni-lj.si/sites/default/files/geograff_13_0.pdf [dostop 03. januar 2017].

Vodopivec N., Poje M., Upravljanje kopalnih voda v Sloveniji, Delo, 19.6.2004. Available from: http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/clanek_upravljanje_kopalnih_voda.pdf [dostop 19. junij 2004].

Zakon o podnebnih spremembah (drugi osnutek), 2010, Služba vlade RS za podnebne spremembe, Ljubljana. Available from: http://www.vlada.si/fileadmin/dokumenti/si/projekti/2010/Zakon_o_podnebnih_spremembah_splet.pdf [dostop 3. januar 2017].

Živeti z morjem. Available from: http://zivetizmorjem.si/media/ [dostop 18. Januar 2017].

POTENCIAL REČNEGA PROSTORA ZA RAZVOJ VESLAŠKIH DEJAVNOSTI

pred. dr. Aleš Golja

Univerza v Ljubljani, FGG, Jamova 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Reke predstavljajo slikovit in privlačen prostor, ki ima naravni potencial in široko uporabnost za športnorekreativne dejavnosti. Razvojne priložnosti rečnega prostora so v Sloveniji zaradi količine in tipologije voda velike, vendar je treba razvojne posege zaradi njihove ranljivosti skrbno načrtovati. Veslaške dejavnosti predstavljajo multidimenzionalno obliko rekreacije, s katero se ukvarjajo ljudje različnih znanj, spretnosti in izkušenj. Izziv, v procesu načrtovanja razvoja rečnega prostora za veslaške dejavnosti, je opredeliti pritiske rečega prostora ter v skladu z njimi zasnovati prostorski razvoj in njihove rabe. Obravnavali smo problematiko koriščenja naravnih vrednot rečnega prostora v turistične in športnorekreativne namene ter analizirali izvajanje veslaških dejavnosti na slovenskem rečnem prostoru. Iz analize upravljanja rek, ki jih je zaslediti v občinskih odlokih, lahko zaključimo, da ni skupne vizije na državni in regionalni ravni glede urejanja rečnega prostora za veslaške dejavnosti. Posledično je reševanje razvojnih možnosti na lokalni ravni parcialno in neusklajeno. Pomanjkanje skupne strategije in zavedanje o pomembnosti razvoja rečnega turizma povzroča stihijo, ki je trenutno prisotna na našem rečnem prostoru. V prispevku želimo opozoriti na trenutne razmere in pomen načrtovanega razvoja slovenskega rečnega prostora za veslaške dejavnosti.

Ključne besede:

Rečni prostor, veslaške dejavnosti, šport, rekreacija, turizem

1. Raba rečnega prostora za veslaške dejavnosti

Reke predstavljajo slikovit in privlačen prostor, ki ima naravni potencial in široko uporabnost za športnorekreativne dejavnosti. V zadnjih tridesetih letih se trend zanimanja in povpraševanja za veslaške dejavnosti na rekah hitro širi na vseh vrstah rek, od mestnih, podeželskih, alpskih, počasnih do hitro tekočih. Evropska agencija za okolje (ang. European Environment Agency) v okviru Vodne direktive (Globevnik et al., 2006) posveča veliko pozornost trenutnemu stanju voda v Evropi z vidika ohranjanja dobrega ekološkega stanja in vzdržnega razvoja ob upoštevanju razmer med ekonomskim razvojem in potrebi po zaščiti okolja. Številne evropske študije kažejo, da je obnova rek (ang. River restoration) pripomogla k izboljšanju rečnega ekosistema, povečanju poplavne varnosti, ustvarjanju družbenih in ekonomskih koristi, možnosti za rekreacijo ter boljši podobi javnega prostora (ECRR, 2013).

Športnorekreativne dejavnosti na rečnem prostoru predstavljajo različne oblike veslanja in čolnarjenja. Po podatkih svetovne turistične organizacije predstavljata kajakaštvo in rafting pomembno, uspešno ter hitro rastočo tržno nišo pustolovskega turizma. Veslaške dejavnosti kot ena izmed oblik pustolovskega turizma predstavljajo protiutež množičnemu turizmu in se od ostalih vrst turizma (ekoturizem, geoturizem, odgovorni turizem, trajnostni turizem ipd.) ne razlikuje bistveno, saj tovrstne destinacije predstavljajo raziskovanje, potovanje, fizično aktivnost v naravnem okolju lokalnih kultur oddaljenih območij, kjer obiskovalci iščejo redke in edinstvene izkušnje. Vožnje z rafti, kanuji in kajaki predstavljajo prevladujoče avanturistične

dejavnosti na rečnem prostoru, ki ne zadovoljuje samo potrebe posameznikov, turistov v povezavi z naravo, ampak predstavljajo tudi poživljajočo rekreativno izkušnjo tudi v odročnih in težko dostopnih krajih gorskega sveta (npr. Nepal, Tajvan, Nova Zelandija).

V svetu je izdelanih veliko strategij, akcijskih planov, študij ter dokumentov o pomenu multifunkcionalnosti nacionalnih vodnih poti (Baumgartner in Blumer, 2012) . V Angliji se za področje športne rekreacije na rečnem prostoru sprejemajo smernice, strategije in lokalni (operativni) plani v želji povečevanja priložnosti vodnih poti za prosti čas in rekreacijo (The Wye waterway plan, 2011). Primeri dobrih praks razvoja in upravljanja veslaških dejavnosti na rečnem prostoru kažejo, da so se v mednarodnem prostoru z leti uveljavili različni načini upravljanja z naravnimi viri, ki glede na značilnosti pravnih in družbenih sistemov uravnavajo stopnjo obremenitev različnih vrst rab. Omejevanje obiska naravnih območij tako z vidika absolutnega števila obiskovalcev na dan, mesec in obdobje kot z vidika prevoznih sredstev, dostopnosti območij, daljšega zadrževanja in podobno je v večini držav z razvito tradicijo varstva narave samoumevno (A guide to planning and developing small vessel water trails in Ireland, 2013).

1.1 Motivi za ukvarjanje z veslaškimi dejavnostmi

V literaturi je zaslediti, da je motivacija za rekreacijo tako raznolika kot sama dejavnost. Pri nekaterih prevladujejo motivi, kot so telesna pripravljenost, druženje, izboljšanje in obvladovanje spretnosti, samopotrjevanje pri drugih pa uživanje v naravi, novih okoljih ali umik iz vsakdanjega življenja (Kline et al, 2014; Kerr in Houge Mackenzie, 2012). Williams in Soutar (2009) sta izoblikovala model za raziskovanje motivov za ukvarjanje s pustolovskimi dejavnostmi. Motivom sta pripisala štiri vrednosti, in sicer:

- Funkcionalno vrednost, ki se nanaša na kakovost, zanesljivost, trajnost in ceno. Za pustolovski turizem predstavlja število videnih znamenitosti, pravočasno izvedbo dejavnosti, udobje, ceno, varnostne standarde in načrtovanje za zmanjšanje tveganja, ki lahko vplivajo na funkcionalno dojemanje vrednosti.
- Čustveno vrednost, ki je psihosocialna dimenzija in je odvisna od doživljajske izkušnje, ki lahko vzbuja različne čustvene občutke, kot so veselje, navdušenje, strah, obotavljanje, zaskrbljenost ipd. Čustvena vrednost je verjetno ključni dejavnik za ukvarjanje s pustolovskimi dejavnostmi.
- Socialne vrednosti v turizmu predstavljajo interakcije med ljudmi na potovanju, odnose med popotniki in vodičem, individualno prepoznavanje pomembnosti destinacije potovanja lahko ustvari družbeno vrednost. Socialna vrednost ima lahko večji vpliv v majhnih potovalnih skupinah, ki jih izvajamo pri raftingu in kajakaških izletih.
- Epistemološka vrednost je ključna sestavina pustolovske izkušnje, saj vključuje nove dejavnosti in potovanja. Epistemična vrednost se ustvari, ko dejavnost zbuja radovednost, ponuja novost in/ali izpolnjuje željo po znanju. V turizmu so novosti in iskanje novega znanja pomembni motivi za pustolovščino. Epistemična vrednost predstavlja ključni dejavnik pri mnogih pustolovskih turističnih proizvodih zaradi želje turistov po raziskovanju in iskanju različnih novosti.

Buckley (2012) pravi, da je ključ motivacije hitrost odvijanja dejavnosti in posameznikova osebna doživljajska izkušnja. Podal je štirinajst kategorij motivov za izvajanje pustolovskih dejavnosti (Preglednica 1).

Zaradi narave dejavnosti in vlaganja v znanje veslaških veščin se izoblikujejo lastnosti, ki vplivajo na samostojnost, usposobljenost in povezanost z drugimi (Evans 2012). Varnost in

gneča na rekah predstavljata velik dejavnik tveganja, zato je pomembno, da uporabniki veslajo varno, se zavedajo svojih sposobnosti in upoštevajo težavnost rečnih odsekov.

Preglednica 1 Motivacije za pustolovske dejavnosti (Buckley, 2012)

Notranja / opravljanje dejavnosti	
Vznemirjenje	Adrenalin, razburjenje
Strah	Premagovanje strahu
Nadzor	Ohranjanje fizične in psihične kontrole nad telesom
Spretnosti	Uporaba strokovnega znanja za izvajanje zelo težkih nalog
Dosegljivost	Premagovanje izzivov za dosego težkih ciljev
Fitness	Aktivnost zgolj kot način za ohranjanje fizično kondicije
[Tveganja]	[Nevarnost kot neposredna motivacija]
Notranji / zunanji, mesto v naravi	
Narava	Ceniti lepoto
Umetnost	Zaznavanje dejavnosti kot umetniške
Duhovnost	Aktivnost kot duhovna izkušnja
Zunanji, družbeni položaj	
Prijatelji	Užitek v delitvi dejavnosti z drugimi
Podoba	Izboljšanje podobe z gledišča drugih
Pobeg	Sprememba glede na rutino doma ali delovnega mesta
[Tekmovanje]	[Tekmovanje z drugim]

Opomba: postavke, prikazane v oglatih oklepajih [],so nekatere študije opredelile kot motive, druge pa so jih izključile, saj so udeleženci izrecno zanikali, da so motivirani s tveganjem ali konkurenco.

2. Pregled stanja veslaških dejavnosti na slovenskem rečnem prostoru

V sklopu lastnega terenskega dela smo opravili obsežno analizo izvajanja veslaških dejavnosti na področju slovenskih rek v času turistične sezone. Po pregledu stanja na slovenskem rečnem prostoru in pogovorih z lokalnimi ponudniki veslaških storitev lahko rečemo, da se komercialne veslaške dejavnosti v Sloveniji najbolj intenzivno odvijajo na rekah Soča in Kolpa, zmerno na Savi Bohinjki, Savi Dolinki, Krki, Savinji, Ljubljanici ter najmanj na Dravi in Muri.

Preglednica 2 Motivacije za pustolovske dejavnosti (Golja, 2016),

Reka	**Padec reke**	**Tež. Stopnja**	**Dolžina veslaških poti [km]**
Sava Bohinjka	2% - 8%	II+- IV-	33
Sava Dolinka	1% - 8%	I-III	74
Krka	1% - 6%	I+-III-	67
Kolpa	1% - 5,5%	I-IV-	69
Ljubljanica	1%	I-II	26
Mura	1% - 2%	I-II	52
Drava	1% - 2%	I-II	25
Savinja	5% - 18%	I- IV(V)	39
Soča + pritok Koritnice	1% - 33%	I - VI	65
SKUPAJ km :			Cca 450

Iz analize posameznih rečnih odsekov je razvidno, da je za organizirane komercialne veslaške dejavnosti na voljo približno 450 km vodnih poti (Preglednica 2). Izvajanje dejavnosti ni enakomerno porazdeljeno, temveč se izvajajo glede na težavnostne stopnje rek (opisane s

težavnostno stopnjo odsekov po mednarodni lestvica težavnostne stopnje za divje vode) in doživljajskega potenciala ter dostopnosti.

Seznam podjetij, ki uradno tržijo veslaške dejavnosti po slovenskih rekah je preko 65 in jih je možno zaslediti na slovenskih spletnih straneh. Lokalni ponudniki menijo, da delež tujih podjetij, ki tržijo slovenski rečni prostor v času turistične sezone ni zanemarljiv.

Po pogovorih z ekstremnimi kajakaši, se nekomercialne veslaške dejavnosti izvajajo na rekah Kokra, Idrijca, Radovna, Bača, Tolminka ipd., kjer obstaja veliko rečnih odsekov, ki so zaradi razgibanosti terena, ozkih prehodov, manjših in večjih skokov ter hitrih sprememb težavnostnih stopenj na kratkih razdaljah primerni le za zelo izkušene kajakaše. Po večini je veslanje na teh odsekih mogoče le spomladi in po dežju, od veslača pa zahteva veliko pozornosti, znanja, izkušenj ter poznavanja terena. Ocenjujemo, da je za ekstremno kajakaštvo na voljo še najmanj 50 km veslaških poti.

2.1 Težave pri izvajanju občinskih odlokov o plovnih režimih v praksi

Krovni zakon upravljanja z vsemi vodami v Sloveniji z vidika varstva, urejanja in odločanja o njeni rabi na nacionalni ravni je Zakon o vodah (Uradni list RS, 56/2015), ki ureja športnorekreativne dejavnosti in rabo na rekah. Zakona, ki urejata upravljanje plovbe in varnost po slovenskih vodotokih, sta Zakon o plovbi po celinskih vodah (Uradni list RS, št. 30/2002) in Zakon o varstvu pred utopitvami (Uradni list RS, št. 9/2011). Plovbo na posamezni celinski vodi na svojem območju, ob upoštevanju naravne danosti, ureja lokalna skupnost. Odloki o določitvi plovbnega režima na katerih se izvajajo prostočasne in komercialne veslaške dejavnosti (vožnja s kajaki, rafti, kanuji ipd.) posameznih občin na posameznih vodnih območij se izvajajo na reki Ljubljanici, Savi, Savinji, Dravi, Muri, Krki in Soči. Na večini vodotokov je plovba časovno omejena, za uporabo je na nekaterih vstopno-izstopnih mestih treba plačati pristojbine za izvajanje športnorekreativnega veslanja na Savi Bohinjki (občina Bohinj), Soči (občine Bovec, Kobarid in Tolmin) in Savinji (občina Luče). Na večini slovenskih rek, kjer se izvajajo veslaške dejavnosti, kljub sprejetim odlokom in določenim vstopnim in izstopnim mestom ta niso urejena. Parkirnih mest ni dovolj, vstopno-izstopna mesta in ostala infrastruktura so neurejena, ni oznak, tako da posamezniki ne vedo, kje vstopiti ali izstopiti. Izjema je reka Soča, ki je v primerjavi z ostalimi rekami kljub pomanjkljivostim zgledno urejena.

Veliko nezadovoljstva med izvajalci dejavnosti je v letu 2015 povzročil poostren nadzor nad izvajanjem 23. člena Zakona o plovbi po celinskih vodah, ki pravi, da je za komercialne namene potrebna registracija športnih plovil, manjših od pet metrov. V Pomorskem zakoniku (Uradni list Ul RS, št. 42/2006, 217. člen) za tovrstne dejavnosti ni potrebna registracija plovil, kar pomeni, da so ponudniki, ki opravljajo gospodarske dejavnosti (izposoja športnih veslaških plovil) na rekah in jezerih, v neenakopravnem položaju s ponudniki tovrstnih storitev na morju. Večina ponudnikov meni, da odločitve brez usklajevanja strokovnjakov vodarske stroke, varstva okolja, pravne stroke ter ostalih deležnikov in brez upoštevanja dobrih praks iz tujine ne pripomore k razvoju veslaškega turizma v Sloveniji.

Domači ponudniki športnih storitev izražajo nejevoljo nad tem, da lahko pridobitno športno dejavnost rečnem prostoru izvajajo tudi tuja podjetja. Zakonodaja (Zakon o varstvu pred utopitvami, Uradni list RS, št. 9/2011, 32. a člen) ne omejuje tujim državljanom opravljanja vodenih dejavnosti na rekah, dokler imajo le-ti opravljeno ustrezno izobraževanje v matični državi. V združenju slovenskih podjetij že leta prosijo, naj država podeli koncesije za rabo reke in tako prepreči nelojalno konkurenco.

Iz pregleda stanja obstoječe zakonodaje, vezane na plovbo po slovenskih rekah, in iz analize občinskih odlokov, ki obravnavajo plovne režime na plovnih območjih, sledi, da odloki problematiko obravnavajo parcialno in neusklajeno, predvsem pa je zaznati odsotnost skupne vizije urejanja rečnega prostora za veslaške dejavnosti na državni ravni.

3. Zaključki

Rečni prostor spada med najlepše in najprestižnejše naravne lokacije za razvoj številnih, tudi veslaških dejavnosti. Območja rečnega prostora zato lahko predstavljajo ogrodje zasnove sistema veslaških dejavnosti v prostoru. Pestrost in zanimivost voda z vidika preživljanja prostega časa je ena izmed pomembnih značilnosti slovenskega prostora, hkrati pa je to okolje zaradi izjemne biotske raznolikosti ranljivo in kot takšno neprimerno za razvoj množičnega turizma.

V Sloveniji poglobljenega in načrtnega pristopa k razvoju rečnega prostora za športnorekreativne dejavnosti ni kljub evropskim in svetovnim trendom, ki veslanje na rekah prepoznavajo kot izredno pomembno turistično destinacijo in dodano vrednost lokalnemu, regionalnemu in državnemu gospodarstvu. Zaradi medsektorskih neusklajenosti, različnih strategij trajnostnega razvoja vodnega in obvodnega prostora in turistične ponudbe na regionalnem in lokalnem nivoju, rečnemu prostoru iz več razlogov ni posvečena posebna pozornost. Kljub zavedanju, da preživljanje prostega časa s športnorekreativnimi dejavnostmi vpliva na dobro počutje, zdravje in zdrav življenjski slog, lahko zaključimo, da po pregledu domače literature in državnih dokumentov ni zaslediti, da bi v Sloveniji imeli lastno filozofijo, ki bi podrobneje govorila o vizijah, priložnostih in razvoju na temo prostorskega načrtovanja veslaških dejavnosti na slovenskem rečnem prostoru.

Za celostno in konsistentno obravnavo dejavnosti rečnega prostora ter načrtovanje uporabnikom prijaznih storitev je treba razviti model upravljanja potencialnih veslaških območij, s katerim bi izboljšali organiziranost, varnost uporabnikov rečnega prostora ter vzpostavili sodelovanje med obiskovalci, ponudniki storitev in lokalnimi prebivalci, kar predstavlja osnovo za multifunkcionalno načrtovanje razvoja veslaških dejavnosti (Golja 2016).

4. Viri

[1] A guide to planning and developing small vessel water trails in Ireland. 2013. Dublin, Waterways Ireland and the Irish Sports Council. Available from:

http://www.waterwaysireland.org/SiteAssets/Corporate/ Guide to Planning and Developing Small Vessel Trails.pdf (dostop julija 2015.)

[2] BAUMGARTNER, C., BLUMER, A. 2012. Strategic Position of Daunabeparks for Tourism, Environmental Education and Regional Development. Available from:
http://www.danubeparks.org/files/698_Tourism_Strategy_Final.pdf (dostop maja 2014.)

[3] BUCKLEY, R. 2012. Rush as a key motivation in skilled adventure tourism: Resolving the risk recreation paradox. Tourism Management, 33(4), 961–970.

[4] EVANS, J. 2012. Predictors of motivation to participate in whitewater kayaking. Thesis,

Graduate School of Clemson University. Available from:

http://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2531&context=all_theses (pridobljeno avgust 2015.)

[5] ECRR. 2013. Rivers by Design: Rethinking development and river restoration. Bristol. Available from:
http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=RESTORE_Rivers-by-design.pdf (dostop januarja 2014).

[6] GLOBEVNIK, L., BIZJAK, A., SMOLAR ŽVANUT, N., PINTAR, M., URBANIČ, G., SLUGA, G., … URŠIČ, M. 2006. Izvajanje vodne direktive v sloveniji. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije. Available from:

http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/vodna_direktiva.pdf (dostop maja 2014.)

[7] GOLJA, A. 2016. Razvoj vodnega in obvodnega prostora za prostočasne dejavnosti. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, IPŠPUP.

[8] KLINE, C. S., GREENWOOD, J. B., SWANSON, J., CÁRDENAS, D. 2014. Paddler market segments: Expanding experience use history segmentation. Journal of Destination Marketing and Management, 2(4), 228–240.

[9] KERR, J. H., HOUGE MACKENZIE, S. 2012. Multiple motives for participating in adventure sports. Psychology of Sport and Exercise, 13(5), 649–657.

[10] Pomorski zakonik. Uradni list RS, št. 42/2006.

[11] The Wye waterway plan. 2011. Midlands, Environment Agency. Available from: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291394/gemi0112bvfq-e-e.pdf (dostop marca 2014.)

[12] WILLIAMS, P., SOUTAR, G. N. 2009. Value, Satisfaction and Behavioral Intentions in anAdventure Tourism Context. Annals of Tourism Research, 36(3), 413–438.

[13] Zakon o plovbi po celinskih vodah (ZPCV). 2002. Uradni list RS, št. 30/2002.

[14] Zakon o varstvu pred utopitvami (ZVU). 2011. Uradni list RS, št. 9/2011.

VEČNAMENSKI PROJEKT UREDITVE LJUBLJANICE NA OBMOČJU ŠIRŠEGA CENTRA LJUBLJANE

dr. Andrej Širca, univ.dipl.inž.grad.[1], mag. Marko Fatur, univ.dipl.inž.grad.[2], Dušan Ciuha, univ.dipl.inž.grad.[3], dr. Metka Povž, univ.dipl.biolog.[4]

[1]IBE, d.d., Hajdrihova ulica 28, 1000 Ljubljana, [2]LUZ, d.d., Verovškova ulica 64, 1000 Ljubljana, [3]Redelonghijeva 26a, 1000 Ljubljana, [4]Zavod Umbra, Ulica bratov Učakar 108, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Prispevek opisuje predlog projekta ureditve Ljubljanice in Gruberjevega prekopa za namene energetske izrabe, plovbe in varstva narave. Opisani so prostorski, tehnološki in okoljski vidiki tega kompleksnega projekta. Poleg velikih koristi, ki bi jih z ureditvijo Ljubljanice na predlagan način dal izboljšan javni prostor v Ljubljani, bi projekt izboljšal energetsko bilanco mesta in hkrati tudi ekološke lastnosti vodnega prostora ob reki. Dodatna korist projekta je rešitev problema dotrajanosti objektov za regulacijo nivoja vode v Ljubljanici in s tem tudi na Barju.

Za pridobivanje do 7 GWh električne energije letno so predlagani najsodobnejši pretočni energetski objekti z visokimi izkoristki in majhnim vplivom na okolje. Posebna pozornost je posvečena variantnim rešitvam na lokaciji Plečnikove zapornice na Ambroževem trgu. Bistveni elementi krožne plovnosti so novi jez dolvodno od sotočja Ljubljanice in Gruberjevega prekopa ter splavnici na Plečnikovi zapornici in na novem jezu v Gruberjevem prekopu. Novi jez pod sotočjem zagotavlja zadostno globino za plovbo tudi v času nižjih pretokov, obe splavnici pa sklenjeno plovno pot okoli Grajskega hriba. Pričakovan je pozitiven vpliv predlaganih objektov na lokacijah zapornic v Gruberjevem prekopu in Ambroževem trgu na naravno okolje, saj na obeh lokacijah vzpostavljamo prehodnost pregrad z izgradnjo sodobnih ribjih prehodov in s tem kakovostno povezavo z območjem Natura 2000 – Ljubljansko Barje.

Predlagani projekt združuje elemente pridobivanja energije iz obnovljivih virov, trajnostne urbane mobilnosti ter ohranjanja naravnega okolja, zato lahko njegova izvedba predstavlja zgleden primer integracije običajno nasprotujočih interesov energetike, varstva narave in varstva kulturne dediščine. Izkazuje tudi dobre možnosti za nepovratno financiranje.

Ključne besede:

energetska izraba, plovna pot, prehod za ribe, hidroenergija, kulturna dediščina, ohranjanje narave, prostorsko načrtovanje, javni prostor, Plečnikova zapornica, Ljubljanica.

1. Uvod

Projekt [1] obravnava odsek Ljubljanice od cestnega mostu pri Livadi do peš mostu preko Ljubljanice gorvodno od Fužin, to je do »fužinskega praga«. Osnova zanj je želja ljubljanske mestne uprave in Energetike Ljubljana, da se zagotovi sklenjena plovna pot po Ljubljanici in Gruberjevem prekopu okrog Grajskega hriba ter da se na tem odseku izkoristi razpoložljiv energetski potencial. Vsi posegi in ureditve morajo zagotavljati čim manj vplivov na vodno okolje. Sočasno se s projektom vzpostavlja izboljšana funkcionalnost obeh jezov na Ljubljanici z vidika zagotavljanja poplavne varnosti Barja in jugozahodnega dela Ljubljane ter z vidika

prehodnosti za ribe. Pričakuje se, da se bodo z ureditvijo in rednim vzdrževanjem plovnih poti izboljšale tudi odtočne razmere ob visokih vodah. Rešitve in predlogi za nadaljevanje projekta vključujejo tudi ožji (zasnove objektov) in širši prostorski vidik, saj bi javni prostor Ljubljane z ureditvijo plovnosti, obrežij in programov, ki reko izkoriščajo kot priložnost, pridobil nove kvalitete.

2. Prostorska izhodišča in usmeritve

Ljubljanica z Gruberjevim prekopom, Grajski hrib, Rožnik in Golovec predstavljajo edinstveno kombinacijo morfoloških in naravnih prvin, v kateri se je skozi zgodovino oblikovalo mesto Ljubljana. Ljubljanica na svoji poti povezuje raznolike mestne predele, ki so v veliki meri povezani z urejanjem prostora na brežinah. Ljubljanica predstavlja tudi koridor med dvema zelenima prvinama v in ob mestu: Barjem na jugu in reko Savo na severu. Z nabrežji in mostovi je Ljubljanica najpomembnejši in največji javni prostor v mestu

V zvezi z urejanjem območja Ljubljanice in Gruberjevega prekopa je bilo izdelanih že veliko študij, načrtov in predlogov. Nekateri imajo zgodovinsko vrednost. V zadnjem času se je urejalo predvsem odseke Ljubljanice skozi najgosteje grajen in najstarejši del mesta. Tu so obrežja reke že povezana z mestnim prostorom, medtem ko imajo odseki na območju Roške ceste, Kodeljevega in Most z reko še vedno slabo povezavo. Kljub temu, da je bila Ljubljanica v zgodovini mnogokrat regulirana, preusmerjana, območja ob njej pa preurejana, je v kontekstu krožne plovbe odprtih še veliko možnosti za prostorski razvoj, predvsem v vzhodnem delu obravnavanega območja. Javni prostor Ljubljane bi z ureditvijo slabo izkoriščenih območij ob vodi vzdolž Zaloške ceste in Gruberjevega prekopa pridobil nove razsežnosti, prispeval h kakovosti življenja v mestu in tudi k njegovi turistični privlačnosti in tržni vrednosti. Celovita ureditev Ljubljanice z Gruberjevim prekopom je priložnost za vzpostavitev še ene krožne poti (poleg POTi), ki bi obiskovalcem in domačinom z ureditvami ob vodi, na vodi in nad vodo ter z vzpostavitvijo plovnosti okrog Grajskega hriba ponujala nove rekreacijske in doživljajske možnosti. Sočasno z urejanjem krožnih poti ob in na Ljubljanici bi se revitalizirala in preuredila širša območja ob reki.

Ljubljanica lahko postane dostopna in vodilna prvina zelene infrastrukture v središču mesta in navzven. Reko in možnosti vzpostavitve plovne poti je možno izkoristiti za izboljšanje mobilnosti v mestu in razvoj trajnostnega prometa skozi zagotavljanje različnih možnosti javnih prevozov, ki se povezujejo in dopolnjujejo. Pri vzpostavitvi nove vodne poti je treba predvideti povezovanje pristanov z drugimi oblikami javnega prometa ter povezovanje lokacij pristanišč z obstoječo in načrtovano turistično in drugo infrastrukturo. Ureditev je lahko povod za prenovo ali pa za nove ureditve še neurejenih ali degradiranih območij. Kot območja prenove izpostavljamo npr. prenove brežin z vzpostavitvijo poti, kjer še niso urejene, prenovo Zaloške v povezavi z Ljubljanico, prenovo parka Kodeljevo v povezavi z Ljubljanico in Cukrarno. V prihodnosti se ob Ljubljanici lahko razvijejo nova programska območja, kot npr. na Roški ulici ali ob Gruberjevem prekopu, uredijo se lahko parki ob vodi, zgradijo novi mostovi ali pa se razvijejo dodatni turistični programi v povezavi s »Park and Ride« (P+R) mobilnostjo.

Projektne ideje, ki gradijo na teh prostorskih izhodiščih, so v okviru [1] razvite in analizirane v posebni študiji »Sinergijski učinki energetske izrabe in krožne poti v kontekstu urejanja prostora«. Ta podaja programske zasnove za posamezne odseke Ljubljanice in Gruberjevega prekopa od navezave na Barje do Fužin. Za posamezne lokacije so pripravljene usmeritve za zasnovo objektov z vidika urejanja prostora, ki izhajajo iz naslednjih vprašanj:

- Kakšne so sicer načrtovane ureditve na območju in kako medsebojno vplivajo?
- Kakšne so omejitve pri načrtovanju in kakšen pomen imajo lahko pri umeščanju in izvedbi projektov?
- Kakšni so potenciali, ki bi jih lahko ponudila izgradnja pregrad?

V študiji predstavljene rešitve upoštevajo znane omejitve, t.j. tehnične, vodnogospodarske, ihtiološke, varstvene in druge pravno-formalne režime, vendar niso edine možne. Lahko jih je še več in se v nadaljnjih fazah projekta pridobijo z dodatnimi optimizacijami in postopki javnega natečaja.

3. Tehnične obdelave in predlagane rešitve

Energetska izraba Ljubljanice je bila v preteklosti obravnavana predvsem na lokaciji Plečnikove zapornice, kjer jo je predvidel že sam Plečnik. Ob izvedbi jezu sicer energetski objekti niso bili zgrajeni, je pa bilo kasneje s študijami IBE (1984 – 1994) potrjeno, da je ta lokacija na območju mestnega jedra energetsko najprimernejša. Energetska raba na odseku pod sotočjem je bila obravnavana v študiji Agencije za prestruktruriranje energetike (2010), medtem ko za Gruberjev prekop hidroenergetske analize do sedaj niso bile narejene.

Načrtovanje »krožne plovbe« ima krajšo zgodovino. Prve ocene variant lokacij objektov za zagotavljanje krožne plovbe so bile narejene v letih 1999 in 2000 na Vodnogospodarskem inštitutu. Ugotovljeno je bilo, da obnova jezu v Gruberjevem prekopu ni upravičena in je bolj smiselno načrtovati nov objekt. V nadaljevanju analiz so bile v letu 2007 na Inštitutu RS za vode (IzVRS) obravnavane različne lokacije jezu pod sotočjem, dve lokaciji splavnice na Ambroževem trgu ter več lokacij novega objekta v Gruberjevem prekopu.

Prehodnost pregrad za ribe na območju Špica – Fužine je bila do sedaj obravnavana v projektu LIFE10 NAT/SI/000142, ki pa še ni zaključen. Izveden je bil poskus usposobitve ribjega prehoda na Plečnikovi zapornici, v Gruberjevem prekopu pa ukrepi niso bili predvideni.

3.1 Energetika

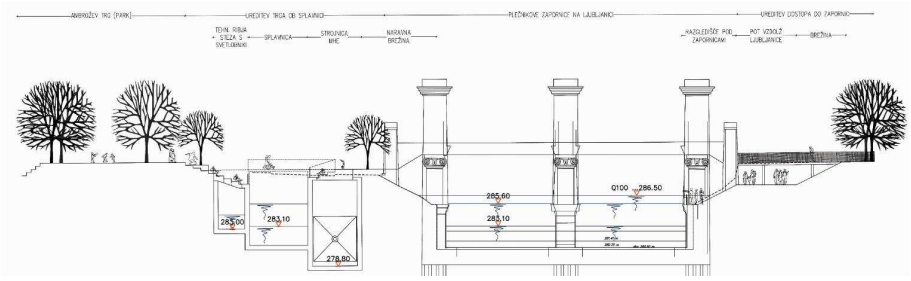
Bistven rezultat predstavljene študije sta zelo točen izračun in analiza možne proizvodnje na odseku mestne Ljubljanice (ML) ali Gruberjevega prekopa (GP) ter na lokaciji združenega toka pri Toplarni Moste. Variantni izračuni možne energetske izrabe so izvedeni za obstoječe stanje na Ljubljanici in Gruberjevem prekopu brez izgradnje praga pri Toplarni ter za bodočo »krožno pot« z novim pragom pri Toplarni. Za gorvodna pregradna objekta na mestni Ljubljanici in Gruberjevem prekopu sta variantno upoštevani osnovna kota 285,60 m n.m. ter kota 286,00 m n.m. Delitev pretoka je upoštevana v treh (3) variantah: a) večina po Ljubljanici (ML), b) večina po Gruberjevem prekopu (GP) in c) v enaki količini po ML in GP. Na ML je edina lokacija hidroenergetske izrabe (HE) v profilu Plečnikove zapornice. Na GP so bile preliminarno analizirane lokacije v profilu obstoječe pregrade, 300 m dolvodno od obstoječega profila pregrade in 1200 m dolvodno od obstoječe pregrade (profil pri stadionu Slovan). Za podroben energetski izračun je bila izbrana lokacija 300 m dolvodno od obstoječe. Upoštevane so izgube zaradi obratovanja prehodov za ribe, zaradi atrakcijskega toka, prelivanja ter delovanja splavnic.

Preglednica 1: Izvleček variantnih izračunov energetske proizvodnje na Ljubljanici in Gruberjevem prekopu (Oznake primerov pomenijo sedanje (SED) ali bodoče (BOD) stanje na lokacijah ML in GP pri zajeznih kotah 285,60 m n.m. ali 286,00 m n.m. Navedeni so le primeri, kjer je letno število obratovalnih dni najmanj 300).

	Oznaka primera	**Lokacija**	**Št. agregatov**	**Qinst**	**Proizvodnja**
	(-)	**(-)**	**(-)**	**(m3/s)**	**(GWh/leto)**
1	SED-ML-285,60	ML	1	25	2,439
2	SED-GP-285,60	GP	1	15	1,208
3	SED-ML-286,00	ML	1	30	3,208
4	SED-GP-286,00	GP	1	20	1,772
5	BOD-ML-285,60	ML	1	25	2,112
6	BOD-GP-285,60	GP	1	20	1,564

7	BOD-MLinGP-285,60	ML in GP	2	25	2,127
8		ML	1	15	1,336
9		GP	1	10	0,791
10	BOD-ML-286,00	ML	1	30	2,942
11	BOD-GP-286,00	GP	1	25	2,243
12	BOD-MLinGP-286,00	ML in GP	2	40	3,640
13		ML	1	25	2,228
14		GP	1	15	1,412

Na lokaciji Toplarna smo analizo izvedli za primer minimalne energetske izrabe (0.3 GWh/leto), ki bi služila le zagotavljanju atrakcijskega toka za ribjo stezo z uporabo vijačnih turbin ter za primer bistveno večje energetske proizvodnje v primeru poglobitve dolvodne struge in uporabe gibljivih strojnic z realno proizvodnjo med 2,6 in 3,1 GWh/leto. Glavno vodilo končnega predloga za izvedbo energetsko in hidravlično optimalne variante je maksimalna energetska izraba celotnega sistema in ne posameznih stopenj. Sočasno so predlagane energetske rešitve zasnovane tudi za optimalno plovbo in ohranjanje obstoječega hidrološkega stanja s približno polovično delitvijo toka po obeh krakih skozi mesto.



Slika 11 Predlagane ureditve v profilu Plečnikove zapornice (varianta 3). Od leve si sledijo prehod za ribe, splavnica in strojnica MHE. Na levem bregu posegi niso predvideni.

3.2 Plovba

Ljubljanica je za plovbo zelo primerna reka. Od Vrhnike do Ljubljane ima ob običajnem pretoku manj kot meter padca, zaradi česar je počasna. Dno Ljubljanice od Špice gorvodno sestavljajo mehke meljaste in glinene strukture. Zato ni nevarnosti, da bi plovilo trčilo v čer ali nasedlo na sipinah. Na poti od Cankarjevega trga na Vrhniki do Ljubljane ima Ljubljanica celo ob minimalnem vodostaju primerno globino za plovbo. Nevarnejša za plovbo je le takrat, kadar se njen pretok poveča preko 100 m^3/s. Ob plovbi po Ljubljanici je treba upoštevati razmerje med parametri predpisanega plovila, plovno potjo in vremenskimi vplivi. Upoštevati je treba še hidro-morfološke lastnosti Ljubljanice in Gruberjevega prekopa (zamuljenje ali poglabljanje) ter potrebe po vzdrževanju in po intervencijah ali pomoči pri plovbi. Predpisano plovilo za plovbo po reki Ljubljanici je največji možni čoln, ki ga dopušča zakonodaja za plovbo po reki. Gabariti čolna znašajo največ 10 m v dolžino, 5 m v širino, maksimalni ugrez trupa pa je lahko 0.6 m. Hitrost plovila po zdajšnji zakonodaji ne sme presegati 8 km/h.

V študiji smo s hidravličnim matematičnim modelom določili glavne parametre toka na predvidenem območju plovbe (preglednica 2). Preverili smo tudi prehodnost pod mostovi, kjer sta ugotovljeni najbolj kritični točki pri mostu na Kajuhovi in pri brvi za pešce od Kajuhove proti Štepanjskemu naselju. Ta dva mostova določata najvišjo možno koto zajezitve pod sotočjem, ki znaša 283,10 m n.m. Po drugi strani kota gladine ne sme biti nižja, ker v nasprotnem primeru nastopijo težave z nezadostno globino pod zapornicama v Gruberjevem prekopu in na Ambroževem trgu.

Preglednica 2 Glavni parametri toka na območju krožne plovbe: B = širina proste gladine; H = globina vode; V = hitrost toka. Podane so najmanjše, srednje in največje vrednosti na posameznih odsekih za pričakovani razpon pretokov, pri katerih je plovba še mogoča.

		Bmin	Bmax]	Bpovp	Hmin	Hmax	Hpovp	Vmin	Vmax	Vpovp
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
Mestna Ljubljanica	pod zapornico 3 m³/s	20,80	41,74	28,13	1,60	3,41	2,48	0,03	0,11	0,06
	pod zapornico 55 m³/s	25,55	41,72	29,39	2,40	3,52	2,87	0,56	1,14	0,86
	nad zapornico 3 m³/s	22,05	48,39	28,56	2,57	5,10	3,62	0,02	0,05	0,04
	nad zapornico 55 m³/s	22,11	49,26	28,77	2,86	5,10	3,74	0,38	0,77	0,63
Gruberjev prekop	pod zapornico 3 m³/s	17,19	23,25	19,07	0,52	4,49	2,00	0,05	0,37	0,15
	pod zapornico 55 m³/s	18,43	23,25	21,03	1,97	4,48	2,76	0,90	1,51	1,31
	nad NOVO zapornico, 3 m³/s	22,27	32,13	25,07	2,53	4,97	3,18	0,02	0,05	0,04
	nad NOVO zapornico, 55 m³/s	22,50	49,42	25,76	2,82	5,31	3,39	0,37	1,09	0,87
Skupna ...	pod sotočjem 10 m³/s	41,75	44,16	42,58	2,95	3,29	3,15	0,10	0,10	0,10
	pod sotočjem 90 m³/s	41,73	43,98	42,50	2,86	3,25	3,11	0,90	0,93	0,92

3.3 Prehodnost jezov in omilitveni ukrepi za ribe

V okviru študije je bilo pripravljeno poročilo o stanju rib, ki vključuje pregled razpoložljivih ihtioloških podatkov za porečje Ljubljanice s poudarkom na ihtiofavni na območju zapornic na Gruberjevem prekopu in na Ljubljanici na Ambroževem trgu ter na lokaciji predvidenega jezu pod sotočjem. Ocenila se je prehodnost prečnih objektov v strugi vodotoka na območju projekta in na lokacijah predlaganih omilitvenih ukrepov, s katerimi se bo vzpostavil rečni kontinuum (povezanost reke).

Na Ljubljanici sta zgrajeni dve zapornici in sicer na mestni Ljubljanici na Ambroževem trgu in na Gruberjevem prekopu 420 m dolvodno od Karlovškega mostu. Zapornica na Gruberjevem prekopu ni prehodna za ribe, na Ambroževem trgu pa prehodnost po zadnjih ukrepih še ni potrjena (stanje september 2016). Ob izvedbi predvidenih posegov smo predlagali omilitvene ukrepe, kot so ureditev prehodov za ribe, ukrepe za vzpodbujanje gorvodnega in dolvodnega ter prečnega prehajanja vodnih organizmov, zasaditev tipične obrežne vegetacije in obogatitev vegetacije na obrežnem pasu, ki bo predstavljala tudi zaščito pred erozijo. Takšna ureditev zagotavlja habitat za različne razvojne stopnje in velikosti ter vrste rib, dopušča nihanje vode zaradi energetske izrabe in je hkrati prilagojena naravnemu sezonskemu pretočnemu režimu s spremenljivimi hitrostmi toka, pretoki in vodnimi količinami.

3.4 Predlog večnamenske ureditve

Pri Plečnikovi zapornici je za desni breg predlagana izgradnja male hidroelektrarne (MHE) z enim klasičnim agregatom inštaliranega pretoka 25 m³/s, splavnice za plovila do 10 m dolžine in prehod za ribe v tehnični obliki. Na pregradi je predlagana zamenjava zapornice. Navedeni objekti in naprave se bodo vključili v predvideno ureditev Ambroževega trga in obnovljene Cukrarne. Na Gruberjevem prekopu je predlagana izgradnja jezu z visokovodnim prelivom, najsodobnejša MHE z gibljivo strojnico z inštaliranim pretokom 20 m³/s, splavnica za plovila do 10 m dolžine, prehod za ribe v sonaravni izvedbi ter premostitev za peš in kolesarski promet. Širšo okolico tega večnamenskega objekta se uredi kot zeleno območje za rekreacijo z izobraževalnimi vsebinami Na lokaciji pri Toplarni predlagamo izgradnjo nizkega jezu za potrebe krožne plovbe in energetske izrabe, namestitev dveh gibljivih strojnic s skupnim inštaliranim pretokom 41 m³/s ter poglobitev dolvodne struge v dolžini približno 1800 m (vzdolž soseske Nove Fužine). Na lokacijah v Gruberjevem prekopu in pri Toplarni so

predlagani najsodobnejši pretočni energetski objekti z velikimi izkoristki in majhnim vplivom na okolje, razviti v okviru programa LIFE06, projekt ENV/D/000485.

4. Zaključki

Študija predstavlja prvo celostno tehnično analizo možnosti sočasnega urejanja treh vidikov Ljubljanice: Energetske izrabe, razširitve območja plovnosti pod obstoječima pregradama ter zagotovitve prehodnosti za ribe. S slednjim se bo vzpostavil rečni kontinuum za varovana območja narave kot so Natura 2000 »Ljubljanica - Gradaščica - Mali Graben« (SI3000291), naravna vrednota Ljubljanica (ID 167 V) in ekološko pomembno območje Ljubljansko barje (ID 31400). Študija vključuje tudi oceno investicije, vendar zaradi odsotnosti vrednotenja nekaterih širših družbenih vidikov še ne predstavlja študije izvedljivosti. Kljub temu menimo, da je projekt urejanja Ljubljanice za namene energetske izrabe, plovbe in varstva narave z upoštevanjem širših družbenih koristi in sinergij realno izvedljiv. Zaradi elementov pridobivanja čiste energije, urbane mobilnosti in ekoloških koristi ima dobra izhodišča za pridobivanje nepovratnih evropskih finančnih sredstev. Kot takšen si tudi zasluži pozornost in sodelovanje državnih inštitucij, saj sočasno zagotavlja sanacijo vodnih pregrad v Ljubljani, ki sta ključni za zmanjševanje poplavne ogroženosti Ljubljane in Barja.

5. Zahvala

Naročnik študije je bila Energetika Ljubljana, avtorji se zahvaljujemo za dovoljenje za objavo rezultatov. Poleg partnerjev IBE in LUZ so bili podizvajalci na projektu Montavar Ljubljana, iS Projekt, IZVO-R in Sl consult.

6. Viri

[1] Energetska izraba Ljubljanice ob istočasni vzpostavitvi krožne plovne poti. Študija št. HPLJ-B040/084, mapa 0X/M01. IBE in LUZ, september 2016.

DEVELOPMENT OF WATERFRONTS IN WARSAW: CHALLENGES AND SINS

dr Karolina Thel[1], Marta Zimny[2]

[1]Academy of Fine Arts in Warsaw, [2]SGH Warsaw School of Economics

ABSTRACT

The presented paper discusses discusses the multidimentional presence of Vistula River in the development of Warsaw and the challenges the river presents for said development.. For many decades Warsaw was "turning its back" from the river. In the last few years we observe an opposite trend. Thanks to the Vistula river, which is the longest river in Poland. Warsaw has its own beaches, beach bars and offer of water-related activities, that are influencing the quality of life.

Vistula river divides Warsaw into two parts. On the right river bank (Praga) there is a large green terrain with paths for walking and cycling. There are several sand beaches with developed infrastructure, which are being used intensively in the summer. On the left side one can find an elevated motorway - the Wislostrada, and below the road a complex of paths, small bars, areas with playgrounds and boat bars. There is a bike path running the entire length of Warsaw river bank (aroud 30 km.). This picture should not obscure the fact, that the accumulation of years of negligence against the river requires a considered long-term strategy, as well as cooperation between different actors and shared vision of development.

The main objective of our research was to determine factors that influence spatial changes on the river banks and nearest neighborhood. We show the historical conditions of development of riverside areas, indicate the main flaws in spatial planning. In conclusion we emphasize that it is not only strategic thinking and effective planning that matters, but also the social perception of the river.

Keywords:

waterfront, Vistula river, Warsaw, urban development

1. Introduction

Vistula river has a special place in Polish history and culture. It was also important as a transportation corridor linking south and north part of the country. Important urban centres, including Krakow, Warsaw and Gdańsk have developed at Vistula. History of the waterfronts' management in Warsaw can be seen through the prism of untapped potential. Evidence in the form of photographs and reports shows that Vistula's potential for the recreation and leasure activities was used until sixth decade of the XX century (Skalski, 2011). One reason was that the problems with the quality of water and lack of infrastructure were appearing. The other problem was in social perception - for years river had not been considered as important component for the urban development in Warsaw.

2. Conditions for development - past and present

Historically, the perspective on river bank development in Warsaw can be summarized through the context of four key issues: bridges, river transport, floods and ecology.

2.1 Bridges

The river in Warsaw is a strongly marked and established barrier preventing a balanced development of the city or collaboration with another center established on the opposite shore. Generally, lack of effective connections limits the process of building up strong relationship between the two entities. In the case of Warsaw there were not enough impulses for cooperation between city parts and the city was developing mainly on better located and adapted, left shore, where city center is located. We observe this phenomenon by analyzing the history of the Warsaw bridges.

First wooden bridge was open in 1573. It was founded by king and using it was free of charge. This construction was destroyed by ice and floe after 30 years, but what is significat, for the next permanent bridge Warsaw needed to wait more than two centuries. In the meantime, between 1775 and 1809, during the warm months there existed only a temporary bridge. Construction of the first steal bridge was finished only in 1864. It is worth mentioning, that it was a year after London opened its first metro line (Skorupski, 2000).

Nowadays within the 28-kilometer long river bank in the administrative borders of Warsaw there are 10 permanent bridges - 8 of them are road bridges and 2 are railway bridges. Two banks are also connected by a metro line going under the river bed. From the urban and architectural point of view it the key factor is, that bridges in Warsaw mainly do not connect areas close to the banks, but those located at a distance from the river. This enhances distances between parts of the city and makes it difficult to integrate the river into the urban system.

Plans of building new bridges are an important topic in public debates about the future of the city. For example, plans of building Krasiński Bridge are being opposed by left bank habitants from a district of Żoliborz, who claim, that connecting them with less developed Praga Północ district will not bring them any benefits and will decrease their quality of life because of traffic.

2.2 River transportation

As stated earlier, the river is a challenge for transport and communication between the two sides, but also in itself is a potential transport corridor. This also refers to the history of Vistula. In the second half of XVII century first bigger ships were appearing on the river, the first steamer in 1828. In half of XX century shipping covered 25% of goods coming to Warsaw (Skorupski, 2000). However, with the development of other forms of transport importance of inland shipping decreased.

Because of the technical reasons, mass river transportation cannot be seen as effective solution for transportation challenges in Warsaw, but is developed for touristic needs. Currently, banks of the Vistula in Warsaw are joined by four ferries operated by the same agency as public transport in Warsaw. Ferries are free of charge and used for the transport of people and bicycles, which promotes optimal use of the Vistula bike paths and recreational infrastructure.

2.3 Floods

Vistula is the biggest river in Poland, about 1000 km long and collecting about 50% of river tributaries of the whole country. Fluctuations of water level in the unregulated river and passage of ice masses during the winter are linked with the risk of flooding.

Through the centuries floods were a reason for marginalisation of river neighbourhoods as parts of the urban structure. Although the plans of regulation of the river bank in order to protect them from flooding were prepared earlier, the first implementation was completedon a little part of left bank, just before the Second World War. Except for plans of river bank

regulation, since 1970s another solution was promoted – recommendations and limitations for building and the use of land.

The threat of flooding is a serious challenge, even today. The right-bank Warsaw is much more at risk. Flood protection of riverside areas is the most basic condition for their development, regardless of the chosen development strategy. At the same time the issue of modernization of the levees reveals a conflict of interests between the city authorities, ecological lobby, developers, private owners of allotments etc.

2.4 Ecology

Although it may seem that emphasis on the ecological aspect is a relatively new approach in urban planning, important role of Vistula River valley for air circulation in the city of Warsaw was noticed already in plans from 1916, and protection of green river areas appears as a concept in spatial planning in 1978 (Skorupski, 2000). The valley of the Vistula River in Warsaw, which extends to an area of about 30 km., is one of the major national migration routes for living organisms, including about 200 protected species of birds. It also functions as an ecological corridor. These natural factors were perceived for many decades not as precious heritage, that can be used for recreation and tourism, but as a limitation for development.

Although keeping the river surroundings as green areas dedicated for sport and recreation seems to be at first sight a sustainable idea, we have to face facts. About 50% of area of Warsaw is located in a geographically defined river valley. Financing green areas in this scale would be a great burden for municipality budget that Warsaw can not afford.

Another problem is the quality of water. Vistula is a source of water for communal and industrial usage. Currently water quality is one of the biggest problems of Vistula river. In the socialist times communal waste water was discharged directly into the river. Repairing damages that accumulated for years, will take time. Since 1991 waste water management was supported by the Czajka sewage treatment plant, but only after modernization finalized in 2012 we can speak about real improvement. Still, the management of storm water that collects car pollution from the streets poses a great problem .

3. The sins of the development of waterfronts in Warsaw

The popularity of revitalization of the riverside areas is based on the fact that those areas are considered important. Rinio Bruttomeso calls them even “a strategic asset of the city” (Bruttomesso, 2006).

In most European countries, public entities increasingly recognize the development of waterfronts as an obligatory choice to revive the economy, improve the image of the city or develop the area that was previously a peripheral or had serious problems with availability. Revitalization means to "re-discover" natural space, infrastructure and architecture that can be adapted to new functions. Research on many successful waterfront revitalization projects have shown that they reveal the ability to create a new image of the city (*ibidem*). Creation of a “new face” of waterfronts attracts public and private investment, especially in the real estate sector. It all confirms the strategic value of revitalized waterfronts. They often have an impact on other parts of the agglomeration, introducing significant changes to various aspects of social and economic life of the city.

Based on the literature, examples from both Europe and other parts of the world, and own observations we have identified the "seven sins" committed during the planning process and development of waterfronts in Warsaw.

Sin # 1 Disregarding the need to ensure adequate water quality and the environment

Ensuring the good quality of water is a necessary condition and is of paramount importance when taking actions, whose aim is to encourage residents and tourists to spend time at the

water. The responsibility for bringing it to a satisfactory condition and keep it that way belongs to the administrative authorities. In Warsaw, few steps have been taken to improve water quality in the river, by building and development of the sewage treatment. The city council was forced to do so under the threat of pay as much as 1.5 billion PLN (350 million EUR) penalty for pouring raw sewage to the river, which is againstthe European Union law.

Sin # 2 Failure to maintain the balance between the benefits for the environment and the needs of residents of urban areas

The occurrence of valuable plant populations does not exclude the presence of people in the same place, and reasonable use of green areas does not necessarily mean the loss of benefits for the environment. The right bank of the river in Warsaw is unique in Europe because of its "wild character". Development is synonymous with a certain adaptation. If this area is to serve the inhabitants of Warsaw, it is necessary to organize this place. For this purpose, it is essential to create compromise between the supporters of leaving this part of the valley in its natural state, and the followers of the notion of allowing to make recreational urban areas in this part of the city.

Sin # 3 Underestimation of a priority, which is the public access and diversity of the use of waterfronts.

River waterfront in the cities should be available to all potential users. An extremely important element of human life is the opportunity to spend free time in an attractive location and in an interesting way. This is one of the factors determining the quality of life, which is taken into consideration, when choosing a place of residence. Proper management, in line with the expectations of future users, is to ensure public participation in the planning process and later, during the implementation of the investment.

In Warsaw, the most attractive area at the river Vistula is the area of Powiśle. Although this areas are eagerly to visited, and the building of the University Library is popular because of aesthetic reasons, the space of the library is a separated place and is available mostly for students. The library itself does not affect the attractiveness of the area, it is rather attributed to the public gardens and the services offered in the building. The first step in the right direction is the opening of the Copernicus Science Centre. Another success – the construction of left-bank boulevards.

Sin # 4 Lack of vision or lack of the courage to carry it out

One of the most important elements in public projects is the vision of changes. Each plan should have clearly defined goals and ways to achieve them. It should also take into account the cooperation of decision-makers with people interested in a project, providing a chance for civic initiative.

Sin # 5 Neglecting the fact that development is a long term process and must be continuous

Development plans or revitalization of the river banks cover mostly large areas. Due to the fact their implementation is usually costly and time consuming. It is important to ensure the continuity of the project durations and the financial security of investments. Achieving this objective requires to ensure that it is more important than the cadential volatility of authorities.

Sin # 6 Unwillingness or underestimation of public – private partnership

Public – private partnerships can help to speed up the process of managing waterfronts.

Warsaw authorities are aware of the benefits of this type of partnership in arranging public spaces. Among other advantages, public-private partnerships should reduce the costs that must be covered with funds from the budget of municipalities.

Sin # 7 Not using opportunities to learn from mistakes, knowledge and experience of others

Increasingly popular is the formation of national and international networks, which bring together specialists in various fields, business and administrative centers involved in the creation of urban public space at water. The exchange of information can be a valuable asset,

greatly facilitate and shorten the work on the plans. The most popular of international networks is the Waterfront International Network.

4. Conclusions

As was mentioned in the introduction, Warsaw for decades seemed to be turning back from the river. The left bank, close to the downtown, has been developed by a boulevard type of infrastructure that was very basic and perceived as unattractive by inhabitants. On the right river bank (Praga) there is a large green terrain, several hundred metres wide, with few beaches, perceived for years as a dangerous area, not offering much options for lesure activities.

For the last few years this image is dynamically changing. Nowadays riverside area in Warsaw is facing increasing pressure for development. In the central part of Warsaw, the river is fully regulated, which reduces the risk of flooding and increases the investment security. Infrastructure for recreation has been developed, as well as services such as catering and sport equipment rentals.

River bank is also a symbollic place, where interests of different stakeholders are meeting. Main stakeholder are: local government, investors, widely conceived social activists and inhabitants. Actions taken by NGOs, dedicated to the animation of public space at the Vistula River (especially the functioning since 2005 Ja-Wisła Fundation) were a starting point for changing the social perception of the river. There were very different activities carried out, including for example cultural projects, film screenings, tours, kayaking, bank cleaning and preparation of projects within the framework of participatory budgeting. The goal of those actions was to build knowledge, identity and responsibility among inhabitants regarding Vistula (Pasek, 2017). Polish Parliament, appreciating the importance of the Vistula in the life of the nation and state, announced 2017 the Year of the Vistula River.

To talk about real cessation of sins appearing in the past, we need a systematic and consistent implementation of a vision, with the priority for sustainable development. It seems that the increasing public interest and awareness of the importance of the river in the city and its potential for the quality of life can be the foundation of social control, which will not allow the return of a situation, where Warsaw was developed in isolation from the Vistula River.

5. Sources

[1] BRUTTOMESSO R., Waterfront redevelopment. A strategic choice for cities on water, International Waterfront Speakers Luncheon IV, 03.03.2006
http://www.harbourbusinessforum.com/download/060303_transcript.pdf, [accessed on 29. november 2010]

[2] Kara za ścieki zatopi Warszawę? Pomóc może Sejm [online]. Warszawa. Gazeta Wyborcza. Available from:

http://warszawa.gazeta.pl/warszawa/1,34889,8502612,Kara_za_scieki_zatopi_Warszawe__Pomoc_moze_Sejm.html#ixzz16shJ0x3H, [accessed on 29. november 2010]

[3] OLSZEWSKA D. (2010). Warszawa wylewa do Wisły surowe ścieki. Zapłaci karę? [online]. Warszawa. Gazeta Wyborcza. Available from:
http://warszawa.gazeta.pl/warszawa/1,34889,8556325,Warszawa_wylewa_do_Wisly_surowe_scieki__Zaplaci_kare_.html#ixzz16siB9zeM, [accessed on 29. november 2010]

[4] OSOWSKI, J. (2016). Wisła w Warszawie. Konkurs na kolejny odcinek bulwarów i "ikoniczny obiekt" [online]. Warszawa. Gazeta Wyborcza. Available from:

http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,21184892,wisla-w-warszawie-konkurs-na-kolejny-odcinek-bulwarow-i-ikoniczny.html [accessed on 2. januar 2017]

[5] PASEK, P. (2017). Czysta Wisła [online]. Warszawa. Fundacja Ja-Wisła. Available from:

http://www.jawisla.pl/[accessed on 10. januar 2017]

[6] SKALSKI, J., 2011. Ocena walorów krajobrazu w procesie postrzegania na przykładzie krajobrazu doliny Wisły w Warszawie [online]. Warszawa. Available from:

http://www.sztukakrajobrazu.pl/skalski.pdf [accessed on 2. januar 2017]

[7] SKORUPSKI, J., 2000. Rozwój Warszawy i powiększanie się "warszawskiego" odcinka Wisły. *V*: Biuro Zarządu m. st. Warszawy, Biuro Planowania Przestrzennego i Architektury. *Wisła w Warszawie*. Dom Wydawniczy ELIPSA, 139-153.

EKOSISTEMSKE TEHNOLOGIJE ZA TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE Z VODAMI: VEČNAMENSKI POPLAVNI ZADRŽEVALNIK PODUTIK

izr. prof. dr. Tjaša Griessler Bulc[1], dr. Matej Uršič[2], mag. Marta Vahtar[3], doc. dr. Aleksandra Krivograd Klemenčič[4]

[1]Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana, [2]Hidrolab, projektiranje in inženiring, d.o.o., Ulica Nikole Tesle 33a, 5290 Šempeter pri Gorici, [3]ICRO - Inštitut za celostni razvoj in okolje Domžale, Savska cesta 5, 1230 Domžale, [4]Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Ekosistemske tehnologije (ET) s posnemanjem naravnih procesov in sistemov omogočajo zmanjševanje okoljskega odtisa človeške družbe, večjo prilagodljivost na podnebne spremembe, trajnostno ravnanje z naravnimi viri in dvig kakovosti bivalnega okolja. ET predstavljajo inovativen celostni pristop do narave, prostora in varovanja okolja. V prispevku je predstavljen primer ET za upravljanje padavinskih voda in sicer poplavni zadrževalnik Podutik v Mestni občini Ljubljana. Obstoječi zadrževalnik iz leta 1986 je bil leta 2005 preoblikovan v večnamenski poplavni zadrževalnik z izboljšanimi ekosistemskimi storitvami. V kontekstu trajnostnega gospodarjenja z vodami ima ET v Podutiku hkrati funkcijo zadrževanja visokih voda in čiščenja onesnaženih zalednih voda, zagotavlja visoko raven biotske raznovrstnosti, kar zagotavlja večjo stabilnost ekosistema in večjo prilagodljivost na podnebne spremembe, v sušnih obobjih pa nudi rekreacijske in izobraževalne dejavnosti.

Ključne besede:

biotska raznovrstnost, čiščenje vode, ekoremediacija, ekosistemske storitve, ekostistemske tehnologije, večnamenski poplavni zadrževalnik

1. Uvod

Naraščajoča urbanizacija in poraba naravnih virov ter ekstremni podnebni dogodki zahtevajo vedno večjo prilagodljivost urbanega okolja in trajnostno rabo naravnih virov s pomočjo zapiranja snovnih in energetskih tokov. Ekosistemske tehnologije (ET), ki posnemajo naravne procese, za svoje delovanje uporabljajo fotosintezo, gravitacijo in v večini primerov naravne materiale. ET povečujejo odstotek zelenih površin, in s tem dodatnih možnosti za rekreacijo, hkrati pa lahko zmanjšujejo toplotni učinek, kar povečuje kakovost bivanja mestnega človeka [1, 2, 3].

Primeri ET so rastlinske čistilne naprave, vrbni sistemi za čiščenje odpadnih voda, čistilne naprave z algnobakterijsko biomaso, akvaponika za gojenje rib in zelenjave, poplavni obvodi in zadrževalniki, čistilni jarki, zelene strehe in stene, zelena blažilna območja, urbani vrtovi, itd. Za ET je značilno, da posnemajo naravne procese, kot so sedimentacija, filtracija, adsorpcija, rastlinski privzem in stabilizacija ter mikrobna razgradnja, pri čemer pomembno prispevajo k ekosistemskim storitvam.

V prispevku je predstavljen primer ET za upravljanje padavinskih voda in sicer poplavni zadrževalnik Podutik v Mestni občini Ljubljana.

2. Večnamenski poplavni zadrževalnik Podutik

Mesto Ljubljana se s poplavami sooča že vrsto let, dogajanja zadnjih nekaj let pa opozarjajo, da so za varovanje pred poplavami nujni dodatni ukrepi. Na vodotoku Glinščica v Ljubljani je bilo izvedenih že nekaj ureditvenih projektov z namenom zadrževanja visokih voda in izboljšanje stanja voda. Prvi večji ukrep beležimo že leta 1986, ko je bil izgrajen vodarski objekt »zadrževalnik III Podutik« za zadrževanje visokovodnega vala na Glinščici zaradi bližnje zazidave s stanovanjskimi objekti. Tako je bilo zamočvirjeno območje v naselju Podutik spremenjeno v zadrževalnik visokih voda. Na območju zadrževalnika visokih voda v Podutiku sta se razvila dva predela, prvi je stalno poplavljeno mokrišče, drugo pa je namenjeno občasnim preplavitvam v času večjih deževij.

Leta 2005 je bil na delu vodarskega objekta »zadrževalnik III Podutik« postavljen ekoremediacijski (ERM) sistem, ki sestoji iz čistilnega jarka in meandriranega jarka za namene čiščenja zalednih voda in s tem zmanjševanja vpliva onesnaženih voda na vodotok Glinščica. Na ta način je bil vodarski objekt "zadrževalnik III Podutik" spremenjen v večnamenski poplavni zadrževalnik Podutik.

Večnamenski poplavni zadrževalnik Podutik je bil kot demonstracijski objekt vključen v EU projekt 7.OP TURAS (2011-2016, www.turascities.org) in projekt Mestne občine Ljubljana, kot primer dobre prakse na področju prilagajanja na podnebne spremembe in blažitve njihovih posledic ter dviga kakovosti bivanja prebivalcev Ljubljane.

2.1 Hidravlična funkcija zadrževalnika

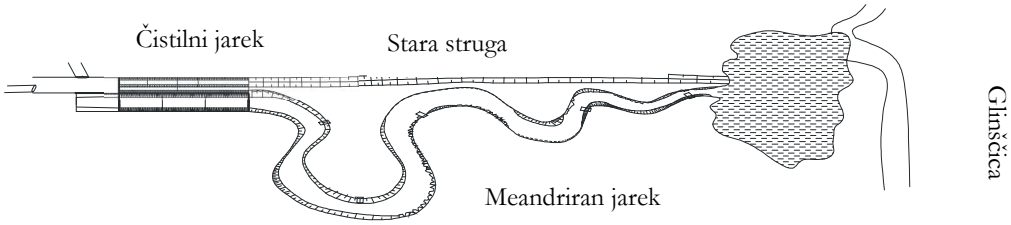
Zadrževalni bazen Podutik II, ki je bil predmet ocene hidravlične funkcije, je najbolj nizvoden objekt na obravnavanem odseku povodja. Hidravlično funkcijo zadrževalnika smo ugotavljali za dogodke z 10 in 100 letno povratno dobo in ugotovili, da obstoječi zadrževalni volumen obstoječega zadrževalnika Podutik ustreza zadrževanju dogodkov s cca. 10 letno povratno dobo. Glede na predvidene protipoplavne ukrepe (Odlok o občinskem podrobnem prostorskem načrtu za območje zadrževalnika Brdnikova, Ur.l. RS št. 63/2012) in njihova temeljna strokovna izhodišča (nedopustno zmanjšanje poplavne površine od mosta pod AC do Podutika) izpusta iz zadrževalnega bazena ni mogoče poljubno povečati, oziroma ga je mogoče povečati največ do cca. 10.3 m^3/s (izhodišče študije št. E-02-RF/11, Inženiring za vode d.o.o., november 2011). Glede na to, da so okoliški objekti poplavno ogroženi zaradi obtekanja iztočnega objekta zadrževalnika Podutik in preplavljanja brežin zadrževalnika samega, bi bilo potrebno zagotoviti dodaten zadrževalni volumen visokih voda (okoli 22 300 m^3) nad Kozakovo ulico z izgradnjo suhega zadrževalnika.

2.2 Čistilna funkcija zadrževalnika

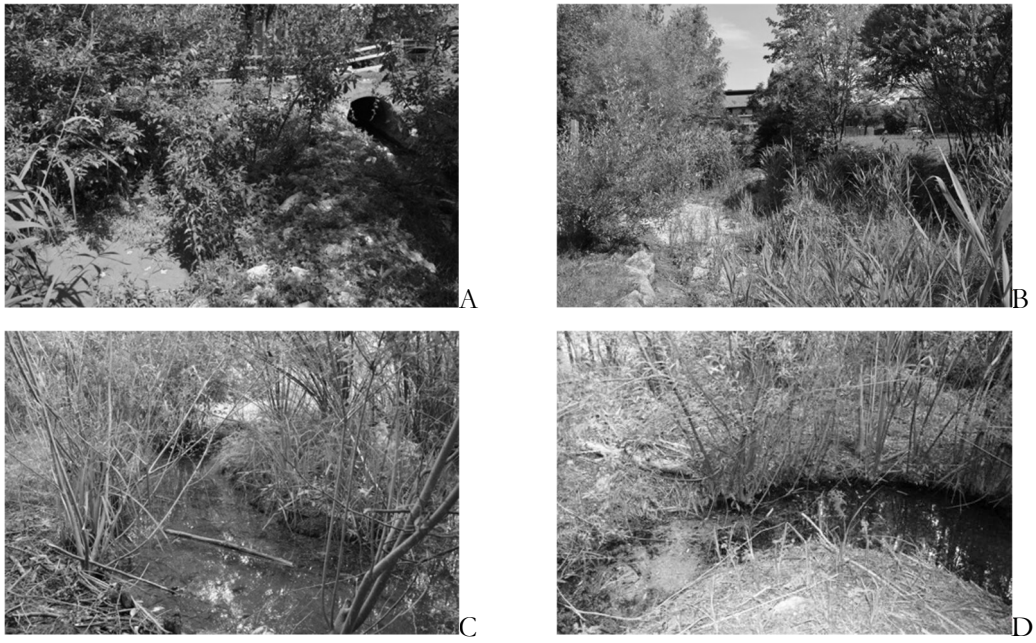
ERM sistem postavljen v sklopu večnamenskega poplavnega zadrževalnika Podutik sestavljata čistilni jarek in meandriran jarek v skupni dolžini 70 m, največjo širino 3 m in globino do 1 m (Slika 1, Slika 2). Od postavitve sistema do danes se je na sistemu ERM izvajal redni monitoring za sledenje učinkovitost delovanja ter redna vzdrževalna dela z namenom optimizacije sistema [4].

Večnamenski poplavni zadrževalnik Podutik ob ustreznem delovanju omogoča tri pomembne funkcije s stališča varovanja okolja [4, 5]:

a) zadrževalno funkcijo visokih voda;
b) čistilno funkcijo zalednih voda (vpliv vrtičkarjev, kanalizacijskih prelivov) s pomočjo naravnega močvirja in ERM sistema;
c) biodiverzitetno funkcijo.



Slika 1 Ekoremediacijski (ERM) sistem v sklopu večnamenskega poplavnega zadrževalnika Podutik, Ljubljana.



Slika 2 Ekoremediacijski (ERM) sistem v sklopu večnamenskega poplavnega zadrževalnika Podutik, Ljubljana. A - usedalnik (levo) in obstoječa struga (desno), B - rastlinska čistilna naprava zasajena z navadnim trstom, C, D - meandrirana struga (foto: K. Jarni, T. Griessler Bulc).

2.2.1 Učinkovitost čiščenja

Učinkovitost delovanja ERM sistema smo preverjali z meritvami kemijskih parametrov (kemijska potreba po kisiku (KPK), biokemijska potreba po kisiku (BPK_5), celokupne suspendirane snovi (TSS), amonijev dušik (NH_4-N), nitratni dušik (NO_3-N), nitritni dušik (NO_2-N), celokupni Kjeldahov dušik (TKN), celokupni dušik (TN), organski dušik (ON) in celokupni fosfor (TP)) dne 14.11.2013 in 19.6.2014 na 9 vzorčnih mestih preko celotnega ERM sistema (Tabela 1) [4].

Tabela 1: Vrednosti merjenih kemijskih parametrov na ekoremediacijskem (ERM) sistemu v letih 2013 in 2014. Vtok – vtok v ERM sistem, iztok 1 – iztok iz čistilnega jarka, iztok 2 – iztok iz meandriranega jarka.

Parameter	**Enota**	**14.11.2013**			**19.6.2014**		
		Vtok	**Iztok 1**	**Iztok 2**	**Vtok**	**Iztok 1**	**Iztok 2**
KPK	mg/L	37	22	16	41,25	39,5	3,5
BPK_5	mg/L	19	1	5	21,5	8	5
TSS	mg/L	56	16	9	110	98	97
NH_4-N	mg/L	2,05	0,15	0,26	3,44	5,62	0,24

Parameter	Enota	14.11.2013			19.6.2014		
		Vtok	Iztok 1	Iztok 2	Vtok	Iztok 1	Iztok 2
NO_3-N	mg/L	2,6	2,2	0,6	4,17	3,39	1,88
NO_2-N	µg/L	10	2	13	254,5	104,5	96,5
TKN	mg/L	7,5	11,3	3,8	/	/	/
TN	mg/L	10,11	13,50	4,41	9,75	10,4	2,5
ON	mg/L	5,45	11,15	3,54	/	/	/
TP	mg/L	1,5	1,03	0,93	0,76	0,85	0,16

Izmerjene vrednosti kemijskih dejavnikov tako jeseni 2013, kot tudi poleti 2014 niso presegale zakonsko določenih mejnih vrednosti pri odvajanju odpadnih voda neposredno ali posredno v vode (Ur.l. RS, št. 64/2012). Izjema je le TSS, ki je poleti 2014 na vseh treh vzorčnih mestih presegal zakonodajno določene vrednosti. Vzrok za to je najverjetneje stalno premikanje naplavin iz gorvodno ležečih mest na območje zadrževalnika Podutik v času obilnejših padavinskih dogodkov.

2.3 Biodiverziteta

Alge

Biodiverziteta alg je v ERM sistemu visoka, saj smo samo ob prvem vzorčenju dne 14.11.2013 določili skupno kar 52 različnih taksonov alg, ob drugem vzorčenju dne 19.6.2014 pa 51 različnih taksonov alg, kar kaže na ugodne pogoje za bujno uspevanje alg. Po številu določenih taksonov so ob obeh vzorčenjih prevladovale kremenaste alge (Bacillariophyceae), sledile so zelene alge (Chlorophyceae) in cianobakterije (Cyanobacteria). Pojavljanje kremenastih alg v večjem številu je običajno za jesensko in zimsko obdobje, ko so temperature vode nižje. V spomladanskem in poletnem obdobju pričakujemo znatno višje število predstavnikov ostalih skupin alg, predvsem nitastih zelenih alg iz rodov Spirogyra, Mougeotia in Zygnema, ki se običajno pojavljalo v obdobjih z višjimi temperaturami vode in daljšim dnem. Biodiverziteta alg je v ERM sistemu višja kot v Glinščici (št. identificiranih taksonov je bilo v Glinščici najnižje), iz česar lahko sklepamo, da ERM sistem vpliva na višjo biodiverziteto alg na obravnavanem območju. V ERM sistemu so bile prisotne nekatere vrste, ki jih v Glinščici nismo zabeležili [4].

Vegetacija

Vegetacijo smo popisali na območju zadrževalnika in deloma v neposredni okolici. Popis je rezultat terenskega dela v aprilu in avgustu 2014. Obdelano območje z vegetacijskega vidika predstavlja mozaik močvirskih in vlagoljubnih habitatnih tipov oz. rastlinskih združb. Te so gozdne, grmiščne in travišče in se v odvisnosti od rastiščnih razmer in drugih vplivov mozaično prepletajo na relativno majhni površini.

Največjo površino pokrivajo sestoji črne jelše (Alnus glutinosa) in vrb (pretežno pepelnatosiva – Salix cinerea in bela vrba – S. alba). Vrbe so večinoma grmičaste. Mestoma sta primešana še siva jelša (Alnus incana) in veliki jesen (Fraxinus excelsior). Primerki slednjega so v sestojih črne jelše večinoma majhni – do 3 m visoki, ob strugi Glinščice pa najdemo večja drevesa.

Tovrstna vegetacija uspeva na mezotrofnih do evtrofnih rastiščih (rastišča, zmerno do precej bogata s hranili). Tla so redno poplavljena, večino časa pa tudi nasičena z vodo. Le poleti se nivo vode spusti do nekaj deset centimetrov pod površje. Ponavadi so poplavljena spomladi, ko se tali sneg in jeseni, ob močnejših padavinah. Ta voda je bogata s hranilnimi snovmi, ki se tu kopičijo. Dotoka mineralnih snovi je bistveno manj [4].

2.4 Učna in rekreacijska funkcija zadrževalnika

Območje zadrževalnika ima v urbanističnem kontekstu veliko naravovarstveno vrednost, zlasti v času vročinskih valov, kar je prepoznano tudi v obstoječem veljavnem občinskem prostorskem načrtu (OPN) MO Ljubljana. Ker območje leži praktično sredi naselja, ga okoliški prebivalci vsakodnevno uporabljajo kot prostor za rekreacijo in oddih že sedaj. Za oblikovanje učne poti in drugih parkovnih ureditev območja je na podlagi hidrološke študije potrebno vzdrževati mokri del zadrževalnika (povečanje biotske, krajinske in ambientalne pestrosti) na podlagi sušnih pretokov, kar bi omogočalo naselitev vodnih rastlin in živali. Potrebna sta nadvišanje bregov in nadgradnja prelivnega objekta in sicer tako, da se po nasipih in prelivnem objektu hkrati omogoča vzpostavitev rekreacijske in učne poti. Pot bi se lahko nadgradila v daljšo sprehajalno/učno pot po širšem območju z namenom spoznavanja in prepoznavanja različnih vodnih tem (novi suhi zadrževalnik, mokri zadrževalnik, protipoplavni ukrepi, ekoremediacijski ukrepi itd.) ter naravne, kulturne, tehnične, zgodovinske in druge dediščine širšega območja. Pri tem lahko obstoječi zadrževalnik Podutik z učno potjo postane kot element »Zelenega mesta« osrednja atrakcija tega prostora, s prepletom različnih učno-vzgojnih in demonstracijskih vsebin, ki so dejansko že v prostoru in se jih z novimi učnimi in demonstacijskimi vsebinami dodatno ustrezno osmisli in nadgradi.

3. Zaključki

Območje zadrževalnika Podutik ne spada med varovana območja narave, vendar je njegova nesporna naravovarstvena vrednost v tem, da se je sredi poseljenega prostora ohranil mozaik raznolikih močvirskih in vlagoljubnih združb ter potencialno primernih rastišč ogroženih vrst, ki dodajajo pomembo ekosistemsko storitev obstoječemu poplavnemu zadrževalniku. Zadrževalnik Podutik primarno ob poplavah zagotavlja določeno poplavno varnost, v času odsotnosti poplavnih dogodkov pa pripomore k čistilni funkciji pritokov Glinščice in k biotski pestrosti. Glede na hidravlične, biodiverzitetne in čistilne funkcije ima zadrževalnik Podutik tudi potencial v smislu učno-vzgojnih in demonstracijskih funkcij, še posebej, če upoštevamo tudi urbanistične in širše dolgoročne vizije ureditve demonstracijskega centra z vodarskimi vsebinami.

4. Zahvala

Avtorji prispevka se zahvaljujemo Mestni občini Ljubljana za finančno podporo, mag. Ivani Leskovar za izvedbo popisa vegetacije ter Klari Jarni in Mihu Žitniku za pomoč pri izvedbi raziskave.

5. Viri

[1] CORDELL, D., 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global Environmental Change, 19 (2), 292-305.

[2] DAIGGER, G., 2009. Evolving Urban Water and Residuals Management Paradigms: Water Reclamation and Reuse, Decentralization, and Resource Recovery. Water Environment Research, 81 (8), 809-823.

[3] SCHUETZE, T. in THOMAS, P., 2011. Sustainable sanitation systems as a key for circular economy – Three examples from Germany. V: 3. Internationales Symposium "Re-Water Braunschweig".

[4] GRIESSLER BULC, T., URŠIČ, M., KOMPARE, B., KRIVOGRAD KLEMENČIČ, A., JARNI, K., ŽITNIK, M., BABIČ, R., LESKOVAR-ŠTAMCAR, I., BERCE, T., VAHTAR, M., 2015. Raziskava možnosti ureditve poplavnega zadrževalnika Podutik v večnamenski objekt: zaključno poročilo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko. 91 str.

[5] GRIESSLER BULC, T., KRIVOGRAD KLEMENČIČ, A., JANKOVIČ, M., POPIT, S., JAZBINŠEK SRŠEN, N., 2016. Lessons learned and way forward. Podutik. V: Rivers and lakes in European cities. Past and future challenges. EEA Report, 26, 41-51.

VODOODGOVORNO PRILAGAJANJA KMETIJSTVA PODNEBNIM SPREMEMBAM

dr. Rozalija Cvejić, univ. dipl. inž. agr.[1], dr. Matjaž Tratnik, univ. dipl. inž. agr.[2], dr. Marina Pintar, univ. dipl. inž. agr.[3]

[1]Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, [2]Hidrotehnik d.d., Slovenčeva ulica 97, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Kmetijstvo je pomembna ekonomska aktivnost submediteranskih porečij. Pogostejše pojavljanje ekstremnih vremenskih dogodkov kot so suša, poplave in močni vetrovi močno omejuje njegov razvoj. V prihodnosti zaradi učinka podnebnim sprememb pričakujemo še bolj pogosto pojavljanje teh vremenskih pojavov, kar povezujemo z negativnim učinkom na socio-ekonomski status kmetijskih gospodarstev na teh območjih.

Ob pomoči LIFE finančnega instrumenta Evropske unije in projekta LIFE15 CCA/SI/000070 – LIFE ViVaCCAdapt si prizadevamo razviti in implementirati ukrepe za prilagoditev na posledice podnebnih sprememb v Vipavski dolini. Končni rezultat projekta je razviti in predati v uporabo operativni model napovedovanja namakanja, vzpostaviti nove zelene protivetrne pasove, nadgraditi rezultate projekta BeWater (7.OP) in oblikovati prilagoditvene ukrepe ter strategijo kmetijstva za porečje Vipave, ki bodo povečali odpornost tega submediteranskega porečja na podnebne razmere v prihodnje.

Uresničitev tega cilja zahteva kartiranje in primerjalno analizo dobrih praks za prilagajanje kmetijstva podnebnim spremembam, ki so na območju že implementirane in nam med drugim zagotavljajo zmanjšanje pritiska kmetijstva na lokalno vodno okolje ter zagotavljajo uresničevanje ciljev dosega in vzdrževanja dobrega stanja voda na porečju. V prispevku so prikazani primeri dobrih praks vodoogovornega prilagajanja kmetijstva podnebnim spremembam, ki imajo učinke na vetrno erozijo, izhlapevanje, kakovost vode ter količinsko in prostorsko razporeditev vodnih količin.

Ključne besede:
namakanje, dobre prakse

1. Uvod

Ugodne podnebne danosti (Honzak et al., 2017) in obsežna pretekla vlaganja v izboljšanje talnih lastnosti in pogojev obdelave zemljišč (Tratnik, 2015) nudijo relativno dobre pogoje za kmetijstvo na porečju Vipave (PV). Na podlagi podnebnih modelov in simulacij se pričakuje, da bodo podnebne spremembe (PS) spremenile pogoje kmetijske pridelave na PV. Prišlo bo do povišanja temperature zraka, povečane potencialne evapotranspiracije in zmanjševanja količine padavin (Honzak et al., 2017). Brez prilagoditvenih ukrepov (PU) bo višja izpostavljenost povečala ranljivost kmetijstva na PS (MOP, 2016). Prvi večji PU, ki so omogočili izboljšanje pridelovalnih razmer v PV, so bili izvedeni v 80-ih letih prejšnjega stoletja (Tratnik, 2015). Ukrepi niso bili namenjeni prilagajanju ali blaženju vplivov PS. Cilj je bil izboljšati splošne pridelovalne razmere na območju in zmanjšati ranljivost kmetijstva na vetrno

in vodno erozijo, sušo, pozebo in poplave. Zavedanje o prihajajočih PS se je pričelo šele pozneje, po letu 2000 (Cvejić et al., neobjavljeno). Osuševanje, komasacije in namakalni sistemi niso bili izvedeni na celotnem območju PV, kot je bilo prvotno načrtovano (Tratnik, 2015). V vmesnem času so lokalni pridelovalci, zaradi vzpodbud razvojnih programov in tudi povsem samostojno, začeli izvajati kopico manjših, dopolnilnih PU. Cilj razsiakve je bil identificirati manjše dopolnilne PU z namenom njihove promocije, saj bi v prohodnosti na ravni porečja lahko pomembno doprinesli k povečanju odpornosti kmetijstva na PS.

2. Dobre prakse

2.1 Uporaba protitočnih mrež

Protitočne mreže v trajnih nasadih pridelek in drevesa učinkovito zaščitijo pred točo. Zmanjšajo tudi odpadanje nezrelih sadežev, nasad deloma zaščitijo pred ptiči, zmanjšajo temperaturno razliko med dnevom in nočjo, ščitijo pred poznimi pozebami in zmanjšajo udarjanje dežnih kapelj pri poletnem dežju (Klein, 2000). Njihova postavitev v začetku predstavlja visok strošek, a so koristi pozneje velike. Večina novih trajnih nasadov v Vipavski dolini že opremljenih s protitočnimi mrežami (Slika 1).

2.2 Zelena protivetrna inftastruktura

V okviru ureditvenih del v 80-ih je bila na PV v določenem obsegu vzpostavljena protivetrna zaščita. Optimalno je ohranjena le v manjšem obsegu in bi jo bilo potrebno obnoviti. Kot primer dobre prakse izpostavljamo protivetrno zaščito, ki si jo je lastnik sam postavil, da bi lahko vzgajal sadike sadnih rastlin za nadaljnjo prodajo. Za njihovo vzgojo je pomembna bližina vodnega vira za namakanje (reka Vipava), kjer pa ni bila zagotovljena protivetrna zaščita. Lastnik jo je vzpostavil sam in si tako zagotovil optimalne pogoje za svojo dejavnost (Slika 2).

2.3 Prilagojeni gojitveni sistemi

Na PV so najbolj rodovitna tla ob vodotokih, zato se pridelovalci odločajo za zasnovo trajnih nasadov prav na teh območjih. Običajno tu voda nima rušilne moči, ki bi resneje poškodovala trajni nasad. Večjo ima plavje (drevesa, veje), ki lahko poškoduje oporo rastlin ali jo poruši. Ob načrtovanju trajnih nasadov ob poplavnih vodotokih je zato pomembno vzpostaviti dovolj močno oporo rastlinam, da poplavna voda ne poškodujejo opore in rastlin (Slika 3). Pri postavitvi opore vinogradov ali sadovnjakov je na PV zaradi burje treba biti pozoren tudi smer postavitve vrst, saj se bolj izpostavljene vrste nagnejo ali celo prevrnejo (Slika 4). Pri načrtovanju postavitve kovinska opora, ki je običajno šibkejša od lesene, je dobra praksa postavitev vrst v smeri prevladujoče smeri vetra.

2.4 Natančenjše tehnike namakanja

V obdobju 1990-2016 se je veliko vlagalo v nakup opreme za namakanje. Za namakanje poljščin se uporablja bobenske namakalnike ali stabilne razpršilce (Slika 4). V večini novejših sadovnjakov se uporablja kapljično namakanje, ki uporabnikom omogoča, da medvrstni prostori ostanejo suhi (Slika 5). V sadjarstvu se največ uporabljajo stabilni razpršilci, nameščeni nad krošnjami dreves – ki se je uporabljalo v času gradnje namakalnih sistemov (v obdobju 1985–2000), ko je bila glavna dejavnost pridelava hrušk in breskev – ki omogočajo tudi protislansko zaščito. Med novejše načine namakanje umeščamo mikrorazpršilce za lokalizirano namakanje. Zaradi majhnih kapljic jih kmetje uporabljajo za namakanje vrtnin, ki jim ustreza visoka zračna vlaga (npr. kapusnice) in aktinidije. Pri namakanju dreves jih namestijo pod krošnje. Ker ne močijo listja, lahko namakajo vsak dan in vzdržujejo količino vode v tleh v ozkem intervalu.

2.5 Lokalno zadrževanje vode

Alternativa velikim zadrževalnikom za zagotavljanje vode za potrebe namakanja so mali zadrževalniki, z volumnom do nekaj 1000 m^3 (Slika 6). Na PV je takšnih zadrževalnikov (manj kot 10), zgradili so jih individualni uporabniki za namakanje lastnih površin, kjer v bližini ni drugih primernih virov vode za namakanje. Ena od možnosti nabire vode so tudi že obstoječe pregrade in mlinščice, ki niso več v uporabi, vendar bi bilo treba njihovo rabo uskladiti s pristojnimi inštitucijami.

2.6 Prilagoditev termina in postopka osnovne obdelava tla

Zgodnje jesensko oranje prispeva k hitrejši kosolidaciji tal preko zime, kar pripomore k vzpostavitvi kapilarnega toka vode do površine ter omogoča zgodnejšo spomladansko setev (Cergan et al., 2008). Vendar ta ukrep na območjih z močnejšimi zimskimi vetrovi poveča ranljivost na vetrno erozijo; na območjih z večjim naklonom pa poveča ranljivost na vodno erozijo. Za taka območja se priporoča, da se strniščnega dosevka jeseni ali zgodaj pozimi ne preorje. Pri implementaciji tega ukrepa je potrebno predvsem ozaveščanje kmetov o pomembnosti pravočasnega oranja in seznanjanje s tem, kakšne posledice na prihodnje lastnosti zemljišča ima oranje v neprimernem terminu (Slika 7).

2.7 Organska snov v tleh

Prilagajanje klimatskim spremembam zahteva prilagajanje obema skrajnostma – viškom in pomanjkanju vode. Eden od ključnih elementov, s katerim lahko odgovarjamo obema skrajnostma je organska snov, ki izboljšuje in stabilizira strukturo zemlje, tako da lahko zemlja absorbira več vode. (FAO, 2007). Pomemben je delež organske snovi v zgornjem sloju tal. Organska snov neposredno vpliva na povečanje obstojnosti strukturnih agregatov ter s tem na povečanje infiltracijske sposobnosti in zmanjšanje površinskega odtoka vode in erozije. Organska snov vpliva na izboljšanje strukture tal, kar pripomore k ugodnejšemu razmerju med makro in mikroporami, tako da taka tla lahko vpijejo in zadržijo več vode. Povečanje organske snovi lahko dosežemo z večjim vnosom organskih snovi (živinska gnojila, komposti, podorine) v tla.

2.8 Prilagoditev kolobarja in zimska ozelenitev njiv

Prilagoditev kolobarja (vrstenja rastlin) je povezana z večanjem odpornosti na burjo v zimskem in spomladanskem času. V kolobar kmetje uvrščajo kulture s katerimi njive ozelenijo tudi preko zime. Zgodno sajenje jesenskih posevkov jim omogoči, da se pred pojavom burje dobro ukoreninijo. Če kmetje ne ozelenijo tal preko zime na burji izpostavljenih legah, je smiselno z oranjem počakati vsaj do 20. februarja. K uvrščanju prezimnih in neprezimnih dosevkov v kolobar pripomore Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014–2020, ukrep kmetijsko-okoljska-podnebna plačila (KOPOP), in zavedanje o pomenu zelenega podora pri skrbi za humus v tleh.

2.9 Zatravljanje medvrstnih prostorov

Neporaščena tla, še zlasti v naklonu, so bolj ranljiva za erozijo kot poraščena. Ukrep programa KOPOP vzpodbuja k povečanju zatravljenosti medvrstnih prostorov in pripomore, da se v vinogradih in sadovnjakih uveljavlja obdelava vsakega drugega medvrstnega prostora in mulčenje (Slika 8). V sodobnih sadovnjakih se uvaja mečkanje rastlin zelene ledine, ki zmanjšuje konkurenčnost rastlin gojene ledine podobno, kot pri mulčenju, vendar je pomečkana ruša bolj ugoden prostor za koristne žuželke kot pogosto mulčena (Tojnko et al., 2015).

2.10 Gojenje kultur, prilagojenih na podnebne spremembe

Na PV potekajo poskusi gojenja rastlin, ki bolje prenašajo sušni stres, a njihova pridelava na območju še ni tržno razširjena. Na PV poteka pilotni poskus, katerega namen je preveriti

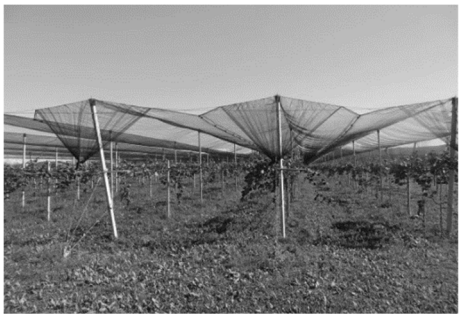
prilagojenost novih rastlin na podnebne razmere na porečju, vključno z odzivom rastlin na burjo. V poskus so vključene tako enoletne rastline (afriška kumara, sladki krompir, okra, muškatna buča, maslenka), kot tudi trajnice (dren, mandelj, aronija, žižula, goji jagode, sibirska borovnica asimina) (Krkoč Lasič, 2015).

2.11 Upoštevanje agro-klimatoloških danosti

V sklopu Agrometeorološkega portala je v Sloveniji vzpostavljena mreža agrometeoroloških postaj (Slika 9), s pomočjo katerih se izvaja monitoring, ki je podlaga za izdelavo različnih napovedi za kmete. V realnem času omogoča dostop do podatkov o temperaturi, relativni zračni vlagi, padavinah ter omočenosti lista. Pridelovalci preko njega spremljajo napovedi razvoja bolezni in pojava škodljivcev na posamezni kmetijski kulturi. Prognostična obvestila in priporočila so dostopna na spletnih straneh agrometeorološkega portala (http://agromet.mkgp.gov.si/pp/). Naročeni uporabnik jih prejemajo preko e-pošte. Postaja ima omejeno uporabnost zaradi lokalnega pojavljanja predvsem poletnih neviht. S povečanjem števila opazovalnih postaj bi pridobili še bolj natančne podatke, ki bi pripomogli k še bolj natančnemu varstvu rastlin, s čimer se časovno in količinsko optimizira uporaba fitofarmacevtskih sredstev ter tako zmanjša verjetnost izpiranja njihovih ostankov preko tal v vodo.

2.12 Izobraževanje in prenos znanja

Ukrep KOPOP je namenjen ohranjanju in spodbujanju nadstandardnih kmetijskih praks, ki predstavljajo višje zahteve od običajne kmetijske prakse. Ukrepe sestavlja 19 operacij, znotraj katerih so obvezne in, kjer so na voljo, tudi izbirne zahteve, ki jih morajo kmetijska gospodarstva upoštevati. V sklopu programa je predvidenih več ukrepov, ki prispevajo k prenosu znanja in k temu, da predlagani ukrepi tudi v praksi zaživijo in jih kmetje znajo implementirati v praksi. Poleg tega morajo v obdobju trajanja obveznosti vsako leto opraviti najmanj 4 urni program usposabljanja v zvezi s kmetijsko okoljsko podnebnimi vsebinami ter v prvih treh letih trajanja obveznosti najmanj enkrat uporabiti storitev svetovanja, v okviru katere se upravičencu svetuje glede pogojev in zahtev ter pravilnega izvajanja prevzetih kmetijsko okoljsko podnebnih obveznosti. K prenosu znanja naj bi doprinesla tudi regionalna delovna skupina za razvoj namakanja, ki jo minister pristojen za kmetijstvo imenoval v letu 2012.



Slika 1 Protitočne mreže v nasadu aktinidije (Tratnik M.).

Slika 2 Protivetrni pas za zaščito drevesnice (Tratnik M.).

Slika 3 Plavje opornih stebrov vinograda ni močno poškodovalo (Stibilj U.).

Slika 4 Nagnjena drevesa v krajni vrsti sadovnjaka na območju izpostavljenemu burji (Tratnik M.).

Slika 5 Namakanje poljščin z bobenskim namakalnikom (Tratnik M.).

Slika 6 Trajni nasad opremljen s kapljičnim sistemom (Tratnik M.).

Slika 7 Manjši zadrževalnik vode za namakanje (Tratnik M.).

Slika 8 Ponovno profiliranje in Sanacija osuševalnega jarka po burji (Stibilj U.).

Slika 9 V vinogradih in sadovnjakih uveljavlja obdelava vsakega drugega medvrstnega prostora in mulčenje (Tratnik M.).

Slika 10 Meteorološka postaja Slap pri Vipavi v sklopu Agrometeorološkega portala (Tratnik M.).

3. Zahvala

Pripravo prispevka je delno omogočil projekt LIFE15 CCA/SI/000070 – LIFE ViVaCCAdapt.

4. Viri

CERGAN, Z., DOLNICAR, P., KNAPIC, M., POJE, T., SUSIN, J., SKERLAVAJ, V., UGRINOVIC, K., VERBIC, J., VERBIC, J., ZEMLJIC, A., KAPUN, S. & HARDI, Z. 2008. Tehnoloska priporocila za zmanjsanje obcutljivosti kmetijske pridelave na suso : poljedelstvo, travnistvo, zelenjadarstvo in hmeljarstvo, Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

CVEJIĆ, R., ZUPANC, V. & PINTAR, M. neobjavljeno. Experiences and Lessons from Large-Scale Irrigation Systems Development in Slovenia. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana.

HONZAK, L., GLAVAN, M. & PINTAR, M. 2017. Analiza podnebnih scenarijev za 21. stoletje na porečju Vipave. LIFE15 CCA/SI/000070 - LIFE ViVaCCAdapt. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana.

KLEIN, K. 2000. Vpliv protitocne mreze na kakovost plodov jablan : diplomska naloga.

KRKOČ LASIČ, S. 2015. V občini Ajdovščina nadaljujejo poskusno gojenje novih kmetijskih kultur. Available: https://dnevnik.si/1042719576/lokalno/primorska-in-kras/v-obcini-ajdovscina-nadaljujejo-poskusno-gojenje-novih-kmetijskih-kultur-.

MOP 2016. Dolgoročni nacionalni strateški okvir za prilagajanje podnebnim spremembam z usmeritvami za ukrepe v srednjeročnem obdobju (osnutek, julij 2016). Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Ljubljana.

TOJNKO, S., LESNIK, M. & UNUK, T. 2015. Tehnoloska navodila za izvajanje operacije Sadjarstvo : v okviru ukrepa kmetijsko-okoljska-podnebna placila za obdobje 2014-2020 [Online]. Maribor; Ljubljana: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede : Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Available: http://www.program-podezelja.si/sl/knjiznica/18-tehnoloska-navodila-za-izvajanje-operacije-sadjarstvo/file [Accessed 07.03.2017].

TRATNIK, M. 2015. Optimizacija rabe in delovanja vodnega zadrzevalnika in namakalnih sistemov na primeru Vogrscka : doktorska disertacija = Optimising the use and operation of water reservoir and irrigation systems in case of Vogrscek : doctoral dissertation.

HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI – KRAJINSKE UREDITVE OD NAČRTOVANJA DO IZVEDBE

mag. Jelka Hudoklin

ACER Prostorsko načrtovanje, projektiranje in varstvo okolja, Novo mesto, d.o.o.,
Šentjernejska cesta 43, 8000 Novo mesto

POVZETEK

Z izgradnjo hidroelektrarn na spodnji Savi se pomembno spreminjajo ekološke značilnosti doline Save in podoba Posavja. Prostorsko načrtovanje posameznih hidroelektrarn je bilo izjemno kompleksno, saj so se predvidene ureditve povezovale s številnimi drugimi ureditvami. Zlasti zahtevno je bilo umeščanje HE Brežice. Glede na takratne zakonske določbe so morale biti v postopek priprave državnega prostorskega načrta vključene različne razvojne pobude s širšega območja HE, vplivno območje je bilo zelo obsežno in tu so bile uveljavljene številne naravovarstvene in druge omejitve. Potem ko so bile še pred nekaj desetletji na tem območju opredeljena različna, medsebojno izključujoča se državna izhodišča, je bilo treba sprejeti strateške odločitve o prioritetah, kar je na izvedbeni ravni načrtovanja zahtevalo številna in dolgotrajna usklajevanja številnih deležnikov. Projektiranje in prostorsko načrtovanje hidroelektrarne in drugih objektov je zahtevalo razumevanje kompleksne problematike vodnih in obvodnih ekosistemov, dinamike voda in drugih naravnih procesov, pa tudi zakonitosti urbanega razvoja, prometnih in drugih ureditev ter sobivanja energetskih objektov in poselitve. Rešitve v prostorskih aktih in projektni dokumentaciji se med izvedbo preverjajo in po potrebi korigirajo, tako da zagotavljajo visoko raven varstva narave in obenem nudijo različne možnosti za večplastno rabo vode in obvodnega prostora.

Ključne besede:
prostorsko načrtovanje, hidroelektrarne, nadomestni habitati

1. Prostorsko umeščanje hidroelektrarn

Realizacija načrtovanih energetskih objektov in spremljajočih ureditev, kot so prilagoditve prometne infrastrukture, nadomestni habitati in različne rekreacijske ureditve, z vsako novo hidroelektrarno (HE) vnaša velike spremembe v krajino in naselja ob reki Savi ter ustvarja novo prepoznavnost Posavja. Še posebej velike spremembe nastajajo na območju HE Brežice. Tu je bilo v 80-tih letih prejšnjega stoletja v prostorskih planskih aktih opredeljeno območje ene od organizacijskih nalog, ki bi jih bilo treba razrešiti v naslednjem planskem obdobju. Na tem območju so bila opredeljena kar tri obvezna republiška izhodišča, ki so se medsebojno izključevala: območje varstva kmetijskih zemljišč, območje varstva narave in območje energetske izrabe Save. Takrat namreč še niso bile jasno postavljene prioritete med temi izhodišči in do odločitve o tem, katero bo prevladalo, je prišlo šele ob pripravi državnega prostorskega načrta (DPN) za območje HE Brežice, ki je bil sprejet v letu 2012.

HE Brežice predstavlja peti člen v HE verigi na spodnji Savi. Njeno območje sega v občino Krško in Brežice in obsega 12 km dolg odsek Save od HE Krško do sotočja Save in Krke. Zaradi zahtev za zagotavljanje protipoplavne zaščite naselij na vplivnem območju in za ohranjanje vodnega režima Save na državni meji z Republiko Hrvaško so v DPN vključene

zelo obsežne površine za zadrževanje visokih voda. Območje DPN tako obsega kar 2.350 ha. Tu veljajo še številne druge okoljske omejitve. Na delu območja so opredeljena območja Natura 2000 in naravne vrednote. Na pretežnem delu območja so najboljša kmetijska zemljišča, nekaj je tudi arheoloških območij. Jezovna zgradba s strojnico HE Brežice je načrtovana v bližini starega mestnega jedra Brežice in brežiškega gradu. Vpliva tudi na območje Nuklearne elektrarne Krško. Z DPN so se poleg same pregrade HE urejali visokovodno-energetski nasipi z akumulacijskim bazenom, dostopna cesta, priključni kablovod, prehod za vodne organizme, različni nadomestni habitati ter protipoplavni nasipi okoli naselij. V prostor so bile umeščene še številne druge prostorske ureditve: splavnica, center za zaposlene in obiskovalce hidroelektrarne, premostitve Save, različne rekreacijske ureditve, kolesarske poti, zbirni center za odpadke, čistilna naprava pri Brežicah in del obvoznice Krškega. Na območjih zadrževanja visokih voda (retenzij) posebne prostorske ureditve niso načrtovane, so pa določene vse dopustne rabe prostore. S tem DPN deloma prevzema tudi vlogo občinskega prostorskega načrta.

Vsebina in postopek priprave DPN za HE Brežice nekoliko odstopata od večine drugih DPN – delno zaradi navedenih posebnosti načrtovanih ureditev in okoljskih omejitev ter nedorečenih prioritet, delno zaradi takratne zakonodaje. Ta je DPN opredelila kot prostorski akt za območje in ne kot prostorski akt za prostorsko ureditev. Zato so bile v DPN na podrobni (izvedbeni) ravni načrtovane številne državne in lokalne prostorske ureditve. Tako ta DPN na obsežnem območju rešuje zelo kompleksno prostorsko problematiko v dokaj detajlnem merilu. V njegovo pripravo so bili vključeni številni, različni ter medsebojno komajda usklajeni deležniki (pobudniki, naročniki, investitorji, projektanti oz. izdelovalci različnih strokovnih podlag, pa tudi številni nosilci urejanja prostora). Vse to je ob pripravi DPN zahtevalo dolgotrajna usklajevanja projektnih rešitev, ki so se medsebojno razlikovale glede vrste, vsebine in investitorjev. Izdelovali so jih različni in nepovezani projektanti. Žal zakonodaja v zvezi s tem ni predvidela ustreznih postopkov, predvsem pa ne nosilca tovrstnih usklajevanj. K usklajevanju rešitev je poleg izdelovalca DPN in pripravljavca (MOP) bistveno prispeval odgovorni vodja idejnega projekta HE; obseg njihovih pristojnosti in dela je bistveno presegel običajne okvire priprave DPN. Usklajenost rešitev v sprejetem DPN za HE Brežice je zato ne le rezultat zahtevnih usklajevanj, ampak tudi volje in znanja vseh sodelujočih ter njihove pripravljenosti za nadgradnjo znanj in za iskanje inovativnih rešitev. V postopku so sodelovali predstavniki ministrstev za okolje in prostor, za energijo in za infrastrukturo, koncesionarji, projektanti in strokovnjaki za različna področja varstva okolja, prostorski načrtovalci, izdelovalci okoljskih poročil in vsi uradni nosilci urejanja prostora ter lokalne skupnosti. Pri tem ni nepomembno, da smo mnogi imeli izkušnje tudi z načrtovanjem že zgrajenih hidroelektrarn na spodnji Savi.

Priprava projektne dokumentacije za HE Brežice se je začela kmalu po uveljavitvi DPN. Mnogi izmed projektantov in drugih strokovnjakov, ki smo sodelovali že v zgodnjih fazah načrtovanja verige HE na spodnji Savi, npr. pri pripravi idejnih rešitev, prostorske dokumentacije in strokovnih gradiv za presojanje vplivov na okolje, smo bili vključeni tudi v pripravo projektne dokumentacije po sprejetju DPN. Nekateri sodelujemo tudi pri nadzoru in monitoringu, kar nas postavlja pred raznovrstne izzive in prinaša številne izkušnje.

Vključenost v različne faze načrtovanja in izgradnje verige hidroelektrarn ali zgolj posameznega objekta omogoča širok pogled na problematiko, poglobljen vpogled v vzročno-posledične povezave in razumevanje prostorskih, vodarskih, naravovarstvenih in drugih vidikov načrtovanja in gradnje energetske in vodne infrastrukture. Nekatere rešitve, začrtane v zgodnjih fazah projekta, so se spremenile že v postopkih usklajevanja ob pripravi DPN, nekatere so bile preprojektirane v izvedbeni projektni dokumentaciji ali spremenjene med gradnjo glede na razmere na terenu. Na ta način so bile izvedene boljše oz. učinkovitejše rešitve, ki pa jih je bilo treba sproti projektno preverjati in usklajevati s pristojnimi soglasodajalci. V tem pogledu se je zahtevnost in hkrati pripravljenost naročnika oz. investitorja na iskanje optimalnih rešitev izkazala kot dober pristop k reševanju problemov.

Potrebna je bila velika prilagodljivost, inovativnost in iznajdljivost ter hitra odzivnost vseh vpletenih.

2. Projektiranje in izvedba krajinskih ureditev na območju HE Brežice

HE Brežice in spremljajoče ureditve so trenutno v gradnji. Zaradi obsežnosti projekta je tudi pri izdelavi projektne dokumentacije za krajinske ureditve sodelovalo več projektantov. Rešitve na desnem bregu bazena smo načrtovali v podjetju Acer Novo mesto, rešitve na levem bregu pa kolegi iz podjetja Savaprojekt Krško. V okviru krajinskih ureditev so bili načrtovani raznovrstni nadomestni habitati in rekreacijske ureditve ter zasaditve vegetacije vzdolž bazena. Projektne rešitve, vključno z usmeritvami za vzdrževanje krajinskih ureditev in preprečevanje razvoja tujerodnih invazivnih vrst, temeljijo na določilih DPN, zahtevah poročila o vplivih na okolje in na nekaterih dodatnih strokovnih podlagah. Načrt krajinske arhitekture je nastajal ob tesnem sodelovanju s projektanti gradbenih konstrukcij in drugih načrtov, z eksperti za posamezne rastlinske in živalske vrste in s pristojno službo za varstvo narave.

Vse krajinske ureditve so načrtovane ob predpostavki, da se na brežinah Save gorvodno od visokovodno-energetskih nasipov (nad jezom pri NEK), ki zaradi načrtovanih posegov ne bodo preurejene, v čim večji meri ohranja obstoječa zarast. Na preostalem območju so predvidene ureditve, ki bodo omogočile razvoj vegetacije in posameznih habitatov v kar najkrajšem času in ki bodo hkrati nudile različne možnosti za večplastno rabo vode in obvodnega prostora.

2.1 Zasaditve

Na območju visokovodno-energetskih nasipov in drugih ureditev je poleg zatravitve predvidena saditev avtohtonih vrst dreves, grmovnic, plezalk in močvirskih rastlin. Načrt zasaditve smiselno upošteva obstoječe krajinske vzorce na tem delu doline Save in vrstno sestavo vegetacijskih združb na območju urejanja. Zasaditve so načrtovane predvsem kot inicialni ukrepi, s pomočjo katerih bo zagotovljena nadaljnja razrast vegetacije z naravno sukcesijo, kolikor bo to sprejemljivo z vidika obratovanja in vzdrževanja energetskih objektov in vodne infrastrukture. V ta namen je predvidena saditev gozdarskih sadik dreves ter gozdarskih sadik grmovnic, ki se dokaj hitro in uspešno vraščajo in zahtevajo razmeroma malo vzdrževanja.

Na zračni strani nasipov je predvidena saditev dreves in grmovnic v nesklenjenih linijah vzdolž večnamenske poti na brežini in drenažnega kanala ob vznožju nasipov, tako da se oblikujejo strnjene poteze zasaditev in sklenjena območja zatravljenih brežin. Na vodni strani nasipov so zasaditve omejene na rob krone in zgornji del kamnitih oblog, kjer se fragmentarno zasadijo linije grmovnic, vrbovih potaknjencev in plezalk, ki se bodo prevešale in sčasoma prekrile kamnite obloge. Kot dodatni ukrep za čim hitrejšo ozelenitev kamnitih oblog je predvidena setev travnega semena s primesjo semena drevnine.

Izbor predvidenih rastlinskih vrst je prilagojen rastiščem na tem območju, zato je načrtovana uporaba sadik dreves, grmovnic in plezalk, ki se pridobijo z okoliških območij oziroma iz slovenskih drevesnic, ki skrbijo za pogozdovanje. Drevnina se sadi v neformalno oblikovanih vzdolžnih skupinah. Podatki za določanje lokacij sajenja so v načrtu podani s sadilnimi vzorci, v okviru katerih so prikazani lokacije in število sadik, sadilne razdalje in način razmeščanja sadik, ki v osnovi povzema vzorce naravne zarasti.

Načrt določa podrobnejše pogoje za izvedbo zasaditev posameznih vrst in za zatravitev. Posebna pozornost je namenjena vzdrževanju krajinskih ureditev, kot so redna košnja in vzdrževanje drevnine, preverjanje zamuljenosti in globine dna v tolmunih drenažnega jarka ter višina in stabilnost posamičnih kamnitih zgradb pri brzicah, grobljah in odbijačih. Poleg tega so še posebej poudarjeni ukrepi za preprečevanje razraščanja tujerodnih invazivnih vrst rastlin. Na obravnavanem območju so predvsem zlata rozga, topinambur in japonski dresnik (Slika 1)

zelo agresivni in se izjemno hitro razraščajo ter postopno zatrejo razrast lesnatih in zelnatih avtohtonih rastlin v obvodnem prostoru, kar vodi v korenito spremembo obvodnih habitatov.

Glede na zahtevnost predvidenih del in zaradi nedorečenosti nekaterih ukrepov (npr. mikroreliefno oblikovanje brežin, točne lokacije predvidenih zasaditev, morebitne zamenjave v projektu predvidenih elementov oziroma rastlinskih vrst, ureditve nadomestnih habitatov) je v načrtu predpisan projektantski nadzor in nadzor ekspertov za posamezne živalske in rastlinske vrste.

Izvajanje zasaditev sodi med zadnje faze izvedbe projekta. Treba jo je ustrezno načrtovati, saj zasaditev ni mogoče izvajati pozimi ali poleti, ob tem pa je treba pravočasno zagotoviti ogromno število sadik ustreznih vrst, velikosti in kakovosti. Nekatere (npr. močvirske rastline, vrbove potaknjence, plezalke) je treba pridobiti v okolici ureditvenega območja, lesnate rastline pa nabaviti v specializiranih drevesnicah, ki dobavljajo sadike za pogozditve. Nabavljeni sadilni material je treba primerno skladiščiti na gradbišču ali v bližini, da ga bo mogoče uporabiti po zaključenih zemeljskih in pripravljalnih delih. Tako se bo saditev dreves in grmovnic na območju HE Brežice lahko začela, ko bo zaključeno humuziranje.

2.2 Nadomestni habitat gramoznica Jevščina

Na desnem bregu bo tik ob bazenu urejena gramoznica Jevščina z okoli 5 ha vodne površine. Ob njej bodo urejene makadamske poti z razširitvami ob vodi, postavljeni bodo pomoli, opazovalnice za ptice in urbana oprema. Te ureditve bodo s številnimi naravoslovnimi in rekreacijskimi vsebinami dopolnjevale ureditve na bližnjem arheološkem območju Zasavje.

Gramoz iz izkopa je uporabljen za nasipe. Stene gramoznice imajo neenakomerne naklone, ki bodo prešli v organsko oblikovane razgibane brežine. Deli brežin z največjo možno strmino, ki jo omogoča material, bodo primerni za gnezdenje breguljk, mogoče tudi čebelarjev in vodomcev. Strme prodne stene se bodo zaradi erozije sčasoma porušile in za gnezdenje breguljk ne bodo več primerne. Zato se gramoznica v prvi fazi izvaja v manjšem obsegu, od 15 do 20 m proti notranjosti glede na končni obod. S tem bo omogočeno kasnejše ponovno odkopavanje oz. oblikovanje ustrezno strmih sten za gnezdenje ptic. Izkop in ureditev gramoznice še nista dokončana, že po enem letu od izkopa pa so na brežinah zrastle zelnate rastline in v vodi vodne rastline ter loček. Ker so razmere za razrast rastlin ugodne, je treba zaraščanje spremljati in preprečevati naseljevanje tujerodnih invazivnih vrst.

Slika 1 Japonski dresnik na brežini bazena HE Krško

Slika 2 Gramoznico je že med gradnjo zalila voda, v kateri so se razrasle vodne rastline

Ko bodo zemeljska dela v gramoznici zaključena, bo na obali zgrajen pomol kot lesena ploščad s finalno površino tik nad vodno gladino. Na razširitvah makadamske poti v bližini vode sta predvideni dve večji opazovalnici za ptice v obliki lesenih panojev s tlorisno lomljeno linijo. V stenah opazovalnice bodo neenakomerno porazdeljene line za opazovanje ptic z loputami. Ob opazovalnicah in ob pomolu bodo postavljeni informacijske table, koši za smeti in klopi. Po obodu gramoznice bodo zasajena drevesa in grmovnice ter močvirske rastline kot inicialna zasaditev, ki bo sprožila naravno sukcesijo. Na južnem obrobju gramoznice bo obrežna zarast gosta, da bo predstavljala bariero na stiku z obdelovalnimi površinami.

Pred zalitjem obstoječih gramoznic na levem bregu Save je potrebna fizična premestitev vitalnih osebkov posameznih rastlinskih vrst in manj mobilnih živalskih vrst (larve kačjih pastirjev, močvirska sklednica, ribe in drobni nevretenčarji, žabe idr. dvoživke, ipd.) v gramoznico pod nadzorom biologa oz. drugega ustreznega strokovnjaka za posamezne živalske vrste.

2.3 Drenažni kanal vzdolž visokovodno-energetskega nasipa

Na desnem bregu se drenažni kanal vzdolž nasipa uredi kot življenjsko okolje za reofilne vrste rib (Slika 3). V okviru zemeljskih del je že bil izveden kanal s situacijsko in niveletno razgibanim dnom in s 25 razširitvami. Tu bodo urejene prodne brzice za prezračenje vode, ki bodo ustrezen habitat za vodne organizme in bodo omogočale drstenje rib. Za brzicami bodo urejene lokalne poglobitve dna kanala v obliki tolmunov. V kanalu bodo tudi groblje in zložbe kamenja večjih dimenzij, ki bodo z usmerjanjem in stiskanjem vodnega toka pospeševale hitrost vode. Za zagotovitev sence in zaklonišč za ribe in druge vodne organizme je predvidena postavitev posamičnih betonskih cevi v vodi. Zgornji deli brežin drenažnega kanala bodo zasajeni z avtohtonimi vrstami dreves in grmovnic ter močvirskih rastlin v prekinjenih linijah na levem in desnem bregu.

2.4 Otoki, splavi in gnezdilne stene

Kot habitati za ptice in tudi kot počivališče za prostoživeče živali, ki prečkajo akumulacijo, so načrtovani štirje otoki v bazenu v velikosti okoli 3000 m2 (Slika 4). Po zapolnitvi bazena bodo temena otokov cca 1 m nad srednjo obratovalno gladino. Na treh otokih bo deloma zasajena drevnina, četrti pa bo neporaščen, ker je namenjen gnezdenju čiger. Pod nasutjem proda in posamičnimi skalami na tem otoku je položena folija, ki bo omejila zaraščanje. Otoki so zgrajeni na ravnici ob Savi in bodo po zapolnitvi bazena dostopni le s plovili. Vzdrževanje neporaščenega otoka bo verjetno precejšen izziv, zato bo morda otok kasneje prepuščen naravni sukcesiji in drugim živalskim vrstam.

Slika 3 Drenažni kanal vzdolž nasipov, ki se ureja kot habitat za reofilne vrste rib

Slika 4 Otoki med gradnjo. En otok naj bi ostal neporaščen.

V akumulaciji bodo izven struge Save, približno 100 m od obale bazena, na kateri bo na kroni nasipa speljana večnamenska pot, nameščeni trije z gramozom in opečnim drobirjem nasuti splavi dimenzij 4 × 5 m, namenjeni gnezdenju čiger. Splavi bodo sidrani z jekleno vrvjo v betonski temelj na dnu bazena. Pri načrtovanju te rešitve je bila posebna pozornost namenjena varnosti oz. zanesljivosti pritrjevanja splavov, da jih visoke vode in povečana hitrost toka ne bi odplavili na turbine.

Za gnezdenje vodomcev so na razširitvah nasipov in na enem od otokov v bazenu predvidene gnezdilne stene kot nasipi z izmenjujočimi se uvaljanimi plastmi melja, gline in proda (Slika 5). Višina nasipa bo okoli 2 m, dolžina 10 m, širina do 6 m. Na vodni strani bo stena strma in pri vznožju utrjena z leseno konstrukcijo. Na zračni strani bo zatravljena. Gnezdilne stene se bodo v nadaljnjih letih zaradi erozije spreminjale, zato se bodo z ustreznim vzdrževanjem vzpostavile na novo ali utrjevale z latami in koli.

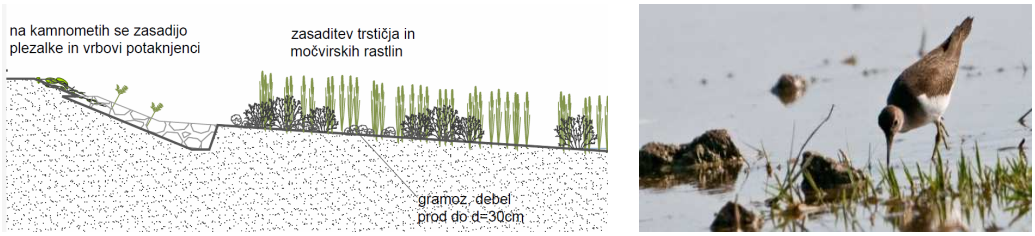
Slika 5 Gnezdilna stena za vodomce: levo projektna rešitev, desno med gradnjo

2.5 Druge ureditve za varstvo narave

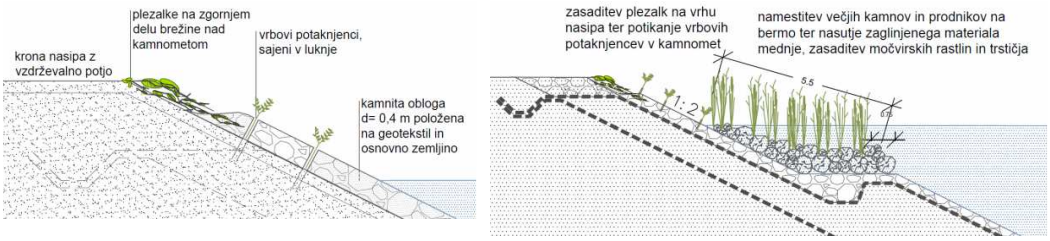
Razširitve brežin bazena oz. nasipov na vodni strani so izvedene na šestih potezah v dolžini približno 250 m in v širini cca 10 m. Na ta način je oblikovana razgibana linija brežin bazena in omogočena ozelenitev zgornjih delov brežin z avtohtono vegetacijo. Poleg tega so na dolvodni strani posameznih razširitev, kjer je moč vodnega toka malo manjša, ugodne razmere za ureditev skrivališč za ribe v krošnjah posekanih vrb, nameščenih na kamnitih oblogah tik pod vodno gladino.

Predvidena je ozelenitev kamnitih oblog. Poleg zasaditve drevnine na zračni strani nasipov so na vodni strani na zgornjem delu kamnitih oblog predvideni inicialni ukrepi, ki bodo omogočili nadaljnji razvoj ozelenjevanja brežin (setev trave, potikanje vrbovih potaknjencev, saditev plezalk ter grmovnic (joint planting)). Pred tem se napolni bazen, saj je treba zagotoviti ustrezno omočenost kamnitih oblog.

Na nekaj odsekih brežin bazena so kot habitat za gnezdenje malega martinca predvidene plitvine s trstišči v bazenu. Plitvine bodo nastale z nasutjem plasti debelega proda in kamenja večjih dimenzij in z zasaditvijo trstičja in drugih močvirskih rastlin ter hidrofilnih grmovnic. Za ureditev plitvin s trstišči v globoki vodi je treba preprečiti odplavljanje rastlin in substrata, zato, se ponekod na bermah namesti kamenje in tonjače. Tudi pri teh ureditvah je zelo pomembna časovna dinamika izvajanja, saj je treba zagotoviti ustrezne rastne razmere, predvsem pa ustrezno omočenost tal.



Slika 6 Plitvine s trstišči v bazenu za malega martinca



Slika 7 Plitvine s trstišči v globoki vodi bodo prispevale k večji pestrosti obrežnega pasu bazena

Na zahtevo strokovnjakov za ribe so za zagotavljanje večje pestrosti razmer za vodni živelj na koti pod vodno gladino načrtovana tudi skrivališča za ribe z namestitvijo drevesnih debel (vrb)

z nekaj ohranjenimi vejami. Na videz enostaven ukrep je pri izvedbi zahteval veliko inovativnosti, saj se je izkazalo, da prvotno predvideno pritrjevanjem debel s koli, zabitimi v kamnito oblogo, komajda izvedljivo in da je bila potrebna dodatna obtežitev s skalami oz. betonskimi bloki.

Slika 8 Tik pod predvideno vodno gladino so nameščena razvejana debla vrb, ki bodo služila kot skrivališča za ribe (foto: Jani Štusej)

Na desnem bregu Save so bogata rastišča številnih vrst kukavičevk (orhidej), kar daje temu območju izjemno naravovarstveno vrednost. S posegi se jim ni bilo mogoče izogniti, zato so bile v načrtu predvidene rešitve za prenos zgornjega sloja tal s travno rušo in podzemnimi deli teh rastlin z območja trajne zasedbe na levi breg bazena, kjer je načrtovana ureditev nadomestnega habitata suhih travnikov. Z odvzemom travne ruše s korenikami kukavičevk sta bila že v začetnih fazah izvajanja zemeljskih del pridobljena sadilni material in substrat za ureditev tega habitata. Na lokacijah, ko jih je določil biolog, je bila zgornja plast tal odrezana v debelini 10 – 15 cm v posameznih zaplatah v skupnem obsegu cca 500 m2; te so bile prepeljane na levi breg bazena, kjer so bile položene na vnaprej pripravljena tla na območju suhih travnikov.

Slika 9 Suhi travniki na desnem bregu Save so bogata rastišča številnih vrst kukavičevk (orhidej).

Pred začetkom zemeljskih del so bila posekana številna drevesa v obvodnem prostoru Save. Mnoga odrasla drevesa so bila prestavljena v ekocelice – kupe posekanih dreves na gozdnih območjih na levem bregu bazena. Zaradi izgube starih dreves in dupel je bilo za ohranjanje ugodnih razmer za netopirje na drevesa v ohranjenih gozdovih v bližini načrtovanih posegov nameščenih še 39 netopirnic.

2.6 Ureditve dostopov do vode in ureditve za rekreacijo

Na obeh bregovih bazena so urejeni dostopi do vode, namenjeni za zaščito in reševanje, namakanje kmetijskih površin, zajem požarne vode, rekreacijo in ribolov. Urejeni so v okviru utrjenih razširitev krone nasipa, do katerih se na zračni uredijo dovozne rampe, na vodni strani pa klančine za splavljanje plovil in za intervencijski dostop do vode z betonskimi stopnicami in podestom za dostop gasilcev.

Ureditve arheološkega območja Zasavje, lokacije nekdanje vasi, ki so jo pred cca 150 leti uničile visoke vode Save, so namenjene obeležitvi te lokacije in ureditvam za posedanje, druženje in opazovanje narave. Predvidena je ureditev pešpoti, ki se navezuje na poti iz smeri Brežic in Krške vasi in po brežini nasipa vodi do razširjene krone. Tu se postavijo klopi in informacijska

tabla ter razgledišče kot lesena konstrukcija s ploščadjo na višini 2 m od tal. Tik nad vodno gladino v bazenu bo postavljena lesena ploščad, na katero se bo dostopalo po nekaj stopnicah neposredno s krone nasipa. Služila bo kot počivališče in razgledišče nad vodo, obenem pa tudi kot privez za čolne. Ob ploščadi bo na vodni strani izvedena široka poteza betonskih stopnic za posedanje. Na njih bodo nameščeni leseni škatlasti elementi za sedenje.

3. Zaključek

Krajinske ureditve na območju HE Brežice so načrtovane na podlagi zahtevnih in zelo kompleksnih določil predhodne prostorske, projektne in okoljske dokumentacije, sledijo pa tudi izkušnjam z načrtovanjem in izvedbo gorvodnih hidroelektrarn. Tako kot je v vseh fazah priprave dokumentacije potekalo usklajevanje v široki delovni skupini projektantov različnih strok in z drugimi deležniki, tudi med gradnjo poteka aktivno spremljanje izvedbe posameznih ureditev na terenu. Do dokončanja gradnje HE Brežice bo treba izvesti še velik del načrtovanih krajinskih ureditev, ki so usmerjene predvsem v čim hitrejšo ozelenitev visokovodno-energetskih nasipov bazena in v želen razvoj nadomestnih habitatov. Uspešnost izvedbe bo vsekakor odvisna od kakovosti rešitev, izvedenih del in uporabljenih materialov. Vendar pa je treba posebej izpostaviti pomen kakovostnega in rednega vzdrževanja vseh krajinskih ureditev. V tem pogledu se velja ozreti na dobro prakso s prenosom in nadgrajevanjem znanj in izkušenj v široki delovni skupini projektantov in drugih strokovnjakov ter tudi v fazo vzdrževanja vnesti znanje, izkušnje in dobro prakso iz drugih tovrstnih ali podobnih objektov. Samo na ta način bo dolgoletno in zahtevno delo od začetnih faz prostorskega načrtovanja in projektiranja do faze izvedbe, pripeljalo do želenega rezultata – verige hidroelektrarn na spodnji Savi z zgledno urejenimi energetskimi, vodnimi in spremljajočimi objekti, na katere bo Posavje lahko ponosno in ki bi si jih želeli in si jih zaslužimo vsi sodelujoči pri tem projektu.

4. Viri

[1] HE Brežice – infrastrukturne ureditve. Načrt krajinske arhitekture, PZI. Št. proj.: IBBR-A201/010A, št. načrta: ARBRB—7K/01, november 2014

[2] HE Brežice – infrastrukturne ureditve. 2. prioriteta. Načrt krajinske arhitekture (nadomestni habitati), PZI. Št. proj.: IBBR-A201/010A, št. načrta: SPBRB—7K/21, oktober 2015

[3] Fotografije: posnete na terenskih ogledih ob izdelavi projektne dokumentacije (Acer Novo mesto, 2014) in pri zunanji kontroli kakovosti pri gradnji HE Brežice (področje krajinske arhitekture, Acer Novo mesto, oktober-december 2016)

ANALIZA NAČRTOVANJA MALIH HIDROELEKTRARN NA GORENJSKEM V OBDOBJU 2006-2016 Z VIDIKA VARSTVA NARAVE

Metod Rogelj, univ. dipl. biol.

Zavod RS za varstvo narave, Območna enota Kranj, PC Planina 3, 4000 Kran

POVZETEK

Prispevek analizira pobude za gradnjo malih hidroelektrarn na Gorenjskem, ki so bile v zadnjih enajstih letih obravnavane s strani Zavoda RS za varstvo narave (Zavod). Predstavi tri vrste formalnih postopkov, v katerih Zavod obravnava umeščanje elektrarn na vodotoke. V vsakem od njih obravnava različne vsebine: spremembo namembnosti zemljišča, rabo vode in gradnjo objektov. Poleg sodelovanja v formalnih postopkih Zavod na željo vlagatelja napiše tudi predhodno mnenje. Kljub temu, da na gorenjskih vodotokih že deluje mnogo elektrarn, število obravnavanih vlog kaže precejšnje zanimanje za gradnjo novih in obnovo oziroma nadgradnjo že obstoječih, tako na velikih kot na malih vodotokih. Skoraj sedemdeset odstotkov obravnavanih vlog je bilo z vidika varstva narave sprejemljivih. V prispevku so našteti razlogi za negativno opredelitev do umestitve novih malih HE. V prispevku so predstavljeni tudi predlogi za pospešitev odločanja in razbremenitev javnih služb ter vlagateljev, saj so postopki kompleksni in zato dolgotrajni.

Ključne besede:
male hidroelektrarne, varstvo narave, naravovarstveno soglasje, vodno dovoljenje

1. Uvod

Obilje vodotokov in veliki strmci omogočajo gradnjo vodosilnih naprav na Gorenjskem; v preteklosti žag in mlinov, danes elektrarn. Na najugodnejših lokacijah elektrarne že stojijo. Ostajajo pa še manj ugodne lokacije in takšne, na katerih se iz določenih omejitvenih razlogov elektrarne doslej niso smele graditi. Po precej stihijskem obdobju graditve elektrarn v drugi polovici prejšnjega stoletja je bil v zadnjih dvajsetih letih postavljen sistem dovoljevanja gradenj, ki je z vidika varstva voda in varstva narave učinkovitejši. Privlagateljih se pojavlja nejevolja, saj elektrarn ni več mogoče graditi "prosto". Vendar pa tudi obstoječi sistem ni brez slabosti, na kar je opozorjeno v nadaljevanju prispevka. Predstavljene bodo naravovarstvene aktivnosti v zadnjih enajstih letih in predlagane nekatere rešitve.

2. Postopki za dovoljevanje rabe vode in gradnjo malih HE

Na Gorenjskem male HE zasedajo vse tipe vodotokov, od manjših hudourniških potokov do večjih rek. V osemdesetih in devetdesetih letih prejšnjega stoletja so bile grajene kot novi objekti na nedotaknjenih delih vodotokov ali kot nadomestilo drugih vodosilnih naprav (mlinov, žag) na obstoječih vodnih zajetjih in pregradah. Največje koncentracije malih HE so na potokih z velikim padcem v Karavankah in Kamniško-Savinjskih Alpah ter vzdolž

Kamniške Bistrice in Tržiške Bistrice. Več jih je tudi na pritokih Save Bohinjke (npr. Bohinjska Bistrica) in Save Dolinke (npr. Radovna) v Julijskih Alpah. Prve male HE so bile zgrajene brez pridobitve predhodnih usmeritev in pogojev za gradnjo, zadoščala je priglasitev del. Kasneje je bilo treba pridobiti lokacijsko dovoljenje in gradbeno dovoljenje. Za vse že zgrajene male HE je bilo potrebno pridobiti pravico za rabo vode oziroma vodno dovoljenje.

Služba varstva narave na Gorenjskem v osemdesetih letih prejšnjega stoletja še ni delovala. Večina vodotokov je status naravne dediščine oziroma naravnih vrednot pridobila kasneje. Ker mehanizmi usmerjanja in varovanja narave še niso bili razviti, so bile nekatere elektrarne zgrajene tudi na najvrednejših delih narave, ali pa na manj primerne načine, s čimer so bili nekateri odseki vodotokov tudi uničeni ali poškodovani.

Z razvojem sistema varstva narave, sprva na podlagi Zakona o naravni in kulturni dediščini (ZVNKD, 1981) in kasneje na podlagi Zakona o ohranjanju narave (ZON, 1999), se je pričelo tudi bolj načrtovano umeščanje malih HE. Zakon o naravni in kulturni dediščini je regionalne Zavode za varstvo naravne in kulturne dediščine vključil v postopek pridobitve lokacijskega in gradbenega dovoljenja preko prostorskega planiranja, in sicer s soglasji. ZON pa je področje varstva narave preko naravovarstvenih smernic še dodatno vključil v prostorsko načrtovanje in v postopke dovoljevanje rabe vode.

Danes je za umestitev male HE v prostor treba izpeljati tri vrste formalnih postopkov, ki pa (časovno) niso soodvisni.

1) V fazi prostorskega načrtovanja Zavod RS za varstvo narave sodeluje pri pripravi občinskega prostorskega načrta (OPN). Zavod na podlagi 97. člena ZON za posamezen OPN ali njegovo spremembo pripravi naravovarstvene smernice, ki se upoštevajo pri pripravi OPN. Z naravovarstvenim mnenjem Zavod potrdi upoštevanje usmeritev iz naravovarstvenih smernic. V OPN se določa namembnost zemljišča in opredelijo okvirni pogoji za gradnjo. Za male HE pa je treba namembnost zemljišča, na katerem bo stala strojnica hidroelektrarne, spremeniti, in sicer v območje stavbnih zemljišč s podrobno namensko rabo: "območje energetske infrastrukture".
2) Za rabo vode je treba po Zakonu o vodah (ZV, 2002) pridobiti vodno dovoljenje oziroma koncesijo. V okviru pridobitve vodnega dovoljenja Zavod na podlagi 44. člena ZON pripravi varstvene in razvojne usmeritve ter varstvene režime za ohranjanje naravnih vrednot. Le-ti so del pogojev za posebno rabo vode in so sestavni del vodnega dovoljenja. Hkrati s pripravo usmeritev in režimov za rabo vode se Zavod opredeli do količine ekološko sprejemljivega pretoka (Qes), ki mora ostati v strugi za ohranitev ugodnega ekološkega stanja vodotoka. Podlaga za opredelitev je v 9. členu Uredbe o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (2009).
3) ZON nalaga vlagatelju pridobitev naravovarstvenih pogojev in naravovarstvenega soglasja za gradnjo male HE na območju z naravovarstvenim statusom. To je običajno dvostopenjski postopek, ki temelji na Zakonu o graditvi objektov (ZGO, 2004) ter 105. členu ZON. Za območja Natura 2000 in zavarovana območja narave se v okviru postopka izvede tudi presoja sprejemljivosti posega na varovana območja. Naravovarstveno soglasje se izda za izvedbo gradnje male HE in pripravljalnih ter vzporednih del (dostopi, trafo-postaje ipd) potem, ko so v projektno gradbeni dokumentaciji upoštevani predhodno predpisani naravovarstveni pogoji.

V postopkih za pridobitev vodnega dovoljenja in naravovarstvenega soglasja Zavod sodeluje posredno, preko Agencije za okolje (ARSO), ki je nosilec postopka.

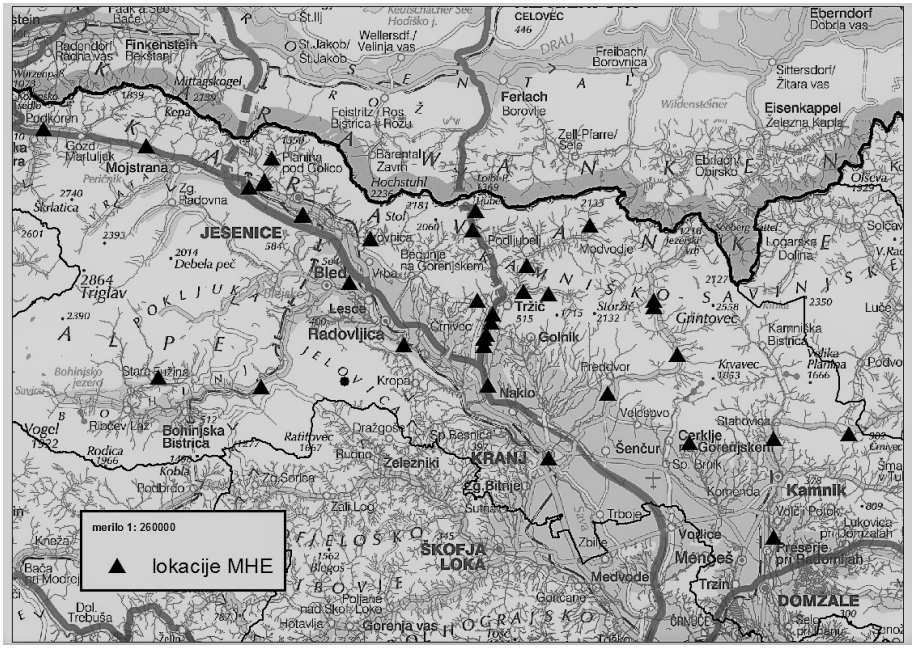
Vlagatelji v posameznih primerih zaprosijo Zavod za predhodno mnenje še pred začetkom kateregakoli postopka. Na ta način se primernost umestitve male HE preveri naenkrat glede na vse dele gradnje elektrarne, ki lahko vplivajo na naravo. Možni vplivi na naravo so: dolgoročen odvzem vode, gradnja zajetja, cevovoda in strojnice, ter spremljajoča ureditev.

3. Analiza obravnave malih HE na Gorenjskem v okviru izdaje vodnega dovoljenja in naravovarstvenega soglasja

Meja med malimi in velikimi hidroelektrarnami v Sloveniji ni jasna. Zato sem v analizo vključil vse vloge za elektrarne pod 2MW moči, kar je meja za izvedbo presoje vplivov na okolje po Uredbi o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (2014).

Kot območje obravnave sem izbral območje, ki ga pokriva Območna enota Kranj Zavoda RS za varstvo narave.

Skupno smo v enajstletnem obdobju izdali 87 mnenj za pridobitev vodnega dovoljenja in naravovarstvenega soglasja. Ker je bila posamezna lokacija lahko obravnavana v obeh postopkih, to ne pomeni, da smo obravnavali 87 različnih lokacij za male HE. Če ne upoštevamo večkratnih obravnav posameznih lokacij, smo za različne vlagatelje v navedenem obdobju obravnavali 37 lokacij malih HE (slika 01). Največ (16) pobud je bilo na pritokih večjih vodotokov (npr. Radovna, Jesenica, Lomščica, Pišnica, Završnica). Med večjimi vodotoki je bil pritisk največji na Tržiško Bistrico (7), Savo Dolinko (6) in Kokro (5). Najmanj pobud je bilo na Kamniški Bistrici (2) in Savi med sotočjem Save Dolinke in Save Bohinjke (1). Sava Bohinjka je edina večja reka, na kateri nismo obravnavali nobene pobude.



Slika 01 Lokacije obravnavanih malih HE na pregledni karti severozahodnega dela Slovenije.

Večina pobud (32) je na območju s statusom naravne vrednote, sedem jih je na območju Natura 2000 in tri na zavarovanem območju narave. Čeprav je Zavod vključen v postopke le za posege, ki so na območjih z naravovarstvenim statusom, smo v predhodnih mnenjih obravnavali tudi štiri pobude na vodotokih brez naravovarstvenega statusa. Nekatere pobude so na območjih, ki imajo več naravovarstvenih statusov.

Petindvajset malih HE je bilo načrtovanih kot derivacijski tip elektrarne z naslednjimi deli: talno zajetje s peskolovom, cevovod, strojnica in izpust vode v vodotok. Osem jih je bilo načrtovanih kot akumulacijski tip: pregrada oziroma jez akumulira vodo in jo vodi na strojnico, ki je neposredno pod pregrado. Vse akumulacijske elektrarne so bile locirane na že obstoječe jezove oziroma prodne pregrade. Ena prečrpovalna elektrarna se je načrtovala kot rekonstrukcija sedanje derivacijske, ena pa se je načrtovala kot plavajoči tip elektrarne. V enem primeru je šlo za kombinacijo akumulacijske in derivacijske elektrarne.

Na povsem novih odsekih in lokacijah vodotokov je bilo predvidenih 22 elektrarn. Pri 15 je šlo za povečavo obstoječe.

Za 28 pobud (68%) je bilo izdano pozitivno mnenje s pogoji, za 9 pobud (32%) pa negativno mnenje. Za vse pobude na vodotokih brez naravovarstvenega statusa je bilo izdano pozitivno mnenje, čeprav je bila v enem primeru gradnja elektrarne zaradi nestabilnosti terena - in s tem velikega vpliva na vodotok - odsvetovana. Ključni razlogi za izdajo negativnega mnenja so bili:

- Uničen ali močno spremenjen bi bil morfološko povsem naraven del vodotoka z izrazito izraženimi morfološkimi lastnostmi, zaradi katere ima vodotok status geomorfološke naravne vrednote: s skalami in balvani razgibana struga, ozka soteska vodotoka, ipd.
- Uničen ali močno spremenjen bi bil hidrološko povsem naraven del vodotoka z izrazito izraženimi hidrološkimi lastnostmi, zaradi katerih ima vodotok status hidrološke naravne vrednote: tolmuni, brzice, draslje, skočniki, slapovi in velika pestrost hidroloških lastnosti na krajšem odseku vodotoka.
- Zaradi odvzema vode na daljši razdalji vodotoka bi bile ogrožene kvalifikacijske živalske vrste in habitatni tipi območja Natura 2000.
- Kumulativni vpliv elektrarne bi poslabšal ugodno stanje populacije varovanih živalskih vrst (npr. prekinitev migracijskih poti populacije sulca, ki ima že sedaj poslabšane življenjske razmere).
- Gradnja elektrarne ni skladna z varstvenim režimom in cilji ohranjanja zavarovanega območja.

4. Specifike postopkov in predlogi izboljšav

Gradnja male hidroelektrarne je z vidika varstva narave sprejemljiva, če:

- se s z gradnjo in delovanjem ne slabša lastnosti naravne vrednote, zaradi katerih ima vodotok ta status,
- se z gradnjo ne slabša stanje ohranjenosti kvalifikacijskih rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov na varovanih območjih,
- je gradnja skladna z odlokom o zavarovanju oziroma upošteva cilje ter varstvene režime zavarovanega območja,
- se bistveno ne poslabšuje stanja ohranjenosti redkih in ogroženih ter zavarovanih rastlinskih in živalskih vrst ter varovanih habitatnih tipov.

Našteti pogoji veljajo za odsek vodotoka, na katerega bo elektrarne neposredno vplivala (odsek o zajetja do izpusta iz strojnice). Veljajo pa tudi za posredne vplive nad od zajetjem in pod izpustom iz strojnice. Obenem se upošteva tudi kumulativni vpliv skupaj z že zgrajenimi elektrarnami in drugimi objekti na celotnem vodotoku.

Za celovito obravnavo naravovarstvene sprejemljivosti male HE potrebujemo podatke o količini odvzete vode, lokacijah zajetja in izpusta vode iz strojnice, tipu elektrarne (akumulacijska, derivacijska), trasi cevovoda, lokaciji strojnice, lokaciji izpusta ter spremljajočih posegih (dostopi oz. dovozi do objektov, transformatorska postaja, električni priključek, ribja steza). Razumljivo je, da vlagatelj na začetku načrtovanja še ne more predložiti detajlnih rešitev, vendar pa so za osnovno naravovarstveno presojo dovolj že osnovni zgoraj našteti podatki. Vsak od treh formalnih postopkov obravnava specifično vsebino umeščanja elektrarne v prostor, zato nosilec postopka (npr. ARSO, občina) od vlagatelja ne more zahtevati podatkov, ki niso relevantni za postopek.

Pri obravnavi občinskega prostorskega načrta so idejne zasnove za gradnjo MHE še na zelo splošnem, nedodelanem nivoju. V mnogih primerih obravnavamo le lokacijo strojnice, ni pa še na voljo niti podatkov o trasi in dolžini cevovoda, lokaciji zajetja, količini odvzete vode ipd. Zato se o ideji še ni mogoče celovito opredeliti.

Podoben problem se pojavlja pri obravnavi vlog za pridobitev varstvenih in razvojnih usmeritev po 44. členu ZON ter opredelitev do količine ekološko sprejemljivega pretoka (Qes), kjer se obravnava le načrtovane količine odvzete vode in vpliv na ekosistem. Po končanem postopku vlagatelj pridobi vodno dovoljenje in z njimi določene obveznosti, še vedno pa ne razpolaga s celovito informacijo o sprejemljivosti elektrarne. Zato obstaja možnost, da naravovarstvenega soglasja ali gradbenega dovoljenja zaradi drugih predpisov ne bo dobil.

Najbolj celovit vpogled v načrtovano gradnjo male HE dobimo z vlogo za izdajo naravovarstvenih pogojev. V njej je običajno vključena celotna idejna zasnova s podatki o zajetju, cevovodu, strojnici in izpustu ter spremljajočih posegih, nemalokrat tudi o odvzeti količini vode, čeprav slednji podatek za postopek ni pomemben.

Glede na to, da časovno zaporedje postopkov ni določeno, dokončno informacijo o sprejemljivosti gradnje z vidika varstva narave dobi vlagatelj šele ob zaključku zadnjega od postopkov. Za vlagatelja in Zavod (ter druge inštitucije, ki sodelujejo v postopkih), je to slabo; vlagatelju povečuje tveganje izgube vloženih sredstev v načrtovanje in postopke, Zavod pa mora pripraviti več mnenj, kot bi bilo potrebno.

Predvsem v okviru izdaje predhodnega mnenja skušamo z namenom usmerjanja vlagatelja že pri prvi obravnavi celovito obravnavati malo HE. Da bi usmerjali vlagatelja, skušamo že pri prvi obravnavi malo HE obravnavati celovito, predvsem z izdajo predhodnega mnenja, v katerem opozorimo na pomanjkljivosti načrtovanja, morebitne prepovedi in omejitve, ki bodo aktualne ob obravnavi v naslednjih postopkih in se z vlagateljem usklajujemo o možnih rešitvah.

Teoretično torej vsako novo lokacijo male HE obravnavamo tudi do trikrat. Mnogokrat vlagatelji končajo s postopki že po prvem mnenju. V usklajevanjih z vlagatelji ali zaradi pogojev drugih mnenje- oziroma soglasodajalcev se mnogokrat spremenijo lastnosti elektrarne in gradbene ter tehnične rešitve. S tem se število obravnav in napisanih mnenj lahko še precej poveča. V nekem primeru smo na pobudo istega vlagatelja v desetletnem obdobju napisali 12 mnenj za eno lokacijo male HE.

Ključni problem obravnave pobud za gradnjo malih HE je torej razdrobljenost postopkov. Z namenom racionalizacije in pospešitve postopkov predlagam:

- Združitev vsebin postopkov izdaje naravovarstvenega soglasja in vodnega dovoljenja. Trenutno je nosilec postopkov Agencija RS za okolje, oziroma dva sektorja v njeni sestavi, zato bi bila združitev postopka organizacijsko enostavna. Zakonsko podlago je mogoče zagotoviti v okviru nastajajočih sprememb gradbene in prostorske zakonodaje.
- Usmerjanje vlagateljev v pridobivanje predhodnih mnenj. Preden vlagatelj vloži vlogo za katerega od treh formalnih postopkov, je dobro, da s strani Zavoda pridobi »neformalno« predhodno mnenje o naravovarstveni sprejemljivosti elektrarne.
- Navajanje priporočil in usmeritev mnenjedajalcev. V mnenju za rabo vode, ki ga po 44. členu ZON napiše Zavod, so običajno tudi priporočila in usmeritve za načrtovanje elektrarne, torej za vsebine, ki niso obravnavanem v tem postopku, ampak bodo obravnavane v okviru izdaje naravovarstvenega soglasja. ARSO v odločbo povzame le tiste vsebine Zavodovega mnenja, ki zadevajo rabo vode. Za stranko je koristno, da

je obveščena tudi o ostalih vsebinah mnenja, zato bi ARSO naša priporočila in usmeritve lahko vključil v obrazložitev odločbe, ali pa odločbi priložil mnenje Zavoda.

- Skupno obravnavo vloge vseh mnenjedajalcev. Skupna obravnava vloge s strani vseh mnenjedajalcev poveča celovitost obravnave in pospeši postopek. Predvsem to velja za primere, ko so pogoji mnenje dajalcev nasprotujoči, oziroma je postopek še v fazi, ko so mogoča usklajevanja in iskanja kompromisov oziroma drugačnih rešitev. Na obravnavi se dogovori o pogojih rabe oziroma gradnje in opredeli do nadaljevanja postopka.

5. Zaključki

Kljub številnim elektrarnam, ki na Gorenjskem že obratujejo, je zanimanje za gradnjo novih še vedno prisotno, tako na manjših kot na večjih vodotokih. V zadnjih enajstih letih sta bili vsako leto obravnavani po dve novi elektrarni. Večinoma se načrtuje derivacijski tip elektrarne. Preko dve tretjini vlog za nove elektrarne oziroma povečave ali rekonstrukcije je z vidika varstva narave sprejemljivih. Postopki dovoljevanja gradnje malih HE so razdrobljeni, presoje o njihovi sprejemljivosti niso celovite. S tem se negotovost vlagatelja ohranja skozi celoten proces načrtovanja. Razdrobljenost postopkov tudi po nepotrebnem obremenjuje službe, ki v njih sodelujejo. Sedanje postopke je mogoče poenostaviti in racionalizirati, za kar bi bilo treba spremeniti zakonodajo.

6. Viri

[1] Arhiv Zavoda RS za varstvo narave, Območna enota Kranj

[2] Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrI-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15)

[3] Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 51/14 in 57/15)

[4] Zakon o naravni in kulturni dediščini (Uradni list SRS, št. 1/81, 42/86, Uradni list RS, št. 26/92, 75/94 – ZUJIPK,

[5] Zakon o ohranjanju narave (Uradni list RS, št. 96/04 – uradno prečiščeno besedilo, 61/06 – ZDru-1, 8/10 – ZSKZ-B in 46/14)

[6] Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (Uradni list RS, št. 97/09)

[7] Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05 – ZJC-B, 93/05 – ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09, 61/10 – ZRud-1, 20/11 – odl. US, 57/12, 101/13 – ZDavNepr, 110/13 in 19/15)

OMEJEVANJE POJAVA ANTIBIOTIČNE REZISTENCE V VODNEM OKOLJU Z UPORABO NAPREDNIH OKSIDACIJSKIH TEHNIK

mag. Igor Boševski, univ. dipl. inž. kem. inž., doc. dr. Gabriela Kalčikova, izr. prof. dr. Andreja Žgajnar Gotvajn, univ. dipl. inž. kem. inž.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Večna pot 113, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

POVZETEK

Uporaba antibiotikov v sodobni družbi je pomemben vir onesnaženja okolja, še posebej v primeru okoljsko obstojnih molekul. Nizke koncentracije antibiotičnih molekul v okolju spodbujajo razvoj na antibiotike odpornih bakterij. Namen študije je ovrednotiti dve oksidacijski tehniki za zmanjšanje strupenosti odpadne vode, ki vsebuje biološko težko razgradljivo, obstojno antibiotično učinkovino. Uporabili smo veterinarski antibiotik tiamulin, modelno raztopino smo obdelovali z ozonom in Fentonovim reagentom, ter ob tem spremljali učinkovitost odstranjevanja s TOC (koncentracija skupnega organskega ogljika) in KPK (kemijska potreba po kisiku), predvsem pa nas je zanimalo zmanjšanje strupenosti na mikroorganizme aktivnega blata. Rezultati kažejo, da za pomembno zmanjšanje strupenosti na aktivno blato zadostuje že ozoniranje v saržnem načinu, s precej manjšo dozo oksidanta, kot je sicer v rabi pri običajni Fentonovi oksidaciji.

Ključne besede:
Antibiotična rezistenca, antibiotik, čiščenje odpadne vode, ozoniranje, oksidacija

1. Uvod

Uporaba antibiotikov v sodobni družbi je pomemben vir onesnaženja okolja, še posebej v primeru okoljsko obstojnih molekul. Ker so koncentracije nekaterih najpogosteje uporabljenih antibiotikov v evropskih rekah zelo nizke (10 ng L^{-1}), ne pride do pojavov akutne strupenosti pač pa je z emisijo teh snovi v okolje povezan predvsem pojav bakterijske rezistence (Boxall, 2003) (Jensen, 2003) (Halling-Sorensen, 2000) (Johnson, 2015). Raziskave na primeru oksitertaciklina in ciprofloksacina tako kažejo, da prisotnost teh dveh antibiotikov v vodnem okolju neposredno vodi do pojava visokega deleža na antibiotike odpornih bakterij (Daojin, 2009). V blatu biološke čistilne naprave se prav tako pojavljajo na antibiotike odporne bakterije MRSA (methicilin-reistant *Staphylococcus aureus*), predvsem v prvih stopnjah biološkega čiščenja (Börjesson, 2009). Za razliko od kemijskih polutantov, katerih koncentracija se v okolju postopoma zmanjšuje zaradi (bio)razgradnje ali razredčenja, so bakterije (in s tem njihovi na antibiotike odporni geni) v okolju lahko veliko bolj obstojne oz. se v okolju celo širijo. Na antibiotike odporni geni se lahko v gostiteljskih bakterijskih celicah multiplicirajo, prenašajo na druge bakterijske populacije in postanejo del širše evolucije. Iz tega razloga, je razširjanje antibiotične rezistence v okolju resno tveganje za zdravje ljudi (Berendonk, 2015). V okviru raziskave smo preiskali učinkovitost odstranjevanja veterinarskega antibiotika tiamulina s Fentonovim reagentom (raztopino vodikovega peroksida kot oksidantom in Fe^{2+} ionov kot

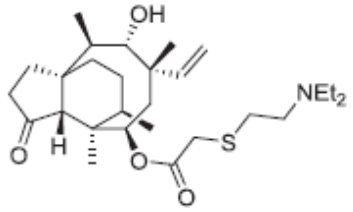
katalizatorjem) in ozonom v saržnem procesu čiščenja. Želimo razviti tehnologijo, ki bo predvsem zmanjšala okoljski vpliv (antibiotično delovanje) molekule, ni pa potrebno, da molekulo v celoti odstrani, mineralizira. Molekula naj bi po oksidativni obdelavi izgubila strupenost na aktivno blato in s tem postala bolje biorazgradljiva v konvencionalnem, aerobnem biološkem sistemu čiščenja odpadne vode.

2. Metode dela

Strupenost tiamulina na aktivno blato smo določali po metodi ISO 8192, 2007, biorazgradljivost pa po metodi ISO 9408, 1991. Razgradnjo tiamulina v obeh izbranih oksidacijskih procesih smo spremljali posredno z merjenjem KPK (ISO 6060,1989) in TOC (ISO 8245,1999). S tem smo potrdili mineralizacijo vzorca, nismo pa spremljali dejanskih koncentracij tiamulina, niti nismo identificirali morebitnih nastalih intermediatov. Kot dodatni vpogled v stopnjo oksidacije modelne molekule v raztopini smo iz parametrov KPK in TOC izračunavali povprečno oksidacijsko stanje ogljika po naslednji enačbi (Stumm, 1981):

$$oksidacijsko\ stanje = \frac{4\ (TOC - KPK)}{TOC}$$

TOC je izražen v mol C L^{-1} ter KPK v mol O_2 L^{-1}. Oksidacijsko stanje izrazimo s številom brez enote. Koncentracijo ozona v poskusih ozonacije smo orientacijsko določili na kolorimetrični način z hitrim testom (118755, Merck Ozone Test).
Za ozonacijo smo uporabili generator ozona proizvajalca Xylem Water Solutions Herford GmbH, tip OCS Modular 8 HC. Delovni tlak je bil 0,5 bar, pretok plina 0,08 m^3 h^{-1}, kapaciteta sistema pa 8 g h^{-1}. Nominalna koncentracija ozona v plinu je bila 100 g m^{-3}. Ozon smo vodili v stekleno laboratorijsko kolono z mehurčki, volumna 250 mL. Kot modelno snov smo v raziskavi uporabili obstojni veterinarski antibiotik tiamulin (Committee for veterinary medicinal products, 1999), diterpenski antibiotik (slika 1).



Slika 12 Strukturna formula tiamulina (Neal J. Fazakerley, 2004)

Raziskave kažejo, da je razpolovna doba za tiamulin v matriksu živalskega gnoja večja od 180 dni, medtem ko imajo nekateri drugi antibiotiki razpolovno dobo vse od 6 dni (salinomicin) do 41 dni (eritromicin) (Schluesener, 2006). Podobno je je tiamulin pri koncentraciji 600 mg L^{-1}, v destilirani vodi pri 37 °C, povsem stabilen in ne kaže znakov hidrolize, medtem ko v jezerski vodi (ob prisotnosti različnih soli, naravnih in antropogenih organskih snovi ter (mikro)organizmov) ob enakih temperaturnih in koncentracijskih pogojih, izgubi polovico aktivnosti po 10 tednih (Cosgrove, 1979).

3. Rezultati z diskusijo

Strupenost tiamulina na mikroorganizme aktivnega blata smo določili po metodi ISO 8192, 2007, z merjenjem inhibicije porabe kisika aktivnega blata za oksidacijo organskih snovi in amonijevega dušika. Za tiamulin so tako izmerjene vrednost 30minEC50: za vse mikroorganizme 700 mg L^{-1}, za heterotrofne mikroorganizme 1.660 mg L^{-1} in za nitrifikacijske mikroorganizme 180 mg L^{-1}. Biorazgradnja, določena po metodi ISO 9408, 1991, se prične

šele 20. dan, po zelo dolgi lag fazi in doseže le 40±2% v 43 dneh testa, nato se njegova biorazgradnja ustavi. Abiotske razgradnje nismo zaznali (≤ 2%).

3.1 Fentonova oksidacija

Poskuse Fentonove oksidacije smo izvajali v molskem razmerju KPK : oksidant : katalizator vse od razmerja 1 : 1 : 0,3, pa do razmerja 1: 6 : 0,3. Zanimale so nas predvsem nizke doze oksidanta, ker cilj raziskave ni bila popolna mineralizacija pač pa zmanjšanje strupenosti na mikroorganizme aktivnega blata, povečanje biorazgradljivosti ter s tem izboljšanje sposobnosti nadaljnjega biološkega čiščenja. Raztopina tiamulina v demineralizirani vodi je imela začetno koncentracijo 400 mg L^{-1} in KPK 880 mg L^{-1} ter TOC 272 mg L^{-1}. Ta koncentracija je bila izbrana zato, ker je v tem koncentracijskem območju mogoče dovolj zanesljivo izmeriti spremembo strupenosti na mikroorganizme aktivnega blata. Učinke na KPK oz. TOC pri različnih razmerjih oksidanta v Fentonovem reagentu kaže Diagram 1.

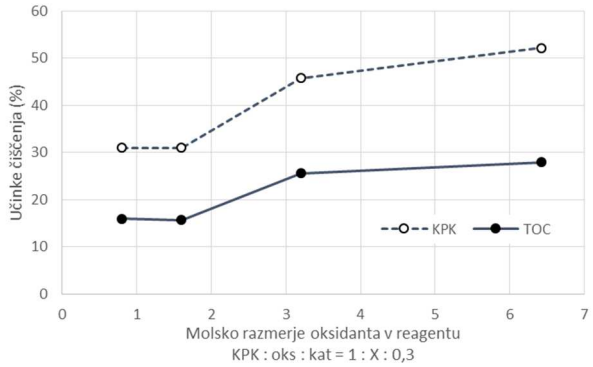


Diagram 1: Učinek čiščenja na KPK oz. TOC v odvisnosti od molskega razmerja oksidanta (x) glede na KPK in katalizator v Fentonovem reagentu

Izkazalo se je, da popolna mineralizacija v procesu Fentonove oksidacije ni dosežena, saj učinki odstranitve glede na KPK ne presežejo bistveno 50%, niti pri podvojeni dozi oksidanta. Enako nizek učinek razgradnje tiamulina (28%) smo potrdili tudi s TOC meritvami. Iz sprememb KPK in TOC izračunana sprememba oksidacijskega stanja ogljika v raztopini je prikazana v Diagramu 3. Sprememba oksidacijskega števila (oz. oksidacijskega stanja) ogljika v raztopini je indikator stopnje oksidacije ogljikovih atomov v molekuli, ki so obdelujemo z izbrano oksidacijsko metodo. Popolna mineralizacija bi pomenila oksidacijsko stanje ogljika +4, kot ga ima CO_2, ki je končni produkt mineralizacije. Oksidacijsko stanje pri Fentonovi oksidaciji doseže največ 0,78 (Diagram 2) kar pomeni, da smo dosegli približno tretjino popolne mineralizacije ogljika v raztopini.

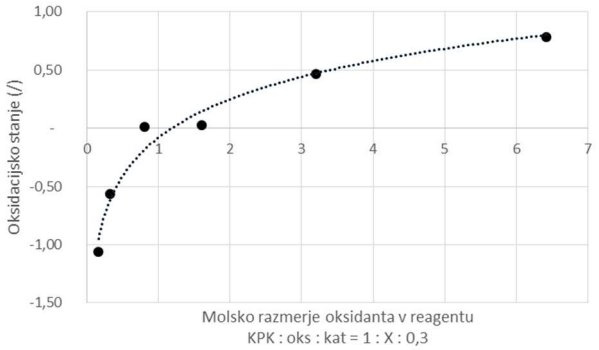


Diagram 2 Oksidacijsko stanje ogljika v odvisnosti od molskega razmerja oksidanta (x) glede na KPK in katalizator v Fentonovem reagentu

Učinek Fentonove oksidacije smo nato v skladu s standardnim postopkom ovrednotili še z vidika strupenosti na mikroorganizme aktivnega blata. Pri tem smo ovrednotili vpliv na vse mikroorganizme aktivnega blata ter posebej na heterotrofne mikroorganizme, odgovorne za razgradnjo ogljikovih spojin in nitrifikacijske mikroorganizme, potrebne za oksidacijo amonijevega dušika. Oba procesa sta za optimalno delovanje aerobne biološke čistilne naprave nepogrešljiva. V Diagramu 3 je podana relativna strupenost oksidiranih vzorcev glede na začetno raztopino. Vrednost 100% pomeni, da je strupenost v celoti odpravljena.

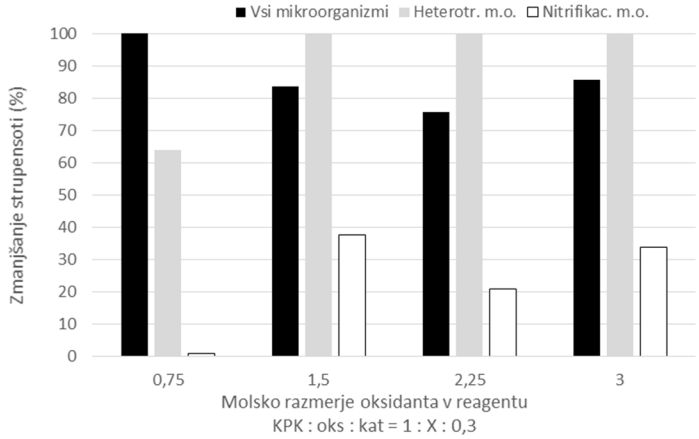


Diagram 3 Zmanjšanje strupenosti na aktivno blato v odvisnosti od molskega razmerja oksidanta (x) glede na KPK in katalizator v Fentonovem reagentu

Kot kaže Diagram 3, Fentonova oksidacija v vseh preiskovanih razmerjih učinkovito odstrani strupenost tiamulina na heterotrofne mikroorganizme aktivnega blata. Za vsaj delno zmanjšanje strupenosti na nitrifikacijske mikroorganizme, pa mora biti razmerje KPK : oksidant : katalizator najmanj 1: 1,5 : 0,3. Ne moremo pa določiti neposredne korelacije med razmerjem uporabljenih reagentov v procesih oksidacije ter zmanjšanjem strupenosti, kar je verjetno posledica omejitev izbrane metode.

3.2 Ozonacija

Ozoniranje smo izvedli v saržnem načinu (250 ml reaktor), s kar najmanjšo dozo oksidanta, ozona. V vodno raztopino ozona (10 mg L^{-1}) smo dodali tiamulin, tako, da je bila začetna koncentracija 400 mg L^{-1} in po določenih časovnih obdobjih (30 min) smo ozoniranje ponovili še 3-krat z 10-minutnim prepihovanjem raztopine z ozonom (30 L h^{-1}, nominalna koncentracija ozona 100 g m^{-3}). Izvedli smo poskus s tremi ponovitvami saržnega ozoniranja, učinke smo spremljali z meritvami KPK in TOC, kar vidimo na Diagramu 4.

Doza oksidanta je bila v tem primeru zelo majhna, v molskem razmerju glede na KPK le 1: 0,01. Zaradi tega in posledično majhnega učinka na zmanjšanje KPK (17%) in TOC (8%) je tudi povečanje oksidacijskega stanja ogljika v raztopini manjše, kot pri Fentonovi oksidaciji in doseže le -0,2.

Kot pri Fentonovi oksidaciji smo tudi po ozonaciji določili spremembo strupenosti na mikroorganizme aktivnega blata. Zmanjšanje strupenosti ob enkratni saržni ozonaciji je za vse mikroorganizme aktivnega blata 20% (Diagram 5). Ob tem je posebej pomembno zmanjšanje strupenosti na nitrifikacijske mikroorganizme, ki so posebej občutljivi, (35%, Diagram 5). Glede na nizko dozo oksidanta je to zelo učinkovito znižanje strupenosti.

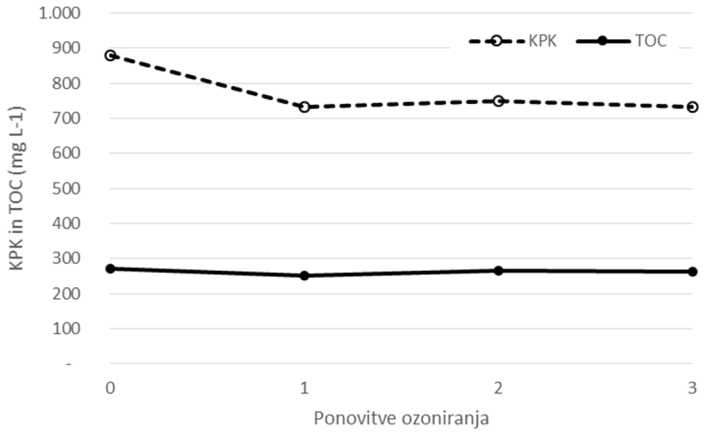


Diagram 4 KPK in TOC med šaržneim ozoniranjem raztopine tiamulina, 400 mg L^{-1}

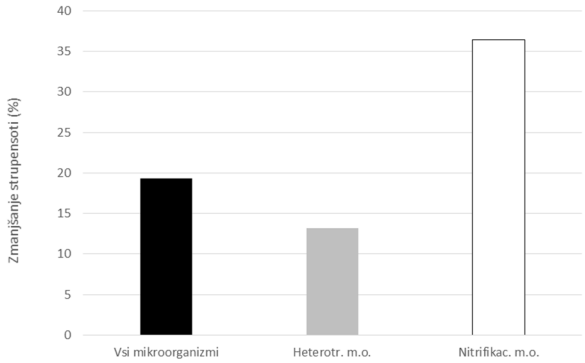


Diagram 5 Zmanjšanje strupenosti na aktivno blato pri enkratni saržni oksidaciji z ozonom

4. Zaključki

Namen študije je bil primerjati učinkovitost dveh oksidacijskih tehnik (Fentonove oksidacije, ozonacije) za zmanjšanje strupenosti raztopine modelne antibiotične učinkovine tiamulin na aktivno blato. Rezultati poskusov s Fentonovo oksidacijo kažejo, da strupenost na heterotrofne mikroorganizme popolnoma odpravimo z molskim razmerjem v Fentonovem reagentu KPK : oksidant : katalizator = 1 : 1,5 : 0,3. Zmanjšanje strupenosti na nitrifikacijske mikroorganizme je ob tem razmerju 20 do 40%.

Primerljivo zmanjšanje strupenosti na nitrifikacijske mikroorganizme dosežemo z ozonom in to že pri molskem razmerju KPK : ozon = 1 : 0,01. Zmanjšanje strupenosti na heterotrofne mikroorganizme je ob tem manjše, le okoli 10%, kar je mogoče povezati tudi z manjšim zmanjšanjem KPK oz. TOC.

Ozonacija je očitno obetavna tehnika za zmanjševanje strupenosti odpadne vode, ki vsebuje biološko težko razgradljive, obstojne antibiotične učinkovine in bi jo lahko uporabili v sistemu predčiščenje pred konvencionalno biološko čistilno napravo. Dokončno uporabnost je potrebno potrditi še s testi biološke razgradljivosti in v pogojih realnega matriksa.

5. Viri

BOXALL A.B., KOLPIN D.W., HALLING-SØRENSEN B., TOLLS J., 2003. Are veterinary medicines causing environmental risks? *Environmental Science & Technology*, 286-294.

JOHNSON, A.C., 2015. Assessing the concentrations and risks of toxicity from the antibiotics ciprofloxacin, sulfamethoxazole, trimethoprim and erythromycin in European rivers. *Science of the Total Environment*, 747–755.

ERENDONK, T.U., 2015. Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. *Nature Reviews Microbiology* 13, 310–317.

BÖRJESSON, S., 2009. Antibiotic Resistance in Wastewater, Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) and antibiotic resistance genes. Linköping: Linköping University Medical Dissertations No. 1128.

Committee for veterinary medicinal products, 1999. Tiamulin, Summary report. London: The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products, Veterinary Medicines and Information Technology Unit.

COSGROVE, R., 1979. Tiamulin: Preliminary, small scale environmental impact studies, Report number IDL/MR/80. New York: Squibb Research and Development.

DAOJIN YU, X. Y., 2009. Effects of administration mode of antibiotics on antibiotic resistance of Enterococcus faecalis in aquatic ecosystems. *Chemosphere*, 915–920.

HALLING-SORENSEN, B., 2000. Algal toxicity of antibacterial agents used in intensive farming. *Chemosphere*, 731-739.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1991. International standard, ISO 9408:1991. Water Quality - Evaluation in an aqueous medium of the ultimate aerobic biodegradability of organic compounds - Method by determining the oxygen demand in a closed respirometer. Geneve, Switzerland.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2007. International standard, ISO 8192:2007. Water quality - Test for inhibition of oxygen consumption by activated sludge for carbonaceus and ammonimu oxidation.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1999. International standard, ISO 8245:1999. Water quality — Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1989. International standard, ISO 6060:1989. Water quality — Determination of the chemical oxygen demand

JOHN JENSEN, P. H., 2003. Effects of the antibacterial agents tiamulin, olanquindox and metronidazole and the anthelmintic ivermectin on the soil invertebrate species Folsomia fimetaria (Collembola) and Enchytraeus crypticus (Enchytraeidae). *Chemosphere*, 437–443.

SCHLUESENER, M. P., 2006. Elimination of Macrolides, Tiamulin, and Salinomycin During Manure Storage. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 21–28.

FAZAKERLEY, N. J., 2004. Synthesis and synthetic chemistry of pleuromutilin. *Tetrahedron*, 6911-6930.

STUMM, W., MORGAN J.J., 1981. Aquatic Chemistry, 2ed, New York: John Wiley & Sons.

UPORABA AEROBNEGA REAKTORJA ZA ODSTRANJEVANJE IZBRANIH ANTIBIOTIKOV IZ BOLNIŠNIČNE ODPADNE VODE

Severina Stavbar, univ. dipl. inž. kem. tehnol.[1], red. prof. dr. Andreja Goršek[2], Katarina Premzl, mag. ind. farm.[3], izr. prof. dr. Mitja Kolar[4], red. prof. dr. Sonja Šostar Turk[1]

[1]Univerza v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede, Žitna ulica 15, 2000 Maribor, [2]Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, 3Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, [4]Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Večna pot 113, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Ostanki zdravil in drugih farmacevtskih pripravkov, vstopajo v okolje na različne načine in postajajo vse resnejši problem. Najdemo jih v izpustih iz farmacevtskih, proizvodnih obratov, bolnišnic, prisotni so v človeških in živalskih izločkih, odplakah iz čistilnih naprav, itd. Antibiotiki lahko v okolje vstopajo tudi kot posledica nepravilnega ravnanja z neuporabljenimi zdravili ali zdravili, ki jim je potekel rok uporabe, saj se le-ti velikokrat odvržejo med odpadke oz. sperejo neposredno v kanalizacijske sisteme. Številne raziskave, ki so bile izvedene v različnih delih Evrope in ZDA, so pokazale, da so ostanki zdravil prisotni v odpadnih in površinskih vodah, zadnje študije pa kažejo trend zviševanja tudi v tleh, podtalnici ter pitni vodi. Čeprav so izmerjene koncetracije v širokem koncentracijskem območju od ng/L do µg/L, so lahko nekateri razgradni produkti aktivnih snovi celo bolj toksični kot izvorna snov. Antibiotiki, ki se v okolju pojavljajo kot obstojni ostanki, lahko povzročijo razvoj odpornih mikroorganizmov, zlasti patogenih vrst. Njihova odpornost na protimikrobna sredstva povzroča nove bolezni, ki jih je težko zdraviti. Za odstranjevanje tovrstnih onesnaževal obstoječe čistilne naprave niso primerne, saj velike količine ostajajo v vodi tudi po čiščenju.

Namen raziskave je bil v laboratorijskem aerobnem reaktorju z aktivnim blatom iz komercialne čistilne naprave vzpostaviti sistem čiščenja z antibiotiki onesnažene odpadne vode. Osredotočili smo se na dva antibiotika, ki sta v Sloveniji med najpogosteje uporabljenimi, to sta ciprofloksacin iz skupine fluorokinolonov ter amoksicilin iz skupine β-laktamov. Za pridobitev realnih rezultatov glede učinka čiščenja odpadne vode smo morali v prvi vrsti zagotoviti ponovljivost priprave sintetične odpadne vode na vtoku v reaktor. Koncentracije antibiotikov v vzorcih na vtoku in iztoku smo vrednotili s pomočjo LC/MS/MS metode. Pri danih pogojih obratovanja, smo dosegli zelo visoko učinkovitost čiščenja. KPK se je znižal za 99 %. Koncentracijo ciprofloksacina smo uspeli zmanjšati za 80 %, medtem ko smo koncentracijo amoksicilina znižali za 95 %.

Ključne besede:

antibiotiki, sintetična odpadna voda, aktivno blato, LC/MS/MS, aerobni reaktor

1. Uvod

Farmacevtske spojine predstavljajo pomembno skupino vodnih onesnaževal, zaradi svoje raznovrstnosti in visoke porabe v zadnjih letih, kakor tudi zaradi svoje obstojnosti v okolju. V okolje vstopajo preko bolnišničnih in komunalnih odpadnih vod, po čiščenju proizvodnih

obratov v farmacevtski industiji, lahko tudi s človeškim urinom ali kot posledica nepravilnega odstranjevanja neporabljenih zdravil [1]. V okolju so prisotni v širokem koncentracijskem območju od ng/L do μg/L. Kljub relativno nizkim koncentracijam pa so zaradi svoje biološke učinkovitosti in stalne prisotnosti lahko škodljivi za zdravje ljudi in vodne organizme. Glavni naravni procesi razgradnje v okolju so hidroliza, fotorazgradnja ter biorazgradnja [2, 3, 4]. Glavno skrb predstavljajo antibiotiki, ki lahko prispevajo k odpornosti naravnih bakterijskih populacij. Najvišja obremenitev odpadne vode z antibiotiki se pričakuje v odplakah domov za ostarele in bolnišnic [3, 4, 5].

Amoksicilin in ciprofloksacin sta najpogosteje predpisana antibiotika, tako pri nas kot tudi drugje v EU. Uporabljata se za zdravljenje številnih bakterijskih infekcij, vključno z akutnim vnetjem srednjega ušesa, okužbah kože, okužbah sečil, z infekcijami urinarnega trakta, pljučnico in okužb sinusov. Ciprofloksacin velja za enega najmočnejših in najučinkovitejših antibiotikov, ki delujejo proti Gram-negativnim bakterijam [6].

Metabolna stabilnost antibiotikov se kaže tudi kot obstojnost v okolju in kot neučinkovita odstranitev med čiščenjem odpadnih vod, kar predstavlja breme za okolje. S konvencionalnimi postopki čiščenja odpadnih vod na čistilnih napravah, s primarnim, sekundarnim in terciarnim čiščenjem je razgradnja antibiotikov omejena, zato je potrebno razviti nove, učinkovitejše čistilne naprave. Biološko čiščenje odpadne vode postaja vedno bolj zanimivo, saj temelji na razgradnji organskih in anorganskih snovi s pomočjo mikroorganizmov [7]. Najpogosteje uporabljen postopek obdelave je proces z uporabo aktivnega blata. Veliko število organskih onesnaževalcev, izraženih kot kemijska potreba po kisiku (KPK), biokemijska potreba po kisiku (BPK) in hranila, kot sta dušik in fosfat, lahko učinkovito odstranimo s procesom uporabe aktivnega blata. Vendar pa lahko nekatere farmacevtske spojine ostanejo v nespremenjeni obliki tudi po procesu aktivnega blata in se sprostijo v okolje, skupaj z odplakami odpadnih vod, kar predstavlja potencialno tveganje za vodne organizme in ekosistem.

2. Metode in materiali

2.1 Materiali

Standardi antibiotikov in izotopsko označeni interni standardi so bili dobavljeni od podjetij Sigma-Aldrich (Nemčija) in Cambridge Isotope Laboratories (USA). Vsi reagent so bili HPLC čistosti in dobavljeni od podjedja Sigma-Aldrich (Nemčija) ali Merck (Nemčija).

2.2 Metode

2.2.1 Priprava sintetične odpadne vode

Sintetična odpadna voda je bila pripravljena iz deionizirane vode z dodatkom 5 g peptonske vode (Biolife) v 10 L, katere vsebnosti so prikazane v tabeli 1:

Tabela 1 Seznam spojin, potrebnih za pripravo sintetične odpadne vode

SPOJINA	KONCENTRACIJA
Pepton	2,50 g/L
Natrijev klorid	1,25 g/L
Brezvodni dinatrijev hidrogenfosfat	0,88 g/L
Mono kalijev fosfat	0,38 g/L
Raztopina A	10 mL/L
Raztopina B	10 mL/L

Sestava raztopine A

V mešanici vode in metanola v razmerju 50:50, smo raztopili 10 mg antibiotika amoksicilina, ga kvantitativno prenesli v 10 mL merilno bučko ter razredčili do oznake. Pripravljena raztopina je imela koncentracijo, γ=1g/L.

Sestava raztopine B

V mešanici vode in metanola v razmerju 50:50 z dodatkom 0,2 % klorovodikove kisline, smo raztopili 10 mg antibiotika ciprofloksacina, ga kvantitativno prenesli v 10 mL merilno bučko ter z isto zmesjo razredčili do oznake. Pripravljena raztopina je imela koncentracijo, γ=1g/L.

2.2.2 Aerobni pretočni reaktor

Raziskave so potekale v laboratorijskem aerobnem reaktorju proizvajalca Armfield. Reaktor je namenjen simulaciji procesa čiščenja aerobne biološke čistilne naprave. Reaktorska posoda ima pri maksimalnem nivoju skupno prostornino 12,5 L.

Aerobni pretočni reaktor smo napolnili z aktivnim blatom (do 8,0 L aktivne prostornine) obstoječe komunalne čistilne naprave. Nato smo pričeli s postopnim uvajanjem sintetične odpadne vode ($\gamma_{KPK,vtok}$ = 2045 mg/L) v reaktor. Volumski pretok sintetične odpadne vode smo nastavili na 2,0 L/d, kar ustreza bivalnemu času 4 d. Hitrost pretakanja skozi vhodno cevko je bila 0,165 cm/s. S pomočjo termostata smo vzdrževali temperaturo raztopine, T = 23,8 °C. Proces je trajal približno 72 h, zato smo po vsakih 24 h pripravili novo raztopino sintetične odpadne vode in s tem dosegli, da so ob teh pogojih mikroorganizmi v aktivnem blatu preživeli tudi več kot 72 h. Vzorce odpadne vode smo odvzemali na vtoku in iztoku.

Vrednost KPK, izraženo v mg/L, izračunamo po naslednji enačbi:

$$\gamma_{KPK} = \frac{8000 \cdot c \cdot (V_1 - V_2) \cdot f_r}{V_0} \text{ (mg/L)}$$

kjer je, c koncentracija raztopine amonijevega železo (II) sulfata (mol/L), V_1 volumen porabljene raztopine amonijevega železo (II) sulfata pri slepi meritvi (mL), V_2 volumen porabljene raztopine amonijevega železo (II) sulfata pri vzorcu (mL), V_0 volumen vzorca (mL) ter f_r faktor redčitve.

Najpomembnejši parameter, ki opisuje učinek biološkega čiščenja odpadne vode, je učinek čiščenja glede na γ_{KPK}, ki je podan v procentih glede na vtok odpadne vode in je določen po naslednji enačbi:

$$\gamma_{KPK} = \frac{8000 \cdot c \cdot (V_1 - V_2) \cdot f_r}{V_0} \text{ (mg/L)}$$

kjer je η_{KPK} – učinek čiščenja glede na γ_{KPK} (%).

2.2.3 Določanje vrednosti KPK

Za določanje vrednosti KPK smo potrebovali naslednje kemikalije: žveplova (VI) kislina (H_2SO_4), srebrov sulfat (Ag_2SO_4), kalijev dikromat ($K_2Cr_2O_7$), živosrebrov sulfat ($HgSO_4$), amonijev železo (II) sulfat heksa hidrat ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$), 10-fenantrolin monohidrat ($C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$).

V 500 mL bučko smo odpipetirali 10,0 mL vzorca, dodali 5,0 mL raztopine $K_2Cr_2O_7$ in vrelne kamenčke. Zmes smo dobro premešali in počasi dodajali 15 mL raztopine Ag_2SO_4 in H_2SO_4. Vsebino bučke smo ponovno premešali ter jo povezali s povratnim vodnim hladilnikom. S pomočjo peščene kopeli smo vsebino bučke segrevali 120 min. Po 2 h smo bučko hitro ohladili z vodo do T = 60 °C. Vsebino bučke smo nato razredčili na 75 mL z destilirano vodo, ohladili na sobno temperaturo ter dodali 2 kapljici ferionskega indikatorja. Tako pripravljen vzorec smo titrirali z raztopino $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. Opisana metoda je primerna za določanje vrednosti KPK v območju koncentracije kisika (O_2) med (30 – 700) mg/L, zato je bilo potrebno vzorce z višjimi vrednostmi KPK redčiti.

2.2.4 LC-MS/MS metoda

Vrednotenje antibiotikov je potekalo na HPLC sistemu Agilent Technologies 1260 Infinity, sklopljenim z API 2000 trojnim-kvadropolnim masnim spektrometrom. Za kromatografsko ločitev smo uporabili Synergi Fusion-RP 100 A kolono (Phenomenex 50 x 2.0 mm, 2.5 µm). Kromatografski pogoji so podani v tabeli 2:

Tabela 2 Kromatografski pogoji določanja antibiotika v sintetični odpadni vodi

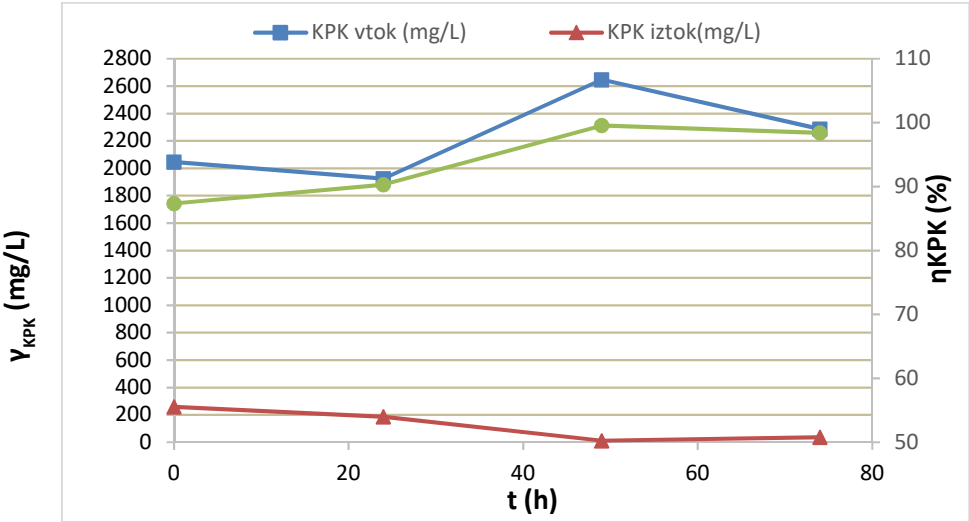
mobilna faza	**A = 0,1 % mravljična kislina v mešanici topil H_2O : CH_3CN (95:5) B = 0,1 % mravljična kislina v mešanici topil CH_3OH : CH_3CN (50:50)**
pretok	300 µL /min
volumen injiciranja	50 µL
čas analize	17 min
temperatura kolone	40 °C

Detekcijo antibiotikov smo izvedli z masnim spektrofotometrom v MRM načinu pri pozitivni polariteti.

3. Rezultati

Iz grafa 1 lahko razberemo, da je bila koncentracija KPK na vtoku v povprečju med 1900 in 2600 mg/L. Predvidevamo, da je do nihanja vrednosti KPK prišlo zaradi aktivnosti antibiotika in peptona, katerega natančna sestava ni znana. Dotok sintetične odpadne vode je bil 1,39 mL/min. Vidimo, da smo že po 24 h dosegli visoko učinkovitost čiščenja, ki se je z vsakim dodanim dnem stopnjevala. Predvidevamo lahko, da tako visoko stopnjo čiščenja v tako kratkem času, dosežemo zaradi majhne prostornine reaktorja in zelo majhnega dotoka sintetične odpadne vode. Glede na dobljene rezultate lahko prav tako ugotovimo, da so se mikroorganizmi po prenosu v laboratorijski aerobni pretočni reaktor zelo hitro prilagodili novemu okolju, saj so bili pogoji pri prenosu in v reaktorju podobni kot v njihovem primarnem okolju. Po 49 h je bil učinek čiščenja okoli vrednosti 99 % in se ni več bistveno spreminjal. Trdimo lahko, da so lastnosti aktivnega blata ostale nespremenjene in da smo dosegli optimalni učinek čiščenja.

Graf 1 KPK vtoka, KPK iztoka in učinek čiščenja



S pomočjo LC/MS-MS metode, smo analizirali vzorčne raztopine na vtoku in iztoku iz aerobnega pretočnega reaktorja. Koncentracijsko območje določanja je bilo med 50 ng/mL in 1000 ng/mL.

Tabela 3 Koncentracije amoksicilina in ciprofloksacina

	vtok		iztok	
t (h)	$C_{amoksicilin}$ (ng/mL)	$C_{ciprofloksacin}$ (ng/mL)	$C_{amoksicilin}$ (ng/mL)	$C_{ciprofloksacin}$ (ng/mL)
0	961	875	< 50	98
24	835	725	< 50	90
49	1380	1300	< 50	< 50
74	1120	1040	< 50	53

Iz tabele 3 je razvidno, da se je koncentracija amoksicilina in ciprofloksacina zmanjšala. Medtem, ko se je koncentracija amoksicilina zmanjšala (> 95 %) že po 24 h izpostavljenosti mikroorganizmom v aktivnemu blatu, vidimo, da se je koncentracija ciprofloksacina manjšala z daljšo izpostavljenostjo in tako dosegla največji učinek po 74 h. Izbrana metoda določanja s tekočinsko kromatografijo v povezavi s tandemsko masno spektrometrijo, se je izkazala za ustrezno, saj je bil odziv instrumenta linearen ($r^2 \geq 0{,}99$), točnost in natančnost meritev pa znotraj predvidenih mej.

4. Zaključki

Letno se po svetu proizvede od 100.000 do 200.000 ton antibiotikov, zato lahko pričakujemo, da se bo njihova uporaba v prihodnosti višala, s tem pa seveda tudi možnosti širjenja njihovih ostankov v okolju in potencialnih škodljivih vplivov na zdravje ljudi.

Namen naših raziskav je bil vzpostaviti sistem čiščenja odpadne vode z aktivnim blatom obstoječe čistilne naprave v laboratorijskem aerobnem pretočnem reaktorju. Ker se sestava odpadne vode na obstoječi čistilni napravi spreminja (v odvisnosti od letnega časa, temperature, obremenitev, itd.), smo eksperimente izvajali s sintetično odpadno vodo. Skušali smo doseči ponovljivost laboratorijskih analiz glede na aktivno blato ob predpostavki, da je koncentracija antibiotika pri pripravi sintetične odpadne vode vedno enaka. Aerobni pretočni reaktor se je pokazal kot učinkovit, pri čiščenju odpadne vode, ki vsebuje antibiotike, saj smo njihovo vsebnost zmanjšali za 94 %. V nadaljevanju dela, bomo preučili še druge možne postopke čiščenja z uporabo ozona (O_3) in superkritične vode.

5. Viri

[1] GROS, M., PETROVIC, M., GINEBREDA, A., BARCELÓ, D., 2010. Removal of pharmaceuticals during wastewater treatment and environmental risk assessment using hazard indexes. Environment International, 36(1), 15-26.

[2] ARSLAN-ALATON, I. and DOGREUL, S., 2004. Pre-treatment of penicillin formulation effluent by advanced oxidation processes. Journal of Hazardous Materials, B112, 105-113.

[3] TROVO, A.G., MELO, S.A.S., NOGUEIRA, R.F.P., 2008. Photodegradation of the pharmaceuticals amoxicillin, bezafibrate and paracetamol by the photo-Fenton process: application to sewage treatment plant effluent. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 198, 215-220.

[4] MAGUREANU, M., PIROI, D., MANDACHE, N.B., DAVID, V., MEDVEDOVICI, A., BRADU, C., PARVULESCU, V.I., 2011. Degradation of antibiotics in water by non-thermal plasma treatment. Water research, 45, 3407-3416.

[5] HRIBOVŠEK, T., JERMAN, B., PLEŠA, H., ŠEMRL, H., 2013. Ambulantno predpisovanje zdravil v Sloveniji po ATC klasifikaciji v letu 2012, Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije.

[6] HOMEM, V. and SANTOS, L., 2011. Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous matrices – A review. Journal of Environmental Management, 92, 2304-2347.

ENERGY DEMAND REDUCTION IN SLUDGE DEWATERING USING BIO-NANO - COMPOSITE

Edhem Salihovic

EWT Wassertechnologie, Ingenieurbüro für Maschinenbau und Umweltbiotechnologie, 5020 Salzburg

ABSTRACT

This presentation investigates the energy required to dewater the activated sludge by centrifugation using bio nano-composites, as compared to commonly used polyacrylamide-based polymers and different conditioners used as skeleton builders or filtering aids. The ability to reduce the energy requirementsfor the treatment of sludge by using nano-composite materials and biopolymers has been proven through research projects and in practice. In addition, there is a patent documentation for our first biopolymers based on cellulose (WO2003016226, DE10139829).

Keywords:

Biopolymers; Sludge dewatering; Nanocomposite; Energy

1. Introduction

Energy consumption is an essential parameter which determines the economic viability of dewatering an activated sludge by applying a solid–liquid separation device. The removal of water from a suspension requires that the bond strength between the adjacent water and the solid surface are broken down and that this water is moved from its original position in suspension to outside the system (1). “The most difficult problem for us is sewage sludge which accounts for only 1% of treated waste water, but accounts for about 30% of the sewage costs and 90% of the headaches" (Imhoff 1933).

In order to increase the efficiency of this process and at the same time lower the energy requirement, various chemical flocculants have been used. It has been found that they function as skeleton builders to reduce solid compressibility. Most chemicals used are polyvalent cationic coagulants such as aluminum or iron salts or with synthetic polyelectrolytes such as synthetic polyacrylamides (PAM). However, PAM and its derivatives are highly toxic. In the EU, the annual consumption of polymer for sludge dewatering is approximately 60.000 tonnes (2). For this reason, there is a need for sustainable, natural, biobased alternatives to the conditioning of sewage sludge.

Biodegradability is one of the most important environmental aspects of water chemicals since it determines their long-term ecological effects. Because of that; synthetic polymers in Germany from 1.1.2017, can only be used in the drying of sewage sludge if they reduced by at least 20% in two years.

In the last twenty years we have investigate different natural polymers as a means of replacing synthetic and inorganic water chemicals and to decrease energy demand in sludge dewatering processes (3).

1.1 Energy demand during sludge dewatering

The energy consumption by sludge dewatering using different dewatering systems (Tab.1)

Tab.1 The Energy consumption (4, 5, 6)

Dewatering system		Dec anter centrifuge	Belt filter press	Screw press
Discharge solids concentration				
Primary sludge	[% DS]	32-40	30-38	30-38
Mixed sludge from PS + SS (Freight ratio ~ 1: 1)	[% DS]	26-32	24-30	24-30
Anaerobic digested sludge	[% DS]	22-30	20-28	20-28
Consumption of polymeric flocculants				
Specific flocculants consumption	[kg AS/t DS]	8-14	6-12	6-15
Power consumption				
Specific energy consumption	[kWh/m3]	0,9-1,6	0,4-0,8	0,2-0,6
Specific energy consumption	[kWh/t DS]	40-60	20-30	8-20
Power consumption per PE	[kWh/PE a]	0,74-1,0	0,2-0,45	0,17-0,28

2. Bio –nano composite for sludge dewatering

Biopolimers are macromolecules synthesized in the cells of living organisms on the basis of the genetic code that was developed during millions of years of evolution of life on Earth. In our research we used cellulose, starch, chitin and chitosan. All of these biopolymers have the same monomer molecule and that is glucose. The nature is in orientation of the hydroxyl group on the first carbon atom and the nature of molecule on the second carbon atom designated use of these polymers. Difference between chitin and cellulose is type of the molecules on second atom. The cellulose has OH group , chitin ($NHCOCH_3$) and chitosan amine group (NH_2) (Fig.1).

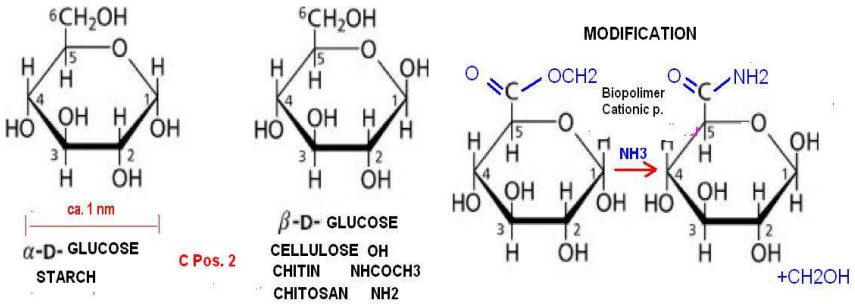


Fig.1 Starch and cellulose single unit and modification process

Molecules of starch, cellulose, chitin and chitosan up to a molecular weight of 100 are in the range of nanoparticles. Nanocomposite is a blend of two or more materials which are more effective in the treatment of sludge than any of added components. A further increase in the efficiency of the bio-nano-composite depends on the amount of extra-cellular polymers in an activated sludge, since they contain abot 50% proteins and the protrins are also biopolymers.

In the preparation of our bio - nano composite (Fig.2 , 3) we also use various properties of metal ions that bind with activated sludge. Because of the existing other factors that cause the activated sludge flocculation, such as:

- Microbial flocks' population structure (eg. amount of filamentous bacteria)
- EPS composition
- Fractal dimensions etc.

more efforts are still needed to fully understand the bio nano composite flocculation mechanisms with the activated sludge.

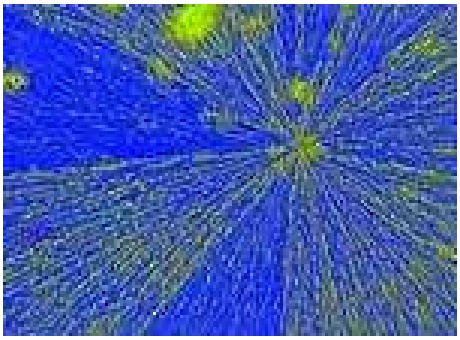


Fig.2 Nano composite

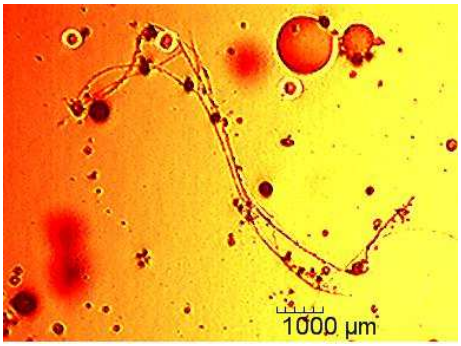


Fig. 3 Bio – Nano composite

3. Results and summary

Various activated sludge structures (Fig. 4) could be a possibility in our opinion of increasing the dewaterability and energy requirement reduction by using the bio-nano-composite. Complete results of our research are presented on biopolimeri (2) website.

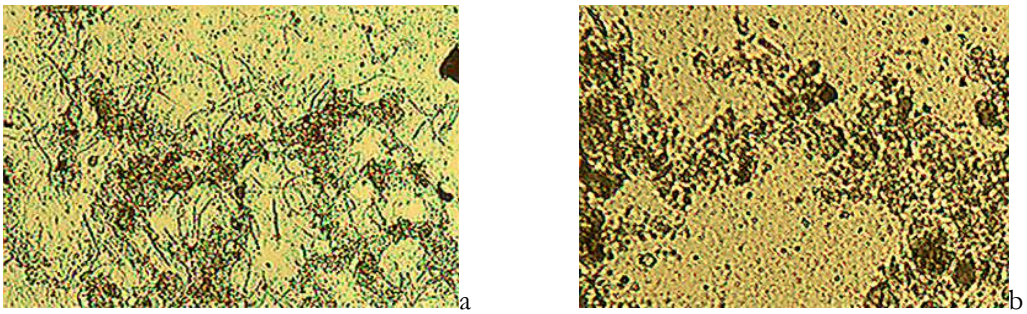


Fig. 4 Microscopic photographs of (a) original sludge and (b) treated sludge

4. Conclusions

The role of bio- nano – composites to improve the dewaterability of activated sludge was evaluated by means of laboratories and full scale trials at various WWTP, leading to the following conclusions:

Application of bio- nano composites improve sludge dewaterability with reduced amount of synthetic polymer, based most on polyacrylamide, and same time reducing energy demand.

5. Acknowledgments

This work was supported by the Innovation Research Funding of the state of Salzburg through following projects

- Nano composite coatings of Biomolecular Templates
- Bioleaching
- Frequency based mixing system

6. References

[1] CHUA, C. P., 2005. Energy demand in sludge dewatering Water Research 39, 1858–1868 [2]. BIOPOLYMER in biopolimeri.eu

[3] SALIHOVIC, E, Additive for stabilising biomass. Patents WO 03016226,. DE10139829

[4].DWA-M 350 (2013) « Preparation of polymeric flocculants »DWA Hennef, Germany

[5]. DWA-M 366 (2013) « Machine sludge dewatering » DWA Hennef, Germany

[6]. DWA-M 383 (2008) « Characteristics of sewage sludge dewatering »

VODNA BILANCA CERKNIŠKEGA JEZERA

doc. dr. Mario Krzyk, Špela Bobnar, doc. dr. Darko Drev, izr. prof. Jože Panjan

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Cerkniško jezero je presihajoče jezero in v povprečju obstaja tri četrtine leta, četrtino leta pa je dno Cerkniškega polja suho. Skoraj vsako leto doseže površino 20 km2 in prostornino 29 milijonov m3. S pomočjo ustvarjenega modela dna jezera ter dnevnih sprememb vodostaja jezera na vodomerni postaji Dolenje Jezero smo določili dnevne vrednosti prostornine vode in izračunali vodno bilanco jezera. Ta bo osnova za nadaljnje analize vplivnih faktorjev na kakovost vode v jezeru. Ocena vodne bilance Cerkniškega jezera je bila nazadnje narejena leta 2010 za hidrološko leto 1975. V prispevku so prikazani rezultati anlize vodne bilance za obdobje od leta 2004 do leta 2014.

Ključne besede:

Cerkniško jezero, vodna bilanca, padavine, prostornina jezera

1. Uvod

Cerkniško jezero je bilo zaradi njegovega posebnega značaja že v zgodovini zelo zanimivo za številne raziskovalce s celega sveta. Jurij Leonberger je bil eden izmed prvih, ki je leta 1537 opisoval Cerkniško jezero, leta 1551 pa je Jurij Wernher izdal bolj znanstveni opis jezera. Profesor naravoslovja p. Atanazij Kircher je v svojem delu iz leta 1678 pisal predvsem o podzemnem svetu in tudi o Cerkniškem jezeru. Tako Wernherjeva kot tudi Kircherjeva razlaga o delovanju jezera sta vsebovali podobno teorijo o pravem jezeru in jezeru pod njim, katerega napajajo vode iz podzemnih jezerc iz okoliških hribov. Najbolj znana razprava o Cerkniškem jezeru je bila napisana leta 1689 v knjigi Slava vojvodine Kranjske, ki jo je napisal Janez Vajkard Valvasor (1641-1693). Knjiga vsebuje zemljevid jezera in bakrorez, ki predstavlja Valvasorjevo razlago o delovanju presihajočega jezera, ki temelji predvsem na Kircherjevem opisu tega jezerskega fenomena. [1], [2], [3]

Opis delovanja Cerkniškega jezera najbolj nazorno prikaže njegova vodna bilanca. Ocena vodne bilance Cerkniškega jezera je bila nazadnje narejena leta 2010 za hidrološko leto 1975. V tem prispevku pa smo preučili obdobje od leta 2004 do leta 2014.

Poleg vodne bilance, na kakovost vode v jezeru, katere analiza se predvideva v nadaljevanju raziskav, vplivajo še pedološka sestava tal, pokrovnost tal, vegetacija Cerkniškega jezera ter okoliška naselja.

2. Značilnosti širšega območja Cerkniškega jezera

Največji vpliv na pedološko sestavo tal Cerkniškega polja ima jezerska voda. Ob Cerkniščici so nastale evtrične rjave prsti, ki so primerne za izkoriščanje v kmetijske namene. Slaba stran te prsti je, da skozi njo umetna gnojila in pesticidi izjemno lahko pronicajo v podtalnico.

Na območju višje talne vode so tla močvirnata. Na širšem območju Cerkniškega polja se je razvilo več različnih tipov prsti: na delu jezera, kjer se voda najdlje zadrži so molični glej, hipoglej in amfiglej, na suhem delu polja so rendzina, rjava pokarbonatna tla, obrečna tla in evtrična rjava tla, v hidrološkem zaledju Cerkniškega jezera prevladujeta rjava pokarbonatna tla in rendzina [4].

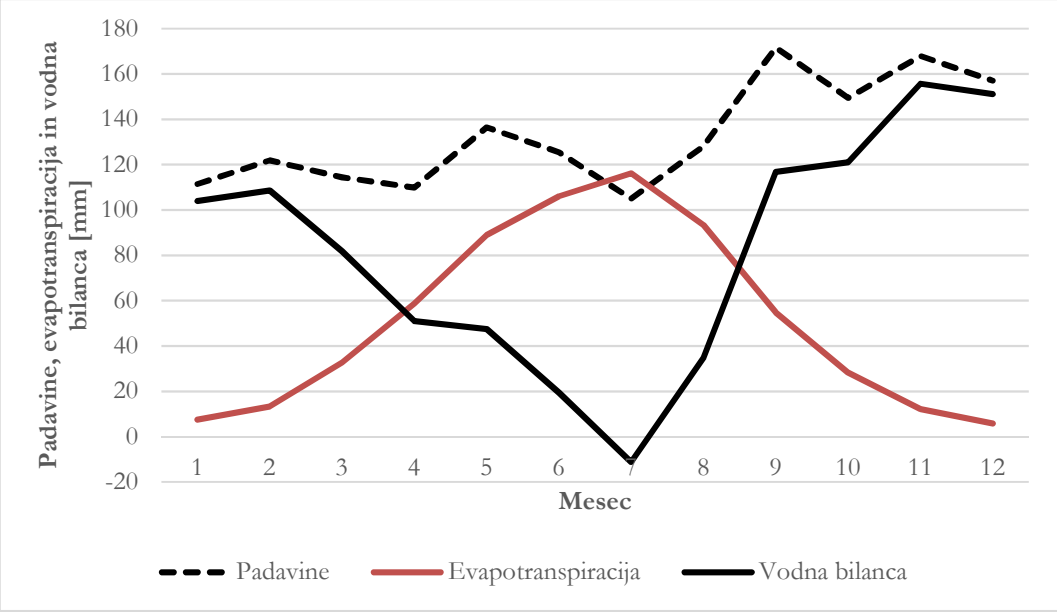
Preglednica 3: Tipi pokrovnosti tal hidrološkega zaledja Cerkniškega jezera [5], [7]

Pokrovnost tal (CLC 2012)	**Površina [km²]**	**Delež [%]**
Mešani gozd	167,867	35,34
Iglasti gozd	119,725	25,21
Listnati gozd	56,425	11,88
Kmetijske površine drobnoposestniške strukture	37,771	7,95
Pašniki	29,436	6,20
Pretežno kmetijske površine z večjimi območji vegetacije	20,175	4,25
Celinska barja	19,416	4,09
Grmičast gozd	12,278	2,58
Naravni travniki	5,605	1,18
Nesklenjene urbane površine	4,545	0,96
Barje in resave	0,745	0,16
Industrija, trgovina	0,652	0,14
Površine za šport in prosti čas	0,349	0,07
VSOTA	475	

S spletne strani Geoportal ARSO [5] smo pridobili podatke o pokrovnosti tal za leto 2012 (CLC 2012). Podatke smo uvozili v program AutoCAD in jih omejili s hidrološkim zaledjem, katerega je določil Kranjc – površina le-tega znaša 475 km² [6]. Pridobljeni podatki so vsebovali le mejna območja posameznih tipov pokrovnosti tal na 3. nivoju. S pomočjo spletne strani Atlas okolja [4] smo tem mejnim območjem določili tipe pokrovnosti tal in jih uvozili v program AutoCAD. Glede na to, da so na omenjeni spletni strani razpoložljivi le podatki o pokrovnosti tal za območje naše države, del hidrološkega zaledja jezera pa sega tudi na območje države Hrvaške, smo za ta del hidrološkega zaledja uporabili podatke s spletne strani Copernicus [7]. Prikaz pokrovnosti tal (CLC 2012) celotnega hidrološkega zaledja Cerkniškega jezera je prikazan v Preglednici 1.

Na Cerkniškem jezeru so se zaradi presihanja jezera in nihanja vodne gladine ustvarile različne rastlinske vrste. Kjer so tla večino prekrita z vodo, uspevajo bleščeči in češljasti dristavec, rumeni blatnik in navadna smrečica. Na območjih, kjer je vodostaj vode najvišji prevladujejo parožnice. Na območju jezera, kjer je voda plitva in se zadržuje dlje časa uspevajo amfibijske združbe. Na tistih delih Cerkniškega jezera, kjer se voda zadržuje krajši čas in so tla daljše obdobje namočena (60 – 70 % površja Cerkniškega jezera), uspevajo močvirske združbe (navadni trst, jezerski biček, vodno presličje, togo, obrežno in kljunasto šašje, močvirska sita in trstična pisanka). Na območjih, kjer je podtalnica višja, in na obrobju poplavnega dela jezera uspevajo mokrotni travniki [8]. Najbolj razširjena in najpomembnejša rastlina na Cerkniškem jezeru je navadni trst [9].

3. Evapotranspiracija



Slika 1 Povprečna mesečna višina padavin, vsota mesečne evapotranspiracije in mesečna vodna bilanca v obdobju 2004-2014 [10], [11]

Na časovno razporeditev poplav vpliva tudi evapotranspiracija. Na Cerkniškem polju ni nobene opazovalne postaje, ki bi merila evapotranspiracijo (v nadaljevanju ETP). Zato smo za izračune uporabili podatke iz opazovalne postaje Nova vas na Blokah, saj je to edina postaja v hidrološkem zaledju Cerkniškega jezera, ki opravlja te meritve. Na Sliki 1 je podan potek povprečnih mesečnih višin padavin, vsote mesečne ETP in mesečne vodne bilance v obdobju 2004-2014. Razvidno je, da je ETP najnižja v zimskih mesecih, najvišja pa v poletnih. Meseca julija je ETP celo večja od količine padavin, zato je vodna bilanca v tem mesecu negativna (-11,18 mm). Vodna bilanca je najvišja v mesecu novembru (155,7 mm), sledita mu meseca december (151,17 mm) in oktober (121,1 mm). V povprečju znaša letna višina padavin 1598,73 mm, vsota letne ETP je 618,09 mm, višina letne vodne bilance pa je 980,64 mm [11].

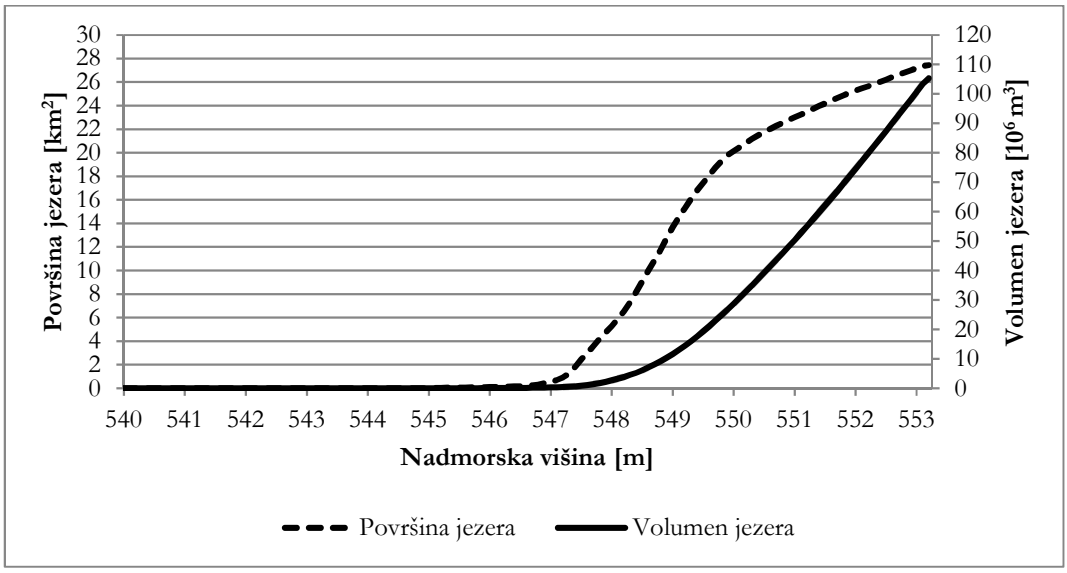
4. Vodna bilanca v obdobju 2004-2014

Vodno bilanco Cerkniškega jezera smo izračunali glede na spremembo volumna vode v jezeru in količino odtekle vode iz jezera, glede na aktivacijo požiralnikov na različnih nadmorskih višinah.

4.1 Digitalni model višin

Za izdelavo digitalnega modela višin smo uporabili podatke pridobljene na GURS-u, ki so bili pripravljeni na osnovi aerosnemanja Slovenije, ki je bilo dokončano leta 2014. Uporabljeni so bili podatki Digitalnega modela višin 5 x 5 m (v nadaljevanju DMV 5). Podatki so zapisani v formatu YXZ. [12], [13]

V programu AutoCAD Civil 3d smo pripravili tridimenzionalno ploskev terena dna Cerkniškega polja. Zaradi prevelikega števila podatkov, katero je predstavljalo omejtev za obdelavo, smo območje Cerkniškega polja omejili s plastnico 560 m (rob polja). To je bila osnova za izračun ploščin in volumnov vode, ki nastanejo pri različnih vodostajih. Le-te smo izračunali za vsak centimeter dviga gladine vode, vse do najvišje izmerjene višine vode v jezeru, to je do nadmorske višine 553,17 m. Rezultati so prikazani na Sliki 2.



Slika 2 Površina in prostornina jezerske vode pri različnih vodostajih

4.2 Padavine v obdobju 2004-2014

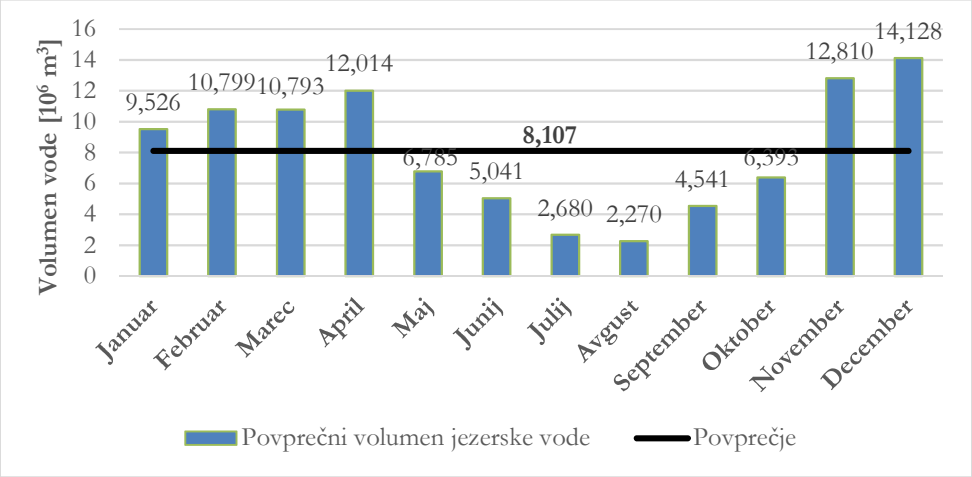
V obdobju raziskovanih let, to je med letoma 2004 in 2014, je v hidrološkem zaledju Cerkniškega jezera delovalo šest padavinskih postaj: Cerknica, Mašun, Šmarata, Babno polje, Nova vas na Blokah in Sveti Vid. V tem obdobju sta delovali še dve postaji v bližini hidrološkega zaledja, Juršče in Hrib, kateri smo tudi upoštevali pri izračunu povprečne višine padavin. [11] Količino padavin hidrološkega zaledja Cerkniškega jezera smo izračunali s pomočjo metode Thiessenovih poligonov.

4.3 Prostornina jezerske vode v obdobju 2004-2014

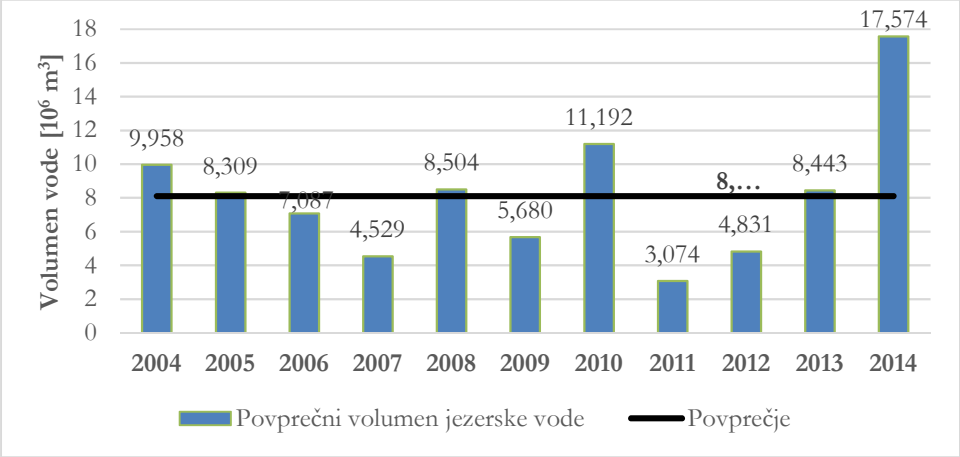
V programu AutoCAD Civil 3D smo iz podatkov DMV 5 izrisali teren Cerkniškega polja in glede na nadmorsko višino vodomerne postaje Dolenje Jezero ter višino dnevnega vodostaja na vodomerni postaji Dolenje Jezero izračunali dnevne volumne jezerske vode za celotno obravnavano obdobje.

V izbranem obdobju je Cerkniško jezero na dnu polja v povprečju obstajalo (vodna gladina ≥ 547,4 m. n. m**)** 271 dni v letu. To pomeni, da je jezero v povprečju obstajalo tri četrtine leta, četrtino leta pa je bilo dno Cerkniškega polja suho. Leta 2014 je Cerkniško jezero najdlje obstajalo (352 dni), leta 2011 pa je obstajalo najmanj časa (178 dni). Torej je med mokrim letom ojezeritev trajala še enkrat dlje časa kot pa med suhim letom. Normalna poplava (vodna gladina 547,4 - 550 m. n. m) je v povprečju trajala 257 dni na leto. Najdaljše trajanje normalne poplave je bilo leta 2005 (308 dni), najkrajše pa leta 2011 (178 dni). Najkrajše trajanje normalne poplave je bilo po pričakovanjih leta 2011, saj je bilo to suho leto.Izredna poplava (vodna gladina > 550 m. n. m) v letih 2006, 2007 in 2011 sploh ni nastopila. Najdaljše trajanje izredne poplave je bilo po pričakovanjih leta 2014 (74 dni), saj je bilo to mokro leto. V povprečju je ta poplava trajala 14 dni na leto.

Povprečni volumni jezerske vode po mesecih v obravnavanem obdobju so prikazani na Sliki 3 in po letih obravnavanega obdobja na Sliki 4.



Slika 3, Povprečni volumni jezerske vode po mesecih v letih 2004 do 2014



Slika 4, Povprečna prostornina jezerske vode po letih od 2004 do 2014

5. Zaključki

S primerjavo mesečnih minimumov in maksimumov padavin z mesečnimi minimumi in maksimumi jezerske vode ugotovljamo, da se primarni padavinski minimum ujema s sekundarnim minimumom količine jezerske vode. Oba nastopita meseca julija. Sekundarni padavinski maksimum nastopi meseca novembra, prav takrat pa nastopi tudi sekundarni maksimum količine jezerske vode. Po pričakovanjih je bilo v jezeru najmanj vode leta 2011 (3,074 milijonov m³), največ pa leta 2014 (17,574 milijonov m³), saj je leta 2011 padlo najmanj padavin, leta 2014 pa največ. Razlika v količini jezerske vode teh dveh let je izredno velika, v povprečju 14,5 milijonov m³. To pomeni, da je bilo v povprečju leta 2014 skoraj šestkrat več vode v jezeru kot pa leta 2011.

6. Viri

[1] KEBE, J., 2011. Cerkniško jezero in ljudje ob njem. Koper. Ognjišče: str. 17-23, 38, 39, 62-77.

[2] Notranjski regijski park, (2008). Akcijski plan renaturacije vodotokov na območju Cerkniškega jezera. http://life.notranjski-park.si/cmsfiles/cf_589.pdf (dostop 3. september 2015.)

[3] Cerkniško jezero in njegovi raziskovalc, (2009). http://www.oocities.org/thetropics/island/5410/raziskovalci.htm (dostop 3. september 2015.)

[4] Agencija Republike Slovenije za okolje. Atlas okolja. http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (dostop 17. november 2015.)

[5] Geoportal ARSO. http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page (dostop 24. november 2015.)

[6] Kranjc, A. 1985. Cerkniško jezero in njegove poplave. http://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ_2501_071-123.pdf (dostop 28. oktober 2015.)

[7] Steel, A. 2016. CLC 2012. Copernicus Land Monitoring Services. http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012 (dostop 14. junij 2016.)

[8] Notranjski regijski park. 2009. Podrobnejši načrt upravljanja za projektno območje Presihajoče Cerkniško jezero. http://life.notranjski-park.si/cmsfiles/cf_630.pdf (dostop 3. september 2015.)

[9] Remec – Rekar, Š., Bat, M. Jezera. http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Vodno_bogastvo_3jezera.pdf (dostop 2. september 2015.)

[10] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2015. Arhiv meritev. http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/ (dostop 5. december 2015.)

[11] Agencija Republike Slovenije za okolje. 2016. Evapotranspiracija, višina padavin, temperatura zraka na 2 m in 5 cm za izbrano postajo, leto in mesec. http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/data/month/ (dostop 1. februar 2016.)

[12] Geodetska uprava Republike Slovenije. 2014. DMV 5.

[13] MOP - Geodetska uprava Republike Slovenije. 2015. Digitalni model višin 5 x 5 m (DMV 5). http://www.eprostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/topografski_in_kartografski_podatki/digitalni_model_v isin/digitalni_model_visin_5_x_5_m_dmv_5/ (dostop 8. september 2015.)

IZJEMNA PESTROST EDINSTVENEGA ŽIVALSTVA V PODZEMNIH VODAH SLOVENIJE

Maja Zagmajster, Cene Fišer, Simona Prevorčnik

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Skupina za speleobiologijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

POVZETEK

V Sloveniji se je začelo načrtno raziskovanje življenja v podzemnih habitatih. Podzemne vode so pomemben ali celo edini življenjski prostor za številne živalske vrste. Slovenija v svetovnem merilu izstopa po visoki vrstni pestrosti izključno podzemnih živali, med katerimi je precej posebnežev. Čeprav je podzemno živalstvo izjemna naravna dediščina, ki prispeva k visoki kvaliteti vode, je večinoma izključeno iz monitoringa voda in presoj primernosti posegov v okolje. Dejavniki z negativnim vplivom na življenje v površinskih vodah delujejo enako tudi v podzemlju, njihov vpliv je tu lahko še povečan. Nezadostna raziskanost podzemnih vrst, ki jih lahko izgubimo še preden jih bomo odkrili, je dodaten razlog za ohranjanje edinstvenosti te, ne le naše, ampak svetovne naravne dediščine. Mednarodna in slovenska zakonodaja sicer varujeta podzemne vode kot ekosistem in posebej tudi nekaj podzemnih vrst, vendar je upoštevanje teh določil in prenos v prakso prej izjema kot pravilo. Ohranjanje izjemne vrstne pestrosti in, posledično, visoke kvalitete podzemnih voda, predstavlja osnovo za dolgoročen trajnostni razvoj države.

Ključne besede:

podzemne vode, podzemno živalstvo, visoka vrstna pestrost, naravna dediščina, ogroženost, Slovenija

1. Podzemne vode – ne le vir pitne vode, tudi življenjsko okolje

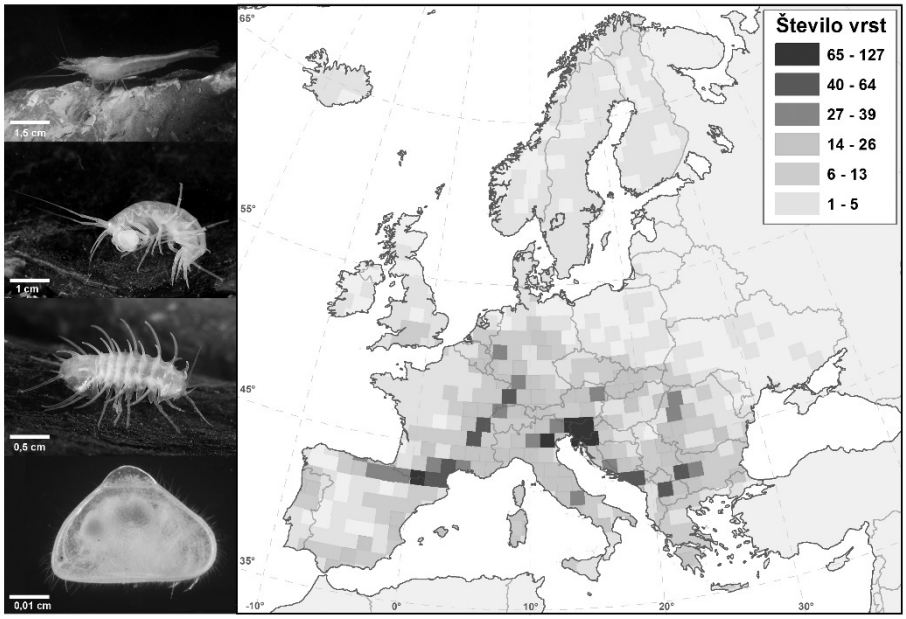
Podzemna voda je neprecenljiv vir kakovostne pitne vode, nepogrešljiva je tudi v kmetijstvu in industriji (Griebler in Avramov 2015). Poleg tega, da je pomembna za normalno delovanje ekosistemov na površju, je tudi sama posebno življenjsko okolje. Za razliko od površinskih, spremljanje stanja podzemnih voda zaenkrat vključuje le oceno njihovega kemijskega in količinskega, ne pa tudi biološkega stanja. Pomen podzemne vode kot obsežnega življenjskega prostora z edinstvenimi prebivalci, ostaja večinoma prezrt.

Bistvena razlika podzemnih okolij od površinskih je odsotnost svetlobe in rastlin, zato so živali v njih odvisne od vnosa hranil s površja. Nihanje temperature z oddaljenostjo od površja hitro upade (Sket in Velkovrh 1981; Culver in Pipan 2009). Živali, ki živijo v vodonosnikih z medzrnsko (v t.i. intersticialni vodi) in tistih s kraško in razpoklinsko poroznostjo (v t.i. jamski vodi), so lahko tu le slučajno ali občasno, številne pa živijo izključno tu (t.i. vodni troglobionti ali stigobionti). Ti predstavljajo 8% vrst vseh sladkovodnih živali v Evropi (Sket 1999). Stigobionti imajo večinoma majhna območja razširjenosti, t.j. so ozko endemični (Trontelj in sod. 2009; Zagmajster in sod. 2014).

2. Slovenija je svetovna vroča točka edinstvenega podzemnega živalstva

Na svetu je več kot 6700 stigobiotskih vrst, od tega približno 1800 v Evropi (Gibert in Culver 2009). Njihova vrstna pestrost je najvišja v zmernih zemljepisnih širinah (Culver in Sket 2000; Deharveng in sod. 2009; Zagmajster in sod. 2014). Prav severozahodni del Dinarskega krasa, ki obsega celotno južno Slovenijo, je svetovna vroča točka v podzemni biodiverziteti (Sket 2012), še posebej vodni (slika 1). V Sloveniji je bilo najdenih več kot 200 stigobiotskih vrst (Sket 1999). Postojnsko-Planinski jamski sistem je z vrstami najbogatejši jamski sistem na svetu, od skupno 99 podzemnih vrst je kar 62 vodnih (Sket 2004). V Sloveniji pa so tudi izjemno bogate intersticialne vode prodišč: podtalnica na Ljubljanskem polju je dom kar 29 stigobiontom (Zagmajster in sod. 2015).

V Sloveniji živi precej podzemnih posebnežev, med katerimi je najbolj znana človeška ribica (Proteus anguinus Laurenti, 1768). Njena temna podvrsta, imenovana tudi parkelj (Proteus anguinus parkelj Sket & Arntzen, 1994), živi samo v jamskih vodah okoli Črnomlja. Edinega podzemnega ožigalkarja velkovrhijo (Velkovrhia enigmatica Matjašič & Sket, 1971), so doslej našli le v petih jamah od južne Slovenije do Hercegovine (Zagmajster in sod. 2013). Črv cevkar marifugija (Marifugia cavatica Absolon & Hrabe, 1930) je edini podzemni sladkovodni predstavnik med okoli 10.000 pretežno morskimi vrstami na svetu (Glasby in Timm 2008). Le v intersticialnih vodah žive npr. drobni raki peščinarji (Bathynellacea), s črvastim telesom prirejenim za življenje v majhnih prostorih.



Slika 1. Razporeditev vrstne pestrosti podzemnih rakov v Evropi, izražene v številu vrst v 100×100 km velikih kvadratih (povzeto iz študije Zagmajster s sod. 2014). Vidna je izjemna pestrost v Sloveniji. Na fotografijah je nekaj predstavnikov podzemnih rakov vključenih v analize, od zgoraj navzdol si sledijo: jamska kozica Troglocaris anophthalmus (foto: M. Zagmajster), slepa postranica Niphargus arbiter (foto: T. Delić), jamski ježek Monolistra spinosissima (foto: T. Delić) in dvoklopnik Typhocypris cavicola (foto: N. Mori).

3. Podzemno živalstvo – raziskovalni izziv

Načrtne raziskave podzemnega živalstva so se pričele šele v prvi polovici 19. stoletja, z najdbo jamskega hrošča drobnovratnika (Leptodirus hochenwartii Schmidt, 1832) v Postojnski jami

in njegovim opisom kot podzemne živali. Tako velja prav slovenski kras za "zibelko speleobiologije", raziskovalne discipline, ki proučuje živalstvo različnih podzemnih habitatov. Dolgo tradicijo teh raziskav, predvsem živalstva podzemnih voda, tako znanstveno kot pedagoško vzdržujemo v Skupini za speleobiologijo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Terensko vzorčenje stigobiontov je lahko fizično in časovno zahtevno (npr. premagovanje jamskih brezen), včasih zahteva posebno opremo (slika 2). Celovito popisovanje stigobiontov zahteva večkratno obiskovanje lokacij, ker so živali redke, pogosto skrite v nam nedostopnih razpokah. Temu se težko izognemo, morda pa nam bo v prihodnje pri raziskavah razširjenosti vrst v pomoč t.i. analiza okoljske DNA. To je metoda za zaznavo minimalne količine DNA živali v vodi, kar trenutno preizkušajo na primeru človeške ribice (Gorički in sod., v recenziji).

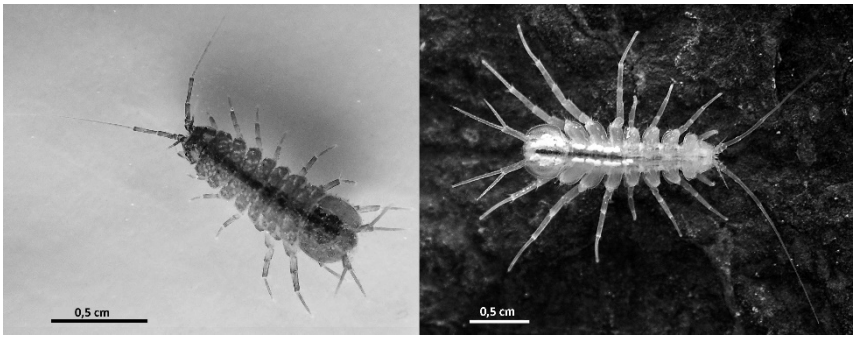
Slika 2. *Podzemno živalstvo nabiramo z različnimi tehnikami. Zgoraj: uporaba Bou-Rouch sonde za črpanje vode z intersticialnimi živalmi iz prodišč (levo); vzorčenje izvirov, kjer nekatere podzemne živali pridejo na površje (desno). Spodaj: za vstop v večino jam je treba uporabiti jamarsko vrvno tehniko (levo); vzorčenje z vodno mrežo (sredina); vzorčenje s potapljanjem (desno). V se foto: M. Zagmajster.*

Identifikacijo stigobiontov pogosto otežuje izrazita morfološka podobnost tudi med nesorodnimi vrstami, ki je lahko posledica življenja v podobnih življenjskih razmerah. Oceno o tem, ali so minimalne razlike med osebki posledica geografske oddaljenosti ali pa te res pripadajo različnim vrstam, dodatno ovira majhnost vzorcev (Fišer in Zagmajster 2009). S prelomno uvedbo raziskovanja zaporedij DNA pred ca. 15 leti, se je veliko na videz komajda različnih stigobiotskih populacij izkazalo za prave vrste, ločene že več milijonov let. Tak kompleks t.i. kriptičnih vrst, je tudi že desetletja proučevana človeška ribica (Gorički in Trontelj 2006). Le del novo odkritih vrst je že opisan. Vseskozi dopolnjujemo knjižnico DNA zaporedij, ki je že ali še bo v pomoč tudi pri prepoznavi vrst. Analize DNA lahko služijo tudi za pridobivanje ocen o velikosti populacij, ki za podzemne živali manjkajo. Ta pristop uporabljamo v aplikativnem raziskovalnem projektu namenjenem razvoju znanstvenih temeljev za varstvo človeške ribice (Trontelj in Zakšek 2016).

Slovensko podzemlje je edinstven naravni evolucijski laboratorij. Raziskave kažejo, da je prav tu center nastanka številnih vrst, predvsem podzemnih rakov (Zakšek in sod. 2007; Verovnik in sod. 2009; Meleg in sod. 2013; Fišer in sod. 2015). Njihova večkratna in neodvisna vselitev v podzemlje na različnih lokacijah omogoča proučevanje prilagajanja živali ob vselitvi v novo okolje; prilagajanje še vedno poteka npr. pri vodnem osličku (Asellus aquaticus (Linné, 1758)), ki je zato ena od modelnih živali za raziskave (slika 3; Konec in sod. 2015).

Nenazadnje, če želimo poznati in razumeti razloge za prostorsko razporeditev stigobiontov, moramo imeti na voljo dovolj podatkov o njihovi razširjenosti. Podatki iz številnih literaturnih virov in lastnih terenskih raziskav so zajeti v naši podatkovni zbirki SubBioDB (Zagmajster in

sod., v pripravi). Geografski obseg zbirke predstavljajo predvsem Dinaridi z okolico, za izbrane živalske skupine pa tudi večja geografska območja. Zbirka trenutno vključuje preko 35.000 podatkov o razširjenosti več kot 5.000 taksonov ter zbirko njihovih molekulskih in morfoloških podatkov. Zaenkrat je celotna zbirka dostopna le registriranim uporabnikom, vsi obiskovalci pa si lahko izdelajo zemljevid razširjenosti za izbrano vrsto na naslovu http://subbio.net/db.



Slika 3. Rak vodni osliček (Asellus aquaticus) živi tako v površinskih kot v jamskih vodah. Levo: pigmentiran in okat površinski osliček A. a. aquaticus (foto: S. Prevorčnik) in desno: depigmentiran jamski osliček A. a. cavernicolus, ki je brez oči in ima podaljšane okončine (foto: Ž. Fišer).

4. Viri groženj in zakonsko varstvo podzemnega vodnega živalstva

Na podzemne vode negativno vplivajo številne dejavnosti, ki ogrožajo tudi živali v površinskih vodah. Ti učinki so v podzemnih vodah še izrazitejši, ranljivost stigobiontov pa še dodatno povečujeta njihov endemizem (mnogo je znanih le iz ene, dveh lokacij) in nizka stopnja reprodukcije (Malard in sod. 1994; Notenboom in sod. 1994; Sket 1999).

Onesnažila, ki pronicajo v podzemlje, so zlasti v globljih kraških in nekraških vodonosnikih vir kroničnega stresa ali celo smrtonosna za stigobionte, ki so v stiku z onesnaženo vodo in sedimenti. Dejavnosti, ki zmanjšajo ali prekinejo povezavo med površjem in podzemljem (npr. regulacije rečnih strug, črpanje podtalnice), oropajo stigobionte hranil nujnih za življenje. Enako težaven kot prekinjen je zanje tudi pretiran vnos hranil; tako onesnaženje nanje nima le neposrednega ampak tudi posreden negativni učinek, s tem, da omogoči vdor energetsko zahtevnejših živali s površja (Sket in Velkovrh 1981).

Stigobionte ogroža tudi fizično spreminjanje njihovega življenjskega okolja, najbolj neposredno v primeru odstranitve, npr. ob odvozu proda s prodišč ali uničenju jamskih habitatov ob gradbenih posegih. Tudi posegi na rekah, npr. ob izgradnji jezov, uničijo življenjski prostor v rečnih prodiščih pred jezom zaradi zastajanja vode in posledičnega zablatenja intersticialnih prostorov (Perrow in sod. 2002).

Nekateri stigobionti so uvrščeni na nacionalni (Ur. l. RS, št. 82/2002) in/ali mednarodni (www.iucn.org) Rdeči seznam ogroženih živalskih vrst; a te bi morali dopolniti in posodobiti na podlagi podatkov, ki bi izhajali iz boljšega poznavanja razširjenosti in ekologije vrst. Podzemne vode so kot habitat vključene v nekatere mednarodne in nacionalne predpise. Pri nas so le Škocjanske jame uvrščene med pomembna podzemna mokrišča po Ramsarski konvenciji. Podzemne vode kot ekosistem so vključili v evropsko »Vodno direktivo« (2006/118/EC), ki poleg pomena vira pitne vode poudarja tudi varstvo podzemnih ekosistemov (Danielopol in sod. 2007), še posebej v Direktivi o podzemnih vodah (Direktiva 2000/60/ES). Ta vidik je – nerazumljivo in nerazumno – ostal izključen iz slovenske Uredbe o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12). Evropska »Habitatna direktiva« med habitate posebnega varstvenega pomena (Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Ur. l. RS št. 49/04) vključuje številne podzemne jame, od stigobiontov pa vrstno

varuje človeško ribico in školjko kongerijo (*Congeria kusceri* Bole, 1962). V Uredbi o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Ur. l. RS, št. 46/04) je vrstno poleg teh dveh stigobiontov zavarovan še rak jamska veslavka (*Sphaeromides virei* (Brian, 1923)), medtem ko je na seznamu habitatnega varstva v okviru te uredbe navedenih več stigobiontov. Stigobionte iz jamskih voda posredno ščiti Zakon o varstvu podzemnih jam (Ur. l. RS, št. 02/04 in 64/14 – ZON-C), ki varuje jame kot habitat. Krovni slovenski naravovarstveni zakon, Zakon o ohranjanju narave (Ur. l. RS, št. 96/04), v svojem 14. členu pravi: »Zniževati število rastlin ali živali posameznih populacij, ožati njihove habitate ali slabšati njihove življenjske razmere do take mere, da je vrsta ogrožena, je prepovedano.«, ki pa ostaja v praksi prezrt. Tako so stigobionti, še posebej nejamski, večinoma izključeni iz postopkov presoj vpliva posegov na okolje, pa čeprav imajo ti potencialno negativen ali uničujoč vpliv na njihov habitat.

5. Zakaj varovati podzemno živalstvo?

Podzemno živalstvo je ne le neprecenljiva slovenska, ampak tudi svetovna naravna dediščina. Večina nacionalnih endemitov, tj. vrst, ki živijo znotraj političnih meja Slovenije, živi pravzaprav pod zemljo. Nezadostna raziskanost podzemnih vrst, ki jih lahko izgubimo še preden jih bomo odkrili, je le še dodaten razlog za obvezo, da to bogastvo zaščitimo. Številni stigobionti igrajo pomembno vlogo pri kroženju in ohranjanju kvalitete vode. Prav v svetovnem merilu izstopajoča vrstna pestrost in z njo povezana čista voda sta priložnost za dolgoročni trajnostni razvoj države. Obstoječo nacionalno in mednarodno varstveno zakonodajo bi zato morali začeti dosledno upoštevati v praksi, kar je še vedno prej izjema kot pravilo.

6. Zahvala

Za pripombe na zgodnje verzije besedila smo hvaležni T. Deliću, Ž. Fišerju, B. Sketu, P. Trontlju in V. Zakšek, članom Skupine za speleobiologijo OB BF UL. Raziskave podpira ARRS, v okviru raziskovalnega programa Integrativna zoologija in speleobiologija (P1-0184) in aplikativnega projekta Znanstveni temelji za varstvo človeške ribice (*Proteus anguinus*): metodologija monitoringa, ocena izhodiščnega stanja ter identifikacija varstveno pomembnih enot (L1-6731).

7. Viri

CULVER, D.C. AND PIPAN, T., 2009. The biology of caves and other subterranean habitats. New York: Oxford University Press.

CULVER, D.CC AND SKET, B., 2000. Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. Journal of Cave and Karst Studies, 62, 11-17.

DANIELOPOL, D., GRIEBLER, C., GUNTILAKA, A., HAHN, H.J., GIBERT, T.J., MERMILLOD-BLONDIN, F., MESSANA, G., NOTENBOOM, J., SKET, B., 2007. Incorporation of groundwater ecology in environmental policy. V: P. Quevauviller, ur. Groundwater science and policy: an international overview. RSC Publishing, 671-689.

DEHARVENG, L., STOCH, F., GIBERT, J., BEDOS, A., GALASSI, D.M.P., ZAGMAJSTER, M., BRANCELJ, A., CAMACHO, A.I., FIERS, F., MARTIN, P., GIANI, N., MAGNIEZ, G., MARMONIER, P., 2009. Groundwater biodiversity in Europe. Freshwater Biology, 54(4), 709-726.

FIŠER, Ž., ALTERMATT, F., ZAKŠEK, V., KNAPIČ, T., FIŠER, C., 2015. Morphologically cryptic Amphipod species are 'ecological clones' at regional but not at local scale: a case study of four Niphargus species. PLoS ONE 10: e0134384.

FIŠER, C. AND ZAGMAJSTER, M., 2009. Cryptic species from cryptic space: the case of Niphargus fongi sp. n. (Amphipoda, Niphargidae). Crustaceana, 82, 593–614.

GIBERT, J., CULVER, D.C., DOLE-OLIVIER, M.J., MALARD, F., CHRISTMAN, M.C., DEHARVENG, L., 2009. Assessing and conserving groundwater biodiversity: synthesis and perspectives. Freshwater biology, 54, 930-941.

GLASBY, C.J. AND TIMM, T., 2008. Global diversity of polychaetes (Polychaeta; Annelida) in freshwater. Hydrobiologia, 595, 107–115.

GORIČKI, Š. AND TRONTELJ, P., 2006. Structure and evolution of the mitochondrial control region and flanking sequences in the European cave salamander Proteus anguinus. Gene, 378, 31-41.

GRIEBLER, C. AND AVRAMOV, M., 2015. Groundwater ecosystem services: a review. Freshwater Science, 34, 355–367.

KONEC, M., PREVORČNIK, S., SARBU, S.M., VEROVNIK, R., TRONTELJ, P., 2015. Parallels between two geographically and ecologically disparate cave invasions by the same species, Asellus aquaticus (Isopoda, Crustacea). Journal of Evolutionary Biology, 28, 864-875.

MALARD, F., REYGROBELLET, J.L., MATHIEU, J., LAFONT, M., 1994. The use of invertebrate communities to describe groundwater flow and contaminant transport in a fractured rock aquifer. Archiv für Hydrobiologie, 131, 93-110.

MELEG, I.N., ZAKŠEK, V., FIŠER, C., KELEMEN, B.S., MOLDOVAN, O.T.,. 2013. Can environment predict cryptic diversity? The case of Niphargus inhabiting Western Carpathian groundwater. PLoS ONE 8: e7676

PERROW, M.R., TOMLINSON, M.L., ZAMBRANO, L., 2002. Fish. V: M.R. Perrow, A.J. Davy, ur. Handbook of ecological restoration, Vol. 1: Principles of restoration. Cambridge: Cambridge University Press, 324-354.

SKET, B., 1999. The nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. Biodiversity & Conservation, 8(10), 1319-1338.

SKET, B. AND VELKOVRH, F., 1981. Postojnsko-Planinski jamski sistem kot model za preučevanje onesnaženosti podzemeljskih voda. Naše jame, 22, 27-44.

SKET, B., 2004. Dinaric karst: biospeleology. V: J.j. Gunn, ur. Encyclopedia of cave and karst science. New York London: Fitzroy Dearborn, 289-291.

TRONTELJ, P. AND ZAKŠEK, V., 2016. Genetic monitoring of Proteus populations. Natura Sloveniae, 8(1), 53–54.

VEROVNIK, R., PREVORČNIK, S., JUGOVIC, J., 2009. Description of a neotype for Asellus aquaticus Linné, 1758 (Crustacea: Isopoda: Asellidae), with description of a new subterranean Asellus species from Europe. Zoologischer Anzeiger, 248, 101-118.

ZAGMAJSTER, M., DELIĆ, T., PREVORČNIK, S., ZAKŠEK, V., 2013. New records and unusual morphology of the cave hydrozoan Velkovrhia enigmatica Matjašič & Sket, 1971 (Cnidaria: Hydrozoa: Bougainvilliidae). Natura Sloveniae, 15, 13-22.

ZAGMAJSTER, M., EME, D., FIŠER, C., GALASSI, D., MARMONIER, P., STOCH, F., CORNU, J.F., MALARD, F., 2014. Geographic variation in range size and beta diversity of groundwater crustaceans: Insights from habitats with low thermal seasonality. Global Ecology and Biogeography, 23, 1135–1145.

ZAGMAJSTER, M., FIŠER, C., PREVORČNIK, S., SKET, B., 2015. Seznam troglobiontov v podzemnih vodah reke Save. Delovno gradivo. Skupina za speleobiologijo, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 4 str.

ZAKŠEK, V., SKET, B., TRONTELJ, P., 2007. Phylogeny of the cave shrimp Troglocaris: Evidence of a young connection between Balkans and Caucasus. Molecular Phylogenetics and Evolution, 42, 223-235.

RABA PROSTORA IN OSKRBA S PITNO VODO – RAZLIČNI INTERESI DELEŽNIKOV V PROSTORU

mag. Branka Bračič Železnik[1], asist. dr. Anja Torkar[2], doc. dr. Primož Banovec[3], Ajda Cilenšek[3] & doc. dr. Barbara Čenčur Curk[2]

[1]JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, [2]Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Privoz 11, 1000 Ljubljana, [3]Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za okoljsko gradbeništvo, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana, Slovenija

ABSTRACT

Podzemna voda, ki predstavlja večino pitne vode v Ljubljani in v Sloveniji, predstavlja skrito bogastvo in tega se je potrebno zavedati, ko načrtujemo prostorske načrte in rabo prostora. S problematiko zaščite vodnih virov in z učinkovitimi praksami upravljanja prostora se ukvarja projekt PROLINE-CE, ki se izvaja v okviru programa Srednja Evropa. Kot pilotno območje je bilo v okviru projekta izbrano območje rezervnega vira pitne vode v Kosezah. Zaradi svoje lokacije v Draveljski dolini je na tem območju visok pritisk na rabo prostora, prav tako je območje poplavno z neustrezno urejeno odvodnjo površinskih voda, ki prihajajo iz zaledja. V projektu bomo preučevali konflikte rabe prostore protipoplavne ukrepe in varovanje virov pitne vode, poleg tega je cilje projekta povezati vse deležnike na širšem območju vodnega vira.

Ključne besede:
zaščita vodnih virov pitne vode, upravljanje z vodami, raba prostora, Ljubljana

1. Uvod

Javna oskrba s pitno vodo v Ljubljani bo v maju 2017 praznovala častitljivih 127 let. Izbira lokacije za prvo vodarno, vodarno Kleče, je sledila rabi prostora v letu 1890. V tistem obdobju kmetijska dejavnost ni bila prepoznana kot raba prostora, ki ogroža kakovost podzemne vode, zato so bili prvi vodnjaki izkopani sredi kmetijskih površin. V naslednjih 100 letih so se urbana območja Ljubljana povečala za nekajkrat, na obrobju mesta so nastala industrijska območja, na vodovarstvenih območjih pa se je tradicionalno ohranila kmetijska raba prostora. Širjenje mesta, vzpostavitev industrijskih območij, umeščaje obvoznice in novih cest v prostor, intenzivna proizvodnja zelenjave, vse to pušča močan pečat na kakovosti podzemne vode.

Stroka tistega obdobja se je zavedala, da je potrebno določene aktivnosti na prispevnih območjih vodarne prepovedati oziroma omejiti, zato je bil l. 1955 sprejet prvi občinski odlok o varovanju pitne vode. Odlok je pravočasno preprečil pozidavo vplivnega območja vodarne Kleče in ožjega območja vodarne Hrastje. Pomanjkljivost odloka je bila, da ob gradnji novih sosesk le-ta ni zahteval izgradnje kanalizacije. Prepovedi odloka so popustile pod pritiski in generalni urbanistični načrt iz leta 1966 je dovolil gradnjo novih sosesk v prispevnih območjih vodarne Kleče in Hrastje. Ob izdaji lokacijske odločbe za novo gradnjo je sicer bila izdana zahteva po obveznem priključku na kanalizacijo, ki je bila načrtovana in naj bi se zgradila kasneje, vendar so nekatera območja še vedno komunalno neurejena.

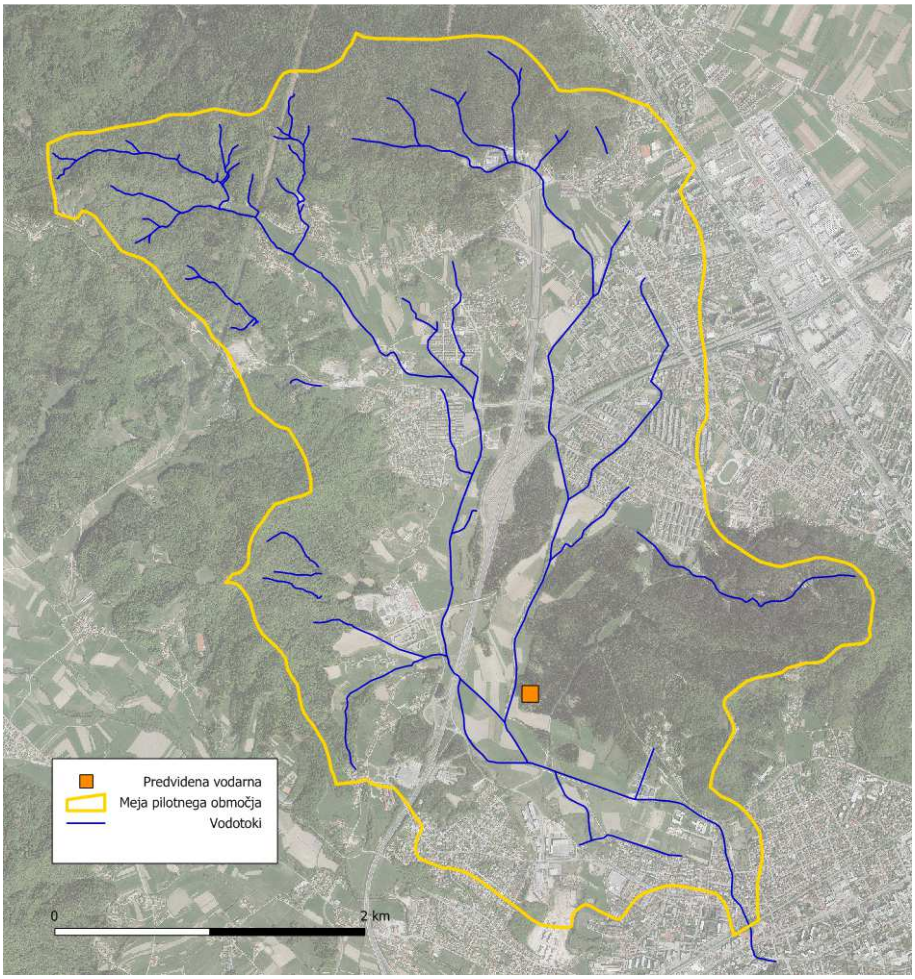
Zaradi potencialne ogroženosti obstoječih virov pitne vode je Mestna občina Ljubljana je v občinskem prostorskem načrtu predvidela rezervni vodni vir na območju Kosez, v Draveljski

dolini. Rezervni vodni vir se nahaja v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib. Širše območje je naseljeno, prečka ga avtocesta, vendar geološka zgradba območja, 20 m debela krovna plast gline, ščiti podzemno vodo.

2. Raba prostora in varovanje virov pitne vode

Zaradi širjenja mesta so potrebe po čisti, zdravi pitni vodi vedno večje in bolj zaželene. Podzemna voda, ki predstavlja večino pitne vode v Sloveniji ter prav tako v Ljubljani, predstavlja skrito bogastvo in tega se je potrebno zavedati, ko načrtujemo prostorske načrte in rabo prostora. Kar pred 100 leti ni bilo prepoznano kot grožnja kakovosti pitne vode, npr. kmetijstvo, danes pušča zelo močan pečat na kakovosti podzemne vode.

S problematiko zaščite vodnih virov in učinkovitimi praksami upravljanja prostora se ukvarja projekt v okviru programa Srednja Evropa PROLINE-CE (Učinkovite prakse upravljanja s prostorom z vključevanjem zaščite vodnih virov in negradbenih protipoplavnih ukrepov). Ključni cilji projekta so v zvezi z rabo prostora in z upravljanjem vodnih virov pitne vode: (1) zaščita virov pitne vode, (2) medsebojno povezovanje navzkrižnih interesov rabe zemljišč, varstva okolja in zaščita vodnih virov, (3) zmanjševanje vplivov poplav in suš na vire pitne vode, (4) prilagajanja podnebnim spremembam.



Slika 1 Pilotno območje s predvideno lokacijo vodarne Koseze.

Dejavnosti rabe prostora, ki vplivajo na kakovost in količino podzemne vode so poselitev, obrtna in industrijska območja, poljedelstvo, gozdovi, pašniki in transport. Poselitev na kakovost podzemne vode vpliva z neurejenim odvajanjem odpadnih voda ali puščanjem kanalizacije ter z uporabo pesticidov na športnih površinah, v parkih in na pokopališčih. Industrijska območja lahko vplivajo na kakovost podzemne vode z neustreznimi izpusti strupenih snovi in s težkimi kovinami. Zaradi kmetijstva je podzemna voda onesnažena z nitrati, pesticidi in njihovimi razgradnimi produkti. Gozdovi imajo pozitivni učinek na kakovost podzemne vode, saj predstavljajo bariero med vodnimi viri in onesnaževanjem iz urbanega okolja in s kmetijskih površin. Transport ima tudi negativne posledice na kakovost podzemne vode, če prihaja do neustreznega odvajanja padavinske vode s cestišč. Prav tako so okolju in podzemni vodi neprijazna pretirana uporaba soli v času zmrzovanja cest.

V projektu je bilo kot pilotno območje izbrano območje rezervnega vira pitne vode v Kosezah (Slika 1). Zaradi svoje lokacije v predmestju Ljubljane je na tem območju visok pritisk na rabo prostora. Prav tako je Draveljska dolina poplavno območje z neustrezno urejeno odvodnjo površinskih voda, ki prihajajo iz zaledja. Večino teh vod se steka v mestno kanalizacijo, ki pa ob visokih vodah ne more odvesti toliko vode. Meritve in scenariji podnebnih sprememb kažejo na povečanje pogostnosti intenzivnejših nalivov in pojavljanja poplav v prihodnosti, zaradi česar je potrebno najti rešitve in ukrepe. Potrebno je usklajeno upravljanje rabe prostora, zaščite pred poplavami in vodnih virov, ki so predpogoj za kakovostno pitno vodo in življenje.

3. Zaključek

Cilj projekta PROLINE-CE je med seboj povezati vse deležnike na širšem območju vodnega vira, medsebojno sodelovanje in povečana aktivnost deležnikov. Kljub temu, da je podzemna voda na območju Ljubljane kakovosten vir pitne vode, pa posamezne aktivnosti na vodovarstvenih območjih in posledično pojavi onesnaženj opozarjajo na to, da moramo v bodoče zelo premišljeno in nadzorovano posegati v prostor, saj lahko le tako ohranimo kvalitetno podzemno vodo. Interes po ohranitvi in zagotavljanju zdrave pitne vode mora biti prvi interes v prostoru, ostali interesi pa se mu morajo prilagoditi in podrediti.

4.

Vode in sodelovanje javnosti pri odločanju

KOMPETENTNA DRUŽBA – TEMELJ TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

mag.arh. Marta Vahtar, univ.dipl.ing.kraj.arh.

ICRO – Inštitut za celostni razvoj in okolje, Savska cesta 5, 1230 Domžale

POVZETEK

Kompetentna družba ima izobražene in dobro informirane posameznike. Le-ti so sposobni enakopravno sodelovati pri odločanju o perečih okoljskih problemih, ki zadevajo sodobno družbo. To je ideal, ki potrebuje ustrezno izobraževanje na vseh ravneh izobraževalnega procesa in je temelj trajnostnega razvoja, katerega cilj je poleg (vzdržnega) razvoja zagotoviti ohranitev narave in naravnih dobrin tudi za prihodnje generacije.

Ker se stroka in njena doktrina zaradi hitrih sprememb v okolju zelo hitro spreminjata, so različne oblike neformalnega izobraževanja in ozaveščanja izredno pomembne, saj predstavljajo hiter prenos znanja in nove doktrine iz ozkih strokovnih krogov na različne segmente splošne javnosti. Le dobro informirana in podučena javnost pa lahko kompetentno sodeluje pri odločanju in kreiranju svojega prostora.

Človek je vedno bil bolj ali manj zavestno kreator svojega prostora. Medtem, ko nas kot arhitekte in ustvarjalce največkrat zanima predvsem »visoka umetnost«, se v prostoru odvija kolektivna kreacija kot ideniteta prostora, ki izraža stanje duha, odnos človeka do narave, stopnjo odtujenosti človeka od svojega bistva.

Medtem ko v imenu trajnostnega razvoja hiše oblačimo v zelenje, ker je to modno, ustvarjamo zeleno-modro infrastrukturo, ker nam koristijo njene storitve za rekreacijo in sprostitev…, pa zaradi naših posegov v prostor propadajo gozdovi, rastlinski in živalski sistemi, izgubljamo pitno vodo, sredi morja pa nastajajo nepredstavljivo veliki otoki odpadne plastike in morje, »prajuha«, iz katere je vzniknilo naše življenje, vsebuje vse več mikroplastike in drugih sintetičnih snovi – vse to nastaja kot naša kolektivna kreacija, kot odraz stanja duha naše civilizacije.

V okviru tega prispevka bo predstavljenih nekaj projektov, ki smo jih v preteklih desetletjih realizirali na ICRO Domžale in katerih fokus je ozaveščanje in opolnomočenje javnosti pri odločanju o zadevah povezanih z vodo. Cilj predstavitve je oceniti naše delo in izkušnje v luči ideje kompetentne družbe.

Ključne besede:

participacija javnosti, izobraževanje, opolnomočenje javnosti, identiteta prostora, kolektivna odgovornost, trajnostni razvoj

1. Uvod

Temelj trajnostnega razvoja je kompetentna družba, ki jo sestavljajo izobraženi in dobro informirani posamezniki, ki so sposobni enakopravno sodelovati pri odločanju o perečih okoljskih problemih, ki zadevajo sodobno družbo. To je ideal, vizija in izhodišče številnih aktivnosti današnje družbe s katerimi le-ta želi vplivati na prihodnje generacije. Toda kaj dejansko pomeni izraz "kompetentna družba"?

S člankom želim podati svoja razmišljanja o tej tematiki ter osvetliti nekatera dejstva skozi primere projektov, ki smo jih v preteklih desetletjih realizirali na ICRO Domžale in katerih fokus je ozaveščanje in opolnomočenje javnosti pri odločanju o zadevah, povezanih z vodo.

2. Kompetentna družba in izobraževanje

Kompetentna je tista družba, ki jo sestavljajo visoko izobraženi in dobro informirani posamezniki. Je razmišljujoča družba, kjer je znanje osnova za kritičen razmislek in iskanje alternativnih rešitev. Je družba, ki razmišlja globalno in presega ozek pogled lokalne skupnosti, naroda, države ali pa družbenega razreda, sektorja ali druge skupnosti. To je družba, kjer se skozi dialog in timsko delo išče skupne rešitve. To ni le participativna družba, ki se odgovorno vključuje v aktivnosti, ki jo zadevajo. Je proaktivna družba, ki se ne le vključuje v dialog, kjerkoli je za to priložnost, temveč sama iniciira dialog, kjerkoli čuti, da je le-ta potreben. To je hkrati ustvarjalna družba, ki svojo kompetentnost zna in si upa transformirati v samoaktualizacijo, v novo kreacijo.

Kompetentne, "razmišljujoče in odgovorne posameznike lahko ustvari le družba, ki je temu naklonjena," je v svojem nagovoru na konferenci Evropsko leto za razvoj 2015: Globalno učenje in pomembnost vključitve globalnih perspektiv v šolski sistem, dejala Eva Marn, ena od ustanoviteljic društva Humanitas, ki je poudarila tudi to, da "država ni samo državni aparat in politika, ki želi ostati na oblasti, to smo tudi ljudje, ki preko neformalnih in formalnih mehanizmov učenja ustvarjamo kritične posameznike in skupnosti."

Če želimo s formalnim ali neformalnim načinom izobraževanja vplivati na razvoj kompetentne družbe, moramo najprej ugotoviti, kaj so značilni elementi takšne družbe. Poleg znanja in veščin je pomembna predvsem sposobnost, da na podlagi tega znanja delujemo, saj nam znanje samo po sebi, če ga ne znamo uporabiti, kaj dosti ne koristi. V ospredju so torej psihološki, socialni in vrednostni vidiki posameznikov in družbe kot celote, kakor tudi povezovanje različnih disciplin. Večji poudarek gre torej razvoju tako imenovanih »mehkih« veščin, kot so na primer timsko delo, sodelovanje, komunikacijske sposobnosti, zainteresiranost, odgovornost in podobno ter sposobnost razmišljanja izven obstoječih okvirjev.

2.1 Psihološki vidiki

V današnjem svetu, ki se neprestano spreminja in kjer ena resnica v nekaj letih že zastari, saj je novo znanje omogočilo drugačno, boljšo razlago, je pomembno, da se znamo tem neprestanim spremembam in novostim hitro prilagajati. Zato so potrebni pogum, vedoželjnost in sposobnost razmišljanja izven obstoječih okvirjev. To hkrati pomeni potrebo po vseživljenskem učenju in sprejemanju sprememb, ter nenazadnje potrebo po spreminjanju posameznika – to je potrebo po tem, da se je posameznik sposoben stalno na novo definirati. Že današnje generacije smo tekom svojega življenja primorane večkrat spremeniti področje dela ali celo poklic. Prihodnjim generacijam bo to stalnica. Pomemben vidik in vodilo je torej vedoželjnost, zaineresiranost, motivacija. Torej je pomembno, da učencem in dijakom v obdobju, ko se formirajo v odgovorne, kompetentne mlade ljudi, omogočimo razvoj kreativnosti in spodbujamo visoko motiviranost. To pa pomeni, da jim je treba omogočiti, da si del učnega procesa sami oblikujejo. Skozi to se jim krepijo predvsem samozavest, pogum stopiti iz vrste in se izpostaviti, ter kreativnost in sposobnost enakopravno sodelovati pri skupinskih nalogah.

2.2 Socialni vidiki

Med socialne vidike bi v prvi vrsti šteli zavedanje, da smo kot skupnost močnejši in pametnejši, bolj vešči in sposobnejši sprejemanja boljših odločitev. Vsak talent, veščina ali posebno znanje posameznika je koristen košček talentov, veščin in znanj družbe kot celote. Bolj kot so ti talenti, veščine in znanja raznoliki, bogatejša je družba kot celota. Zato je smiselno spodbujati posameznike, da razvijajo svoje posebne sposobnosti tam, kjer imajo svoje srce, svojo strast,

torej tiste talente, veščine in znanja, ki jih veselijo. Hkrati pa je potrebno razvijati veščine timskega dela, komunikacije in predvsem poslušanja drug drugega. Pomembna veščina današnje družbe pa je zaradi presežka informacij tudi sposobnost hitro najti ustrezne informacije, iz njih izluščiti bistvo in jih znati koristno uporabiti.

V sodobni kompetentni družbi torej ni dovolj le spodbujanje multidisciplinarnosti, ki razvija naše specifične in zelo raznolike sposobnosti, ki širijo obzorja posamezne discipline. Tudi ni dovolj spodbujanje interdisciplinarnosti, ki skozi dialog med disciplinami plemeniti posamezne discipline in širi razumevanje med njimi. Potreben je tudi transdisciplinarni način dela in razmišljanja, ki hkrati presega veliko meja posameznih disciplin z namenom ustvarjanja celostnega ali holističnega razumevanja sveta in procesov, ki se v njem odvijajo, in hkrati omogoča široko paleto interakcij med znanostjo in najširšo družbo. Da smo kot posamezniki sposobni takšnega načina razmišljanja in dela v skupnosti, pa je potrebno ostati zvedav, kritičen, znati poslušati, se pripravljen ves čas učiti od kogarkoli, znati kompleksne in težko razumljive reči predstaviti na preprost način tako, da vsakdo lahko razume bistvo in podobno. To so veščine, ki jih je potrebno razvijati že v osnovni šoli in potem skozi celoten izobraževalni proces nadgrajevati, če hočemo postati družba kompetentnih posameznikov, ki tvorijo kompetentno družbo kot celoto.

2.3 Vrednostni vidiki

Osebne vrednote so podlaga za naše odločitve, to je odločitve o tem, čemu bomo v življenju dajali prednost, kaj nam je bolj pomembno in kaj manj. Naše vrednote in sistem odločanja pa so posledica naših stališč in prepričanj, ki se v večjem delu oblikujejo že v času osnovne šole ter dodobra utrdijo v času srednje šole. Kasneje tega osnovnega sistema vrednot večinoma bistveno ne spreminjamo več. Zato je pomembno, čemu se v času osnovnega izobraževanja in vzgoje posveča pozornost, tako v okviru šolskih kot izvenšolskih dejavnosti, in na kakšen način. Ob tem pa ne smemo pozabiti na bistveni vidik, to je sposobnosti mentorjev slediti spremembam in potrebam družbe. Predvsem oni so tisti, ki morajo na svoji profesionalni poti slediti razvoju znanja, družbe in njenih problemov ter se kaliti in osebno rasti, da zmorejo svojim varovancem predati ustrezne veščine in spoznanja, ki so potrebna za razvoj kompetentne družbe, ki je temelj trajnostnega razvoja, katerega cilj je poleg (vzdržnega) razvoja predvsem zagotoviti ohranitev narave in naravnih dobrin za prihodnje generacije. Prav dolgoročen in globalen pogled v prihodnost, znanje, spoštljiv odnos do človeka in skupnosti ter varovalen odnos do narave in naravnih virov so najpomembnejše vrednote kompetentne družbe, katere cilj je trajnostni razvoj. Zato so te vrednote tiste, ki jih moramo v izobraževalnem procesu gojiti in krepiti, saj s tem vzgajamo ljudi prihodnje generacije, ki se bodo verjetno soočale z večjimi okoljskimi problemi kot mi danes.

3. Ozaveščevalni in izobraževalni projekti

Kot krajinsko arhitektko in arhitektko me je vedno zanimala fizična oblika oziroma fizična pojavnost v prostoru. Zakaj je neka oblika boljša od druge, zakaj je neka oblika lepša od druge, kako fizična oblika vpliva na naše počutje, na naše občutenje, na naše razmišljanje.

Kmalu me je začela zanimati preprosta arhitektura in oblike, ki nastajajo kot človekov odtis v prostoru, v krajini, identiteta prostora, identiteta krajine. Zanimal me je odnos človeka do narave in kako se ta odraža v prostoru ter kako lahko vplivamo na pojavnost človeka v prostoru. Ugotavljala sem, da ta oblika bolj kot katera koli druga oblika odraža stanje duha, ki pa se v vsej človeški zgodovini ni bistveno spremenil. Vedno je bil osvajalski in še vedno je. Vedno si je človek del narave vzel, si jo prilagodil in preoblikoval tako, da je ta označevala njegovo prisotnost v prostoru. Človek je vedno bil kreator svojega prostora in to bolj ali manj zavestno. Medtem ko ustvarjalce arhitekture zanima »visoka umetnost«, se v prostoru odvija kolektivna kreacija kot ideniteta prostora, ki izraža stanje duha, odnos človeka do narave, stopnjo odtujenosti človeka od svojega bistva, narave.

Danes vsi govorimo o trajnostnem razvoju, o ustvarjanju boljšega življenja za nas vse, da pri tem ne smemo pozabiti narave, ki nam omogoča življenje. Kot kreatorji, hiše oblačimo v zelenje, ker je to modno, ker prihranimo pri energiji…, ustvarjamo zeleno-modro infrastrukturo, ker nam koristijo njene storitve za rekreacijo in sprostitev…, medtem ko zaradi naših posegov v prostor propadajo gozdovi, rastlinski in živalski sistemi, izgubljamo pitno vodo, sredi morja pa nastajajo nepredstavljivo veliki otoki odpadne plastike in morje, »prajuha«, iz katere je vzniknilo naše življenje, vsebuje vse več mikroplastike in drugih sintetičnih snovi – vse to nastaja kot naša kolektivna kreacija, kot odraz stanja duha naše civilizacije.

Oblika oziroma odtis na površini zemlje, ki ga ustvarja naša kolektivna zavest, je nepredstavljivo velik in ne najbolj lep in harmoničen. Postali smo močni kreatorji, ki se velikosti in veličine svoje moči ne zavedamo. Sprašujem se, ali smo kot kreatorji svojega sveta sposobni preseči egoistične cilje in apokaliptične težnje sedanjega »trajnostnega« razvoja?

Pred skoraj tremi desetletji sem svojo magistrsko nalogo zaključila z besedami, da moramo arhitekti sestopiti iz piedestalov visoke umetnosti in se odpraviti med ljudi. Leta 1995 sem organizirala prvo konferenco v Sloveniji na temo izobraževanja za participacijo pri odločanju z naslovom "Arhitektura v šoli: izobraževanje za trajnostni razvoj". Temu je sledila vrsta različnih projektov, kjer sem uporabila različne tehnike in metode vključevanja javnosti v procese odločanja. Svoje izkušnje sem leta 2002 strnila v drobni knjižici "Načtovalske igre: tehnike in metode vključevanja javnosti v procese odločanja, ki zadevajo okolje in njegov razvoj«.

Splet okoliščin me je pripeljal do tega, da sem se leta 1996 začela ukvarjati z vodami in se kot arhitektka učiti od drugih strok o vodnih in na vodo vezanih naravnih sistemih. Ko sem to znanje poskušala prenašati nazaj v svojo stroko in sem na lastni koži doživljala frustracijo premagovanja vrzeli v razumevanju istega teksta, ki smo ga skupaj pripravljali "vodarji" in "prostorci", se je rodila ideja o Vodnem detektivu, o izobraževalnem programu med mladino, ki bo dolgoročno razširila celostno razumevanje voda, kar počnem že dvajset let.

Med projekti, ki bi jih v kontekstu kompetentne družbe in izobraževanja rada izpostavila, so trije: Vodni detektiv, Zelena os in moja vietnamska izkušnja. Cilj vseh je ozaveščanje, izobraževanje in opolnomočanje javnosti pri odločanju o zadevah povezanih z vodo.

3.1 Zelena os

Kot prvega naj omenim projekt »Zelena os«, katerega vizija je bila pripravljena v letih 1998-2000 s pomočjo PHARE mikroprograma za partnerstvo, realizira pa se postopoma še sedaj. Šlo je v prvi vrsti za vzpostavitev zelene poteze ob Kamniški Bistrici od njenega izvira do izliva v Savo z namenom razširiti rečni koridor in preprečiti nadaljnjo pozidavo obrečnega prostora, da bi bila s tem omogočena možnost kasnejšega, bolj sonaravno oblikovanega rečnega koridorja na mestih, kjer dinamika reke to še dopušča. S tem bi se dolgoročno izboljšalo morfološko in s tem ekološko stanje reke. Hkrati pa širok zelen pas ob vodotoku predstavlja izjemen potencial za razvoj rekreacijskih in ekoturističnih programov.

Vizijo rabe obrečnega prostora smo oblikovali v okviru okroglih miz in delavnic. Vsaka od njih je bila namenjena obravnavi ene zaključene tematike (poplave, rekreacija, dediščina…). Najprej smo s pomočjo različnih strokovnjakov predstavili izbran problem ali potencial in primere dobrih praks. Potem smo predstavili grobo zasnovo rešitve, ki smo jo s pomočjo participacije udeležencev delavnic ustrezno korigirali in dopolnili ter to vizijo in razmišljanja objavili v lokalnih časopisih, v publikaciji, ter kasneje dopolnjeno in nadgrajeno na razstavi, informativnih tablah ob reki in na Internetu.

Rezultat takratne pobude in sprejetosti vizije s strani široke javnosti je varstvo širšega obrečnega prostora v prostorskih aktih občin, inkrementna izgradnja poti, ki sedaj prostor v velikem deležu povezujejo med seboj, številne učne poti ter veliko število ljudi, ki prostor vsak

dan obiskujejo. Projekt nedvomno dokazuje, da v kolikor je vizija prava in jo razume ter posvoji široka skupnost, se bo le-ta slej ko prej manifestirala tudi v realnem življenu.

3.2 Vodni detektiv

Vodni detektiv je izobraževalni program, ki smo ga začeli izvajati že leta 1997 in katerega cilj je bil in še vedno je doseči večje in bolj celovito poznavanje vodne tematike v lokalnem okolju in večjo ozaveščenost javnosti o problematiki varstva voda ter vodnega in obvodnega prostora s pomočjo aktivnosti, ki jih izvajajo učenci osnovnih šol. Hkrati je cilj na bolj celovit način preseči problem fragmentiranosti splošnega znanja o vodi; z dvigom splošnega poznavanja problematike voda pa doseči spremenjen odnos in obnašanje družbe do vode, življenja v njej, ter vodnega in obvodnega okolja, kar naj bi dolgoročno privedlo do družbe, ki bo lahko sprejemala boljše odločitve o zadevah vezanih na vodno problematiko.

Aktivnosti v glavnem sestojijo iz vsakoletnega nacionalnega raziskovalnega in likovno-literarnega natečaja za učence osnovnih šol, priprave izobraževalnih gradiv za učence (pravljice, poljudno znanstvene publikacije) ter izobraževalnih gradiv in seminarjev za mentorje. Poleg teh je bilo v preteklosti v sodelovanju z drugimi organizacijami izvedeno tudi več aktivnosti na lokalnem nivoju na različnih koncih Slovenije.

Skozi natečaj, ki je rdeča nit programa, spodbujamo timsko delo in interdisciplinarnost, kreativnost učencev pri iskanju lastnih pristopov k reševanju zadanih nalog, raziskovanje lokalnega okolja, terensko delo, vključevanje lokalne skupnosti in lokalnih strokovnjakov v projekte šol ter seznanjanje najširše lokalne skupnosti o rezultatih in spoznanjih, do katerih so se učenci dokopali v svojih nalogah, s članki v lokalnih medijih, razstavami in drugimi oblikami seznanjanja lokalne skupnosti. Bolj ko je naloga izpeljana na način, da krepi sposobnosti učencev v smeri skupinskega dela ter bolj ko vključuje lokalno skupnost, bolje je ocenjena. Kar na nekaj šolah so v preteklih dvajsetih letih na takšen način pripravili svoje raziskovalne naloge, s svojimi rezultati in spoznanji pa ne le seznanili lokalno skupnost, temveč v lokalni skupnosti s svojim proaktivnim delovanjem dejansko sprožili marsikatero spremembo, kot so na primer izgradnja učne poti, zavarovanje mokrišča in podobno.

Medtem ko pri raziskovalnih nalogah ni težko videti, kako navedene aktivnosti dejansko omogočajo opremljanje učencev z različnimi izkušnjami in razmišljanji, ki jim pomagajo razviti sebe v smeri kompetenc, ki smo jih na začetku izpostavili, pa je to možno izvesti tudi pri likovno-literarnih nalogah. Tudi pri teh se morajo učenci najprej seznaniti z razpisano temo in proučiti naravne procese ali pojave ter probleme vezane nanjo. Šele potem se lotijo svoje naloge, pri čemer se izražajo na bolj čustven način skozi pravljico, risbo, pesem, zgodbo, opis lastnih izkušenj (npr. s poplavo) ali zapis pripovedi starejših krajanov. Prav ta čustvena nota izkušnje z nalogo pa v veliki meri lahko vpliva na posameznikov vrednostni sistem.

V kontekstu tega programa bi želela izpostaviti še en projekt z vrtci v povodju Kamniške Bistrice z naslovom »Vrč želja za čisto reko«. Pri tem projektu so otroci v vrtcih celo leto v posebnem vrču zbirali izvirsko vodo iz različnih izvirov, ki so jih s starši obiskali. Na zemljevidu so označili točko izvira in potem z barvico izrisali pot vode od izvira do izliva v Savo. Na skupni prireditvi ob zaključku projekta se je zbrano izvirsko vodo primerjalo z vodo na izlivu in ugotavljalo, zakaj ni takšna kot na izviru. Skratka, za te otroke je bila to zelo dragocena izkušnja, ki se jim je globoko usidrala v spomin in sistem vrednot.

3.3 Vietnam

V Vietnamu sem bila vključena v projekt Celostnega upravljanja z obalnim območjem pod vodstvom nizozemskega Ministrstva za transport, javna dela in vodno gospodarstvo (2002-2007). Odgovorna sem bila za pilotni projekt vključevanja ključnih vodnogospodarskih vsebin, relevantnih za življenje na obalnem območju province Thua Thien Heue, v sistem izobraževanja. Eden ključnih problemov obalnega dela province so razsežne poplave in erozija obale, ki pogosto terjajo veliko število življenj. S klimatskimi spremembami pa se bodo razmere še toliko poslabšale. Zato je bilo kot eno ključnih načinov dolgoročnega reševanja problema

in zmanjševanja števila smrtnih žrtev prepoznano redno osnovnošolsko in srednješolsko izobraževanje. Z izobraževanjem otrok se namreč direktno povečuje stopnja znanja obalnih prebivalcev o zadevni problematiki in s tem se spreminja njihov odnos do problemov, hkrati pa se s pomočjo znanja vpliva na porast sodelovanja obalnih prebivalcev pri uresničevanju programa celostnega upravljanja z obalnim območjem.

Projekt je sledil osnovnemu modelu Vodnega detektiva s celovito pripravljenim učnim gradivom za učitelje v vietnamščini. Temu je najprej sledil sklop izobraževanj za mentorje učiteljev in odgovorne za sestavo učnega programa. Z njimi smo potem na delavnicah pripravili prve koncepte integracije teh vsebin v redni program osnovne in srednje šole. Po zaključku projekta so se nekatere vsebine dejansko integrirale v redni šolski program in v program izobraževanja učiteljev, vsa učna gradiva pa so bila posredovana šolam z namenom, da se jih kar najbolj široko uporablja.

4. Zaključki

Ker se znanja posameznih strok in njihovih doktrin zaradi hitrih sprememb v okolju zelo hitro dopolnjujejo in spreminjajo, so prav različne oblike neformalnega izobraževanja in ozaveščanja izredno pomembne za razvoj kompetentne družbe. Predstavljajo namreč hiter prenos znanja in novih doktrin iz ozkih strokovnih krogov na različne segmente splošne javnosti. Temu bi se moral prilagoditi šolski program in tako učencem kot učiteljem omogočiti več svobode za vključevanje aktualnih tem in drugačnih oblik dela v program šole, na drugi strani pa bi država morala bolj podpreti prenos znanstvenih spoznanj v nižje stopnje izobraževanja. Le na takšen način bomo mlade opremili s potrebnim znanjem, veščinami in predvsem sistemom vrednot, da bodo lahko kompetentno sodelovali pri odločanju in kreiranju svojega okolja in razvoja na vzdržen način s katerim se zagotavlja ohranitev narave in naravnih dobrin tudi za prihodnje generacije.

5. Viri

[1] MARN, E. (2015). Razmišljujoče in odgovorne posameznike lahko ustvari le družba, ki je temu naklonjena – uvodni nagovor na konferenci Evropsko leto za razvoj 2015: globalno učenje in pomembnost vključitve globalnih perspektiv v šolski sistem [splet]. Ljubljana. Društvo Humanitas. Dostopno na:

http://www.humanitas.si/?subpageid=760 [dostop 4. januar 2017]

[2] VAHTAR, M., LE VAN, T., LE THI, A.D., PHAM, T. AND MISDORP, R., 2011. Awaseness raising through an educational programme in the Thua Thien Hue province. V: R. Misdorp, ur. Climate of Coastal Cooperation. Leiden, the Netherlands: Coastal & Marine Union – EUCC, 112-113.

[3] VAHTAR, M., 2001. The Kamniška Bistrica River: Visions for Establishment and Utilization of a Green Buffer Zone Along the River. Domžale: ICRO Domžale.

VLOGA PSIHOLOŠKIH IN SOCIALNIH DEJAVNIKOV PRI OKOLJSKI OZAVEŠČENOSTI IN VEDENJU V ZVEZI S PITNO VODO

dr. Katarina Polajnar Horvat

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Človek s svojim antropocentričnim pogledom in materialno zahtevnim načinom življenja vse bolj aktivno izkorišča pitno vodo, naravno dobrino, potrebno za obstoj živega sveta in s tem vpliva na njeno razpoložljivost in kakovost. S svojim delovanjem vodne ekosisteme degradira na različne načine, zato so njegova miselnost, ozaveščenost in vedenje kritični dejavniki tako pri povečevanju kot pri zmanjševanju njihovega obremenjevanja. V prispevku raziskujemo odnos ljudi do pitne vode in vlogo notranjih in zunanjih dejavnikov pri razvoju okoljske ozaveščenosti in spreminjanju okoljskega vedenja v zvezi z vodo. Ugotovili smo, da prebivalci Ljubljane na deklarativni ravni izražajo visoko okoljsko ozaveščenost in pripravljenost varčevati z vodo, dejansko pa je stopnja okolju prijaznega vedenja precej nižja. Nadalje smo ugotovili, da pripravljenost za varčevanje z vodo izraziteje vzpodbujajo psihološki dejavniki okoljskega vedenja, medtem, ko vedenje samo, poleg psiholoških, zaznamujejo tudi socialni dejavniki. Zaključimo lahko, da je pravilen pristop z izbranimi metodami socialnega vplivanja od spodaj navzgor.

Ključne besede:

pitna voda, okoljsko vedenje, socialni dejavniki, psihološki dejavniki, metode socialnega vplivanja

1. Uvod

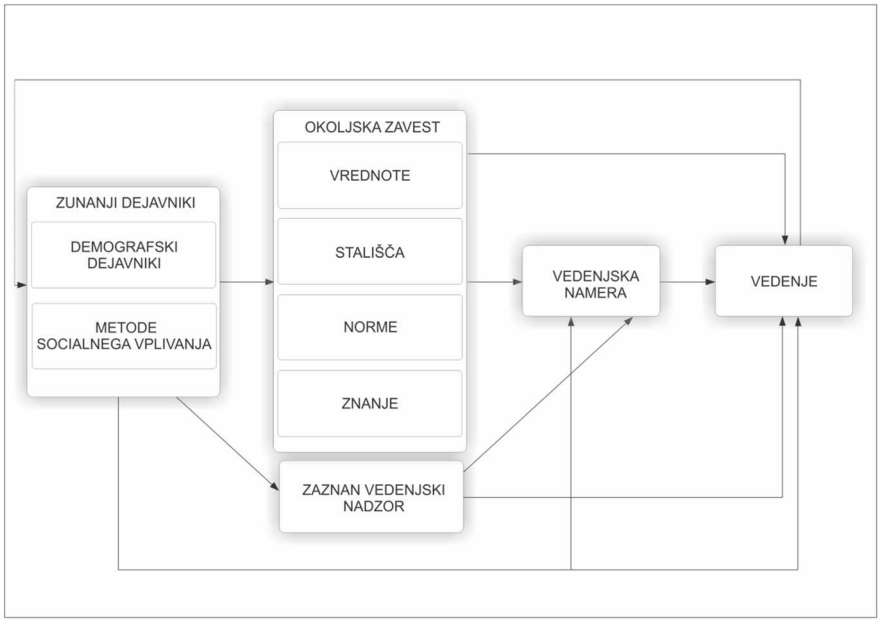
Ljudje in njihov odnos do pitne vode so osrednji cilj raziskovanja prispevka. Kljub razširjenemu prepričanju, da so ljudje v preteklosti spoštovali vodne vire in z njimi ravnali razumno in odgovorno, sedanje generacije niso prve, ki jih degradirajo in pretirano izkoriščajo (Plut 2014). Človek namreč s svojim delovanjem posega v vodne vire že odkar se zaveda svoje prvenstvene vloge v okolju. S civilizacijskim razvojem, izumi, ki so pomagali človeku do lažjega dela, naraščanjem števila prebivalcev in njihovega vedno bolj materialno zahtevnega življenja, je ravnanje z vodnimi viri postalo vse manj odgovorno. Vzroka za to ne moremo pripisati zgolj stopnji gospodarskega in tehnološkega razvoja, ki to omogoča, temveč in predvsem odnosu človeka do svojega okolja in njegovemu delovanju. Pomemben člen pri degradaciji in pretirani rabi vodnih virov so gospodinjstva oziroma v njih živeči ljudje, ki s svojimi vrednotami, razmišljanjem in ravnanjem vsakodnevno usmerjajo izbiro storitev kot porabo dobrin, med katerimi ima posebno mesto voda, njena dragocenost v kontekstu naravnega vira in hkrati njena ogroženost kot pokrajinske sestavine sodobne družbe, še zlasti v mestih (Polajnar Horvat, 2015).

Čeprav sta bila človekova okoljska zavest in njegovo vedenje predmet preučevanja že vse od začetka sedemdesetih let prejšnjega stoletja (Lehman and Geller, 2004), slabo desetletje po začetku širšega zavzemanja za varovanje okolja, se je zanimanje zanju skokovito povečalo v zadnjih dveh desetletjih, ko se bolj kot kdaj koli prej kažejo negativne posledice današnjega

načina življenja, poleg tega pa se jih tudi veliko bolj zavedamo (Polajnar Horvat, 2015). Na okoljsko vedenje sovplivajo številni dejavniki (Gifford and Nilsson, 2014). Opredelimo jih lahko kot dejavnike, ki izvirajo tako iz človekove notranjosti kot tudi iz njegovega ožjega ali širšega družbenega okolja in vplivajo na vedenje (Kollmuss and Agyeman, 2002; Clark, Kotchen and Moore, 2003). Vsak izmed nas je namreč samostojna celota, živeča v socialnem okolju, ki usmerja oziroma bolj ali manj vpliva na naše življenje. Poznamo različne teorije za pojasnjevanje okoljskega vedenja ljudi (Bamberg and Schmidt 2003), pri čemer je eden izmed uveljavljenih konceptov zmes lastnih in kolektivnih interesov oziroma motivov pri okoljskem delovanju. Na eni strani gre za uporabo teorij oziroma modelov, ki izhajajo iz domneve, da je okolju prijazno vedenje povezano z delovanjem v okviru svojih lastnih interesov, kjer je glavni motiv individualizacija koristi. Med njimi se je pri preučevanju okoljskega vedenja v največji meri uveljavila Teorija načrtovanega vedenja (Theory of planned behaviour) (Ajzen, 1991). Na drugi strani pa gre za uporabo modelov, ki izhajajo iz domneve, da je okolju prijazno vedenje povezano z delovanjem za skupno dobro, glavni motiv je kolektivizacija koristi. Med njimi se je uveljavila novejša teorija vrednot, prepričanj in norm (Value-belief-norm Theory) (Stern, 2000). Glede na to, da gre pri človekovem delovanju v okolju pogosto za tako imenovano »dilemo skupnega« oziroma »socialno dilemo«, kjer človek deluje v smeri individualizacije lastnih koristi in posledično kolektivizacije škode, je njegovo vedenje smiselno preučevati z obeh zornih kotov. Poleg omenjenih dveh teorij smo v modelu uporabili tudi model pomanjkanja znanja (knowledge deficit model) (Schultz 2002), ki predpostavlja, da izobraževanje o okoljski tematiki samodejno vodi k okolju prijaznejšemu vedenju. Večina dosedanjih raziskav s področja preučevanja okoljskega vedenja se osredotoča na preučevanje zgolj enega od omenjenih teoretičnih izhodišč (Stern and Dietz, 1994; Schultz and Zelezny, 1999; Stern, 2000; Nordlund and Garvill, 2002; Ajzen and Klobas, 2013; Ajzen, 2015), preučevanja prepleta dejavnikov znotraj omenjenih se jih je do danes lotilo le malo (Conner and Armitage, 1998; Harland, Staats and Wilke, 1999; Bamberg and Schmidt, 2003; Kaiser, 2006). Poleg tega so bile na področju okoljskega vedenja dosedanje študije usmerjene predvsem v preučevanje vedenj v povezavi z ločenim zbiranjem odpadkov, varčevanjem z energijo (Garder and Stern, 2002; Abrahamse and Steg, 2011, Jekria and Daud, 2016). Kljub dragocenosti pitne vode kot naravnega vira, je bilo malo raziskav narejenih o dejavnikih okoljske ozaveščenosti in vedenja v zvezi z vodo. Osrednji namen pričujoče raziskave je tako analizirati izbrane zunanje in notranje dejavnike okoljskega vedenja v zvezi z vodo ter ugotoviti soodvisnosti med njimi in okoljsko ozaveščenostjo ter kakšen je odnos med človekovo pripravljenostjo za okolju prijazno vedenje in dejanskim okoljskim vedenjem.

2. Metode

Raziskovanje vloge socialnih in psiholoških dejavnikov pri razvoju okoljske ozaveščenosti in vedenja v zvezi z vodo je potekalo dvostopenjsko. V prvem koraku smo na podlagi dosedanjih teoretskih in praktičnih spoznanj oblikovali model dejavnikov, za katere menimo, da vplivajo na razvoj okoljske ozaveščenosti in vedenja. Pri tem smo se naslonili predvsem na demografske (spol, starost in izobrazba) in psihološke dejavnike (osebne norme, subjektivne norme, stališča, zaznani vedenjski nadzor) ter metode socialnega vplivanja, ki po teoretskih ugotovitvah najbolj celovito opredeljujejo posameznikovo okoljsko vedenje in obenem vplivajo nanj. Model nam služi kot orodje za interpretacijo odgovorov na vprašanja iz empiričnega sklopa raziskave. Sestavljajo ga gradniki izbranih vedenjskih teorij, Ajzenove teorije načrtovanega vedenja (1991), Sternove teorije vrednot, prepričanj in norm (2000) ter modela pomanjkanja znanja (Schultz, 2002), ki delujejo kot dejavniki in vodijo k vedenju neposredno ali prek vedenjskih namer.



Slika 1 Izhodiščni model razvoja okoljske ozaveščenosti in okoljskega vedenja v zvezi z vodo (Ajzen 1991; Stern 2000; Schultz 2002).

Drugi korak, tako imenovani empirični sklop, obsega spletno anketo na območju Mestne občine Ljubljana, s katero smo ugotavljali stopnjo okoljske ozaveščenosti in značilnosti vedenja v zvezi z vodo 95 stalno živečih prebivalcev Mestne občine Ljubljana, natančneje, predstavnikov gospodinjstev, starih več kot 15 let in sicer tistih, ki so se bili pripravljeni vključiti v okoljsko aktivistično skupino Ekologičen.

Vrednote smo merili z desetimi kazalniki kakovosti življenja (enakopravnost in pravičnost, mir, moč in vpliv, ambicionznost, bogastvo, ugled in slava, udobje in uživanje, veselje do življenja, sožitje z naravo, varovanje okolja), ki smo jih določili s Schwartzovo lestvico vrednot (Schwartz, 1992) ter z izsledki izbranih dotedanjih raziskav o vplivu vrednot na okoljsko vedenje (De Groot and Steg, 2007; Steg et all., 2011). Merili smo jih s petstopenjsko Likertovo lestvico. Pri preučevanju vrednot smo izhajali iz predpostavke, da vrednote tvorijo več skupnih dimenzij (Schwartz, 1992), ki jih lahko izločimo z različnimi multivariatnimi analizami (Musek, 1993, 2000). Tako smo dobljene podatke o kazalnikih kakovosti življenja analizirali z metodo glavnih komponent in izločili 4 glavne komponente vrednot.

Stališča o rabi vode v gospodinjstvu smo merili s petstopenjsko Likertovo lestvico. Izbrali smo naslednje trditve: »Količina načrpane vode na svetu se približuje zgornjim mejam razpoložljivih virov, kar predstavlja velik družbeni problem«, »Z varčevanjem vode lahko pripomorem k ohranjanju dragocenih vodnih virov«, »Za vse večje probleme v zvezi s pomanjkanjem vode, ki pestijo svet, se čutim odgovornega«, »Za čezmerno izčrpavanje vodnih virov za potrebe človeka se čutim odgovornega«, »Z vodo v gospodinjstvu je treba varčevati«. Zanesljivost konstrukta smo preverili s Cronbachovim koeficientom alfa.

Norme, ki smo jih prav tako merili z Likertovo petstopenjsko lestvico, so naslednje: »Člani moje družine in prijatelji menijo, da je treba varčevati z vodo« in »Popolnoma podpiram mnenje svoje družine in prijateljev o ravnanju z vodo«. Osebne norme pa smo merili s pomočjo naslednjih treh trditev: »Če čezmerno porabljam vodo, se počutim krivega«, »Za zmanjšano porabo vode se čutim moralno odgovornega, ne glede na to, kaj z njo počnejo drugi« in »Bolje se počutim, če porabim manj vode«. Zanesljivost konstrukta smo preverili s Cronbachovim koeficientom alfa.

Zaznani vedenjski nadzor smo merili s petstopenjsko Likertovo lestvico na podlagi treh trditev: »Poznam načine, kako varčevati z vodo«, »Manjša poraba vode je v veliki meri odvisna od mene samega« in »Porabo vode lahko zmanjšam brez težav«. Zanesljivost konstrukta smo preverili s Cronbachovim koeficientom alfa.

V model smo vključili tri demografske spremenljivke: spol, starost in izobrazbo. Spolno sestavo udeležencev smo merili z nominalno lestvico (0 – moški, 1 – ženski). Starostno sestavo smo ugotavljali na podlagi štirih razredov na ordinalni lestvici (1 – od 18 do 34 let, 2 – od 35 do 54 let, 3 – od 55 do 64 let, 4 – 65 let in več). Najvišjo dokončano stopnjo izobrazbe smo merili na podlagi štirih razredov nominalne lestvice (1 – osnovnošolska, 2 – poklicna (2- in 3-letna šola), 3 – srednješolska (4- in 5-letna), 4 – višješolska, visokošolska ali univerzitetna.

Spremenljivko znanje smo merili na podlagi petih vprašanj, pri čemer smo odgovore nanje razvrstili v razrede z vrednostmi od 1 do 5, določene glede na njihovo pravilnost. V peti razred so bili uvrščeni odgovori, ki so od pravilnega odgovora odstopali za do 20 %, v četrti razred odgovori, ki so od pravilnega odgovora odstopali za 21 do 40 %, v tretjega odgovori, ki so odstopali za 41 do 60 %, v drugega tisti, ki so odstopali za 61 do 80 %, v prvega pa tisti, ki so od pravilnega odgovora odstopajo za več kot 80 %. Za določanje znanja smo uporabili naslednja vprašanja: »Koliko vode povprečno porabi ena oseba na dan?«, »Koliko vode porabimo, če jo pustimo teči med umivanjem zob?«, »Koliko vode na dan steče iz pipe, iz katere kaplja po 1 kapljica na sekundo?«, »Koliko vode porabimo v petih minutah prhanja brez njenega vmesnega zapiranja?« in »Koliko vode porabimo za kopanje v kadi?« Rezultate posameznih spremenljivk smo sešteli in dobili sumarno številsko spremenljivko.

Namero za okoljsko vedenje smo merili s posameznikovo pripravljenostjo za izvršitev določenega dejanja. Merili smo jo s petstopenjsko Likertovo lestvico na podlagi naslednjih dveh trditev: »V naslednjih šestih mesecih sem pripravljen varčevati z vodo« in »V naslednjih šestih mesecih bom varčeval z vodo«. Zanesljivost konstrukta, oblikovanega iz obeh preučevanih spremenljivk, smo preverili s Cronbachovim koeficientom alfa.

Indeks vedenja meri stopnjo dejanskega okoljskega vedenja. Merili smo ga s spremenljivko, oblikovano na podlagi vrednosti naslednjih petih spremenljivk:

- Spremenljivka dejanskega izražanja preteklega vedenja v zvezi z varčevanjem z vodo.
- Spremenljivka dejanj v zvezi z rabo vode v gospodinjstvu, oblikovane na podlagi spremenljivk, ki opredeljujejo dejansko rabo vode. Primer ene od njih so odgovori na vprašanje »Kako pogosto se vam zgodi, da pustite teči vodo, medtem ko si umivate zobe?«
- Spremenljivka izražanja šestih dejanj v zvezi z varčevanjem vode, kot je na primer odgovor na vprašanje »Ali ste v zadnjih šestih mesecih preverili, če v stanovanju kje uhaja voda?«.
- Spremenljivka pripravljenosti za vključitev v Fundacijo za zdravo pitno vodo in s tem na mesečno prispevanje 0,5 € za ohranjanje ali izboljšanje kakovosti pitne vode »Ali ste pripravljeni podpreti Fundacijo za zdravo pitno vodo s prispevkom 0,5 € mesečno?«
- Spremenljivka izražanja pripravljenosti za vključitev v skupino Ekologičen ter dejanska vključitev v skupino Ekologičen.

Na koncu smo vrednosti vseh petih izbranih spremenljivk sešteli in dobili skupno številsko spremenljivko, ki smo jo, kot rečeno, poimenovali indeks vedenja. Njegova najmanjša vrednost je 0, največja pa 9.

Za ugotavljanje vplivov izbranih notranjih in zunanjih dejavnikov na namero za okolju prijazno vedenje in na vedenje samo, smo izdelali večvariatne linearne regresijske analize, v katere smo dejavnike vključili po metodi Enter. S tem smo dobili vpogled v delež variabilnosti izbrane

odvisne spremenljivke, ki ga lahko na eni strani pripišemo notranjim, psihološkim in kognitivnim dejavnikom, na drugi pa zunanjim, socialnim dejavnikom.

3. Rezultati in diskusija

Vrednotenje vpliva izbranih notranjih in zunanjih dejavnikov na namero in okolju prijazno vedenje v zvezi z vodo smo opravili z večvariatno linearno regresijsko analizo, v katere smo dejavnike vključili po metodi Enter. V prvem regresijskem modelu je kot odvisna spremenljivka nastopila namera. Model se je izkazal za statistično značilnega pri $p < 0,05$. Statistična pomembnost testa F je 2,28. Vrednost R2 je 0,29, kar pomeni, da lahko 29 % variabilnosti odvisne spremenljivke namera pripišemo razlikam v neodvisnih spremenljivkah. Na motivacijo za okolju prijazno vedenje skupine Ekologičen v največji meri vplivajo osebne norme ($ß = 0,371$, $p < 0,05$), zaznani vedenjski nadzor ($ß = 0,270$, $p < 0,05$) in stališča ($ß = 0,234$, $p < 0,05$). Motivacija skupine Ekologičen je torej odvisna predvsem od posameznikovega občutka dolžnosti za okolju prijazno vedenje in njegovega občutka krivde. Statistično pomemben vpliv imajo tudi stališča, torej prepričanja o smiselnosti in pomembnosti varovanja okolja ter zavedanje posledic tako pozitivnega kot tudi negativnega okoljskega vedenja. Poleg tega je motivacija odvisna tudi od posameznikovega prepričanja o lastnih zmožnostih udejanjanja okolju prijaznega vedenja in o razpoložljivosti sredstev za njegovo udejanjanje.

Slika 2 Rezultati multiple regresijske analize za odvisno spremenljivko namera pri skupini Ekologičen.

model	standardizirani koeficienti	t	p
	Beta		
(konstanta)		1,726	0,089
stališča	0,234	2,008	0,049
subjektivne norme	–0,009	–0,072	0,943
zaznani vedenjski nadzor	0,270	2,265	0,027
osebne norme	0,371	2,456	0,017
egoistične vrednote	–0,157	–1,388	0,170
altruistične vrednote	0,009	0,070	0,944
biosferične vrednote	0,069	0,542	0,589
hedonistične vrednote	–0,073	–0,650	0,518
spol	–0,189	–1,451	0,151
starost	–0,035	–0,285	0,777
izobrazba	0,022	0,189	0,850
znanje	0,101	0,919	0,361

V drugem regresijskem modelu je kot odvisna spremenljivka nastopila vedenje. Model se je izkazal za uspešnega, pri čemer je statistična značilnost $p < 0,05$. Vrednost R2 je 0,33, torej lahko 33 % variabilnosti odvisne spremenljivke vedenje po vplivanju pripišemo razlikam v uporabljenih neodvisnih spremenljivkah. Statistična pomembnost testa F je precej nizka ($F = 2,74$). Na odvisno spremenljivko vedenje v največji meri vpliva znanje ($ß = 0,251$, $p < 0,05$), poleg tega na vedenje vplivajo tudi osebne norme ($ß = 0,247$, $p < 0,05$) in egoistične vrednote ($ß = –0,239$, $p < 0,05$). Rezultati torej kažejo, da se okolju prijazno vedenje dejansko izboljšuje z večanjem znanja.

Slika 3 Rezultati multiple regresijske analize za odvisno spremenljivko vedenje pri skupini Ekologičen.

model	standardizirani koeficienti	t	p
	Beta		
(konstanta)		–0,847	0,400
stališča	0,061	0,509	0,613
subjektivne norme	0,001	0,008	0,993
zaznani vedenjski nadzor	0,182	1,395	0,168
osebne norme	0,247	2,308	0,024
egoistične vrednote	–0,239	–2,253	0,028
altruistične vrednote	0,083	0,764	0,448
biosferične vrednote	0,190	1,678	0,098
hedonistične vrednote	–0,032	–0,278	0,782
spol	0,044	0,349	0,728
starost	0,011	0,092	0,927
izobrazba	0,075	0,712	0,479
znanje	0,251	2,078	0,042

Vedenje udeležencev skupine Ekologičen je torej v precejšnji meri odvisno od posameznikovega občutka dolžnosti delovanja skladno s pravili družbe in občutkom krivde, pa tudi od občutka lastne sposobnosti njegovega udejanjanja. Za razliko od namere je dejansko vedenje v precejšnji meri povezano z vrednotami. Tisti torej, ki so v manjši meri prežeti z egoističnimi vrednotami, kot so na primer denar, materialne dobrine, slava in ugled, se v večji meri vedejo okolju prijazno. Poleg tega se je v primerjavi z namero pri vedenju v ospredju znašlo znanje, torej socialni, zunanji dejavnik okolju prijaznega vedenja.

Eden od razlogov za tako močan vpliv osebnih norm ter za močan vpliv tako na motivacijo za okolju prijazno vedenje kot na vedenje samo je lahko, da je za Slovence na splošno značilen precejšen občutek krivde, o čemer sta podrobneje pisala že Trstenjak in Ringl (Mazzini 2006). Podobno trdi tudi Mazzini (2006), ki v svojih zapiskih piše, da je za naš narod značilen velik občutek krivde, ki ga obrazloži s trditvijo: »kriv sem že, da sem živ«. Trdi tudi, da je najpogosteje tvorjeni stavek pri nas prav izraz krivde brez razloga: »Kaj bodo pa sosedje rekli?« Okoljsko krizo lahko označimo tudi kot krizo morale. Ni naključje, da se je poleg občutka krivde za pomemben dejavnik pri dejanskem okoljskem vedenju izkazala prav osebna morala. Prevzem odgovornosti za svoje ravnanje z okoljem je očitno temeljni pogoj za dejanska dejanja.

4. Sklepi

Izhodiščni model razvoja okoljskega vedenja, ki ga sestavljajo dejavniki Ajzenove teorije načrtovanega vedenja (1991), dejavniki Sternove teorije vrednot, prepričanj in norm (2000), znanje in zunanji dejavniki, se je izkazal kot ustrezen. Preučevane komponente so se izkazale za ustrezne in pomembne, do razlik prihaja predvsem pri povezanosti med njimi, na eni strani z namero in na drugi z vedenjem samim. Ugotovili smo, da pripravljenost za okolju prijazno vedenje izraziteje opredeljujejo notranji, psihološki dejavniki okoljskega vedenja, ob njih pa ga določajo tudi zunanji, socialni dejavniki, predvsem znanje, kar na nek način potrjuje dosedanje ugotovitve podobnih raziskav (Midden and Ritzema, 1983; Brandon and Lewis, 1993; Gatersleben, Steg and Vlek, 2002; Abrahamse, 2007). Med notranjimi dejavniki so se kot močno vodilo posameznikove okoljske ozaveščenosti in vedenja izkazale osebne norme, torej posameznikova normativna komponenta. Okoljsko bolj aktivni posamezniki čutijo višjo moralno odgovornost in imajo višji občutek krivde, v kolikor se ne vedejo v skladu z zakonitostmi okolja. Hkrati se je izkazalo, da na pripravljenost za okolju prijazno vedenje bolj

kot okoljski vzgibi vplivajo individualni vzgibi posameznika (v ospredju so dejavniki Ajzenove teorije načrtovanega vedenja), medtem ko na dejansko vedenje pomembneje vplivajo okoljski vzgibi (ti se zrcalijo v dejavnikih Sternove teorije vrednot, prepričanj in norm). Okoljsko krizo lahko označimo tudi kot krizo morale, tako ni naključje, da se je poleg občutka krivde prav osebna morala izkazala kot pomemben dejavnik pri dejanskem okoljskem vedenju. Prevzem lastne moralne odgovornosti za svoje ravnanje z okoljem je očitno elementaren pogoj za dejanska dejanja. Eden izmed ustreznih načinov prehoda k trajnostnemu ravnanju z naravnimi viri oziroma k okolju prijaznemu vedenju je pristop z izbranimi metodami socialnega vplivanja, ki temelji na pristopu od »spodaj navzgor«, torej na vključevanju posameznika od začetka, s tako imenovano »politiko drobnih korakov«. Ustrezen način je zagotovo uvajanje metod socialnega vplivanja v izobraževalni sistem, v učne načrte. Z usmerjenim informiranjem, izobraževanjem in drugimi metodami socialnega vplivanja, ki temeljijo na praktičnem pristopu, lahko dosežemo dobro razumljivost in boljšo ozaveščenost, kar zagotovo vodi tudi v ustrezne premike pri udejanjanju okolju prijaznega vedenja. Prav mladi so tudi najbolj dovzetni za novosti in so zagotovo najbolj učinkovit medij za prenos tovrstnih idej in ustreznega vedenja na starejše.

5. Viri

[1] ABRAHAMSE, W., 2007. Energy conservation through behavioural change: Examining the effectiveness of a tailor made approach. Doctoral thesis. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.

[2] ABRAHAMSE, W., STEG, L., 2011. Factors Related to Household Energy Use and Intention to Reduce It: The Role of Psychological and Socio-Demographic Variables. *Human Ecology Review*, 18 (1), 30-40.

[3] AJZEN, I., 1991. »The theory of planned behaviour«. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes,* 50 (2), 179-211.

[4] AJZEN, I., 2015. The theory of planned behaviour is alive and well, and not ready to retire: a commentary on Sniehotta, Presseau, and Araújo-Soares. *Health Psychology Review,* 9 (2), 131-137.

[5] AJZEN, I., KLOBAS, J., 2013. Fertility intentions: An approach based on the theory of planned behaviour. *Demographic Research,* 29 (8), 203-232.

[6] BAMBERG, S., SCHMIDT, S., 2003. Incentives, morality or habit? Predicting students' car use for university routes with the models of Ajzen, Schwartz and Triandis. *Environment and Behaviour,* 35 (2), 264-285.

[7] BRANDON, G., LEWIS, A., 1999. Reducing household energy consumption: a qualitative and quantitative field study. *Journal of Environmental Psychology,* 19 (1), 75-85.

[8] CLARK, C., F., KOTCHEN, M., J., MOORE, M., R., 2003. Internal and external influences on pro-environmental behaviour: Participation in a green electricity program. *Journal of environmental psychology,* 23 (3), 237-246.

[9] CONNER, M., ARMITAGE, C., J., 1998. Extending the Theory of Planned Behaviour: A Review and Avenues for Further Research. *Journal of Applied Social Psychology,* 28 (15), 1429-1464.

[10] DE GROOT, J., I., M., STEG, L., 2007. Value orientations and environmental beliefs in five countries: Validity of an instrument to measure egoistic, altruistic and biospheric value orientations. *Journal of Cross-Cultural Psychology,* 38 (3), 318-332.

[11] GARDNER, G. T., STERN, P. C., 2002. Environmental problems and human behaviour. Boston: Pearson Custom Publishing.

[12] GATERSLEBEN, B., STEG, L., VLEK, C., 2002. Measurment and determinants of environmentally significant consumer behaviour. *Environment and Behaviour,* 34 (3), 335-362.

[13] GIFFORD, R., NILSSON, A. 2014. Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, 49 (3), 141-157.

[14] HARLAND, P., STAATS, H., WILKE, H., A., M., 1999. Explaining Proenvironmental Intention and Behaviour by Personal Norms and the Theory of Planned Behaviour. *Journal of Applied Social Psychology,* 29 (12), 2505-2528.

[15] JEKRIA, N., DAUD, S., 2016. Environmental Concern and Recycling Behaviour. *Procedia Economics and Finance*, 38 (2), 183-208.

[16] KAISER, F. G., 2006. A moral extension of the theory of planned behaviour: Norms and anticipated feelings of regret in conservationism. *Personality and Individual Differences,* 41 (1), 71-81.

[17] KOLLMUSS, A., AGYEMAN, J., 2002. Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behaviour? *Environmental education Research*, 8 (3), 239-260.

[18] LEHMAN, P. K., GELLER, E. S., 2004. Behaviour analysis and environmental protection: Accomplishments and potential for more. *Behaviour and Social Issues*, 13 (1), 13-33.

[19] MAZZINI, M., 2006. Strup za sedmošolce. *Delo: Sobotna priloga* [dostop 25. 9. 2002].

[20] MIDDEN, C. J., RITZEMA, B. S., 1983. The meaning of normative processes for energy conservation. *Journal of Economic Psychology* 4 (1-2), 37-55.

[21] MUSEK, J., 1993. Osebnost in vrednote. Ljubljana: Educy.

[22] MUSEK, J., 2000. Nova psihološka teorija vrednot. Ljubljana: Educy.

[23] NORDLUND, A. M., GARVILL, J., 2002. Value Structures behind Proenvironmental Behaviour. *Environment and Behaviour*, 34 (6), 740-756.

[24] PLUT, D., 2014. Ekosocializem ali barbarstvo: demokratični ekološki socializem in trajnostni sonaravni razvoj. Ljubljana: Društvo Gibanje za trajnostni razvoj Slovenije.

[25] POLAJNAR HORVAT, K., 2015. Okolju prijazno vedenje. Georitem 26. Ljubljana: Založba ZRC.

[26] SCHULTZ, P. W., 2002. Knowledge, education, and household recycling: Examening the knowledge-deficit model of behaviour change. V: T., Dietz, P., C., Stern, ur. *New tools for environmental protection*. Washington: National Academy Press, 67-82.

[27] SCHULTZ, P. W., ZELEZNY, L. C. 1999. Values as predictors of environmental attitudes: Evidence for consistency across 14 countries. *Journal of Environmental psychology*, 19, 255-265.

[28] SCHWARTZ, S. H., 1992. Universals in the content and structure of values: Theoretic advances and empirical tests in 20 countries. *Advances in Experimental Social Psychology,* 25, 1-65.

[29] STEG, L., DE GROOT, J. I. M., DREIJERINK, L., ABRAHAMSE, W., SIERO, F., 2011. General antecedents of personal norms, policy acceptability, and intentions: The role of values, worldviews, and environmental concern. *Society and Natural Resources*, 24 (4), 349-367.

[30] STERN, P. C., 2000. Toward a coherent theory of environmentally sigificant behaviour. *Journal of Social Issues*, 56 (3), 407-424.

[31] STERN, P. C., DIETZ, T., 1994. The value basis of environmental concern. Journal of Social Issues, 50 (3), 65-84.

ODNOS PREBIVALCEV DO VODE V OBČINAH NA KRASU

dr. Valentina Brečko Grubar, geografinja[1], Dajana Pavlič, mag. managementa trajnostnega razvoja[2]

[1]Univerza na Primorskem Fakulteta za humanistične študije, Titov trg 5, 6000 Koper,
[2]Dajana Pavlič, mag. managementa trajnostnega razvoja, Dolanci 16, 6222 Štanjel

POVZETEK

Prispevek predstavlja rezultate raziskave o odnosu prebivalcev do vode v občinah Divača, Sežana, Hrpelje-Kozina in Komen. Na Krasu ima danes večina prebivalcev zagotovljeno oskrbo s pitno vodo iz vodnega vira Klariči pri Brestovici, manjši del pa tudi iz krajevnih vodnih virov. Nekateri prebivalci se zato še vedno soočajo z občasnim pomanjkanjem in s slabo kakovostjo pitne vode. Večina gospodinjstev na Krasu ima vrtove, nekateri tudi obsežnejše obdelovalne površine in domače živali, zato je, poleg pitne vode, potrebna tudi voda za občasno zalivanje, oskrbo živali in gospodarske dejavnosti. V preteklosti so temu služili številni kali in lokve, ki so se do danes zarasli. Ker večina prebivalcev živi v enodružinskih hišah, menimo, da bi bilo smotrno ohranjati in vzdrževati nekdanje vodne vire ter zbiralnike dežnice in tako zmanjšati porabo pitne vode. Obstojijo pa tudi drugi ukrepi za bolj trajnostno rabo vodnih virov in osveščenost prebivalcev kot potrošnikov vode je eden od pomembnejših. Na anketni vprašalnik o poznavanju in zadovoljstvu z vodooskrbo, ravnanju s pitno vodo in možnimi ukrepi za izboljšanje stanja je odgovorilo 450 oseb, ki predstavljajo nekaj manj kot 5 % gospodinjstev v izbranih občinah. Ugotovili smo, da je večina prebivalcev zadovoljna z vodooskrbo, da bi lahko bolj skrbno uporabljali pitno vodo in jo v večji meri nadomestili z drugimi vodnimi viri. Uporaba dežnice in krajevnih vodnih virov namreč nista dovolj izkoriščeni. Večina prebivalcev meni, da je glavna težava pri upravljanju z vodo na Krasu neustrezna komunalna infrastruktura; vodovodna napeljava je marsikje stara in dotrajana, kanalizacijsko omrežje s čiščenjem odpadnih voda pa je zagotovljeno le večjim naseljem.

Ključne besede:
pitna voda, oskrba z vodo, trajnostna raba, odnos do vode, prebivalci, Kras

1. Uvod

Voda je za človeka nepogrešljiva in najpomembnejša naloga vodooskrbe je, da zagotovi uporabnikom vodo ustrezne kakovosti in v zadostnih količinah tudi v sušnem obdobju. Slovenija je sicer bogata z vodnimi viri, kljub temu pa se nekatera območja občasno soočajo s pomanjkanjem vode iz lastnih virov. Takšno območje je še danes slovenska Istra, v preteklosti pa je bil tudi Kras. Nekatera druga območja, in teh je več, pa imajo težave z občasno neprimerno kakovostjo pitne vode. To so pogosteje območja, ki se oskrbujejo iz kraških podzemnih virov. V Sloveniji skoraj polovico potreb po pitni vodi zadovoljimo s črpanjem iz kraških vodnih virov, ob suši pa pomeni kraška voda celo dve tretjini vseh razpoložljivih vodnih zalog. Prednost kraških izvirov so razmeroma velike količine vode, zaradi velikega napajalnega zaledja pa je zelo težko ohraniti in varovati njihovo kakovost (Petrič in Ravbar 2008). Tudi na obravnavanem območju Krasa je kraška podzemna voda poglavitni vir za

vodooskrbo. Občine Komen, Divača, Sežana in Hrpelje-Kozina vodo za oskrbo večinoma dobijo iz vrtin pri naselju Klariči, ki velja za izdaten, toda ranljiv vodni vir. V njegovem vodozbirnem zaledju je veliko naselij z neurejnim odvajanjem odpadnih voda in veliko kraških jam, v katerih so odloženi zelo različni odpadki. Črpališče v Klaričih ima določena vodovarstvena območja na ozemlju Slovenije. To pa je premalo, saj vplivno območje sega tudi v sosednjo Italijo, kjer vodovarstvenih območij ni. Zaradi nizke lege in bližine morja, brez vmesne geološke prepreke iz nepropustnih kamnin, je vodni vir Brestovica ob izdatnem črpanju izpostavljen nevarnosti vdora slane vode v vodonosnik. Ogroža pa ga tudi to, da se kraška podtalnica v sušnem obdobju napaja z vodo iz Soče, ki transportira letno do 1500 kg živega srebra (Rotar 2006).

V preteklosti so oskrbo z vodo na Krasu reševali na različne načine. Predvsem so si uredili kale in lokve, kjer se je zbirala voda za živino, in vodnjake, ki so jih polnili s kapnico za oskrbo ljudi. Prebivalci so uporabljali tudi bolj oddaljene izvire. Prvi vodovod na Krasu je bil t.i. železniški vodovod, ki so ga zgradili zaradi potreb Južne železnice leta 1857 in je zagotavljal vodo le železnici oz. lokomotivam. Poraba vode za železnico se je zmanjšala po elektrifikaciji proge in takrat je bil vodovod na razpolago tudi prebivalcem ob progi. Med 1. svetovno vojno so Avstrijci zaradi potreb svojih vojaških enot zgradili Hubeljski vodovod, ki je dobival vodo iz izvira Hubelj v Ajdovščini. Ta je oskrboval tudi nekaj krajev na kraški planoti, kot so Dutovlje, Komen, Ivanji Grad in Kostanjevica. Vodovod je kasneje prevzela Italija, ki je vpeljala popolnoma nov način upravljanja. Vodenje je predala predstavnikom kraških občin in s tem močno poslabšala samo oskrbo z vodo, saj so zaradi visokih stroškov za potiskanje vode na Kras ta del vodovoda opustili. Kasneje so sicer obstoječi vodovod obnovili in ga dodatno napajali iz izvirov pod Nanosom. Šele obsežne hidrogeološke in speleološke raziskave v 70. letih pa so potrdile, da so v kraškem podzemlju pri Brestovici velike količine vode. Leta 1984 je bila tako Sežana priključena na primarni Brestoviški vodovod s črpališčem v Klaričih, v 90. letih pa postopno tudi druga naselja (Godina Golija 2005; Ravbar 2005). Na obravnavanem območju občin Divača, Hrpelje-Kozina, Komen in Sežana se prebivalci danes večinoma oskrbujejo s pitno vodo iz centralnega vodovodnega sistema Kraški vodovod Sežana, v uporabi pa je tudi večje število lokalnih vodnih virov. V centralni vodovodni sistem so povezani trije vodni viri in sicer Klariči, zajetji Sušet in Mlačevo, med katerimi je daleč najizdatnejši vodni vir Klariči. Kraški vodovod Sežana upravlja, poleg Brestoviškega, še z vodovodi Štjak, Barka, Branica, Mahniči in z Nanoškim vodovodom. Po podatkih za leto 2011 je bilo na javni vodovodni sistem priključenih 23.616 prebivalcev, kar predstavlja 96,4 % vseh prebivalcev Krasa. Iz lokalnih vodnih virov, ki jih ne upravlja Kraški vodovod, se oskrbuje 780 prebivalcev oz. 3,2 %, največ na območju občin Sežana in Hrpelje-Kozina. Le z dežnico se oskrbuje še 39 prebivalcev v naselju Štanjel, naselji Lisjaki in Čipnje v občini Komen pa se oskrbujeta iz Goriških vodovodov (Korošec 2014).

Pogoji bivanja in načini zagotavljanja vode za prehrano in čistočo so pripeljali do značilnih razmerij in odnosa človeka do vode v vsakdanjem življenju. Težavni načini zbiranja vode na Krasu so tako povzročili spoštljiv odnos prebivalstva do vode, varčnost pri porabi vode in skrb za vodne vire je dosegla zelo visoko stopnjo v zadnjih stoletjih (Ravbar 2005). Vse navedeno je zelo pomembno tudi pri trajnostni rabi in upravljanju vodnih virov. Ključnega pomena za trajnostno gospodarjenje pa je tudi informiranost uporabnikov prostora, torej širše javnosti, ki je uporabnik vode in obvodnega prostora (Plut 2000). Smrekar (2006) je mnenja, da so prebivalci v Sloveniji na splošno še vedno nezadostno okoljsko izobraženi in ozaveščeni o vodi, kot naravnem viru. Za ohranjanje vodnih virov je pomembna racionalna raba vode, to je zmanjšanje porabe vode v gospodinjstvih in pri drugih uporabnikih, zmanjšanje izgub vode, večkratna raba tehnološke vode, ponovna uporaba prečiščene odpadne vode in drugo (Plut 2000).

1.1 Metode dela

Prispevek predstavlja rezultate analize odgovorov, pridobljenih z anketiranjem, ki je bilo izvedeno med prebivalci kraških občin Divača, Hrpelje-Kozina, Komen in Sežana. Za zbiranje podatkov smo pripravili vprašalnik, ki je bil v obliki spletne ankete posredovan po elektronski pošti. Naslove smo pridobili po metodi "snežne kepe", s posredovanjem znancev. Ker odzivnost naslovnikov ni dosegla pričakovanih 60 %, smo dodatne ankete sami opravili na terenu. Anketni vprašalnik je bil sestavljen iz skupno 10 vprašanj, s pomočjo katerih smo želeli ugotoviti, kako prebivalci Krasa ocenjujejo vodno oskrbo, koliko se zavedajo pomena varčne rabe pitne vode in uporabljajo dežnico kot dodatni vodni vir, katere ukrepe za zmanjšanje rabe pitne vode že izvajajo in kateri se jim zdijo pomembni pri upravljanju z vodami v prihodnje. Z anketo smo želeli zajeti približno enak delež gospodinjstev iz vseh občin, da bi bila analiza bolj kakovostna in rezultati smiselni. Po podatkih SURS-a za leto 2013 je bilo v obravnavanih občinah 9.723 gospodinjstev (SURS 2014). V občinah Divača in Komen smo anketirali 4,9 % vseh gospodinjstev, v občini Hrpelje-Kozina 4,8 % in v občini Sežana 4,4 %. V vzorec je bilo zajetih 450 gospodinjstev, kar predstavlja 4,6 % vseh gospodinjstev v občinah na Krasu. Največji delež (50,4 %) predstavljajo gospodinjstva v občini Sežana, ki je največja, sledili sta ji občini Divača in Hrpelje-Kozina (17,3 %) ter z najmanj (15 %) občina Komen. Rezultati ankete so bili analizirani s pomočjo programskega paketa SPSS.

2. Rezultati in razprava

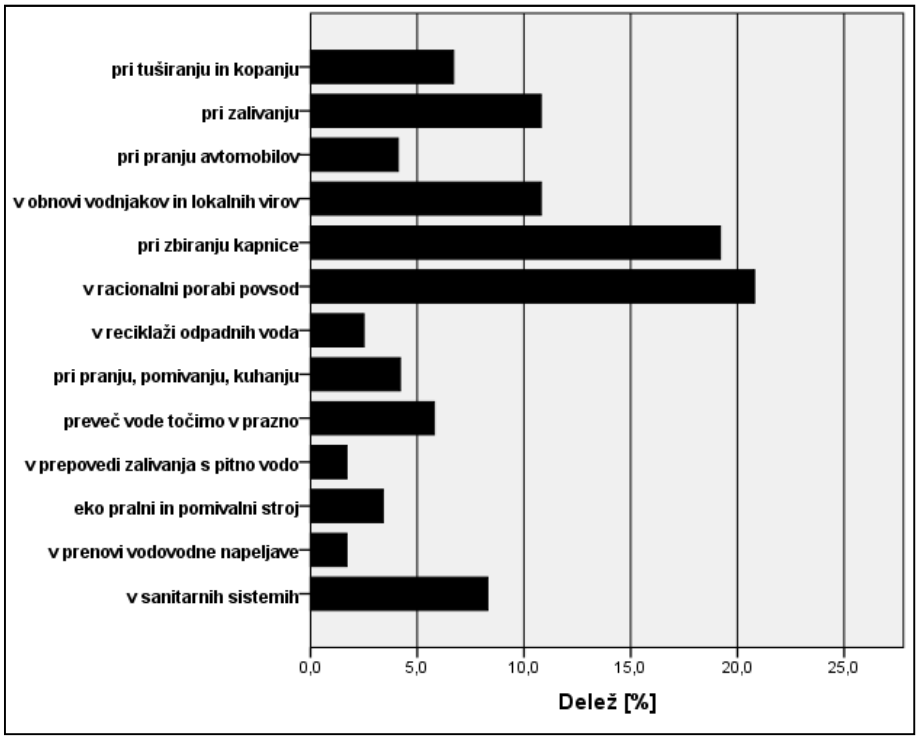
Skoraj dve tretjini anketiranih gospodinjstev (62,2 %) se oskrbuje iz javnega vodovodnega sistema, petina (20,2 %) iz lokalnih vodnih virov, ki jih upravlja Kraški vodovod Sežana, 8 % se jih oskrbuje z dežnico in 7,8 % iz lokalnih vodnih virov, ki niso v upravljanju Kraškega vodovoda Sežana. Iz drugih virov se oskrbuje 1,8 % anketirancev. Kar 87,1 % anketiranih je zadovoljnih z oskrbo z vodo, kar je razveseljivo. Od 12,9 % nezadovoljnih pa smo želeli izvedeti, zakaj so nezadovoljni oz. kaj jim predstavlja težavo pri oskrbi. Skoraj tretjina (30,3 %) jih je odgovorila, da zaradi preveč klorirane vode, 16,7 % zaradi motnosti vode, prav toliko jih je menilo, da je cena vode oz. komunalnih storitev previsoka. Kot četrti vzrok nezadovoljstva pri oskrbi z vodo je 15,2 % anketirancev navedlo občasno oporečnost vode. To se navezuje predvsem na lokalne vodne vire, ki nimajo upravljavca in imajo slabše nadzorovano kakovost vode (nekaj analiz letno), po dolgotrajnejšem deževju pa motno vodo. Med vzroki za nezadovoljstvo so bili navedeni tudi, da ni možna priključitev na javni vodovod (6,1 %), da je prevelika vsebnost apnenca v vodi (4,5 %), splošno slaba kakovost vode (4,5 %) in pomanjkanje vode v času suše (3 %).

Dalje nas je zanimalo, ali pitno vodo v gospodinjstvih uporabljajo tudi v druge namene, poleg vsakdanje rabe za pitje, kuhanje, umivanje, pranje, čiščenje. Ponudili smo jim odgovore: za oskrbo živali, za zalivanje, za gospodarsko dejavnost in drugo. Anketirani so lahko navedli več rab pitne vode. Kar 74,2 % vseh anketiranih je odgovorilo, da pitno vodo uporabljajo za zalivanje, 34,2 % za oskrbo živali, 13,6 % za gospodarsko dejavnost in 23,8 % v druge namene. Menimo, da bi vsaj za zalivanje lahko uredili druge vire vode in privarčevali pri rabi pitne vode.

Gospodinjstva, poleg pitne vode iz pipe, velikokrat uporabljajo tudi druge vire vode in to je bilo naše naslednje vprašanje. Lahko so odgovorili, da uporabljajo "le pitno vodo iz pipe", ali izbirali med navedenimi dodatnimi viri: kapnico, vodo iz bližnjega izvira, ustekleničeno vodo za pitje in po naročilu dokupljeno vodo iz javnega vodovoda. Kot odgovor na vprašanje so lahko navedli več dodatnih virov vode. Med anketiranimi jih skoraj polovica (49,3 %) vsaj kot občasni vir vode uporablja dežnico. Podatek nas ni presenetil, saj veliko anketiranih živi v individualnih hišah in zbiranje dežnice je na Krasu tradicija. Presenetil pa nas je odstotek gospodinjstev, ki uporabljajo ustekleničeno vodo za pitje, ta je znašal 33,8 %. Res je, da se slabih 20 % gospodinjstev oskrbuje z vodo, ki ni iz javnega vodovodnega sistema, ampak iz krajevnih vodnih virov, kjer je neoporečnost vode velikokrat vprašljiva. Le 26,2 % anketiranih

uporablja samo pitno vodo iz pipe. Delež tistih, ki občasno zajemajo vodo na bližnjem izviru, je bil 10,7 %, kar je še dokaj visok delež glede na pretežno kraško območje, kjer površinskih voda ni. Le 5,3 % anketiranih po naročilu dokupi vodo iz javnega vodovoda, predvsem v primeru, ko njihov lastni vir presahne.

Anketirane smo povprašali, kolikšen delež skupno porabljene vode predstavlja voda iz drugih virov. Ponudili smo jim odgovore: nič ali skoraj nič, tretjino ali manj, več kot tretjino. Največ anketiranih (45,1 %) za zadovoljitev svojih potreb porabi tretjino ali manj vode iz drugih vodnih virov, malo manj (42,7 %) pa nič ali skoraj nič. Delež tistih, ki si iz drugih virov zagotovijo več kot tretjino potreb po vodi, je zanemarljiv (12,2 %). Podatki o porabi vode, ki smo jih pridobili na Kraškem vodovodu Sežana, kažejo, da se poraba vode na prebivalca ne povečuje in je na ravni povprečja za Slovenijo, vendar nas je kljub temu zanimalo mnenje uporabnikov, ali bi lahko zadovoljili svoje potrebe z manj vode. Da bi lahko zmanjšali porabo pitne vode v gospodinjstvu, je menilo 58,4 % vseh anketiranih, za ostalih 41,6 % pa je njihova poraba vode optimalna. Anketirance, ki so menili, da lahko zmanjšajo porabo pitne vode v gospodinjstvu, smo vprašali, kje vidijo možnost zmanjšanja. Odgovori so bili prepuščeni njim, enake oz. podobne pa smo nato združili v skupine, navedene v sliki 1.

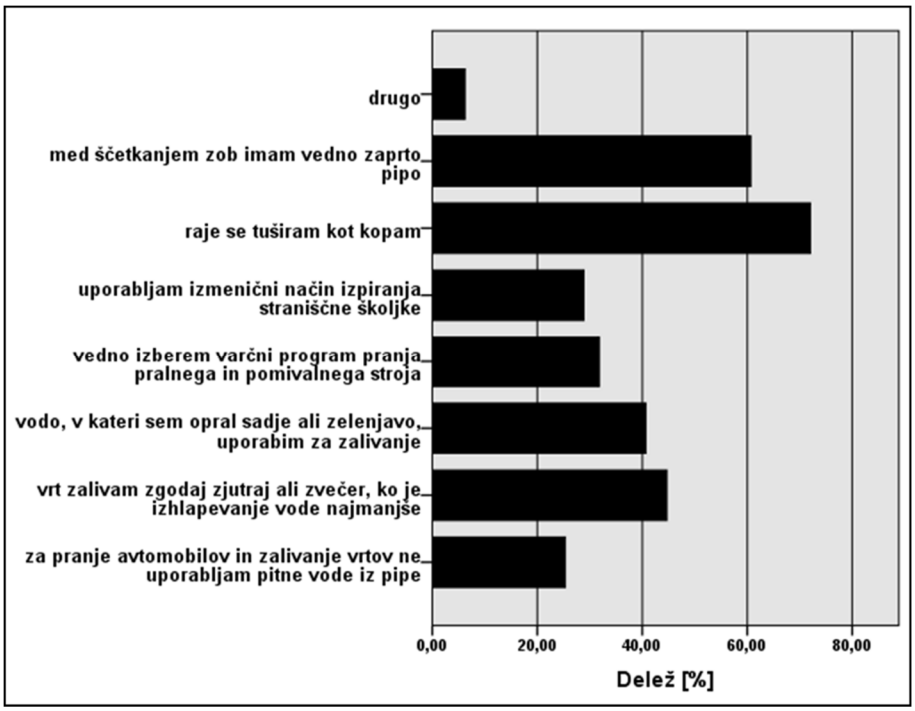


Slika 1: Možnosti za zmanjšanje porabe pitne vode

Kot je razvidno s slike 1, je največ anketiranih (20,8 %) omenilo premišljeno porabo vode v celotnem gospodinjstvu. Če k temu prištejemo še druge odgovore, ki se nanašajo na varčnejšo rabo, lahko trdimo, da večina anketiranih meni, da so pri porabi vode preveč potratni. Malo manj kot petina (19,2%) jih je omenila zbiranje kapnice kot možnost za zmanjšanje porabe pitne vode iz vodovodnega sistema in njim lahko prištejemo še odgovore, ki se nanašajo na obnovo nekdanjih krajevnih vodnih virov in uporabo odpadne vode.

Sledilo je vprašanje, povezano z odnosom do vode in njene potrošnje. Želeli smo ugotoviti, čemu anketiranci posvečajo več pozornosti oz. katere varčevalne ukrepe že izvajajo, da bi zmanjšali porabo pitne vode.Ponudili smo odgovore, ki so najpogostejši v podobnih raziskavah, izbrali pa so jih lahko več. Najpogosteje sta bila izbrana dva in sicer več kot dve

tretjini vprašanih (72 %) se raje tuširа kot kopa v kadi in 60,7 % jih ima med ščetkanjem zob zaprto pipo. Zastopanost ostalih odgovorov je razvidna s slike 2.

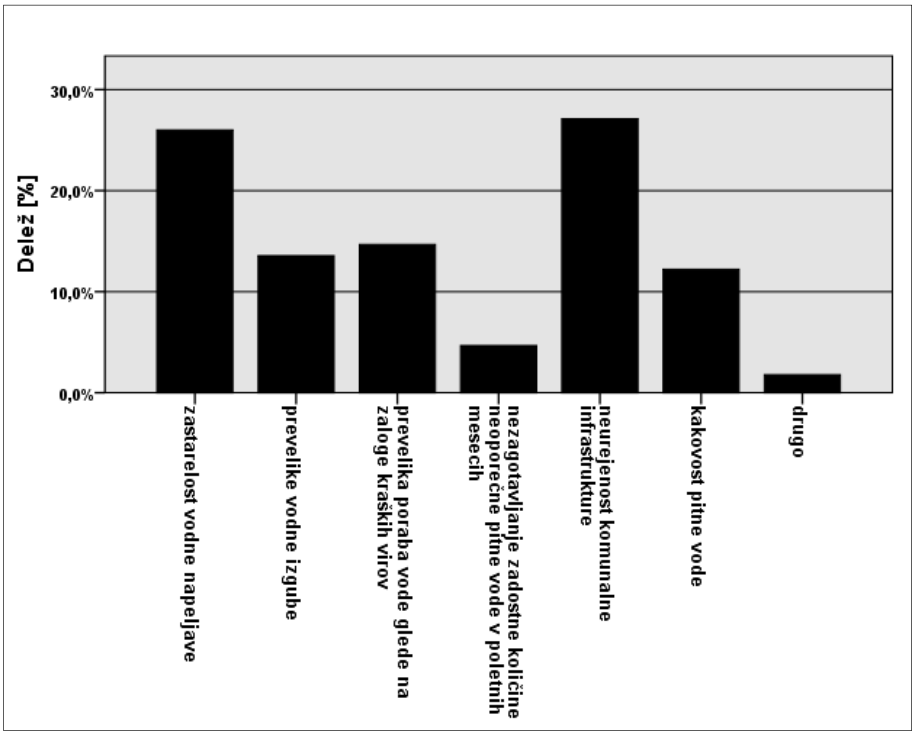


Slika 2: Ravnanje anketiranih za zmanjšanje porabe vode

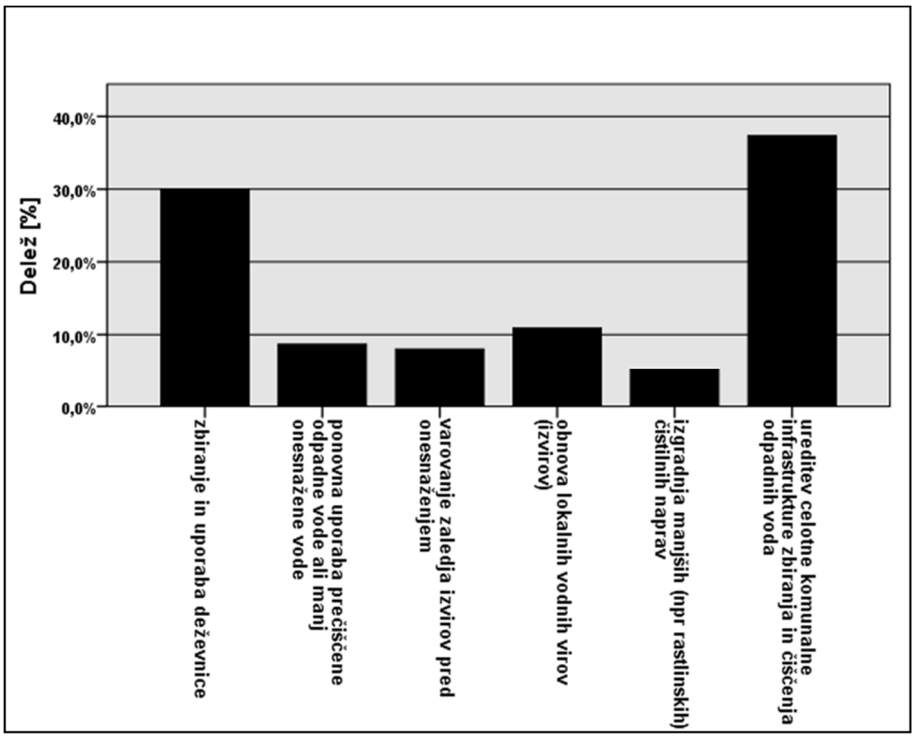
Glede na splošno mnenje uporabnikov vode iz javnega vodovnega sistema na Krasu, da so stroški porabe vode visoki, nas je zanimalo, kako bi prebivalci sprejeli morebitno podražitev in če bi v tem primeru zmanjšali porabo vode v gospodinjstvih. Malo manj kot polovica vseh anketirancev (45,6 %) bi spremenila svoje navade in zmanjšala porabo vode v primeru opaznega povečanja stroškov, 34,2 % jih je na vprašanje odgovorilo z »ne vem«, medtem ko dobra petina anketiranih (20,2 %) kljub povečanemu strošku za vodo ne bi spremenila svojih navad pri porabi vode. Iz rezultata lahko sklepamo, da je strošek za vodo pomemben dejavnik in višja cena pozitivno vpliva na ravnanje uporabnikov.

Oskrba z dežnico je bila že pri predhodnem vprašanju izpostavljena kot ena izmed rešitev za zmanjšanje porabe pitne vode v gospodinjstvu, z dodatnim vprašanjem pa smo želeli preveriti, koliko prebivalcev na Krasu že uporablja ali načrtuje uporabo v prihodnje. Rezultati ankete kažejo, da se 42,7 % anketiranih vsaj delno že oskrbuje z dežnico, medtem ko jih dobra petina (24,4 %) načrtuje izgradnjo zbiralnika. Dobra petina anketiranih (22,2 %) ne razmišlja o oskrbi z dežnico, ker za to nimajo možnosti. To so predvsem prebivalci stanovanjskih blokov in večstanovanjskih hiš. Ostalih 10,7 % pa o oskrbi z dežnico ne razmišlja, saj meni, da ni smotrna.

Anketirane smo prosili tudi za mnenje, kaj na področju ravnanja z vodami je bolj pereče in bolj potrebno reševanja. Odgovori so bili prepuščeni anketirancem in pri analizi združeni v skupine, kiso razvidne na sliki 3. Med njimi sta izstopali dve in sicer neurejena komunalna infrastruktura za odpadne in padavinske vode ter zastarela vodovodna napeljava.



Slika 3: Izpostavljene težave na področju ravnanja z vodo na Krasu



Slika 4: Predlagani ukrepi za trajnostno ravnanje z vodo

Dejstvo je, da varčnejša poraba vode na vseh področjih predstavlja začetek trajnostnega ravnanja z vodo, nič manj pomembno pa ni ravnanje z odpadnimi vodami. Na vprašanje, kaj je še potrebno storiti na Krasu, je največ anketiranih (37,3 %) odgovorilo, da urediti celotno komunalno infrastrukturo zbiranja in čiščenja odpadnih voda. Na drugem mestu je bilos 30 %

zbiranje in uporaba dežnice, vsi ostali odgovori pa so zastopani s precej manjšim deležem. Dobra desetina (10,9 %) anketiranih vidi ukrep za trajnostno ravnanje z vodo tudi v obnovi krajevnih vodnih virov (izvirov) in 9,7 % v ponovni uporabi prečiščene odpadne vode (slika 4).

3. Zaključki

Na obravnavanem območju štirih kraških občin je oskrba z vodo v preteklosti temeljila na zbiranju kapnice in zajemanju vode iz kalov in lokev, kjer je bilo mogoče, pa tudi vode iz bližnjih izvirov in vodotokov. Poraba vode je bila dosti manjša, pa še jo je pogosto primanjkovalo. S priključitvijo na javni vodovodni sistem se je oskrba opazno izboljšala, kar potrjuje tudi 87,1 % anketiranih, ki so z vodooskrbo zadovoljni, nekdaj pomembni krajevni vodni viri pa so bili obsojeni na propad. Trajnostno upravljanje z vodnimi viri predvideva uporabo več različnih, tudi krajevnih vodnih virov, s čimer se strinja tudi 10,8 % anketiranih. Že sedaj polovica vprašanih uporablja deževnico, vendar z njo pokrije le manjši del skupne porabe vode. Kraševci že poskušajo zmanjšati porabo in racionalno uporabljati pitno vodo, toda več kot polovica vprašanih (58, 4 %) je odgovorila, da je njihova poraba optimalna, kar je zaskrbljujoče. Menimo, da bi porabo pitne vode v večini gospodinjstev lahko vsaj malo zmanjšali. Večina vprašanih si z drugimi viri zagotovi le manjši del potrebne vode in uporablja pitno vodo tudi v druge namene, ne le za pitje, kuhanje in osebno higijeno. Ugotovili smo, da je mnenje anketiranih prebivalcev Krasa o vodni oskrbi v njihovem domačem okolju sicer dobro, težave pa vidijo v neurejeni komunalni infrastrukturi in zastarelosti vodovodne napeljave. Na območju obravnavanih občin je še veliko možnosti za zmanjšanje porabe in trajnejše upravljanje z vodami. Zagotovo bi bilo smotrno spodbuditi še večjo uporabo deževnice, obnovo kalov, lokev, cistern in izvirov, kjer je to možno. Zaradi podnebnih sprememb bo v prihodnosti porazdelitev padavin še bolj neenakomerna, pogostejša bodo vroča in sušna poletja, zaradi katerih se potrebe po vodi lahko hitro povečajo, in za oskrbo z vodo je bistvenega pomena zavarovanje vseh vodnih virov (Pavlič 2014). Z anketiranimi se strinjamo, da je nujno izboljšati komunalno infrastrukturo, tako za pitno, kot odpadno vodo. Slednje je pereč problem zaradi razpršene poseljenosti Krasa. Delež priključenosti na čistilne naprave je pod slovenskim povprečjem in znaša slabih 39 % (Ozbič 2013), majhnim in med seboj oddaljenim naseljem pa bo le z velikimi stroški možno zagotoviti čiščenje odpadnih voda. Menimo, da je osveščanje in izobraževanje prebivalstva o trajnostnem ravnanju z vodo na Krasu premalo izrabljena možnost, potrošniki pa so tisti, ki bodo lahko v prihodnje veliko prispevali k boljšemu gospodarjenju z vodnimi viri.

4. Viri

Godina Golija, M., 2005. Oskrba z vodo in njena uporaba v gospodinjstvih na Krasu. *V*: A. Mihevc, ur. *Voda in življenje v kamniti pokrajini – Kras*. Ljubljana: ZRC SAZU, 369–384.

Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M., Drev, D. in Vahtar, M., 2007. *Male čistilne naprave na območju razpršene poselitve*. Ljubljana: FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko; Domžale: ICRO – Inštitut za celostni razvoj in okolje.

Korošec, T., 2014. Pismo Dajani Pavlič, 15. maj 2014.

Ozbič, M., 2013. *Problematika čiščenja in dispozicija blata na Krasu*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Pavlič, D., 2015. *Presoja možnosti trajnostne oskrbe prebivalstva z vodo na Krasu*. Magistrska naloga.Koper: Univerza na Primorskem, Fakulteta za management.

Petrič, M. in Ravbar, N., 2008. Kraški vodni viri in njihovo varovanje. *V*: O. Luthar, H. Dobrovoljc, J. Fridl, J. Mulec in M. Pavšek, ur. *Trajnostni razvoj kraške pokrajine*. Ljubljana: ZRC SAZU, 81–84.

Plut, D., 2000. *Geografija vodnih virov*. Ljubljana: Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo.

Prodnik. (2012). *Mala komunalna čistilna naprava in nepretočna greznica*. http://www.prodnik.si/mala-komunalna-cistilna-napravainnepretocna-greznica.html [dostop 12. marec 2014]

Ravbar, N., 2005. Uporaba pitne vode iz kraških vodonosnikov v jugozahodni Sloveniji. *V*: A. Mihevc, ur. *Voda in življenje v kamniti pokrajini – Kras*. Ljubljana: ZRC SAZU, 475–493.

Rotar, E., 2006. *Ravnanje z vodo v obalnem in zalednem kraškem območju*. Diplomska naloga.Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Smrekar, A., 2006. *Zavest ljudi o pitni vodi*. Ljubljana: Založba ZRC SAZU.

SURS – Statistični urad RS. (2014). Prebivalstvo, gospodinjstva in družine, občine, Slovenija, večletno. http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=05F3005S&ti=&path=../Database/Dem_soc/05_prebivalstvo/17_Gospodinjstva/15_05F30_Gospodinjsva_OBC/&lang=2 [dostop 20. december 2014]

VREDNOTENJE TRAJNOSTNOSTI UPRAVLJANJA Z VODAMI – PRIMER POREČJE REKE DO ŠKOCJANSKIH JAM

dr. Kim Mezga, univ. dipl. inž. geol., mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol., Simona Pestotnik, univ. dipl. inž. vki., Katja Koren, univ. dipl. inž. geol.

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Sistem upravljanja z vodnimi viri je zapleten, drag in poteka med zelo različnimi institucijami. Čeprav so njihove aktivnosti javnega značaja, je celovit pregled nad učinkovitostjo upravljanja težko dostopen in razumljiv lokalnim prebivalcem. Zaradi tega smo, v okviru projekta »Škocjan – Risnjak«, uporabili metodo LEMANO za porečje Reke do Škocjanskih jam. Metoda obravnava vodne vire kot »razvojni kapital« (premoženje), ki se gradi na okoljskem, ekonomskem in socialnem premoženju. Nobeno od premoženj se ne sme zmanjševati na račun rasti drugega, kar odraža, kako trajnostno je upravljanje z vodnimi viri.

Premoženje je sestavljeno iz skupno 10 delnic, ki jih vrednotimo po 21 kazalcih. Kazalci nam kažejo, kako daleč smo od želenega stanja. To nam omogoča celovit pregled nad upravljanjem vodnih virov kot premoženja in lažje odločanje, kaj, med številnimi problemi, je bolj pomembno izboljšati. Za vrednotenje smo uporabili vsem dostopne javne podatke.

Stanje okoljskega premoženja je zadovoljivo, njegovo izboljšanje bi najbolj dosegli z ohranjanjem in vračanjem avtohtonih vrst rib, ki jih izpodrivajo tujerodne vrste. Ugotavljamo slabše stanje pri ekonomskem premoženju. Razlog so velike izgube iz vodovodnega sistema in premalo poznana stopnja urejenosti čiščenja ter odvajanja komunalnih odpadnih vod za skoraj polovico prebivalstva. Za izgube iz vodovodnega omrežja bi bilo potrebno izvajati postopno, a stalno obnavljanje obstoječih vodovodnih sistemov. Socialni del premoženja bi najbolj učinkovito izboljšali predvsem s sodelovanjem vseh petih občin v zaledju Škocjanskih jam pri načrtovanju letnih skupnih ciljev in akcij za odpravljanje težav, kot so neustrezno odvajanje odpadnih vod, nelegalna odlagališča, odtoki z utrjenih površin, ipd.

Ključne besede:
trajnostno upravljanje, vodni viri, metoda LEMANO, porečje Reke

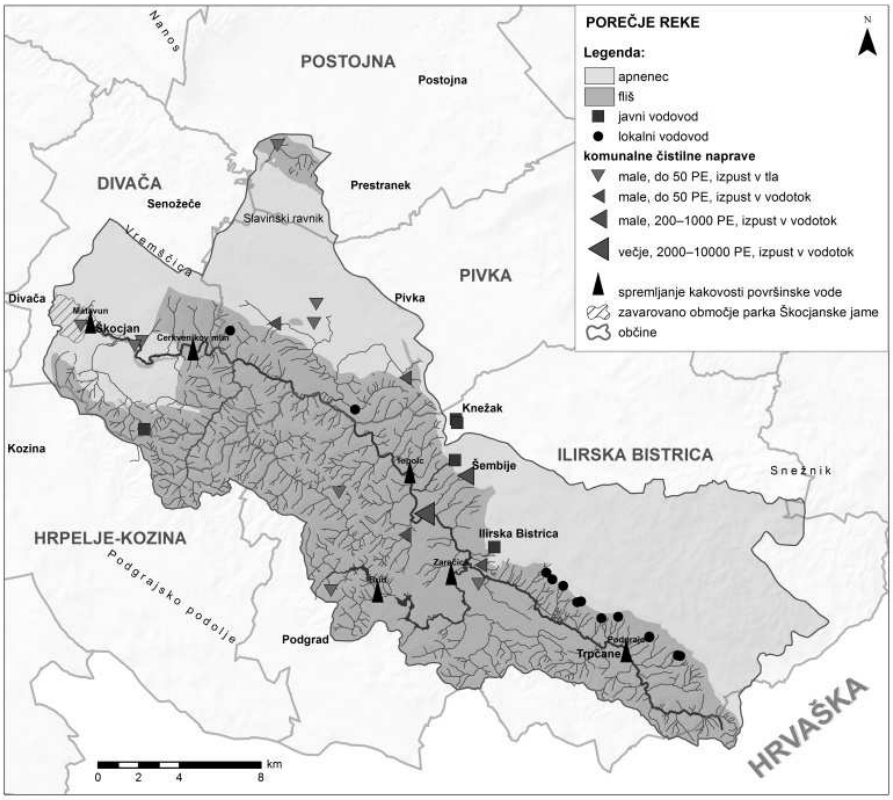
1. Uvod

Vode predstavljanjo izjemno pomemben in občutljiv razvojni potencial za prebivalce v zaledju Škocjanskih jam. Sistem upravljanja z vodnimi viri je zapleten, drag in poteka med zelo različnimi institucijami. Aktivnosti upravljanja so sicer javnega značaja, vendar je celovit pregled nad učinkovitostjo upravljanja težko dostopen, hkrati pa težko razumljiv lokalnim prebivalcem. Zaradi tega smo, v okviru projekta »Škocjan – Risnjak« (Operativni program čezmejnega sodelovanja Slovenija-Hrvaška 2007-2013), po vzoru švicarske metode LEMANO skozi 21 ključnih kazalcev, analizirali trajnostnost upravljanja z vodnimi viri za porečje Reke do Škocjanskih jam. Odlika metode LEMANO je, da spodbuja osveščenost in občutljivost prebivalcev na zadeve povezane z vodo v njihovem kraju. Hkrati tudi izpostavlja vlogo in pomen lokalnih skupnosti. Rezultat metode je ocena, kako trajnostno je upravljanje z

vodnimi viri, kaj bi bilo nujno izboljšati, kaj so dobre strani in kaj bi se dalo še izboljšati, da upravljanje ne bi postalo neobvladljivo našim naslednikom.

2.1. Območje porečja Reke

Obravnavano območje (Slika 1) leži na porečju reke Reke, ki se razprostira na površini dobrih 450 km2 [1], od izvira reke do Škocjanskih jam in vključuje 5 občin: Postojno, Pivko, Ilirsko Bistrico, Divačo ter Hrpelje-Kozino. Reki, ki izvira na južni strani Snežnika, na Hrvaškem, se na poti po flišnem površju do Škocjana, pridružijo številni pritoki z Brkinov (Molja, Padež, Mrzlek in drugi), pri Ilirski Bistrici pa še potok Bistrica, ki izvira iz kraške planote Snežnik [2]. Notranjska Reka velja za najdaljšo ponikalnico klasičnega Krasa [3], ki po 53 km od izvira [4] ponikne v svetovno znane Škocjanske jame, vpisane v UNESCO svetovno dediščino. Na območju, kjer Reka ponikne, se nahaja zelo ranljiv kraški vodonosnik s slabo samočistilno sposobnostjo. V času obilnih padavin je tok podzemne vode zelo hiter, zato lahko onesnaževala v zelo kratkem času dosežejo že tako ranljive ekosisteme in zajetja za oskrbo s pitno vodo. Kakovost površinske vode se na Reki spremlja na štirih mestih, na pritokih Molja in Klivnik, ter na zajezitvenem jezeru Klivnik. Količinsko stanje površinske vode pa se spremlja prav tako na štirih mestih Reke, ter na njenih pritokih Molja in Bistrica [5]. Vzdolž Reke se nahaja več hidrotehničnih objektov, kot so protipoplavni nasipi in objekti za proizvodnjo električne energije [5]. Reka ima sredozemsko dežni režim z najvišjimi vodostaji pozno jeseni in najnižjimi v poletnih mesecih [6]. Meteorološke parametre, vključno s količino padavin, neposredno ob Reki in njenih pritokih, beležijo štiri meteorološke postaje [5]. Porečje Reke v 95 % poraščajo gozdne in pretežno naravne površine, obdelovalnih kmetijskih površin je 3 % in pozidanih 2 %.



Slika 1: Porečje reke Reke do Škocjanskih jam

2. Metodologija

Vrednotenje trajnostnosti upravljanja z vodami na porečju Reke do Škocjanskih jam temelji na primerjalni analizi vzdržnosti upravljanja z vodami po metodologiji LEMANO. Metodologija je bila razvita za sodelovanje lokalnih skupnosti okoli Ženevskega jezera v Švici (Lac Léman) [7]. Metodologija LEMANO sodobno obravnava vodne vire kot razvojni kapital [8] in ga ocenjuje skozi 21 kazalcev stanja delnic, te pa predstavljajo celotno premoženje, ki odraža stanje trajnostnosti upravljanja z vodami. Celotno premoženje je sestavljeno iz okoljskega, ekonomskega in socialnega premoženje (Slika 2).

Okoljsko premoženje predstavljajo tri delnice (Odtočni režim, Podzemne vode in Površinske vode), ekonomsko premoženje prav tako tri delnice (Oskrbni sistem s pitno vodo, Obdelava odpadnih vod in Infrastruktura hidroelektrarn) in socialno premoženje štiri delnice (Zdravje, Preglednost, Obvladovanje zahtev po vodi in Organiziranost). V primeru upada vrednosti katerekoli delnice, to negativno vpliva na celotno vrednost premoženja.

Vrednotenje premoženja oziroma ocene trajnostnosti upravljanja z vodam poteka na podlagi kvantitativne ali kvalitativne ocene posameznega kazalca. Vrednost se izraža v odstotkih in predstavlja stopnjo izvedbe do doseženega cilja, ki je lahko opisno želeno stanje, normativ iz predpisa ali ekspertno določena vrednost. Pomembnejši kazalci imajo večjo utež, manj pomembni pa manjšo. Odraz analize kazalcev je odkrivanje dobrih strani in kaj bi se še lahko izboljšalo, da bi se stanje, oziroma ocena kazalca in posledično stanje premoženja, s tem izboljšalo. S to analizo lahko najdemo najprimernejše ukrepe za izboljšanje stanja upravljanja z vodnimi viri in se tako lahko izognemo temu, da upravljanje z vodnimi viri ne bi postalo neobvladljivo za prihodnje generacije.

3. Rezultati in razprava

Za analizo stanja trajnostnosti upravljanja z vodnimi viri na porečju Reke do Škocjanskih jam, smo uporabili javno dostopne podatke. Informacije in rezultati številnih analiz vode so javnega značaja, vendar pa so te informacije velikokrat nepregledne ali razpršene in zato težko sledljive. Do nekaterih informacij je možno dostopati že preko spleta (spletne strani občin, komunal in vodovodov), kjer so objavljena letna poročila in letni načrti.

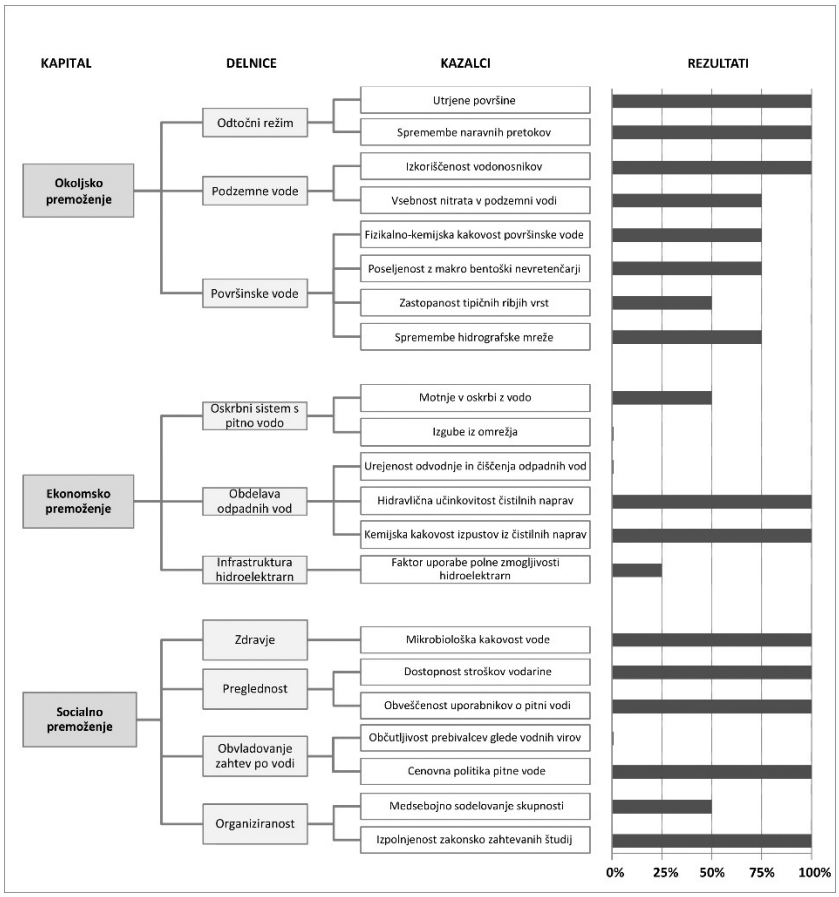
V sklopu analize (Slika 2) smo ugotovili, da je stanje okoljskega premoženja lahko kar zadovoljivo, še posebej, če današnje stanje Reke primerjamo s stanjem v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, ko je reka zaradi kemične in lesne industrije veljala za »mrtvo« reko. Stanje se je zaradi spremenjene tehnologije in tudi zapiranja obratov izboljšalo [3]. Najpomembnejši napredek na področju okoljskega premoženja bi lahko dosegli z izboljšanjem razmer za vračanje avtohtonih vrst rib ter znižanje deleža populacije alohtonih vrst rib (tujerodne), in tudi s spremembo ribolovnega režima.

Slabše stanje trajnostnosti upravljanja z vodnimi viri ugotavljamo na področju ekonomskega premoženja (Slika 2), še posebej glede oskrbnega sistema s pitno vodo in odpadnih vod. Oskrbni sistem s pitno vodo ima velike izgube iz vodovodnega omrežja. Preslabo odpravljanje izgub predstavlja visok strošek obratovanja in zadolževanje prihodnjih generacij. Za odpadne vode je sodobno čiščenje in odvajanje komunalnih odpadnih vod na območju porečja Reke do Škocjanskih jam urejeno za 54 % prebivalstva (centralna čistilna naprava), medtem ko ima preostalih 46 % prebivalstva svoje rešitve na samem mestu nastanka. Za te naprave ni znano, kakšno je njihovo dejansko stanje, kolikšen delež teh rešitev je že skladen z današnjimi standardi in koliko vsaka od teh naprav dejansko ogroža vodno okolje. Zato ta delež prebivalstva uvrščamo med prebivalstvo z delno urejeno odvodnjo in čiščenjem odpadnih vod. Želeni cilj je, da bi bilo na obravnavanem območju vsaj 95 % prebivalstva s tako urejenim čiščenjem in odvajanjem odpadnih vod, da ne ogroža vodnega okolja. Razpoložljive analize fosfata v površinskih vodah kažejo, da bi bilo potrebno prednostno urediti naselja nad 200 PE

(populacijskih enot) v zgornjem toku Reke, nad Bistrico. Izgube iz vodovodnega omrežja pa bi bilo potrebno z investicijami v sanacijo vodovodnega omrežja, postopno in stalno zmanjševati, s tem pa se bo preprečil prenos visokih stroškov na naslednje generacije, prav tako pa bo zagotovljeno, da bodo vodni viri ostali javna dobrina.

Nekoliko slabše stanje opažamo tudi pri socialnem premoženju (Slika 2). Tega bi bilo potrebno izboljšati predvsem s skupnim načrtom medsebojnega sodelovanja petih občin pri varovanju zaledja Škocjanskih jam in s poudarkom na večji občutljivosti prebivalcev glede vode. To bi lahko dosegli z letnimi načrti za sodelovanje prebivalstva v koordiniranih akcijah, za katere je potrebna izdelava letnih akcijskih načrtov, prav tako pa bi bila potrebna večja promocija teh akcij.

Stanje celotnega premoženja, ki predstavlja stanje trajnostnosti upravljanja z vodnimi viri, se lahko v prihodnje izboljša predvsem s skupnimi letnimi koordiniranimi akcijami med občinami v zaledju Škocjanskih jam. Akcije lahko vključujejo in se izvajajo, na primer, s popisom in nadzorom objektov, ki povzročajo konkretno onesnaževanje oziroma predstavljajo možne vire onesnaženja, s pripravo načrtov za umik spornih človekovih dejavnosti in načrtov za rabo prostora na vodovarstvenih območjih, s spremljanjem in odpravljanjem nelegalnih izpustov odpadne vode in divjih odlagališč odpadkov, neustrezno urejenih parkirišč ter drugih prometnih in delovnih površin. Koristna in učinkovita bi bila tudi dodatna kontrola delovanja čistilnih naprav, izgradnje greznic ali malih čistilnih naprav ter kontrola njihovega praznjenja. V večji meri bi bilo potrebno informiranje in ozaveščanje javnosti o problematiki in ranljivosti upravljanja z vodnimi viri ter povezovanje med občinami, v sklopu skupnih prijav na skupne projekte.



Slika 2: Rezultati analize stanja trajnostnosti upravljanja z vodnimi viri na območju od izvira Reke do Škocjanskih jam

S kazalci, ki dosegajo dobro oceno (npr. mikrobiološka kakovost vode, obveščenost uporabnikov o pitni vodi, in drugi na Sliki 2) smo lahko kar zadovoljni. Kljub njihovi trenutni dobri oceni, je te kazalce smiselno redno spremljati na vsakih 6 let, v ciklusu upravljanja z vodami.

Podrobnejši opis metodologije LEMANO in vseh kazalcev je objavljen v poročilu o projektu, na spletni strani Geološkega zavoda Slovenije, pod vsebino projekta »Škocjan – Risnjak«.

4. Sklep

Metoda LEMANO je bila prenesena, oziroma prilagojena za vrednotenje trajnostnosti upravljanja z vodami pri nas in zaradi edinstvenih geomorfoloških in geoloških danosti uporabljena na območju porečja Reke do Škocjanskih jam. Pri vrednotenju kazalcev oziroma skupnega premoženja, se je izkazalo, da današnji sistem upravljanja z vodnimi viri omogoča dostop do javno dostopnih podatkov, kljub temu pa so ti podatki pogosto razpršeni ali uporabnikom težje razumljivi. Metoda dejansko omogoča dober pregled in ugotavljanje dejanskega stanja upravljanja z vodnimi viri, kaj bi bilo nujno izboljšati, kaj so dobre strani in kaj bi se dalo še izboljšati, da upravljanje ne bi neobvladljivo in težko pregledno.

Več kot 14.000 prebivalcev iz 124 naselij v petih občinah prispeva k temu, kako čista voda teče v Škocjanske jame. Prebivalce na obravnavanem območju je potrebno seznanjati o prisotnem stanju, jih vključevati v medsebojno sodelovanje in hkrati načrtovati morebitne ukrepe za izboljšanje stanja (dvig vrednosti premoženja), s čimer bi povečali osveščenost in spodbudili občutljivost prebivalcev na problematiko povezano z vodo v njihovem kraju. Na ta način bo možno izboljšati tudi stanje izgub iz omrežja in stanje urejenosti odvodnje in čiščenja odpadnih vod, ki sta druga dva med tremi najslabše ocenjenimi kazalci upravljanja z vodnimi viri na obravnavanem območju.

Slika 3: Pri razvoju je potrebno upoštevati zmogljivost narave, da prenese določeno stopnjo človekove obremenitve, ki v njej ne povzročijo sprememb kakovosti in ne porušijo ravnovesja (foto: Tomaž Prestor).

5. Viri

[1] PRESTOR, J., PESTOTNIK, S., MEZGA, K. IN KOREN, K. 2015. Skupni sistem vrednostenja trajnostnosti upravljanja z vodnimi viri parkov Škocjanske jame in Risnjak

(Projekt Škocjan – Risnjak. Evropsko teritorialno sodelovanje SI-HR, 2014-2015). Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.

[2] KOBOLD, M. IN ŠVAB, M. 2009. Hidrološka analiza porečja Reke za leto 2008. *V: 20. Mišičev vodarski dan, 26. november 2009*. Maribor, 195 – 204.

[3] BRILLY, M., MIKOŠ, M., PETKOVŠEK, G., ŠRAJ, M., KOGOVŠEK, J. IN DROBNE, D., 2000. Eksperimentalno povodje reke Reke. Raziskave s področja geodezije in geofizike - 2000: zbornik predavanj. Ljubljana: Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko.

[4] ARSO, 2014. *Spletna objektna storitev (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov* [online]. Dostopno na: http://gis.arso.gov.si/wfs_web (dostop 3. december 2014).

[5] ARSO, 2017. *Atlas okolja* [online]. Dostopno na: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (dostop 10. januar 2017)

[6] FRANTAR, P., 2005. Pretočni režim slovenskih rek in njegova spremenljivost. *Ujma*, 19, 145 – 153.

[7] LACHAVANNE, J-B. IN JUGE, R., 2009. LEMANO, pour une gestion durable de l´eau. Lemaniques, revue de L´association pour la savegarde du Léman.

[8] PORCHET, J., GANTY, C., GUDMUNDSSON, I., BIGLER, T., GOY, O., JUGE, R. IN LACHAVANNE, J-B., 2010. Évaluation de la durabilité de la gestion des ressources en eau dans la région lémanique Le bassin des Dranses. 1 Association pour la Sauvegarde du Léman, Université de Genève.

OZAVEŠČANJE PREBIVALSTVA O POPLAVNI OGROŽENOSTI

Maja Jelen[1], Barbara Potočnik[1], dr. Aleš Bizjak[2]

[1]Ministrstvo za okolje in prostor, Sektor za upravljanje z vodami, Dunajska 48, 1000 Ljubljana, [2]Direkcija Republike Slovenije za vode, Hajdrihova 28c, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Poplavni dogodki v regiji in tudi globalno so iz različnih vzrokov vedno pogostejši ter povzročajo veliko škodo na privatni in državni lastnini. Izkušnje iz preteklih dogodkov, strokovne in znanstvene raziskave in podobne aktivnosti iz mednarodnega prostora kažejo, da ima na področju zmanjševanja poplavne ogroženosti poleg države in ustreznih služb ter lokalnih skupnosti, zelo pomembno vlogo tudi prebivalstvo, podjetja in druge organizacije, ki se nahajajo na območjih poplav. Zato se v sodobnem upravljanju voda vse bolj poudarja pomen ozaveščenosti, usposobljenosti in krepitve ciljnih javnosti – civilne, izobraževalne, gospodarske itd. – o ukrepih za zmanjševanje poplavne ogroženosti ter o pomenu individualnega samozaščitnega ukrepanja in vzajemnega ravnanja na poplavnih območjih.

Ministrstvo za okolje in prostor RS, Direkcija RS za vode, Agencija RS za okolje, Uprava RS za zaščito in reševanje in Inštitut za hidravlične raziskave so v eni izmed številnih aktivnosti na področju zmanjševanja poplavne ogroženosti projektni partnerji v strateškem projektu »Čezmejno usklajeno slovensko-hrvaško zmanjševanje poplavne ogroženosti 1 – negradbeni ukrepi« (Flood Risk Slovenia-Croatia operations 1; FRISCO1), ki je bil odobren na razpisu finančnega programa in čezmejnega Programa sodelovanja INTERREG Slovenija – Hrvaška. Projekt traja 36 mesecev, od 11. aprila 2016 do 10. aprila 2019. Projekt bo izveden na mednarodnih porečjih rek Dragonje, Kolpe, Bregane, Sotle ter delih porečja Drave in Mure. Ena izmed ključnih aktivnosti v projektu je ozaveščanje prebivalstva o poplavni ogroženosti. Njen namen je dvig ravni ozaveščenosti o poplavah in ozmanjševanju poplavne ogroženosti, povečati razumevanje napovedovanja poplavnega dogodka in predstaviti praktične ukrepe za ravnanje pred, med in po poplavi.

Ključne besede:

Poplava, poplavna ogroženost, ozaveščanje o poplavni ogroženosti, dvig ozaveščenosti, napovedovanje poplav, opozorilo o visokih vodah, preventivni ukrepi.

1. Uvod

Poplave so pojavi, ki jih povzoročijo intenzivne in/ali dolgotrajne padavine, taljenje snega ali kombinacija obojega. Nastanejo tudi zaradi dviga gladine podzemne vode, dviga ravni morske gladine, nekontroliranih izpustov vode, zajezitve odtoka vode, k njihovemu pojavu pa vse večkrat prispevajo tudi človekovi posegi v naravo,neprimerna raba tal, odvzemanje in odlaganje materiala iz rečnih strug itd.

Poplave težko v celoti preprečimo, lahko pa se na njih kar se da dobro pripravimo. Seznanimo se ali bivamo na poplavno ogroženih območjih. Spremljamo hidrološke napovedi in opozorila. Ob morebitni napovedi poplav upoštevamo nasvete pristojnih služb za ravnanje pred poplavo, ob napovedi, med in po poplavi.

V okviru projekta Čezmejno usklajeno slovensko-hrvaško zmanjševanje poplavne ogroženosti 1 – negradbeni ukrepi« je bilo v delovnem paketu, ki predstavlja aktivnost dvigovanja ozaveščenosti prebivalstva, izvedenih dvanajst delavnic na šestih, ki jih projekt obravnava. Izvedenih je bilo šest delavnic za širšo javnost in šest delavnic za učence.

Na delavnicah za širšo javnost so udeleženci dobili odgovore na vprašanja kaj je projekt FRISCO1 in katere so še ostale aktivnosti projekta, Kkje lahko spremljamo hidrološka opozorila, kako se na poplavo lahko pripravimo, kako ravnamo med poplavo, kakšne so aktivnosti po poplavi. Odgovore na takšna in podobna vprašanja so udeleženci delavnic dobili na omenjenih dogodkih. Cilj dejavnosti je bil deležnikom na razumljiv način predstaviti problematiko zmanjševanja in omejevanja poplavne ogroženosti, kot tudi podati koristne informacije za samozaščito v primeru poplavnega dogodka in na ta način dvigniti raven ozaveščenosti in doseči namen aktivnosti.

Za učence osnovnih šol na pilotnih območjih so bile delavnice prilagojene na starost udeležencev, predvsem krajše in še bolj praktične, v smislu spodbujanja njihovega zanimanja za poplavno ogroženost. Uvodoma se je učencem predstavilo poplave s prikazom le-teh na različnih videoposnetkih in bistvene ukrepe/nasvete za ravnanje ob poplavah. Sledil je praktični del, kjer so učenci na modelih in ob razlagi spoznali kjučne pojme in dejstva, ki spremljajo poplave.

2. Ozaveščanje prebivalstva o poplavni ogroženosti v projektu FRISCO1

Projekt Čezmejno usklajeno slovensko-hrvaško zmanjševanje poplavne ogroženosti 1 – negradbeni ukrepi (FRISCO1) je strateški bilateralni projekt slovenskih in hrvaških projektnih partnerjev. Predvideva izvedbo izbranih negradbeni ukrepov za upravljanje poplavne ogroženosti v šestih čezmejnih porečjih rek Mure, Drave, Bregane, Sotle, Kolpe in Dragonje s ciljem zmanjševanja poplavne ogroženosti in izboljšanjem sistema upravljanja poplavne ogroženosti na čezmejni ravni.

Projekt je sestavljen iz desetih delovnih paketov, izmed katerih eden (T.8) vsebuje nekatere negradbene ukrepe za zmanjšanje poplavne ogroženosti, ki so v Programu sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška navedeni pod ukrepi: »Podprti okvirni ukrepi obvladovanja poplavne ogroženosti v čezmejnih porečjih«:

- T.8.1. Dejavnosti povečevanja ozaveščanja in krepitev zmogljivosti za državljane, podjetja, kmete, lastnike zemljišč in javne institucije z namenom boljšega razumevanja ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti, procesov upravljanja voda in boljšega odzivanja v času poplav;
- T.8.2. Krepitev zmogljivosti institucij, odgovornih za obvladovanje poplavne ogroženosti in upravljanje s porečji (npr. organi upravljanja z vodami, Slovensko-hrvaška komisija za vodno gospodarstvo) in ostalih relevantnih institucij (npr. hidrometeorološke službe, civilna zaščita, organi, pristojni za prostorsko načrtovanje in varstvo narave, itd.);
- T.8.3. Prepoznavanje operativnih vrzeli in administrativnih bremen, ki ovirajo učinkovito čezmejno obvladovanje poplavne ogroženosti, priprava konkretnih rešitev in, če je mogoče, njihovo vključevanje v nacionalne sisteme in vsakodnevno prakso.

Ministrstvo za okolje in prostor RS je kot vodilni partner na slovenski strani v okviru dejavnosti T.8.1 »Povečanje ozaveščenosti in zmogljivosti« z izbranim zunanjim izvajalcem podjetjem Hidrotehnik izvedlo dvanajst delavnic za ozaveščanje in usposabljanje javnosti o poplavah in zmanjšanju poplavne ogroženosti na porečjih Mure, Drave, Bregane, Sotle, Kolpe in Dragonje (na vsakem porečju dve delavnici – ena za širšo javnost in ena za učence).

Cilj dejavnosti je javnostim na razumljiv način predstaviti problematiko zmanjševanja in omejevanja poplavne ogroženosti kot tudi podati koristne informacije za samozaščito v primeru poplavnega dogodka, urejene na sistematičen način naukrepanje pred, ob napovedi, med in po poplavi.

Laične in zato mnogokrat napačne predstave o poplavah in varstvu pred poplavami so namreč globoko zakoreninjeni v večini družb – ne samo v splošni javnosti, temveč tudi med politiki in odločevalci. Zato je zelo pomembno, da se take predstave in interpretacije (npr.: da gradbeni ukrepi zagotavljajo popolno varnost; da se poplave pojavljajo v rednih časovnih intervalih – laična interpretacija pojma 100-letne poplave – če se je zgodila pred kratkim, potem naslednje poplava ne bo kmalu; da se poplave ne dogajajo na vseh rekah oz. če se do sedaj na nekem področju niso zgodile, ne pomeni da se tudi v prihodnje ne bodo, itd.) odpravijo.

Prebivalstvo se mora o možnosti poplav ozavestiti in se nanje pripraviti in prilagoditi ter jih sprejeti kot del bivalnega okolja. Pri tem je treba prebivalce informirati in izobraziti o potencialni nevarnosti in tveganju, npr. s pomočjo kart poplavne nevarnosti in kart poplavne ogroženosti. Da se zavedamo tveganja namreč pomeni, da ga prepoznamo, da ga poznamo, da ga ne pozabimo, in da ga tudi upoštevamo. Prav tako morajo prebivalci vedeti kje in kako spremljati napovedi in opozorila, poznati bistvene ukrepe za zmanjševanje škode na stavbah, pohištvu in opremi; naslove, kje dobiti dodatne podatke in informacije. Samo obveščeni in informirani prebivalci namreč lahko sprejemajo racionalne in pravočasne odločitve o praktičnem izvajanju primernih ukrepov za zaščito pred poplavami.

Tako je bila v sklopu zgoraj omenjenih delavnic pripravljena in izvajana vsebina, ki bo pripomogla k razumevanju poplav, napovedovanja poplavnih dogodkov, koncepta upravljanja voda in zmanjševanja tudi čezmejne poplavne ogroženosti, individualnih samozaščitnih ukrepov. Bistveno je, da ciljne javnosti razumejo, da je za učinkovito zmanjšanje poplavne ogroženosti potrebna kombinacija gradbenih in negradbenih ukrepov.

3. Izvedba delavnic za ozaveščanje

Pred izvedbo delavnic je bil pripravljen program, ki je vseboval koledar dogodkov/delavnic, komunikacijski načrt: izhodišča, ciljne javnosti, komunikacijska sporočila, komunikacijsko strategijo, in komunikacijske aktivnosti. Pripravljena je bila tudi tudi zloženka – zbirka koristnih napotkov in virov informacij, ki je primerna tako za splošno javnost kot osnovne šole in se je delila na vseh delavnicah, na občinskih info točkah, na preostalih osnovnih šolah v porečju, na sestankih, prav tako pa obstaja e-različica, ki je vsem prosto dostopna na spletni strani projekta FRISCO1 (www.frisco-project.eu).

Pri določitvi najprimerneješih lokacij dogodkov so sodelovale občine, lokalna gasilskadruštva, sektorji območij Direkcije RS za vode in izpostave Uprave RS za zaščito in reševanje, osnovne šole. Delavnice za širšo javnost in učence so bile izvedene na porečjih v kombinaciji po dve na isti dan – dopoldan, v času pouka za učence in popoldan, po delovnih obveznostih, za širšo javnost.

3.1 Delavnice za učence

Za učence – sodelovali so učenci zadnje triade, to je od sedmega do devetega razreda – so bile delavnice izvedene na šestih osnovnih šolah (OŠ Podčetrtek, OŠ Fara, OŠ Markovci, OŠ Velika Dolina, OŠ Razkrižje, OŠ Sečovlje), v vsakem izmed porečij. Skupno je bilo zajetih 250 učencev. Glavni namen je bil, da učenci prevzamejo sporočilo o pomenu preventivnega ravnanja glede poplavne ogorženosti, in da to sporočilo potem širijo tudi dalje med svojimi starši, družinskimi člani, vrstniki in prijatelji.

Delavnice so potekale v razredih, in sicer v dveh delih. V eni šolski uri so bile v prvem delu učencem najprej predstavljene vrste poplav, vzroki zanje, značilnosti vodnega režima okolja, v katerem živijo, tudi pozitivna vloga voda in ohranjanje okolja in podani so jim bili ključni

nasveti za ravnanje pred, med in po poplavah. S pomočjo videogradiv o preteklih poplavnih dogodkih jim je bil predstavljen pojem moč vode in ob tem podrobneje razložena različna dejstva. Delavnice so bile zasnovane interaktivno,močan poudarek je bil na vzpodbujanju razprave oziroma na dialogu z učenci, ki so aktivno sodelovali in tudi delili svoje izkušnje, če so poplave že doživeli.

Po uvodnem delu so se učenci razdelili v skupine. Sledil je praktični del delavnic, kjer so vodarski strokovnjaki pokazali štiri oziroma pet različnih maket. Učenci so bili preko vprašanj na način"ali veste, kaj je prav in kaj narobe", spodbujeni k razmisleku in sodelovanju. Pri demonstracijah na maketah so lahko tudi fizično pomagali in simulirali močne in dolgotrajne padavine,ob tem pa opazovali dogajanje.

Na prvi maketi (odtok voda) je bila predstavljena razlika zadrževalne sposobnosti pri dveh različnih rabah tal s poudarkom na vodozadrževalni, varovalni in zaščitni funkciji gozda. Učenci so hitro spoznali, da gozd predstavlja prostor z večjo sposobnostjo zadrževanja vode kot na primer polja in njive. Pri tem modelu jim je bila tudi predstavljena pravilna kmetijska obdelava.

Pri drugi maketi so učenci spoznali pojave, ki skoraj vedno spremljajo poplave. To so plazovi. S zalivalko so pobočje toliko časa zalivali, dokler ni prišlo do plazenja (prikazani so bili trije tipi plazov: usadi na poteh zaradi zamakanja vode, pobočni školjkasti plazovi in plazovi iz hudournikov). Nevarne so lahko tudi bližine rek in s pomočjo te makete, so uvideli, da se ob poplavah in dolgotrajnem ali močnem deževju, ne zadržujejo na območjih, kjer lahko pride do plazov.

Tretja maketa je prikazala strugo hudournika in z njim povezano leseno kašto ali kranjske steno, ki je bila kot prva slovenska dediščina s področja naravnih virov vpisana v Register žive kulturne dediščine pri Ministrstvu za kulturo RS v skladu z Unescovo Konvencijo o varovanju nesnovne kulturne dediščine. Pojasnjeno jim je bilo, da kranjska stena predstavlja tradicionalno tehniko s slovenskim geografskim poreklom na področju urejanja vodotokov. Kranjska stena je tehnična rešitev, ki povezuje rabo naravnih materialov v lokalnem okolju (kamen, debla) in je hkrati sonaravna inokolju prijazna infrastruktura..

Četrta maketa je prikazala delovanje mokrega zadrževalnika. Tu je bilo učencem pojasnjeno, da ponekod poplave sicer lahko omejimo tudi s pomočjo zadrževalnikov,vendar se kljub temu lahko zgodi, da je vode preveč, več kot jo lahko zadrževalnik sprejme, in se zato lahko razlije tudi tam, kjer nas ogroža.

Slika 4: Levo: Maketa zadrževalnika in desno; maketa prikaza plazov in erozije brežin

Na peti maketipa so učenci videli, kako se lahko zaradi preveč vode zgodi preboj nasipa.

Delavnice so se zaključile tako, da so učenci skupaj z izvajalci ponovili ključne nasvete glede ukrepanja pred, med in po poplavi ter pomembnost evidentiranja preteklih odgodkov in ohranjanje zavedanja, da se poplavni dogodki iz preteklosti lahko ponovijo, kar je bila iztočnica

za odhod na teren, kjer so se nato postavile tudi tablice za označevanje visokih voda na predmetnih lokacijah. Učenci so ob zaključku v dodaten spomin na dogodek in predstavljene vsebine dobili praktična darila projekta FRISCO1.

3.2 Tablice za označevanje visokih voda

V sklopu ozaveščevalnih delavnic za učence osnovnih šol je potekala tudi aktivnost postavitve visokovodnih tablic, ki označujejo višino, do katere je segala voda ob najvišji izmerjeni in dokumentiraia poplavi na predmetnih lokacijah. Tablice so postavili učenci – udeleženci delavnic. Na terenu so jim bile ob tej aktvnosti prikazane še fotografije poplav, ko je bila izmerjena najvišja visoka voda, da so si lažje predstavljali, kako visoko je voda takrat segala in kaj bodo označili.

Slika 5: Postavitev tablice v občini Kostel (porečje Kolpe), vir: Hidrotehnik

3.3 DELAVNICE ZA SPLOŠNO JAVNOST

Delavnice za splošno javnost so potekale v popoldanskem času, po končanih delovnih obveznostih prebivalcev. Vabila na dogodke so bila splošni javnosti vedno posredovana na krajevno običajen način, to je po pošti, objavljena so bila v lokalnih in nacionalnih medijih (radio, televizija), na spletnih (in Facebook) straneh občin, v občinskih glasilih, na spletni strani Ministrstva za okolje in prostro RS, itd. Vabljeni so bili tudi pozvani, da pred dogodkom izpolnijo kratek internetni vprašalnik, s čimer so pomagali pri načrtovanju ustreznih poudarkov dogodka.

Delavnice so bile organizirane v občinah Rogaška Slatina, Kostel, Markovci, Brežice, Črenšovci in Piran, največkrat v prostorih občine ali lokalne skupnosti. Občine so aktivno sodelovale pri organizaciji delavnic in tudi pri obveščanju splošne javnosti o delavnicah. Glavni namen delavnic je bil doseči večjo pripravljenost prebivalcev, da v primeru poplav zaščitijo sebe, svojo nepremično in premično lastnino ter sokrajane. Vseh kombinacij poplavnih in erozijskih dogodkov namreč ni moč napovedati s popolno zanesljivostjo in tudi vse poplavne ogroženosti ne bo moč odpraviti zgolj z gradbenimi ukrepi. Delo je bilo osredotočeno na k večjemu zavedanju in poznavanju samozaščitnih in vzajemnih ukrepov kot enakovrednih drugim negradbenim in gradbenim ukrepov.

Na delavnicah za širšo javnost so s predavanji sodelovali predstavniki projektnih partnerjev Agencije RS za okolje in Uprave RS za zaščito in reševanje, prisotni pa so bili tudi predstavniki Direkcije RS za vode.Po uvodnem nagovoru je sledila kratka predstavitvitev projekta FRISCO1. Pojasnjeno je bilo, da je FRISCO1 negradbeni projekt in katere so poleg ozaveščanja še druge aktivnosti v sklopu projekta (izboljšanje baz podatkov za obladovanje poplavne ogroženosti, izboljšani hidrološko-hidravlični modeli, izboljšan model napovedovanja poplav, izboljšanje karte poplavne nevarnosti in ogroženosti, nadgradnja sistema opozarjanja in alarmiranja, čezmejno usklajene celovite študije obvladovanja poplavne ogroženosti) in kaj skušamo z njimi doseči (priprava novih in dopolnitev obstoječih strokovnih podlag in dokumentacije za gradbene ukrepe na skupnih porečjih v projektu FRISCO2).

Predstavljena je bila organiziranost na področju upravljanja voda v Sloveniji, s ciljem izboljšati razumevanje koncepta upravljanja voda ter sistem načrtovanja, investiranja in sistem rednega vzdrževanja z namenom, da občani dobijo predstavo po kakšnem sistemu poteka uresničevanje zavez iz zakonodaje in načrtov v povezavi z razpoložljivim denarjem v proračunu in EU skladih.

Sledilo je predavanje o izdelavi hidroloških napovedi in izdajanju hidroloških opozoril, to jekoncept napovedovanja vremena in poplav v Sloveniji, relacija med Agencijo RS za okolje in Upravo RS za zaščito in reševanje oz. službami civilne zaščite. Pri tem je bilo poudarjeno, da je zelo pomembno, sprotno spremljanje opozoril, saj se lahko v zelo kratkem času tudi spremenijo. Predstavljeni so bili tudi bistveni ukrepi za ravnanje ob poplavah, ki so bili razdeljeni na ukrepe pred poplavo, ob napovedi, med in po poplavi. Za zmanjševanje škode, ki lahko nastane ob poplavah, je namreč bistveno, da smo na poplave pripravljeni ter ukrepe kar se le da izvajamo in se tako samozaščitimo ter pripomoremo k zmanjšanju škode. Izpostavljeni so bili predvsem tisti ukrepi, na katere morda pozabimo ali pa niti ne pomislimo.

Prav tako so bile podaneše dobre, predvsem pa slabe prakse, s katerimi povečujemo možnost poplavljanja in na ta račun povečujemo poplavno ogroženost. Pojasnil je povsem konkretne možnosti, ki jih imamo na razpolago, da stanje bodisi vzdržujemo, da ne prihaja do povečevanja ogroženosti, bodisi izboljšujemo (zmanjševanje poplavne ogroženosti z aplikacijo gradbenih in negradbenih ukrepov). Primeri so bili podprti s fotografijami, predvsem pa je bila s tega naslova podana usmeritev, da v struge vodotokov, oz. v njihovo bližino ne odlagajmo različnega materiala ter ne izvajajmo nekontroliranih izpustov ali odvzemov vode v rečnih strugah.

V zaključnem delu delavnicje sledila razprava, ki je potekala pod vodstvom moderatorke, odgovarjali pa so strokovnjaki, pristojni za posamezne teme.

4. ZAKLJUČEK

Delavnice za učence so imele zelo dober odziv.,predvsem zaradi praktičnega sodelovanja in prikaza problemov na modelih so otroci pokazali veliko zanimanje za obravnavane teme. Usmeritev, ki smo se jo poskušali držati, je bila, da se izvede dogodke na osnovnih šolah s čim večjih številom učencem in na lokacijah, kjer je že prišlo do poplavljanja v okolici. Sistem žal ne dopušča prostega krmarjenja po učnem načrtu, ki je potrjen že v začetku šolskega leta, zato je dejstvo, da so bile delavnice na osnovnih šolah izvedene tudi na podlagi naklonjenosti šole projektu oz. sami izvedbi aktivnosti ozaveščanja.

Pri delavnicah za splošno javnost je bil problem predvsem v tem, da odziv prebivalcev na delavice na temo poplav ni ravno velik. Kljub temu so bili dogodki relativno dobro obiskani. Vendar so udeleženci kljub jasnemu naslovu delavnic »Kako se lahko tudi sami zaščitimo pred poplavami« pričakovali odgovore predvsem glede konkretnih gradbenih projektov, rednega vzdrževanja in pomanjkanja sredstev za reševanje težav, ki trajajo že več let. Predvsem se je pokazalo pomanjkanje razumevanja širše javnosti p pomenu negradbenih projektov oz. ukrepov in njihovih aktivnosti.

Čeprav lahko rečemo, da je stopnja ozaveščenosti in usposobljenosti javnosti o poplavah in zmanjšanju poplavne ogroženosti na solidni ravni, pa je to proces, ki bi se moral izvajati kontinuirano. Žal je v človekovi naravi, da še kako hitro pozabimo na pretekle dogodke in si mnogokrat zato vse manj predstavljamo, da se lahko nekateri neželeni poplavni dogodki ponovijo in nas ponovno prizadanejo.

OZNAKE VISOKIH VODA V SLOVENIJI

dr. Peter Frantar[1,2], mag. Florjana Ulaga[1,2], mag. Marjan Bat[1,2], Marjan Jarnjak[2]

[1]Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova 1b, Ljubljana, [2]Zveza geografov Slovenije, Komisija za hidrogeografijo , pp 306, 1001 Ljubljana

POVZETEK

Agencija Republike Slovenije za okolje upravlja z mrežo državnih vodomernih postaj. V zadnjih desetih letih smo na številnih namestili oznake najvišjih zabeleženih gladin vode. Na podlagi mnogih pobud smo akcijo "Postavitev oznak visokih voda" razširili tudi na širše območje. Leta 2014 smo se povezali s Komisijo za hidrogeografijo Zveze geografov Slovenije in sklenili dogovor o sodelovanju.

Osnovni cilji akcije so obveščanje in ozaveščanje prebivalcev o visokih vodah kot naravnem pojavu, izboljšanje vedenja o ojezeritvah kraških polj in poplaviščih rek, ter opominjanje na dejstvo, da voda v času izrednih dogodkov potrebuje zase več prostora.

Postavljanje oznak lahko razumemo tudi kot t.i. negradbeni ukrep varstva pred poplavami. Poleg uradnih institucij so v akcijo aktivno vključeni mnogi deležniki, zlasti lokalno prebivalstvo, šole, društva in lastniki stavb z nameščenimi oznakami.

Z razširjeno akcijo smo začeli na območju Planinskega polja in nadaljevali po vsej državi. V članku predstavljamo metodološki pristop in praktično izvedbo na primerih postavitve oznak, ki jih je bilo konec leta 2016 v Sloveniji že okoli 30.

Ključne besede:

visoke vode, poplave, hidrogeografija, izobraževanje, ozaveščanje, oznake visokih voda, upravljanje porečij

1. Uvod

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) že vrsto let postavlja oznake visokih gladin na vodomernih postajah državne merilne mreže. V letu 2014 smo (na ARSO) po pobudi in predlogu članov geografskih društev ugotovili skupen interes in pomen nameščanja oznak na mestih, ki ne sovpadajo z vodomernimi postajami. ARSO je tako v letu 2014 s Komisijo za hidrogeografijo (KHG) Zveze geografov Slovenije (ZGS) sklenil "Sporazum o sodelovanju pri akciji označevanja visokih voda".

Poenotene oznake visokih voda domačine, obiskovalce in načrtovalce rabe prostora ozaveščajo in hkrati opominjajo na omejitve, ki jih je zaradi poplav pri načrtovanju rabe treba upoštevati.

Akcija je povezana tudi s smernicami Vodne (Vodna direktiva, 2000) in Poplavne direktive EU (Poplavna direktiva, 2007). Obe temeljita na osnovah trajnostnega razvoja in trajnostne rabe prostora. Z akcijo želijo geografi in ARSO izobraževati in obveščati prebivalce o visokih vodah in poplavah kot naravnem pojavu, izboljšati vedenje o poplavah rek in morja, posebej o ojezeritvah kraških polj ter spomniti na dejstvo, da voda bolj ali manj pogosto zahteva dodaten prostor. Zaradi podnebnih sprememb se v bližnji prihodnosti pričakuje tudi spremembe v geografski razporeditvi in intenziteti hidroloških ekstremov.

Akciji se pridružuje Ministrstvo za okolje in prostor, ki jo, kot obliko sodelovanja javnosti, uvršča med ukrepe Načrtov zmanjševanja poplavne ogroženosti.

2. Prva skupna akcija

Prva skupna akcija ARSO in KHG je bila postavitev oznak po ojezeritvi Planinskega polja leta 2014. Pet oznak višine vode v februarju smo postavili v Planini pri Postojni. Z namenom, da v aktivnosti vključimo čim širši krog zainteresiranih javnosti, sta priprava in izvedba potekali v sodelovanju z domačini: z lastniki stavb, osnovno šolo, gasilskim društvom, člani civilne zaščite, ribiči, občino in ostalimi deležniki.

Slika 1: Oznaka za visoke vode (foto: Marjan Bat)

Naslednji korak je bila javna predstavitev postavljenih oznak. Glavni namen dogodka je bil seznaniti širšo javnost o območjih visokih voda in ohranjanje spomina na tovrstne naravne pojave. Dogodek je potekal 28. maja 2014 v Planini pri Postojni, sodelovali pa so:

- Agencija Republike Slovenije za okolje,
- Komisija za hidrogeografijo Zveze geografov Slovenije,
- Ministrstvo za okolje in prostor (tedaj Ministrstvo za kmetijstvo in okolje),
- lastniki objektov,
- domačini,
- Občina Postojna,
- Prostovoljno gasilsko društvo Planina,
- Civilna zaščita Postojna,
- učenci in učiteljice Osnovne šole Antona Globočnika, podružnica Planina,
- Inštitut za raziskovanje krasa pri ZRC SAZU,
- Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani
- izvajalci ukrepov v okviru načrtov urejanja vodotokov.

Dogodek je bil ustrezno medijsko pokrit in odmeven. Prispevke o dogodku smo zasledili na spletnih straneh ZGS in ARSO, na družabnih omrežjih KHG, na spletnih straneh Občine Postojna ter v Notranjsko-Primorskih novicah. Prispevek sta objavili tudi lokalni televizijska in radijska postaja.

3. Pregled akcij 2014–2016

Akcija postavljanja oznak visokih voda je organizacijsko in časovno zahtevna, sodelovanje v njej pa je prostovoljno. Izbira lokacij in nameščanje oznak potekata povsem individualno, v dogovoru med člani KHG in deležniki. Enostavnega in ponavljajočega navodila za izvedbo ni, ves čas pa sledimo sistematičnemu pristopu, ki ima naslednje temelje:

Prostovoljnost

Za razliko od podobnih, institucionaliziranih dogodkov se udeleženci v akcijo vključujejo prostovoljno in aktivno. Zato so z rezultatom, kot pokazateljem pomembnosti vloge posameznika ali skupine, bolj zadovoljni.

Delovanje od spodaj navzgor

Akcija se začne na lokalni ravni z vključevanjem lokalnih deležnikov in se razširi do uradnih institucij lokalnega, regionalnega in državnega pomena. Zaradi tega načela se v akcijo vedno vključuje lokalno prebivalstvo, ki želi ohraniti vedenje o visoki vodi, poplavi, na splošno pa o zgodovinskih in sodobnih dogodkih v domačem okolju.

Javnost dogodkov

Vse nameščene oznake in delavnice v okviru akcije skušamo predstaviti na javnih dogodkih v lokalnem okolju ob sodelovanju predstavnikov ARSO, KHG in drugih institucij. Skupaj z lokalnimi deležniki dogodke tudi medijsko pokrijemo.

Akcija postavljanja oznak visokih voda v sodelovanju KHG in ARSO še vedno teče. Do konca leta 2016 smo na različnih lokacijah namestili že 29 tablic, izvedli pa smo tudi več javnih predstavitev nameščenih oznak (preglednica OT1). Pripravljenost na sodelovanje nas je vedno pozitivno presenetila. Splošne in strokovne javnosti akcijo spremljajo in pri njej sodelujejo tudi preko spletnega portala Geopedia, kjer na naslovu Sporoči poplavo lahko vnašajo informacije o poplavnih dogodkih, njihovih posledicah, ter lokacije postavljanja oznak visokih voda.

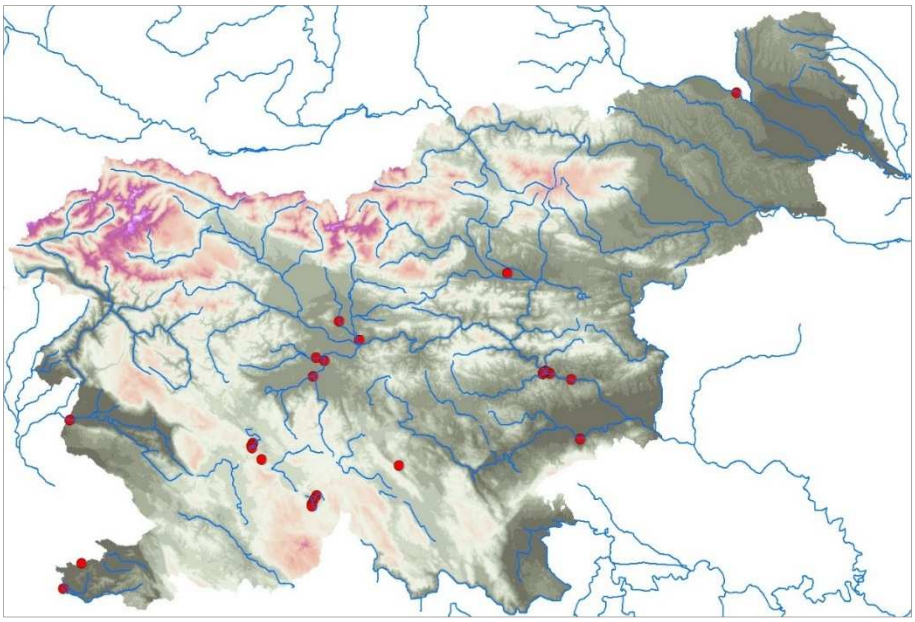
Preglednica 1: Javne predstavitve oznak visokih voda

datum javnega dogodka	datum visoke vode	dogodek	število oznak	število udeležencev
28.5.2014	24.2.2014	Planinsko polje	5	40
4.11.2014	23.1.2014	Loško polje	6	60
13.3.2015	19.9.2010	Miren - Vrtoče	2	40
21.4.2016	19.9.2010	Ljubljana Livada, Barje	2	60
19.9.2016	2.2.1990	Sevnica	5	40

Sodelujoče inštitucije v akciji v letih 2014–2016:

- Agencija Republike Slovenije za okolje
- Komisija za hidrogeografijo, Zveza geografov Slovenije
- Ministrstvo za okolje in prostor
- Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani
- Fakulteta za humanistične študije, Univerza na Primorskem
- Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU
- Inštitut za celostni razvoj in okolje
- Zavod Republike Slovenije za šolstvo
- Narodni muzej Slovenije
- Svetovno združenje za vodo
- Krajinski park Sečoveljske soline

- Krajinski park Barje
- Občina Miren Kostanjevica
- Občina Postojna
- Občina Lož
- Občina Sevnica
- Mestna občina Ljubljana
- Osnovna šola Planina
- Osnovna šola Miren
- Osnovna šola Livada
- Osnovna šola Sevnica
- Prostovoljno gasilsko društvo Planina
- ICPDR (Mednarodna komisija za reko Donavo)
- Ribiči, čolnarji, gostinci
- krajani in prostovoljci z območij vključenih v akcijo



Slika 2: Lokacije nameščenih oznak visokih voda do konca leta 2016

4. Zaključki

Postavljanje oznak visokih voda v Sloveniji se nadaljuje. Dokazali smo, da lahko s povezovanjem lokalnega prebivalstva in zainteresiranih javnosti z obstoječimi institucijami ob majhnih stroških dosežemo velik odziv. Akcijo uvrščamo med negradbene protipoplavne ukrepe, ki jih priporočata Poplavna in Vodna direktiva. Slednja zahteva upravljanje s porečjem in ne zgolj z vodotokom. Prav na pomen celovitega upravljanja porečja, ki ni samo struga vodotoka, pa kažejo oznake visoke vode. Med pomembnimi točkami po Poplavni direktivi je tudi ohranjanje naravne retenzijske površine, kar poplavno območje je, in tudi nanj kažejo oznake visoke vode. To prostovoljno akcijo, ki smelo teče v sodelovanju med ARSO in KHG ZGS, pa lahko po predlogu Načrta zmanjševanja poplavne ogroženosti (MOP, 2015) uvrstimo tudi v ukrep U6 - Izobraževanje in ozaveščanje o poplavni ogroženosti.

Akcija nas opozarja, da poplave so in vedno bodo. Rabo prostora je potrebno načrtovati v sožitju z njimi. Dogoročno bodo v pokrajini uspele zgolj dejavnosti, ki se zavedajo pomembnosti prostora vode in ga vključujejo v razvojne načrte. Za izboljšanje in ohranitev vedenja o visokih vodah v pokrajini bomo veseli vsake pobude in želje po aktivnem sodelovanju.

Slika 3: Nameščanje oznake pri gostišču Livada ob Ljubljanici v Ljubljani (foto: Marjan Bat)

5. Viri

FRANTAR, P., ULAGA, F., BAT, M., JARNJAK, M., 2016. Akcija postavljanja oznak visokih voda v Sloveniji. *Ujma*, 30, str. 166-170.

Geopedia interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije. (2013). *Sporoči poplavo* [online]. Sinergise laboratorij za geografske informacijske sisteme, d.o.o.

http://geopedia.si/lite.jsp#T3613_x499072_y112072_s9_b4 [dostop 2014]

MOP - Ministrstvo za okolje in prostor, (2015). *Načrt zmanjševanja poplavne ogroženosti (NZPO Si). PREDLOG – ver. 1.04* [online].
http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/nzpo/NZPO_SLO_2015_12_08.pdf [dostop december 2015]

Poplavna direktiva, (2007). *Direktiva 2007/60/ES Evropskega Parlamenta in Sveta, z dne 23.oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti (Poplavna direktiva)* [online].

http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:EN:PDF [dostop oktober 2007]

Vodna direktiva, (2000). *Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2000, ki določa okvir za delovanje Skupnosti na področju vodne politike.* [online].

http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/sl/dd/15/05/32000L0060SL.pdf [dostop oktober 2000]

POUK O(B) VODI IN ZA VODO

Igor Lipovšek

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

POVZETEK

V slovenskih učnih načrtih je veliko ciljev povezanih z vodo. Učenci vodo spoznavajo izkustveno z objektivnega in subjektivnega vidika. Praktično ni učnega predmeta, kjer se voda ne bi pojavljala. Pri nekaterih predmetih se pojavlja v metaforični razsežnosti, pri drugih v življenjski. Posebno mesto ima v učnih načrtih fizike in kemije, najbolj celostno pa njeno vlogo spoznavajo učenci in dijaki pri pouku geografije. Voda je naravnogeografski dejavnik oblikovanja pokrajine, ko jo človek uporabi za prometni in tehnološki namen, pa tudi družbenogeografski.

Od deskriptivnega pouka o vodi kot naravnem viru se je pouk geografije usmeril v raziskovalno smer. Ob tem pa so cilji pouka geografije v pomembnem delu usmerjeni tudi ravnanje s prostorom in njegova vloga v prihodnosti. Voda je prikladno učno sredstvo, ker nastopa v več agregatnih stanjih; lahko je slana ali sladka; lahko tekoča, stoječa ali podzemna; je dinamična, neizogibna, nujna življenje in je v Sloveniji poglavitni reliefni preoblikovalni dejavnik. Zato je voda v terenskem delu, ki ga predpisuje učni načrt za geografijo, med najpogosteje raziskovanimi pokrajinskimi dejavniki. Šole se ga lotevajo na več načinov: kot učni sprehod, kot strokovno raziskavo in kot razvojno-načrtovalni projekt, ki je zastavljen medpredmetno ali celo medšolsko.

Ključne besede:
voda, pouk, učni načrt, šola

1. Uvod

Voda kot krajevni, prostorski, krajinski, geografski, preoblikovalni, energetski, vojaški, politični, prehrambeni, literarni, likovni, glasbeni, nacionalni, narodnostni, patriotski, zgodovinski, prehrambeni, higienski, gospodarski in kemijski element, dejavnik, motiv ali spojina je pogosto navzoča v slovenskih osnovnih in srednjih šolah; ne le kot obrobna vsebina, ampak kot temeljna tematika in predmet obravnave različnih šolskih predmetov. Zato so ključna vprašanja:

- ali je voda dovolj zastopana v programih slovenskih šol;
- ali so so cilji in vsebine pouka o vodi ustrezno, zanimivo, nazorno, aktualno in razumljivo obravnavane;
- ali obstaja zadostna medpredmetna povezanost (korelacija) pouka o vodi;
- ali se o vodah učijoujemo kabinetsko ali na terenu;
- ali se s poukom uresničuje cilje pouka, ki zahtevajo dejavno vključevanje učencev in dijakov v gospodarjenje z vodami.

2. Vode v učnih načrtih slovenskih šol

Učenci se z vodo srečajo že v 1. razredu pri predmetu spoznavanje okolja, ko opazujejo spremembe narave v letnih časih in ugotavljajo sezonsko specifiko; bodisi večji/manjši pretok in temperature vode v potoku ali reki bodisi spremembe vegetacije in živalstva v in ob vodi. V 2. razredu je posebna vsebina o vodah v bližnji okolici z navedenimi nekaterimi vodnimi pojmi. Učni načrt zahteva, da se vsebine po možnosti izvedejo na terenu, poleg tega pa predvideva tudi nekaj konkretnih nalog (izdelava ladjice, mlinčka, preskus hitrosti vodnega curka in toka). V 3. razredu naj bi učenec znanje še razširil, nič več pa ni eksplicitne zahteve po opazovanju v naravi.

V 4. razredu se predmet razcepi: pri naravoslovju in tehniki se učijo o kroženju vode v naravi in vodi kot življenjskem prostoru, pri družbi pa spreminjanju vloge in uporabe voda. V 5. razredu pri družbi učenci zvedo o dolinah alpskih rek, vodi - viru energije, kraških vodah, toplicah in splavarjenju.

Preglednica 1: Predmeti z učnimi vsebinami o vodi – osnovna šola

predmet / **razred**	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**
SPOZNAVANJE OKOLJA	+	+	+						
NARAVOSLOVJE IN TEHNIKA				+	+				
DRUŽBA				+	+				
GEOGRAFIJA						+	+	+	+
NARAVOSLOVJE						+	+		
BIOLOGIJA								+	+
KEMIJA								+	+
FIZIKA								+	+

Opomba: izpuščeni so predmeti, kjer se voda občasno tudi pojavlja (šport, gospodinjstvo, materinščina, likovna in glasbena umetnost, državljanska in domovinska vzgoja in etika, izbirni predmeti).

V višjih razredih OŠ se učenci najbolj sistematično in celostno o void učijo pri geografiji. Spoznavanje voda v osnovni šoli dopolnjujejo ekskurzije, raziskovalne naloge, raziskovalni dnevi, učni sprehodi, učne poti in druge dejavnosti, ki so za pouk o vodah običajno bolj zanimive in učinkovite kot pouk v razredu.

Učence je pred obiskom vodne učne poti ali terenskim delom treba pripraviti. Pred odhodom na teren dobijo ali si sami zastavijo naloge: bodisi posameznik (tako je resnično vsak zaposlen in vidimo, kaj in koliko je napravil) ali skupina (rezultati so praviloma boljši, slabši učenci se učijo od boljših, timsko delo je bolj zanimivo; obstaja pa nevarnost, da se nedejavni učenci skrijejo za fasado celotne skupine). Na terenu učenci lahko, poleg opazovanja in poslušanja, merijo, kartirajo, fotografirajo, filmajo, anketirajo, eksperimentirajo, diskutirajo, razlagajo, predlagajo rešitve in podobno.

V srednji šoli prevzame ključni delež vsebin o vodi geografija. Večina triletnih šol geografije nima, ampak je integrirana v predmetu družboslovje; srednje strokovne pa samo v prvem letniku 70 ur. V 1. letniku gimnazijskega programa je geografija obča in ima posebno poglavje namenjeno vodovju, voda pa se kot dejavnik pojavlja tudi v poglavju o reliefu, podnebju, prsti, industriji, kmetijstvu, prometu, energiji in turizmu. Poglavje vodovje obravnava tudi razvoj rečnega reliefa; reliefne oblike v zgornjem, srednjem in spodnjem toku reke, nadaljnji razvoj površja v zgornjem, srednjem in spodnjem toku reke, rečno erozijo (globinsko, bočno), akumulacijo, meander, mrtvi rokav, sedimentacijo, teraso, rečje, porečje, povirje, povodje, razvodje, razvodnica, talna voda ali podtalnica. Za naštete pojme je možno najti ustrezno didaktično podporo s terenskim raziskovanjem. Poleg tega pa katalog od učencev zahteva,

poleg poznavanja, tudi cilje drugih taksonomskih, ki jih je prav tako možno doseči ob vodni učni poti: ovrednotiti pomen rek za človeka (reke kot vir sladke vode, energije; reke kot prometne poti, namakalni in turistični vir), ugotoviti glavne vire onesnaženja rek, razložiti ekološke probleme v zvezi z jezeri (zasipanje, onesnaževanje, ukrepi za ohranjanje čistosti jezerske vode), utemeljiti potrebo človeka po talnici v urbanih območjih in navesti primere ogrožanja talnice, opisati primere in vzroke ogrožanja talnice v domačem okolju. Seveda so med cilji in vsebinami tudi razumevanje zakonitosti morske vode in vode v treh agregatnih stanjih ter njeno planetarno in lokalno kroženje.

V višjih letnikih je geografija regionalna in v zvezi z vodo vsebuje manj vsebin in obveznih pojmov: namakalno poljedelstvo, oskrba z vodo, varstvo voda, pomen vode za turizem, nevarnost poplav, melioracije, umetno namakanje, kemizacija kmetijstva, ravnanje in gospodarjenje z vodo.

V 3. letniku pri geografiji Slovenije je možnosti za terensko delo in preučevanje vode več, ker katalog učno-vzgojnih ciljev vsebuje vpliv kamninske zgradbe na način oskrbovanja z vodo v domači pokrajini in različnih delih Slovenije (kvartarne naplavine, vodno zajetje); rečni (normalni) relief, nalivi in povodnji, poplave; opisati rečno omrežje Slovenije; hidrogram; navesti primere slovenskih rek z dežnim, snežnim, ledeniškim in kombiniranim rečnim režimom ter razložiti dejavnike, ki vplivajo na tip režima (količina in oblika padavin, izhlapevanje kot posledica temperatur, poraslost, vodne akumulacije); ovrednotiti gospodarski pomen rek in navesti načine izkoriščanje vodne sile v Sloveniji in v domači pokrajini v preteklosti in danes; na primeru iz domače pokrajine in Slovenije pojasniti povezanost rek s podtalnico; s pomočjo ustrezne karte razložiti kvaliteto vode v slovenskih rekah in sklepati na vzroke onesnaženosti (I., II., III. in IV. kakovostni razred); s pomočjo metod terenskega dela ovrednotiti tekoče in stoječe vode v domači pokrajini.

Učni načrt dijake usmerja tudi v ekskurzijo in terensko preučevanje voda v okolici šole z vidika rabe, kakovosti, rečnega režima in podobno. Od predvidenih treh maturitetnih terenskih nalog je ena praviloma posvečena vodi, kar pomeni, da polovica gimnazijcev – 5000 vsako leto, samostojno naredi terensko raziskavo o void in o tem napiše poročilo.

Preglednica 2: Zastopanost ciljev, vsebin in pojmov o vodi v gimnazijskem učnem načrtu za geografijo

Geografski dejavnik	**Kolikokrat se dejavnik dobesedno omeni v UN**	**Dejavnikov delež med cilji obče geografije v UN**
Relief in površje	38	9%
Podnebje	42	10%
Voda	64	15%
Prst	32	7%
Rastlinstvo	39	9%
Živalstvo	12	3%
Prebivalstvo	49	11%
Naselja	14	3%
Gospodarstvo	21	5%
Promet	29	7%
Kmetijstvo	43	10%
Industrija	26	6%
Turizem	27	6%
Vseh	**436**	**100%**

Preglednica kaže, da so cilji in vsebine o vodi relativno bogato zastopane v slovenski šolski geografiji. Tudi podrobnejši pregled pojmov bi potrdil, da ni potrebe po dodajanju. Mogoče

bi celo kazalo katerega izpustiti, zlasti če gre za tuje sinonime (dežni/pluvialni režim, ...); koristno pa bi bilo pojme interdisciplinarno prevetriti in izločiti še kakšnega, ki ni tako relevanten.

Podoben rezultat daje tudi raziskava, opravljena med učitelji, ko so bili anketirani, kateri dejavnik z učenci najpogosteje raziskujejo pri terenskem delu. Voda je tretji napogostejši raziskovani geografski dejavnik; takoj za reliefom in podnebjem.

Slika 1: Pogostost raziskovanja geografskega dejavnika s terenskim delom (Vir: Lipovšek (2016), str. 40.

Učni načrt vsakega predmeta zahteva od učitelja, da se navezuje na znane oz. že usvojene cilje ostalih predmetov. V praksi se to načelo manj upošteva in uresničuje. Učitelji so po eni strani premalo interdisciplinarno usposobljeni, po drugi strani pa dovolj samokritični, da ne posegajo v področja, ki jih temeljito ne obvladajo. Tako načelo korelacije ostaja na površnih povezavah in rahlem prekrivanju snovi različnih predmetov. Korelacija še najbolj pride do izraza na ekskurzijah, pri projektih (ki so bolj domena osnovnih šol in pri katerih neko vsebino učenci obdelajo iz različnih zornih kotov) in raziskovalnih nalogah učencev. Redko pa se učitelja različnih predmetov pojavljata skupaj v razredu; le občasno je pouk popestren z obiskom zunanjih sodelavcev šole ali obiskom učencev v strokovni instituciji.

Čeprav je marsikatera lega šole idealna za terensko raziskovanje, se večina učiteljev med poukom ne odloča zanj. Vzroki so po anketi učiteljev geografije: naporna priprava, strah pred neuspelo izvedbo, nezainteresiranost učencev, organizacijske težave (prekratek čas ene šolske ure, zagotavljanje varnosti učencev), neizdelani vzorci kratkih terenskih vaj, pomanjkanje strokovne literature in gradiv, nerazumevanje vodstva šole, nezanesljivo vreme, terminsko nesovpadanje učnega načrta z dogajanjem v naravi, prepuščanje terenskih raziskav šoli v naravi.

Zato Zavodu RS za šolstvo spodbuja oblikovanje terenskjih geografskih opazovalnic. Zamisel je preprosta: prepričati učitelje, da je geografske cilje in vsebine možno poučevati v geografskem laboratoriju - pokrajini - izven razreda, obenem pa učence z raziskovanjem dejavno vključiti v pouk. Odziv učiteljev je manjši od pričakovanega. Učitelji so, kot poročajo na študijskih srečanjih, ob pogovoru s tistimi, ki se na teren z učenci odpravkljajo pogosteje, največkrat presenečeni, da je za geografsko opazovalnico primerna praktično vsaka točka v pokrajini, ki omogoča opazovanje in analiziranje vsaj enega od pokrajinotvornih elementov. Dejavnosti, ki spodbujajo oblikovanje geografskih opazovalnic pa so tudi tekmovanje, natečaj za geografski krajevni prospekt in pogosto tudi krajevne društvene ali občinske pobude.

2.1 Terensko delo kot sestavina pouka

Terensko delo se je v praksi izkazalo za učinkovito, saj učence navaja na samostojnost in ustvarjalno dejavnost, pa tudi pomnjenje znanja je večje. Kot vsaka dejavnost pa ima prednosti in slabosti.

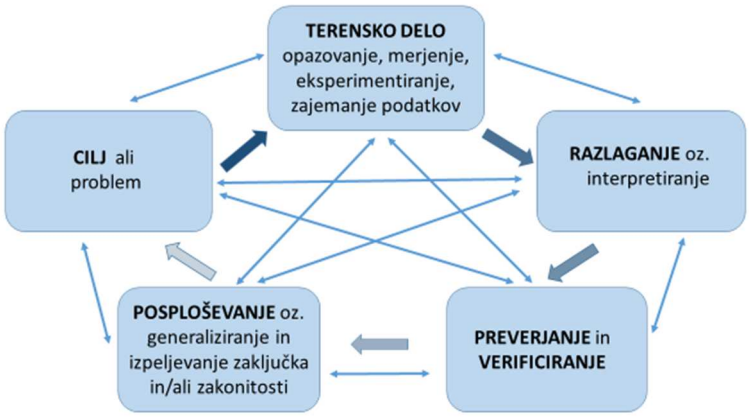
Preglednica 3: Nekatere prednosti in slabosti terenskega dela

Prednosti	Slabosti
• redkost in sprememba • zanimivost za učence • dejaven učenec • neposreden stik s problemom oz. pojavom • resnično življenjsko okolje in razmere • poleg vsebinskih in spretnostno-veščinskih uresničevanje odnosnih učnih ciljev • multi- in interdisciplinarnost • celosten pristop • problemski pristop • skupinsko delo	• temeljitejša in vsestranska priprava • v prvi fazi veliko bolj obremenjen učitelj kot pri običajnem pouku • varnost učencev • vreme, letni čas • veliko opreme in pripomočkov • idealnih lokacij je malo • težavno vrednotenje izdelkov učencev • težko je najti raznovrstne naloge za individualno delo • skrivanje učencev za fasado skupine

Terensko delo z učenci ob vodi je v funkciji pouka in učnih ciljev; primerno njihovi starosti oz. razvojni stopnji in sposobnosti učitelja, da razloži in pojasni pojave in njihov potek ter lastnosti in vpliv na druge geografske dejavnike in procese, ki potekajo v pokrajini, če nalog učenci sami ne zmorejo opraviti ali usvojiti ciljev. Pri geografskem terenskem delu je v ospredju vpliv naravnih in družbenih dejavnikov na spreminjanje struge in rečne doline, hitrost vodnega toka, živalstvo in rastje v/ob reki, erozijo, transport, akumulacijo materiala ipd. ter na drugi strani vpliv vode na bregove, oblikovanje reliefa, poselitev, promet, industrijo ipd. Gre za temeljno geografsko načelo: razložiti, razumeti in vrednotiti pojave in procese v pokrajini z vidika medsebojnega součinkovanja, povezanosti, soodvisnosti in celostnosti.

Pri terenskem delu je vodilo učni cilj, ki ga želi uresničiti učitelj ali šola ali je zapisan v učnem načrtu. Terensko delo (merjenje, kartiranje, eksperimentiranje, ugotavljanje...) ni namenjeno samo sebi. Je le vmesna faza med zastavljenim ciljem ali problemom, ki ga učenci začutijo ali prepoznajo, na eni strain in interpretacijo ter generalizacijo na drugi strani.

Slika 2: Raziskovalni krog pri terenskem delu



Nekateri avtorji navajajo teč faz raziskovalnega dela, npr.:

- postavitev problema
- formulacija hipoteze
- izbira spremenljivk
- izbira pripomočkov
- prostorsko in časovno načrtovanje eksperimenta
- izvedba
- analiza
- sinteza in preverjanje

- interpretiranje in posploševanje.

Več faz ko je sposoben učenec napraviti sam, bolje je. Ker je učitelj pri pouku omejen s časom, prostorom, velikostjo skupine in ostalimi ovirami, v skladu s cilji, ki jih želi doseči, sam oceni, katere faze bodo učenci opravili sami, v kateer pa se bo sam vključil.

Pomembno pa je z učenci osmisliti odhod na teren ter opravljanje merjenj, opazovanj, kartiranj in drugih terenskih tehnik, pri katerih sta vedno dve vodili: učenje terenskega dela kot raziskovalne metode in uporaba umestnih in pomembnih terenskih tehnik za razrešitev raziskovalnega problema ali naloge.

Zato so najboljše tiste terenske naloge, ki so obvladljive, rezultati pa interpretativni in nazorni. Tudi v šoli je umestno, če se rezultati učencev kdaj razlikujejo od pričakovanih, predvidljivih ali napovedanih, a v izhodišču se je modro držati t. i. šolskih, enoznačnih primerov. Smiselno je tudi izbrati takšne meritve in raziskave, ki jih je možno vpeti v vzročno-posledični splet in učence s tem navajati na celostno razmišljanje, pri katerem spoznajo, kaj je vzrok, kaj posledica, kaj morebitni povod oz. sprožilo in tudi, da je ta posledica obenem že tudi vzrok nove posledice.

3. Kaj lahko učenci merijo

Za uporabne razlage je smiselno meriti tisto in tako, da so podatki že v prvem koraku primerljivi; lahko pa merijo in uporabijo najrazličnejše podatke; tudi tiste, ki na prvi pogled niso povezljivi. Čeprav osnovni princip pri merjenju je, da merijo stvari, ki so med seboj primerljive oziroma so primerjave med njimi smiselne. Za temeljna dokazovanja je dobro, če se merjencu spreminja le en parameter. Seveda je odvisno tudi, kaj učenci želijo dokazati. Na primer: temperaturo vode v potoku merijo istočasno na različnih mestih ali na istem mestu v različnih časih in enakih časovnih intervalih. Veliko težje je dokazati zakonitosti, če hkrati menjajo čas in kraj. Kajti cilj je dokaz zakonitosti ali obstoja problema, ne pa akt merjenja.

Ko gre za raziskovanje vode, se ponavadi odvzame ter fizikalno, biološko in kemično analizira vzorec vode, opiše okolico in strugo ter jo zmeri. Zmeri in nariše, ali vsaj skicira ali fotografira, se prerez ovlaženega profila. Pri delu se uporablja najrazličnejše rekvizite: od kompasa in termometra prek listkov za pH do zemljevidov in lup.

Pri tem si učitelj vedno postavlja vprašanje, zakaj učenci nekaj merijo in kakšna je učna in interpretativna vrednost meritve. Spreminjanje temperature vode preko dneva dokazuje vpliv segrevanja zraka na vodo; segrevanje vode vpliva na to, kako bo segreta vplivala na življenje v njej, na okolico in okolje; kako bo povečevala izhlapevanje vode; kako bo vplivala na rabo, porabo in izrabo vode.

4. Voda kot objekt terenskega preučevanja

Narobe bi bilo pri pouku geografije katerega od naravnogeografskih dejavnikov (relief, podnebje, voda, rastlinstvo, živalstvo, prst) postavljati v ospredje. Vendar ima voda, v primerjavi z ostalimi, za delo z učenci nekatere prednosti:

- je živa (teče, poplavlja, daje življenje, ...), raznovrstna (para, voda, led; tekoča, stoječa; talna, površinska; slana, sladka; čista, umazana) in dinamična (hitro spreminja videz, obliko, namen; ruši, gradi, oblikuje, spreminja);
- je malo slovenskih šol, ki ne bi imele vodotoka v bližini;
- jo učenci radi raziskujejo;

- s preprostimi in cenenimi metodami ter meritvami (temperatura, hitrost vodnega toka, kalnost, vodostaj) učenci razlagajo vzroke, tolmačijo pomembne naravne in družbene zakonitosti in predvidevajo posledice;
- je dokazovanje vzročno-posledičnih povezav z vodo enostavno (dežuje ⇒ višja in hitrejša reka; hitrejša reka ⇒ večje izpodjedanje bregov ali transport proda; voda v bližini (pitna, transportna, energetska) ⇒ pojavijo se naselja, žage, tovarne);
- so posledice njenega delovanja vidne in nazorne (venenje, poplavljanje);
- so nanjo vezani aktualni in pereči problemi človeštva (onesnaženje, pomanjkanje, ujme);
- je planetarni, vseobsegajoči element;
- so celostni pristopi k obravnavi vode relativno enostavni in nazorni (pomanjkanje vode povzroči politične, socialne, zdravstvene, gospodarske probleme; onesnaženje vode ni nikoli lokalni problem);
- jo kontinuirano obravnavajo v vseh razredih osnovnih šol,
- jo je možno široko medpredmetno obravnavati (ne le pri geografiji, fiziki, kemiji in biologiji, ampak tudi pri slovenskem jeziku, zgodovini, likovni in glasbeni umetnosti, športu...);
- je zakonitosti iz preučevanja vode možno nazorno in enostavno aplicirati na drugih primerih (vodni tok ⇔ električni ali prometni tok, vodni tlak ⇔ zračni tlak, energija vode ⇒ mehanska energija ⇒ električna energija ⇒ opravljanje dela);
- je za Slovenijo (celo v grbu je zabeležena) zelo značilna v različnih pojavnih oblikah;
- ARSO ima na voljo veliko, tudi v najnižjih razredih OŠ uporabnih in razumljivih, dostopnih podatkov o meritvah voda.

5. Zaključek

Pouka o vodah je v programih slovenskih šol dovolj. Posodobleni učni načrti in sodobnejši učbeniki so v pouku geografije presegli zgolj opisovanje voda in se jih lotevajo problemsko. Aktualiziranje je navzoče, čeprav mu učbeniki in učni načrti ne morejo slediti. Zato aktualiziranje mnogi učitelji dosegajo z vključevanjem časopisnih člankov in televizijskih sporočil ter primerov iz šolskega okolja. Medpredmetnega povezovanja na šoli, razen ko gre za dneve dejavnosti ali vsešolske projekte, je premalo; ga pa obstoječi šolski ustroj s togo predmetno in urniško logiko ne spodbuja. Pouk o vodah preredko poteka na terenu v okviru rednega pouka; še največkrat na raziskovalnih taborih, ekskurzijah, projektih, izbirnih predmetih in tekmovanjih. Premalo je v šolske obravnave vključen pomemben vidik: gospodarjenje in upravljanje z vodami. Zato Zavod RS za šolstvo usmerja učitelje in učence tudi na spletne aplikacije, ki omogočajo uresničevanje tovrstnih ciljev, poleg tega pa ZRSŠ tudi sam oblikuje nove didaktične pristope, ki za preučevanja voda uporabljajo in bodo uporabljali sodobno informacijsko tehnologijo, ki ne le v natančnostnem smislu, ampak tudi v motivacijskem smislu bolj privablja in prepriča učence.

6. Literatura

Bricelj, M. (1989): Proučevanje gospodarske vloge voda. Geografski obzornik XXVI/3-4. Ljubljana.

Brinovec, S. (1997): Terensko delo, 2. popravljena in dopolnjena izdaja. Ljubljana. Zavod RS za šolstvo in šport.

Gersmehl, P. (2005):Teaching Geography. New York, The Guilford Press.

Globevnik L. (1996): Vodna učna pot Gabernica. Društvo vodarjev Slovenije. Ljubljana.

Kolnik, K. (2006): Učenje geografije v učilnici na prostem in didaktična analiza dosedanje učne prakse. Geografija v šoli; letn. 15, št. 2, str. 13-22.

Kolenc Kolnik, K. (2007): Proaktivnost in terensko delo v izobraževanju za trajnostni razvoj. Revija za geografijo, 2-2, 2007, str. 21-28. Maribor: Filozofska fakulteta. http://www.dlib.si/preview/URN:NBN:SI:doc-ONFVPS5C/d8681702-f041-4b7b-adf6-3e6d984996a4

Kolnik, K. (2011): Učni načrt. Program osnovna šola. Geografija [Elektronski vir]. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. Način dostopa (URL): http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Geografija_obvezni.pdf

Košak, M. (1985): Naravoslovni dan. Geografski obzornik XXIII/4. Ljubljana.

Kunaver, J. (1995): Obča geografija. Ljubljana. DZS.

Lipovšek, I. (1996): Terensko delo pri Belgijcih. Geografija v šoli 1/96 , str. 34-38. Ljubljana.

Lipovšek, I. (2016): Optimiziranje terenskega raziskovanja pri pouku geografije. Magistrsko delo. Filozofska fakulteta Maribor. Dostopno na https://dk.um.si/Dokument.php?id=106426&lang=slv

Malajner, V. (1995): Zunanji preoblikovalni procesi z vidika uporabe aktivnih metod učenja. Maribor. Zavod RS za šolstvo.

Natek, M. (1989): Melioracije in okolje. Geografski obzornik XXVI/3-4. Ljubljana.

Polšak, A. (2008): Učni načrt. Geografija [Elektronski vir] : gimnazija : splošna, klasična, ekonomska gimnazija : obvezni predmet (210 ur), matura (105 ur) / Ljubljana : Ministrstvo za šolstvo in šport : Zavod RS za šolstvo. Način dostopa (URL): http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN_GEOGRAFIJA_gimn.pdf ISBN 978-961-234-699

Radinja, D. (1979): Geografsko raziskovanje vodnih mlinov in mlinarstva na Slovenskem. Geografski vestnik LI. Ljubljana.

Šviglin, M. (1996): Soteska Svinjski graben - del turistične ponudbe Podčetrtka. Podčetrtek. Zdravilišče Atomske toplice in Turistično društvo.

IZOBRAŽEVANJE BODOČIH NOSILCEV RAZVOJA IN VLOGA GEOGRAFIJE

Tatjana Kikec, prof. dr. geografije – področje izobraževanja

Juša Kramarja 19, 9000 Murska Sobota

POVZETEK

Učenci in dijaki so bodoči nosilci razvoja, zato je pomembno, da se razvijejo v kritične in odgovorne osebnosti, ki se bodo zavedale pomena varovanja okolja. Ustrezno izobraževanje o pomenu vodnih virov in njihovem upravljanju na vseh ravneh izobraževanja je ključnega pomena in hkrati temelj trajnostnega razvoja. Prav geografija je učni predmet, ki je zastopan tako v osnovnošolskem kot tudi v srednješolskem izobraževanju, v okviru katerega učenci in dijaki spoznajo glavne značilnosti vodovja kot temeljne geografske značilnosti pokrajine, razumejo delovanje in součinkovanje posameznih ekosistemov ter vrednotijo pomen voda za človeka. Z aktivnim pristopom obravnave tematike (zbiranje podatkov o različnih okoljskih problemih voda) in samostojnim delom (izvajanje lastnih terenskih opazovanj in meritev) učenci in dijaki razvijajo pomembne veščine in kompetence, ki jim omogočajo razumevanje problematike voda in nujnosti njihovega odgovornega upravljanja, hkrati pa jih spodbujajo k aktivnemu sodelovanju pri odločanju in prevzemu odgovornosti. Učitelji na šolah se obravnave teme vodovja lotevajo različno, temeljno vodilo so jim učni cilji zapisani v učnih načrtih. Zelo pomembno je, da se učitelji zavedajo vloge in pomena geografije pri razvoju bodočih upravljalcev okolja, so dobro seznanjeni s problematiko voda, še posebej v domačem okolju, ter z didaktičnimi pristopi, ki omogočajo razvoj želenih kompetenc pri učencih in dijakih, ki so ključne za varovanje okolja in upravljanja z njim. V okviru nadaljnjega izobraževanja in usposabljanja učiteljev je bilo letos izvedeno izobraževanje prav na temo voda na primeru reke Vipave. Pozitiven odziv učiteljev je dal vedeti, da obstaja deficit na tem področju, ki bi ga morali čim prej zapolniti.

Ključne besede:
izobraževanje, geografija, vodovje, aktivni pristop, terensko delo

1. Uvod

Temelji vrednostnega sistema se razvijajo že v otroštvu in se sistematično nadgrajujejo v okviru osnovnega ter srednješolskega izobraževanja. Ustrezno izobraževanje o pomenu vodnih virov, njihovem varovanju in upravljanju, na vseh ravneh izobraževanja, je ključnega pomena in hkrati temelj trajnostnega razvoja. Današnji učenci in dijaki so bodoči nosilci razvoja, zato je še kako pomembno, da se razvijejo v kritične in odgovorne osebnosti, ki se bodo zavedale pomena varovanja okolja, še posebej vodnih virov. V družbi z izobraženimi, osveščenimi in dobro informiranimi posamezniki, ki so se sposobni posvetovati, enakopravno sodelovati in soodločati o pomembnih vprašanjih, je namreč veliko lažje in učinkoviteje upravljati z okoljem in vodnimi viri.

Že v prvi triadi osnovne šole se učenci v okviru predmeta spoznavanje okolja seznanijo z domačim krajem ter spoznajo različna življenjska okolja, tista v svojem kraju si ogledajo tudi na terenu. Učni načrt v okviru teme okoljska vzgoja navaja, da učenci znajo utemeljiti vpliv človeka na naravo ter znajo pojasniti kako sami dejavno prispevajo k varovanju in ohranjanju

naravnega okolja. Prav tako se seznanijo z glavnimi onesnaževalci voda (Kolar 2011, 8, 11, 17). V 4. in 5. razredu učenci nadgradijo svoje znanje o okolju pri predmetu naravoslovje in tehnika, v okviru katerega oblikujejo pozitiven odnos do narave in kritičen odnos do posegov vanjo ter razvijajo zavedanje o pomenu trajnostnega razvoja. V skladu z učnim načrtom znajo učenci utemeljiti pomen vode za življenje in napovedati posledice omejenosti vodnih virov, znajo prepoznati onesnaževalce voda in pojasniti posledice onesnaževanja ter utemeljiti pomen varovanja voda. Prav tako znajo napovedati posledice človekovega nenehnega poseganja v naravno okolje in vrednotiti učinke ter utemeljiti pomen trajnostnega razvoja (Vodopivec 2011, 6, 8, 19). Okoljske vsebine pričnejo učenci sistematično in podrobneje spoznavati v okviru predmeta geografija v 6. do vključno 9. razreda osnovne šole, svoje znanje pa pozneje nadgradijo v okviru istoimenskega predmeta v posameznih poklicnih srednješolskih izobraževanjih ter poglobljeno v gimnazijskem izobraževanju.

2. Obravnava vodovja pri pouku geografije

Učence pri geografiji usposabljamo za odgovoren, angažiran in solidaren odnos do naravnega in družbenega okolja ter za reševanje prostorskih vprašanj in vzajemno sožitje med naravo in človekom z vidika sonaravnega razvoja (Kolnik 2011, 4). Vprašanje pa je v kolikšni meri učitelji zapisano v učnem načrtu dejansko realizirajo.

2.1 Vodovje pri geografiji v snovni šoli

Pouku geografije je v osnovni šoli namenjenih 221,5 ur (6. razred 35 ur, 7. razred 70 ur, 8. razred 52,5 ur in 9 razred 64 ur), od tega temi vodovje učitelji namenjajo v povprečju 10 % vseh ur.

Med splošnimi cilji učni načrt navaja, da učenci razvijajo poznavanje in razumevanje glavnih naravnih sistemov na Zemlji (relief, prst, vodovje, podnebje, rastlinstvo, živalstvo), v medsebojni pokrajinotvorni povezanosti, da bi razumeli součinkovanje v ekosistemih in med njimi (Kolnik 2011, 6). Z vodovjem je neposredno povezan tudi standard, da učenec za izbrano pokrajino opiše temeljne geografske značilnosti (podnebje, kamnine, prst, vodovje, površje, […] okoljska vprašanja in druge geografske prvine) in izpostavi posebnosti, s poudarkom na domači pokrajini (Prav tam, 24). Med operativnimi cilji v 7. razredu učni načrt pri Sredozemskem morju navaja, da učenec na primeru analizira vzroke in posledice onesnaževanja morij ter pri Panonski nižini, da na temelju izbranih primerov analizira težave ljudi, ki živijo ob rekah (poplave, onesnaževanje idr.). V 8. razredu učni načrt med operativnimi cilji pri Afrika navaja, da učenec opiše razširjenost rečnega omrežja in pomen rek za življenje ter pri Avstraliji, da opiše težave preskrbe z vodo v Avstraliji (Kolnik 2011, 11–12, 14–15). Med operativnimi cilji v 9. razredu učni načrt navaja pri Obpanonskih pokrajinah, da učenec ob izbranem primeru pojasni soodvisnost življenja ljudi od reliefa, podnebja, prsti in vodovja, pri Alpskih pokrajinah, da ovrednoti pomembne reke glede na vodnatost in možnost izrabe vode in pri Dinarskokraških pokrajinah, da opiše značilnosti reliefa, podnebja in vodovja dinarskokraških pokrajin Slovenije (Prav tam, 17–18).

Učenci se torej s tematiko vodovja podrobneje soočajo od 6. do 9. razreda osnovne šole in si tako postopno pridobijo temeljno znanje o vodovju, ki je osnova za njihovo ustrezno varovanje in upravljanje v skladu s trajnostnim razvojem.

2.2 Vodovje pri geografiji v gimnaziji

V gimnazijskem programu je v skladu z učnim načrtom pouku geografije namenjenih 210 ur ter dodatnih 105 ur za dijake, ki geografijo izberejo na maturi. V praksi učitelji vodovju namenijo v povprečju 15 % vseh ur ter dodatnih 10 % ur namenjenih pripravam na maturo.

V učnem načrtu je na ravni ciljev vodovje opredeljeno kot samostojno podpoglavje, kje je navedeno, da dijaki (Polšak 2011, 19):

- spoznavajo sestavo hidrosfere in razvijajo predstavo o razmerjih različnih voda v njej;
- razvijajo znanja in sposobnosti za različno klasificiranje voda (glede na agregatno stanje, stoječe: tekoče vode, vode na kopnem, razvrščanje po kakovosti (po razredih od I do IV) …;
- grafično prikažejo kroženje vode v naravi;
- pokažejo pomembnejše reke, jezera, morja in druge hidrološke pojave na zemljevidu sveta, posameznih celin in Slovenije;
- spoznajo porečje in njegove elemente, jih vrednotijo z okoljskega vidika in pomena za človeka;
- zbirajo podatke o okoljskih problemih stoječih in tekočih voda, prepoznavajo in vrednotijo podatke ter ugotavljajo odnose med pojavi;
- na podlagi meril, ki jih sami izberejo, vrednotijo pomen voda (rek, morij, jezer …) za človeka.

Čeprav učni načrt niti s številom ur niti z dolžino trajanja terensko delo izrecno ne predpisuje ga pa priporoča. Za dijake priporoča naslednje dejavnosti (Polšak 2011, 19): (1) obiščejo čistilno napravo, (2) fotografirajo vodotok od zgornjega do spodnjega toka in (3) merijo lastnosti vodotoka, vodne struge in vode same.

V poglavju podnebje, prsti, rastlinstvo, živalstvo in vode v Sloveniji kot dejavniki za življenje so na vodovje vezani še naslednji učni cilji (Polšak 2011, 32):

- opišejo rečno mrežo v Sloveniji;
- na podlagi hidrogramov sklepajo o pretočnih režimih slovenskih rek ter razložijo dejavnike, ki vplivajo na tip režima;
- razložijo značilnosti kraških rek in utemeljijo nujnost njihovega varovanja pred onesnaževanjem;
- ob primeru iz Slovenije pojasnijo pomen podtalnice;
- z ustrezno karto razložijo kakovost vode v slovenskih rekah in sklepajo o vzrokih onesnaženosti;
- imenujejo in pokažejo na zemljevidu največja slovenska jezera, jih opredelijo po nastanku in ocenijo njihov pomen za turizem;
- navedejo največja mokrišča v Sloveniji in njihov pomen za življenje;
- ob tematskem zemljevidu ugotovijo glavna poplavna območja ob rekah.

Geografija je torej tisti učni predmet v slovenskem izobraževalnem sistemu, ki da učencem temeljno okoljsko znanje, vključno s segmentom vodovja, ki je osnova za razumevanje nujnosti varovanja in ustreznega upravljanja okolja ter vodnih virov.

3. Aktivni pristop obravnave tematike in razvoj veščin ter kompetenc

Tema vodovje je še posebej primerna za uporabo aktivnega pristopa pri njeni obravnavi pri pouku. Učenci in dijaki zbirajo podatke in informacije o različnih okoljskih problemih voda doma in po svetu, vrednotijo pomen voda za človeka in razumejo odvisnost človeka od vode. V skladu z učnim načrtom veliko pozornost posvečamo zlasti pouku na terenu, kajti s tem omogočamo doživljajski in učinkovitejši pouk (Polšak 2011, 7). Učence in dijake motiviramo za izvajanje različnih opazovanj in meritev na bližnjih vodotokih: merjenje širine rečne struge in strmine rečnega brega, risanje rečnega profila, merjenje hitrosti toka, računanje padca (strmca) vodnega toka, merjenje fizikalnih (temperatura, barva, bistrost, vonj …) in kemijskih (prisotnost fosfatov, dušikovih spojin, trdota, pH …) značilnosti vode, opazovanje procesov

(erozija, akumulacija …) in popis rastlinstva ter živalstva v rečni strugi in ob njej, vse to na različnih odsekih vodotoka, če je izvedljivo v njegovem zgornjem, srednjem in spodnjem toku. Tako pridobljene podatke ustrezno interpretiramo, ugotavljamo določene zakonitosti (npr. rečni režim) in izpeljemo logične zaključke (npr. odvisnost hitrosti rečnega toka od struge in strmca). V primeru dostopnosti uradnih hidroloških podatkov lastne meritve primerjamo z njimi, ugotavljamo razlike in raziščemo vzroke za morebitna razhajanja. Terensko delo izvajamo tudi ob ribnikih, jezerih, na morski obali, odvisno od tega, kateri vodni vir imamo v bližini šoli. Učenci in dijaki tako poleg pridobivanja funkcionalnega znanja razvijajo tudi različne veščine kot je na primer uporaba merilnih inštrumentov in laboratorijskega kovčka. Prav tako se učijo poskrbeti za svojo varnost (terensko delo ob vodotokih z učenci in dijaki vedno prinaša določena varnostna tveganja), za katero pa mora v prvi vrsti poskrbeti učitelj z ustrezno izbiro merilnih mest (lahko dostopna ozka in plitva rečna struga) in posredovanjem ustreznih varnostnih navodil. Raziskava, ki jo je opravil Lipovšek (2016, 132) je pokazala, da imajo učenci terensko delo radi, ker poteka izven učilnice, in zato, ker daje načrtovane in pričakovane rezultate ter ima značaj projekta, ki ima začetek, potek in zaključek.

Terensko delo je še posebej primerno za delo v skupinah, prav tako pa omogoča medsebojno primerjavo podatkov, izmenjavo mnenj, izkušenj, problemov in njihovih rešitev. Seveda je potrebno učence in dijake za tovrstno delo ustrezno motivirati in jih miselno aktivirati.

Pomembno je, da učence in dijake naučimo geografskega razmišljanja na primeru domačega okolja, zato tudi terensko delo primarno izvajamo v domačem okolju. Učenci in dijaki bodo v tem okolju v prihodnje živeli kot občani in nosilci razvoja, ki bodo med drugim odločali tudi o pomembnih okoljskih vprašanjih. Zato je pomembno, da pri njih razvijamo občutek odgovornosti do prostora in jih spodbujamo k aktivnemu sodelovanju pri odločanju ter s tem k prevzemu odgovornosti. V učnem načrtu za gimnazijo je v poglavju o trajnostnem razvoju zapisano, da dijaki razumejo pomen in vsebino prostorskega načrtovanja ter sodelovanja javnosti v postopkih sprejemanja odločitev. Med vzgojnimi cilji pa učni načrt za gimnazijo med drugim tudi navaja, da se dijaki vzgajajo v razumevanju pomena vrednot pri odločanju o posegih v prostor (Polšak 2011, 11, 21). Prav vrednote so namreč šibka točka mnogih, še posebej problematično pa je, da jim okolje v katerem živijo ne predstavlja vrednote. To se posledično odraža tudi v njihovem odnosu do okolja in v različnih, gledano strokovno »spornih« posegih vanj. Za aktivno sodelovanje pri odločanju so poleg poznavanja problematike potrebne tudi veščine kot so sposobnost posvetovanja, argumentiranja in pogajanja. Te si morajo učenci in dijaki pridobiti že v okviru izobraževanja, saj se bodo le tako počutili dovolj samozavestne, da se bodo pripravljeni izpostaviti in javno povedati ter zagovarjati svoje mnenje in stališče ter bodo tako suvereno aktivno sodelovali pri odločanju. Različne debatne ure na izbrano temo (npr. HE na Muri da/ne, namakanje pridelave industrijskih rastlin za potrebe bioplinarn da/ne, regulacija vodotoka da/ne), kjer se učenci in dijaki naučijo pogledati problematiko iz različnih vidikov in argumentirano zastopati svoje stališče, jim dajo nujno potrebno samozavest.

Počasi dozoreva tudi ideja o vzpostaviti spletišča, ki bo omogočalo povezovanje šol ob vodotokih z namenom spodbuditve k aktivnemu delovanju za ohranjanje voda in izboljšanje njihove kakovosti v lokalnem okolju. Učenci in dijaki bodo na različnih odsekih vodotoka v bližini šole opravljali terensko delo in izvajali meritve, podatke pa bodo vnašali na skupno spletišče. Tako se bodo šole povezale med seboj, učenci in dijaki bodo primerjali svoje podatke s podatki ostalih šol, jih interpretirali, iskali vzroke razlik in se dogovarjali za skupne aktivnosti.

4. Zavedanje učiteljev in njihovo nadaljnje izobraževanje

Zelo pomembno je, da so učitelji zelo dobro seznanjeni s tematiko vodovja ter z njegovo problematiko, še zlasti v svojem domačem okolju. Spremljanje aktualnih dogodkov v svojem okolju (poplave, regulacija vodotoka ipd.) bodisi neposredno na terenu (opazovanje, merjenje,

fotografiranje) bodisi preko medijev, pridobivanje informacij iz različnih virov, zbiranje hidroloških podatkov so del učiteljevih priprav na pouk.

Prav tako pomembno je poznavanje različnih didaktičnih pristopov aktivne obravnave tematike pri pouku, ki omogočajo razvoj želenih veščin in kompetenc pri učencih in dijakih. Priporočila in ideje učitelji najdejo v različnih strokovnih priročnikih, v katerih najdejo tudi številne primere nalog, med drugim tudi za terensko delo na temo vodovja; npr. Brinovec: Kako poučevati geografijo. Didaktika pouka (2004), Vovk Korže in Bricelj: Vodni svet Slovenije. Priročnik za interdisciplinarno preučevanje voda (2004), Artač s sod.: Reka. Priročnik za terensko delo (1999). Svoje izkušnje izmenjajo tudi na študijskih skupinah in preko forumov v spletnih učilnicah na spletnem portalu SIO, namenjenim učiteljem geografije.

V okviru rednega nadaljnjega izobraževanja učiteljev vsako leto potekajo različni seminarji, delavnice, predavanja in tabori, ki jih organizirajo Zavod RS za šolstvo ter različne izobraževalne in druge strokovne inštitucije, v okviru katerih se najdejo tudi vsebine na temo vodovja. V okviru rednega nadaljnjega izobraževanja učiteljev je bilo letos prvič izvedeno izobraževanje prav na temo voda, pomena varovanja vodnih virov in skupnega upravljanja na primeru reke Vipave (Plevnik in Žarković Adlešič 2016, 30). Pozitiven odziv učiteljev in izražena želja po razpisu več tovrstnih praktičnih izobraževanj na temo vodovja nam dajo vedeti, da obstaja deficit na tem področju, ki bi ga morali čim prej zapolniti.

Učitelj, ki se zaveda vloge in pomena geografije pri razvoju bodočih upravljalcev okolja, je dobro informiran in podkovan z didaktičnimi pristopi aktivnega pristopa obravnave tematike voda, bo veliko uspešneje pri učencih in dijakih razvijal kompetence, ki so ključne za varovanje okolja in upravljanja z njim. Zato je potrebno učiteljem ponuditi kvalitetna dodatna izobraževanja, kjer si bodo pridobili čim več praktičnih in neposredno pri pouku uporabnih znanj.

5. Zaključek

Vsak posameznik se mora zavedati svojega vpliva na okolje, tako pozitivnega kot tudi negativnega, učinkovitost varovanja okolja je namreč odvisna od vsakega izmed nas. Zato razmislimo o svojih dejanjih in prispevajmo svoj delež k varovanju okolja in zagotavljanju trajnostnega razvoja. Kot učitelji geografije imamo pri tem pomembno izobraževalno, vzgojno in nenazadnje tudi osveščevalno vlogo. V svojem poslanstvu se moramo zavedati vloge geografije pri izobraževanju bodočih nosilcev razvoja in poskrbeti, da se bodo učenci in dijaki razvili v kompetentne, odgovorne in okoljsko osveščene osebnosti, ki bodo odgovorno upravljali z okoljem in vodnimi viri, saj ga bomo le tako lahko ohranili za bodoče generacije.

6. Viri in literatura

[1] Kolar, M., 2011: Učni načrt. Program osnovna šola. Spoznavanje okolja [elektronski vir]. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana. Pridobljeno:

http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_spoznavanje_okolja_pop.pdf (4. 1. 2017).

[2] Kolnik, K., 2011: Učni načrt. Program osnovna šola. Geografija [elektronski vir]. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana. Pridobljeno:

http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_geografija.pdf (4. 1. 2017).

[3] Lipovšek, I., 2016: Optimiziranje terenskega dela pri pouku geografije. Magistrsko delo [elektronski vir]. Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Pridobljeno: https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=64310 (12. 12. 2016).

[4] Plevnik, P. in Žarković Adlešič, B., 2016: Zavodov katalog nadaljnjega izobraževanja in uspodabljanja za šolsko leto 2016/2017 [elektronski vir]. Zavod RS za šolsto, Ljubljana. Pridobljeno: http://www.zrss.si/zrss/wp-content/uploads/katalog_zrss_2016_nr.pdf (6. 1. 2017).

[5] Polšak, A., Dragoš, A., Resnik Planinc, T. in Škof, U., 2008: Učni načrt. Geografija. Gimnazija [elektronski vir]. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno: http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/media/pdf/un_gimnazija/geografija_spl_gimn.pdf (4. 1. 2017).

[6] Polšak, A., 2016: Vodovje v gimnazijskem učnem načrtu [ppt prezentacija]. Predstavljeno na seminarju Drugačna geografija: raziskovanje porečja - učiteljski raziskovalni tabor. Ajdovščina, 14.–15. 10. 2016.

[7] Vodopivec, I., 2011: Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje in tehnika [elektronski vir]. Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana. Pridobljeno: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje_in_tehnika.pdf (4. 1. 2017).

DELAVNICE O PODZEMNI VODI

Nina Rman[1], Petra Žvab Rožič[2]

[1]Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, [2]Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Privoz 11, 1000 Ljubljana

POVZETEK

Kam v tla izgine dež? Kje nastane izvir? Od kje pride pitna voda? Kako dobimo termalno vodo? Zakaj ima mineralna voda značilen okus? Na ta in številna druga vprašanja odgovarjamo skupaj z vrtčevskimi otroci, osnovnošolskimi učenci in dijaki na delavnicah o podzemni vodi. V zadnjih desetih letih smo izvedli več kot 100 geoloških delavnic po Sloveniji, v okviru katerih smo udeležence seznanili z različnimi lastnostmi vode, vodnim krogom in še posebej z dinamiko podzemne vode. Z vodenim samostojnim delom udeleženci preizkušajo in razvrščajo različne vode in tekočine, ki se uporabljajo v gospodinjstvu. S preprostimi pripomočki, npr. barvilo iz rdečega zelja, in specialno opremo, npr. terenski merilec za temperaturo, pH in elektroprevodnost vode, določajo tudi organoleptične in fizikalno-kemijske parametre vode, kot so vonj, barva, temperatura, pH, elektroprevodnost in trdota. Namen delavnic je prikazati raznolikost vodonosnikov, procesov v njih in posledično lastnosti podzemne vode ter osveščati o pomenu in potrebi po ohranjanju kvalitetne podzemne - pitne vode. Prikaz nadgradimo s testiranjem slovenskih ustekleničenih naravnih mineralnih voda, pri čemer razložimo njihov izvor in odvisnost fizikalno-kemijskih lastnosti vode od tipa kamnin, ki sestavljajo vodonosnik. Za predstavitev dogajanja v podzemlju si pomagamo z manjšimi modeli vodonosnikov. V akvarijih s peski in plastelinom oblikujemo več hidrodinamskih tipov vodonosnikov (odprti, zaprti, medzrnski idr.) in s pomočjo barvil in »vrtin« ponazorimo pretakanje in pridobivanje podzemne vode ter razširjanje v vodi topnih onesnaževal.

Ključne besede:

Popularizacija geologije, delavnice za otroke, učence in dijake, dinamika podzemne vode, pitna voda

1. Uvod

V zadnjih desetih letih smo v organizaciji Geološkega zavoda Slovenije in Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani izvedli več kot 100 geoloških delavnic za vrtčevske otroke, osnovnošolske učence in dijake po Sloveniji. Delavnice so običajno razdeljene v do štiri tematske sklope (Rman, 2010): petrologija (kamnine), mineralogija (minerali), paleontologija (fosili) in hidrogeologija (voda), ki ustrezajo učnim ciljem vzgojno-izobraževalnih zavodov.

V zadnjih letih sta bila opravljena vsaj dva pregleda učnih načrtov s ciljem poiskati geološke vsebine v vrtcih in osnovnih šolah (Zvonar, 2015) ter v osnovnih šolah in gimnazijah (Rman, 2013). Njune kratke ugotovitve na področju hidrogeologije podajamo v nadaljevanju. Lastnosti vode ter njene pojavne oblike otroci spoznavajo že v vrtcu . Do 3. razreda osnovne šole pri Spoznavanju okolja učenci spoznajo onesnaževalce vode in posledice onesnaženja, v 4. razredu se pri Naravoslovju in tehniki seznanijo s prepustnostjo materialov in lastnostmi pitne vode. Pri istem predmetu v 5. razredu spoznajo vodni krog in tok tekočin zaradi tlačne ali višinske

razlike ter pojme podzemna voda, pitna voda, onesnaženje vode, vodne zaloge in oskrba z vodo ter fizikalne lastnosti tal. Pri Naravoslovju v 6. razredu spoznajo vodo kot naravni vir in problematiko njenega prekomernega izkoriščanja in onesnaževanja, v 7. razredu pa spoznavajo vode v naravi kot kemično spojino. Pri Kemiji v 8. in 9. razredu slišijo o podzemni vodi kot raztopini in povzročiteljici kraških pojavov, njeni kemijski sestavi in raztopinah, pH vrednosti in izotopih. Pri Geografiji v tretji triadi obravnavajo analizo vode in vodotokov, poplave in onesnaževanje podzemne vode. Hidrogeološke vsebine dobijo dodatno pozornost tudi pri dveh izbirnih predmetih v tretji triadi osnovne šole: pri Okoljski vzgoji (vodni cikel, površinske in podzemne vode, onesnaženje vode, ranljivost vodnih virov) ter pri Kemiji v okolju (kakovost tal in podzemne vode). V gimnaziji je največ hidrogeoloških vsebin vključenih v Geografijo, o vodi kot o raztopini pa se učijo tudi pri Kemiji.

Namen geološke delavnice s tematiko podzemne vode je na praktičen način seznaniti udeležence z vodnim krogom, dinamiko podzemne vode, raznolikostjo vodonosnikov in procesov v njih ter posledično različnimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi vode in osveščati o pomenu in potrebi po ohranjanju kvalitetne podzemne - pitne vode za naše kvalitetno življenje. Kako smo se tega lotili, podrobneje opisujemo v nadaljevanju.

2. Metode dela na delavnicah in rezultati izvedbe različnih pristopov

Osnova delavnice o podzemni vodi je vodeno samostojno delo udeležencev, ki postavljene hipoteze o lastnostih geološkega medija in vode preizkušajo s preprostimi in nazornimi poizkusi. Prav slednji se uporabljajo kot glavna metoda delavnic. Zaradi potrebe po aktivni diskusiji med moderatorjem in udeleženci je optimalno delo v skupini do največ 10 oseb.

2.1 Preizkušanje fizikalno-kemijskih lastnosti vode

Pred izvedbo delavnice je potrebno določiti vsebinske cilje dela, da moderator v prozorne kozarce pripravi vsaj 10 različnih vodnih raztopin. Možnosti sta dve: (1) pijače in tekočine v gospodinjstvu ali (2) podzemne pitne vode oziroma naravne mineralne vode. V prvem primeru uporabimo npr. vzorce vode z raztopljeno sodo bikarbono, kisa, vode s citronko, vode iz pipe, deževnice, slane vode, sladkane vode, vode s cedevito, kokakole, vode z okusom, vode z mehurčki, jabolčnega soka itd. Pri podzemnih pitnih vodah najlaže uporabimo vodo iz pipe (običajno iz apnencev ali redkeje dolomita), deževnico, snežnico in različne naravne ustekleničene mineralne vode. Pri tem ne omenjamo trgovske znamke vode, ampak vode poimenujemo po kamninski sestavi vodonosnika, npr. andezit s CO_2 (Donat Mg), kremenčev pesek (Radenska Naturelle), kremenčev pesek s CO_2 (Radenska Classic), dolomit (Costella, Dana,…), prod in pesek (Zala) idr. Ker imajo te vode razmeroma podoben pH, je za ponazoritev kislin in baz smiselno med vzorce dodati tudi kis (kisla tekočina), vodo s sodo bikarbono (bazična tekočina) in kakšno vodo z okusom že uporabljenega proizvajalca.

Za preizkušanje potrebujemo različno zahtevne pripomočke. Mlajši osnovnošolci določajo organoleptične lastnosti tekočin po videzu in z opisovanjem (lahko jih tudi okušajo, da je bolj zanimivo), trdoto z opazovanjem in merjenjem višine pene nad vodno gladino tekočine, ki smo ji dodali milnico, kislost pa z dodajanjem barvila iz rdečega zelja v vzorec tekočine (Slika 1) oziroma z rabo pH lističev. Starejši osnovnošolci in srednješolci so sposobni kvantificirati opazovane lastnosti. Poleg prej omenjenih preprostih metod uporabijo tudi terenski merilec temperature, pH in elektroprevodnosti vode, da določijo vrednosti za posamezni vzorec, potem pa vzorce primerjajo in razvrščajo med seboj glede na preiskane lastnosti. Vzorce tudi nevtralizirajo ter pri tem ugotavljajo, zakaj in kako lastnosti vplivajo na uporabnost tekočin (primernost za uživanje, lajšanje/povzročanje zdravstvenih težav, raba kot čistilo idr.).

Slika 1: Preizkušanje kislosti vzorca z barvilom iz rdečega zelja

2.2 Modeli vodonosnikov

Učni oz. peščeni modeli vodonosnikov, ki jih uporabljamo pri delavnicah o podzemni vodi, služijo predvsem jasni vizualizaciji procesov pod zemeljskim površjem, torej ponazoritvi podzemnega dela vodnega kroga. Na različno velikih modelih lahko ponazorimo številne hidrogeološke lastnosti vodonosnikov (poroznost, prepustnost…) ter naravne in antropogene procese v njih. Prikažemo lahko infiltracijo meteorne vode v različne tipe tal, hitrosti toka podzemne vode v različnih sedimentih, geološke vzroke za nastanek izvirov, rek ali poplav, odnos med podzemno in površinsko vodo, ponazorimo pa tudi načine pridobivanja podzemne vode iz različnih vodonosnikov (npr. arteški, hidrodinamsko zaprt ali odprt) in njihovo ranljivost za onesnaženje ter hitrost in načine širjenja v vodi topnih onesnaževal. V primeru zahtevnejših udeležencev delavnice je možno na takšnih modelih tudi številčno opredeliti nekatere lastnosti geološkega medija, npr. izračunati poroznost ali prepustnost sedimenta, gradient podzemne vode idr.

Eden izmed zahtevnejših fizičnih učnih modelov je nehomogen in anizotropen peščen model vodonosnika Ljubljanskega polja, ki je bil razvit za podjetje VO-KA iz Ljubljane (Rman, 2013). Model je sicer bolj zahteven za vzdrževanje in transport, vendar ga uspešno uporabljajo za izobraževalne delavnice in razne dogodke (npr. Znanstival) v Ljubljani in okolici, na ogled pa je po predhodni najavi tudi na sedežu podjetja v Ljubljani (dve video predstavitvi modela sta dostopna na: http://www.vo-ka.si/aktualno/ucni-model-vodonosnika-ljubljanskega-polja in https://www.youtube.com/watch?v=YkoxfiYOS4I).

Med geološkimi delavnicami, kjer je voda le en izmed vsebinskih sklopov, za razlago vodonosnikov uporabljamo bolj preproste modele (Slika 2). Veliko izkušenj z njimi imajo tudi na Krajinskem parku Ljubljansko barje (informacije M. Bratina). Prenosni akvariji v velikosti do približno 30x20x20 cm so stekleni, saj se zaradi rabe kremenčevega peska in glinopora različnih zrnavosti steklo razi manj kot morebitni PVC. Takšna velikost akvarija omogoča, da tudi s sedimentom in vodo napolnjen model ni pretežak in je zato primeren za transport na daljše razdalje. Moderator izdela model pred vsako delavnico posebej in strukturo prilagodi hidogeološkim pogojem lokalnega okolja, v katerem ima predstavitev. Ker najpogosteje izvajamo delavnice v Ljubljani z okolico in predstavljamo tok vode v aluvialnih vodonosnikih, običajno z modelirno glino oblikujemo sredinsko zelo slabo prepustno plast in tako ločimo spodnji hidrodinamsko zaprt in zgornji hidrodinamsko odprt vodonosnik. S pomočjo

nalivanja vode na model ponazarjamo padavine in opazujemo pretakanje vode v vodonosniku. Za boljšo ponazoritev gladine in toka vode skozi model ter širjenja onesnaževala lahko dodamo tudi barvilo. Razlika gladin v odprtem in zaprtem vodonosniku se najlaže prikaže z izrisom gladine na steni akvarija s flomastrom, ki se po uporabi zlahka izbriše. Pridobivanje vode se prikaže ali z odmašitvijo predhodno zamašenega arteškega vodnjaka oziroma vrtine (spodnji vodonosnik), ki preliva, ali s črpanjem vode iz plitvega vodnjaka (zgornji vodonosnik) z injekcijo.

Slika 2: Primer modela vodonosnika v prenosnem akvariju

2.3 Določanje gladine podzemne vode

Na območju aluvialnih vodonosnikov z veliko (vaškimi) vodnjaki je možno razmeroma hitro in nazorno s preprostimi terenskimi meritvami razložiti pojem pojavljanja in toka podzemne vode v vodonosniku. V letu 2015 smo imeli v okviru dogodka Bioblitz - 24 ur z reko Muro možnost izvesti vodeni sprehod z naslovom »Kje in kakšna voda se skriva v Veržeju?«. Kar 25 učencev lokalnih osnovnih in srednjih šol je pod vodstvom hidrogeologa na terenu samostojno izmerilo in popisalo fizikalno-kemijske značilnosti reke Mure in vode iz treh vodnjakov v Veržeju. V vodnjakih so s prenosnim merilcem za meritve nivoja podzemne vode izmerili globino do podzemne vode (Slika 3). Na podlagi te so glede na koto vrha vodnjaka izračunali višino gladine podzemne vode in s pomočjo topografske karte z vrisanimi lokacijami ocenili smer toka podzemne vode ter odnos med reko Muro in podzemno vodo. Odziv učencev nad terenskim delom je bil zelo dober, saj so v lokalnem okolju praktično spoznali kako in zakaj raziskujemo vire podzemne pitne vode, kako uporabniki vplivajo na njihovo količinsko in kakovostno stanje, kako preprečevati možnosti onesnaževanja virov pitne vode ter kako in zakaj je potrebno objekte za podzemno vodo vzdrževati.

Vodeni sprehod se je izkazal kot odlično dopolnilo prej opisanih delavnic, ki se izvajajo v učilnici, primeren pa je predvsem za starejše učence tretje triade osnovnih šol ali dijake. Tak pristop zahteva veliko angažiranost moderatorja, saj je potrebno predhodno na terenu izbrati vodnjake, ki so primerni za izvajanje meritev, se o terminu obiska dogovoriti z njihovimi lastniki ter v predvidenem času obhoditi zastavljeno pot in izvesti meritve. Take vrste delavnica zahteva tudi nekoliko več časa in je primerna predvsem za naravoslovne dneve.

Slika 3: Meritve globine do podzemne vode na vodenem sprehodu dogodka Bioblitz

3. Zaključki

Izkušnje in odzivi na izvedene delavnice v preteklosti so pokazale, da je udeležencem praktičen način podajanja znanja zelo zanimiv in zaradi tega radi aktivno sodelujejo pri raziskavah. Pri doseganju ciljev delavnic uporabljamo metodo vodenega samostojnega dela, kjer udeleženci s pomočjo eksperimetov in praktičnih učnih pripomočkov sami opisujejo lastnosti vod, njihovo obnašanje oz. pretakanje in spreminjanje ter ugotovljeno povezujejo z dejanskim dogajanjem v naravi in lokalnem okolju. Pri tem težimo k spodbujanju kritičnega opazovanja in opisovanja stanja. Vsebine delavnic so zastavljene tako, da smiselno sledijo ciljem učnih načrtov z namenom, da se znanje podaja na način, ki odgovarja čim več učnim tipom. V prihodnje načrtujemo ovrednotenje osvojenega znanja, prednosti in pomanjkljivosti takšnih delavnic z izvedbo anket med učenci in učitelji, ki se jih udeležujejo.

4. Viri

[1] RMAN, N., 2010. Geološka delavnica za osnovne šole. *Geologija*, 53 (1), 93-97.

[2] RMAN, N., 2013. Uporabnost učnega modela medzrnskega vodonosnika za izboljšanje poznavanja dinamike podzemne vode. *Geologija*, 56 (2), 257-264.

[3] ZVONAR, S., 2015. Geološki cilji in vsebine v vrtcu in osnovni šoli – strokovni predlog. Maribor: ZRSVN, Geopark Karavanke, 25 str.

VODKO - PRIMER DOBRE PRAKSE NA PODROČJU NEFORMALNEGA IZOBRAŽEVANJA IN OZAVEŠČANJA ŠOLSKIH IN PREDŠOLSKIH OTROK

Irena Sušelj Šajn, vodja službe za zdravstveni nadzor in analize, vodja projekta Vodko[1], Mojca Jevšnik, doc. dr.[2], Nevenka Ferfila, viš. pred. mag.[3]

[1]Javno podjetje Kovod Postojna, d.o.o. vodovod, kanalizacija, [2]Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, [3]Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta

POVZETEK

Občini Postojna in Pivka ležita znotraj notranjsko-kraške regije, za katero je značilen izrazit kraški svet. Na poglavitne lastnosti kraških vodnih virov, kot sta npr. mikrobiološka onesnaženost in povečana motnost po večjih padavinah, težko vplivamo, saj so povezane z nizko samoočiščevalno sposobnostjo kraških tal. Lahko pa z doslednim upoštevanjem higiensko-tehničnega režima na vodovarstvenih območjih, učinkovito pripravo vode ter ostalimi načeli nadzora na osnovah sistema HACCP, dosežemo ustrezno kakovost in varnost pitne vode, zlasti če imamo na drugi strani dovolj ozaveščenega uporabnika.

Da bi ozavestili uporabnike, smo se v podjetju Kovod Postojna d.o.o. odločili ustvariti lik škrata Vodka, ki bo na nevsiljiv način povečeval raven znanja in odnosa do vode kot dobrine.

S prvimi aktivnostmi v okviru projekta, namenjenega najmlajšim uporabnikom, smo začeli v šolskem letu 2014/2015, z izvedbo učne urice na temo "Radi pijemo vodo". Izobraževalne aktivnosti smo izvajali po vrtcih in šolah v občinah Postojna in Pivka. V tem času smo oblikovali tudi posebno spletno stran, s skrbno izbranimi vsebinami, predvsem pa bogatim naborom in prikazom informacij, prilagojenim najmlajšim uporabnikom. V šolskem letu 2015/2016 smo pripravili novo učno urico na temo „Voda čudežna tekočina". Otroci so s poskusi spoznavali kraški svet, značilnost kraškega vodnega vira ter dejavnosti, ki so potrebne, da postane načrpana voda zdravstveno ustrezna.

Želeli smo vzpostaviti sodelovanje v skrbi za našo pitno vodo, zato smo se povezali tudi z lokalnimi ustanovami, kot so Notranjski muzej, Ljudska univerza Postojna in Ekomuzej Pivških presihajočih jezer, Knjižnica Bena Župančiča Postojna ter s projekti Zmaj'ma mlade, Postojnski tek in Parada učenja.

Priljubljena maskota vodnega škrata je v tem obdobju postala prepoznaven lik. Zaradi vse večje priljubljenosti projekta, ki že kaže rezultate, z njim aktivno nadaljujemo. V letošnjem šolskem letu se tako znova podajamo v vrtce in šole, tokrat na temo učne urice "Raziskuj in znanje utrjuj".

Ključne besede:

Vodko, otroci, projekt, urice, znanje, zavedanje, ozaveščanje, obveščanje, Kovod

1. Ranljiv kraški vodni vir

Kraški svet v Sloveniji obsega okoli 44 % ozemlja, zato ne preseneča dejstvo, da kar približno 43 % načrpane vode v sistemu oskrbe s pitno vodo predstavljajo prav kraški viri [1]. Zaradi

geoloških značilnosti krasa in dejstva, da pogosto ne poznamo dovolj zaledja vodnih virov in težko natančno določamo meje vplivnih območij ter možnih virov onesnaževanja, nastajajo težave pri zagotavljanju ustreznega varovanja teh virov [1]. Prednost velikih kraških vodnih virov so zadostne količine vode, ki zagotavljajo oskrbo večjih območij s pitno vodo. Ker pa so ta območja ponavadi vezana le na en velik vodni vir, lahko, zaradi neustrezne kakovosti ali motene oskrbe ob suši ali morebitnem onesnaženju, to hkrati pomeni tudi veliko tveganje za zagotavljanje preskrbe prebivalcev z zdravstveno neoporečno pitno vodo na kraških območjih [2].

Poglavitni lastnosti kraških vodnih virov sta mikrobiološka onesnaženost ter povečana motnost po večjih padavinah, saj kraški viri pitne vode zaradi narave kraških tal nimajo samoočiščevalne sposobnosti, kot jo sicer ima podtalnica pri drugačni geološki sestavi tal [3]. Torej poleg onesnaženja zaradi različnih človekovih dejavnosti že sama narava kraškega vodnega vira predstavlja dejavnik tveganja [4]. Poglaviti potencialni viri onesnaženja, ki pomenijo tveganje za vodne vire na krasu so: nezadostno odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda, kmetijska dejavnost (gnojenje z mineralnimi in organskimi gnojili, uporaba fitofarmacevtskih sredstev, ipd.), promet in nelegalna odlagališča odpadkov [5]. Tveganje je mogoče obvladovati le z doslednim upoštevanjem higiensko-tehničnega režima na vodovarstvenih območjih, učinkovito pripravo vode ter z upoštevanjem načel na osnovah HACCP sistema [3].

Občini Postojna in Pivka ležita znotraj notranjsko-kraške regije, za katero je značilen izrazit kraški svet. Ker je torej vodni vir, s katerim upravlja Kovod Postojna d.o.o., tipičen kraški vir in kot tak zelo ranljiv, smo se odločili za projekt ozaveščanja naših uporabnikov in v ta namen ustvarili maskoto projekta - lik škrata Vodka.

2. Potek izvajanja neformalnega izobraževanja najmlajše populacije

Izobraževalni vidik svojih dejavnosti smo, z namenom poglobitve svojega poslanstva in približanja uporabnikom ter sodelovanja z njimi, načrtovali skrbno in postopno. Za potrebe izobraževanja otrok smo najprej preučili izobraževalne vsebine, ki so otrokom v določenih starostnih obdobjih blizu. [6]. Tako smo ustvarili zgodbo o vodnem škratu, na podlagi katere smo zasnovali značilno podobo našega škrata ter njegovo ime. Javnosti smo škrata Vodka prvič predstavili ob zaključku leta 2014, naš projekt se je nato z vsakim mesecem bolj suvereno razvijal in postajal prepoznaven. Ustvarili smo spletno stran in prilagojene vsebine, učno gradivo, promocijski material ter vzpostavili sodelovanja z različnimi drugimi institucijami. Za vzpostavitev sedaj že zelo dobro uveljavljenega projekta je nedvomno ključnega pomena predvsem naklonjenost, ki jo je sicer precej tehnično usmerjeno podjetje, namenilo področju kot je ozaveščanje, izobraževanje in komunikacija z uporabniki. Zagotovo je projekt tudi dober prikaz strokovnega in pedagoškega znanja, izvirnosti in organizacijskih veščin zaposlenih, ki jim je projekt postal način življenja.

2.1 Učna urica „Radi pijemo vodo"

V šolskem letu 2014/2015 smo začeli s prvo izvedbo učne urice na temo "Radi pijemo vodo". Urice smo izvajali po vrtcih in šolah v občinah Postojna in Pivka. Prisluhnilo jim je 32 oddelkov šol in vrtcev, kar skupaj pomeni prek 1000 otrok.

Izvajanje učnih uric je bilo prilagojeno starostnim skupinam otrok. In sicer:

- predšolskim otrokom drugega starostnega obdobja in razredni stopnji od 1-2 razreda,
- razredni stopnji od 3-5 razreda in
- predmetni stopnji od 6-9 razreda.

Osnovna vsebina učne urice je bila za vse starostne skupine enaka. Razdeljena je bila na 5 sklopov in sicer na:

- osnovne lastnosti pitne vode,
- značilnosti vodnega vira, ki oskrbuje občino Pivka in Postojna,
- načini varčevanja z vodo na vrtu, v kuhinji in kopalnici,
- ponovitev podane učne snovi v obliki reševanja križank,
- zgodba o vodnem škratu Vodku.

Izvedba učne urice je bila prilagojena sposobnostim posamezne skupine. Prva skupina in predšolski otroci so vsebino snovi spoznavali skozi slikovni material; druga in tretja skupina pa skozi slikovni in besedilni material. Snov smo na koncu učne ure utrdili z reševanjem križanke. Udeleženci učnih ur so bili nagrajeni z lesenim obeskom v obliki vodnega škrata Vodka. Razrede smo opremili z učnim gradivom in s predstavitvami, ki odslej opozarjajo na vsakodnevno skrb in pomembnost pitja vode (Slike1 a, b, c)[7].

Slike 6 a, b, c: Učno gradivo (pobarvanke, zgodba, labirinti, križanke)

Otroci so bili v sklopu izvedb učnih ur povabljeni k sodelovanju v nagradnem natečaju za najboljši izdelek na temo škrata Vodka. Izmed prejetih domiselnih otroških izdelkov je bil izbran najbolj izviren in privlačen izdelek. Zmagovalci natečaja so si prislužili obljubljeno nagrado, t.j. izlet ledene zabave na drsališče v Postojni ter prijetno druženje ob pogostitvi [7].

2.2 Oblikovanje spletne strani za najmlajše

Vzporedno z vspostavitvijo projekta in škrata Vodka smo oblikovali posebno spletno stran (www.vodko.si). Stran ima skrbno izbrane vsebine in slikovne motive, primerne za najmlajše uporabnike, ki jim na prijazen in zabaven, predvsem pa slikovit način ponazarjajo vse o lastnostih in pomembnosti pitne vode (Slika 2) [8].

Slika 2: Oblika spletne strani Vodko

2.3 Povezovanje z lokalnim okoljem in umeščanje maskote škrata Vodka v vse javne ustanove

Da bi k skrbi za naše čisto okolje, varovanje narave in voda nagovorili širšo javnost, smo v nekaj več kot trideset šol in vrtcev ter drugih ustanov v občinah Postojna in Pivka (knjižnice, turistična središča, zdravstveni domovi, občini) opremili z veliko maskoto škrata Vodka (slika 3) [7]. Ob umivalnikih smo namestili tablice, na katerih škrat Vodko pije vodo s slamico. Tako

nas vodni škrat spremlja vsepovsod ter nas vsakodnevno opominja tudi na pomen pitja vode iz pip (Slika 4).

Slika 3: Maskota škrata Vodka v vseh javnih ustanovah

Slika 4: Tablice ob umivalnikih

V okviru projekta smo se povezali tudi z lokalnimi ustanovami kot so Notranjski muzej, Ljudska univerza Postojna in Ekomuzej Pivških presihajočih jezer. Z njimi sodelujemo v abonmaju zelenih delavnic, počitniških delavnicah in paradi učenja v Občini Postojna. Redne aktivnosti v okviru projekta objavljamo v lokalnih medijih, prirejamo nagradna vprašanja in se elektronsko povezujemo z lokalnimi dogodki in projekti.

2.4 Umeščanje in sprejemanje škrata Vodka med zaposlenimi v podjetju Kovod Postojna, d.o.o.

Po enem letu je priljubljena maskota škrata Vodka prerasla tudi v poslanstvo podjetja Kovod Postojna d.o.o., ki si prizadeva za ozaveščanje širše javnosti o skrbi za čisto pitno vodo. Ker smo želeli to prenesti tudi na naše sodelavce, smo v družbi kolektiva praznovali 1. rojstni dan škrata Vodka (Sliki 5 a, b) [9].

Sliki 5 a, b: Praznovanje 1. rojstnega dne škrata Vodka z zaposlenimi v podjetju Kovod Postojna, d.o.o.

2.5 Učna urica "Voda čudežna tekočina"

Zaradi vse večje priljubljenosti škrata Vodka smo tudi v šolskem letu 2015-2016 projekt nadgradili z dodatnimi aktivnostmi. V šolske klopi smo se vrnili v februarju 2016, z novo učno urico „Voda čudežna tekočina". Šolarji so zakonitosti in lastnosti vode spoznavali v okviru naravoslovnih uric in izvedb vodnih poskusov, ki so na zanimiv način poučili in pritegnili otroke k spoznanju, da voda resnično ustvarja čudeže. Otroci so skozi poskuse spoznali kraški svet, značilnosti kraškega vodnega vira ter kaj vse je potrebno storiti, da postane načrpana voda zdravstveno ustrezna. Pojasnili smo jim, kako lahko prebivalci sami doprinesemo k čim manjšemu onesnaževanju vodnega vira. Za sodelovanje so bili otroci nagrajeni s sladkim presenečenjem donatorja Žito d.d. Ljubljana (Slike 6 a, b, c) [7].

Slike 6 a, b, c: Izvajanje učne urice "Voda čudežna tekočina"

Šolarji so bili znova povabljeni k sodelovanju na nagradnem natečaju "Ilustracija zgodbe o vodnem škratu Vodku". Na podjetje smo dobili kar 180 ilustracij – sodelovalo je 16 razredov. Z ilustracijami smo nato opremili in izdali otroško slikanico, ki ima močno izobraževalno noto. Vsi ilustratorji in njihovi sošolci so bili nagrajeni s knjigo in simboličnimi nagradami (Sliki 7 a, b) [7].

Sliki 7 a, b: Podelitev nagrad ilustratorjem knjige z naslovom "Zgodba o vodnem škratu"

2.6 Učna urica „Raziskuj in znanje utrjuj"

Zaradi izkazanega interesa izobraževalnih ustanov in naših prizadevanj za utrditev projekta v javnosti, se z učnimi uricami tudi v letošnjem letu vračamo v šolske klopi. Učence bomo obiskovali v marcu in aprilu 2017; letos na temo "Raziskuj in znanje utrjuj". Delavnica bo posvečena spoznavanju določenih fizikalno-kemijskih parametrov, katerih meritve izvajamo na terenu ter uporabnosti meritev o prisotnosti adenozin-tri-fosfata (ATP). ATP je prisoten v vseh rastlinskih, živalskih in mikrobnih celicah. Ugotavljanje prisotnosti ATP kaže na prisotnost organskih snovi v vodi. Otroci bodo spoznali kaj posamezni parametri pomenijo, kaj nanje vpliva in kako bi ukrepali, če bi prišlo do nenadnih sprememb. Na delavnico bodo prinesli različne vzorce vode iz vodnjakov, kapnice in drugih virov. Odvzeli bomo tudi vzorec iz vodovoda. V primerjalnih vzorcih bomo izmerili nekatere fizikalno-kemijske parametre in izvedli meritve ATP. Rezultate bomo primerjali in skoznje utrjevali podano snov preteklih let.

Otroke bomo za sodelovanje pri učni uri nagradili s priljubljeno igračo Špricko, donatorja Unike TTI d.o.o. iz Postojne. Tudi v tem sklopu učne ure bomo otoke povabili k sodelovanju na nagradnem natečaju Vodkova himna. Najboljši izvajalci bodo nagrajeni z izletom na vodno kopališče ter pravim snemanjem Vodkove pesmi.

3. Cilj izvajanja učnih uric med šolskim in predšolskimi uporabniki

Glavni cilj izvajanja učnih uric po šolah in vrtcih je spremeniti odnos do vode kot dobrine in povečati raven znanja o varovanju vodnih virov. Želimo si, da bi se naši trenutno najmlajši uporabniki tudi kasneje, v odrasli dobi, še vedno zavedali pomena varovanja vodnih virov in ponotranjili pridobljeno znanje in odnos do pitne vode.

Prvi odzivi kažejo, da smo z izbranim načinom izvajanja učnih uric in vsemi ostalimi izobraževalno promocijskimi aktivnostmi izbrali ustrezen in priljubljen način učenja, s katerim smo in bomo še v prihodnje sledili zastavljenim ciljem. Za potrditev doseganja zastavljenih ciljev bomo v letošnjem letu vsporedno z izvajanjem učne urice „Raziskuj in znanje utrjuj", izvedli tudi evalvacijo pridobljenega znanja in zavedanja otrok o predstavljenih tematikah.

4. Zaključki

Pričakujemo, da bo v okviru projekta „Škrat Vodko" potrjena povezava med zgodnjim učenjem ter prenosom pridobljenih znanj in zavedanja v starejše obdobje. Radi bi namreč ugotovili, ali je smiselno začeti z uvajanjem delavnic že v predšolskem obdobju in z njimi nadaljevati vse do konca devetega razreda. Smatramo, da bi na ta neformalen in prijeten način otroci ponotranjili odnos do vode kot dobrine in pridobili znanje o pomenu vodnih virov. Pričakujemo lahko, da bodo predšolski in šolski otroci osvojili znanje o lastnostih in pomenu vode ter da se bo izboljšal njihov odnos do vode. V prihodnosti jih želimo opozoriti tudi na možnosti izrednih razmer, kot so poplave, potresi ipd., zaradi česar lahko pride do poškodb vodovodnega in kanalizacijskega omrežja, izpada priprave pitne vode ter posledično visokega tveganja za nastanek mikrobiološke onesnaženosti vode. Želimo jih opolnomočiti, da bi v takšnih situacijah znali ukrepati in si zagotoviti zdravstveno ustrezno pitno vodo.

Glede na doslej izražen interes in potrebe, predvsem pa zanimanje otrok in učencev, smo se v podjetju odločili, da bomo tej populaciji naših uporabnikov še naprej namenjali precejšnjo pozornost. Z načrtovano evalvacijo bomo pridobili nove poglede na način poučevanja oz. učenja. V kolikor bomo v okviru vrednotenja znanja in odnosa ugotovili, da smo z izbranim načinom dosegli zastavljene cilje, bomo nadaljevali z vzpostavljenim načinom izobraževanja, v nasprotnem primeru pa bomo poiskali primernejše načine.

V podjetju Kovod Postojna d.o.o. se zavedamo, da so otroci naše bogastvo in da na njih sloni naša prihodnost. Njihova radovednost je za nas dodatni motiv. Kaže, da so željni novega znanja in ustrezne pozornosti, ki jim jo bomo tudi v prihodnje skrbno namenjali. Druženje z najmlajšimi uporabniki je vedno svojevrstno doživetje; še posebej če upoštevamo, kako vedoželjni so otroci in kako radi prenesejo informacije v svoje vsakdanje okolje in življenje [9].

5. Viri

[1] BREČKO GRUBAR, V., PLUT, D., 2001. Kakovost virov pitne vode v Sloveniji. Ujma, 14–15, 238–244.

[2] PETRIČ, M., RAVBAR, N., 2008. Kraške vode so izjemno pomemben vir za vodooskrbo. V: Luthar, O. in sod., ur., Kras: trajnostni razvoj kraške pokrajine, 81-84.

[3] SUŠELJ ŠAJN, I., TOMŠIČ, S., TREBŠE, P., FERFILA, N., 2014. Izzivi komunalne higiene - primer zagotavljanja zdravstveno neoporečne pitne vode. Sanitarno inženirstvo, special edition, 55-66.

[4] KOGOVŠEK, J., 2012. Kras in voda. V: M. BRILLY, ur. Zbornik prispevkov / I. kongres o vodah Slovenije, 22. marec 2012 Ljubljana. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 91-102.

[5] KOVAČIČ, G., RAVBAR, N., 2005. A review of the potential and actual sources of pollution to groundwater in selected karst areas in Slovenia. Natural Hazards and Earth System Sciences, 5 (2), 225-233.

[6] MARENTIČ-POŽARNIK B., 2012. Psihologija učenja in pouka: Temeljna spoznanja in primeri iz prakse. Ljubljana: DZS.

[7] http://www.kovodpostojna.si/o-podjetju/aktualno/novice [dostop 13.1.2017]

[8] http://www.vodko.si/ [dostop 13.1.2017]

[9] http://www.sanitarc.si/projekt-vodko/[dostop 26.1.2017]

HERMAN LISJAK VÓDI PO VÔDI

Jožica Trateški, višja kustodinja

Muzej novejše zgodovine Celje, Prešernova ulica 17, 3000 Celje

POVZETEK

Muzej novejše zgodovine Celje je zgodovinski muzej, ki se ukvarja z raziskovanjem, hranjenjem in razstavljanjem dediščine od začetka 20. stoletja dalje. Muzealije hranimo v različnih muzejskih zbirkah in stremimo k cilju, da muzejske predmete čim večkrat postavimo na ogled v različne muzeološke kontekste, saj govorijo zgodbe o preteklosti, nas učijo, sprožajo reminiscence.

V muzeju že dvaindvajset let deluje edini slovenski Otroški muzej Hermanov brlog. Ciljna populacija so otroci stari do dvanajst let in ravno ti obiskovalci so najštevilčnejši v našem muzeju. Največji delež predstavljajo osnovnošolci, sledijo predšolski otroci in družine. Veseli smo priložnosti, morda celo privilegija, da lahko zlasti med najmlajšimi širimo in krepimo pozitiven odnos do dediščine, ozaveščamo in spodbujamo h kritičnemu odnosu do sebe in družbe. Razstave so otrokom blizu tako po vsebinski, kot oblikovni plati, so interaktivne in privlačne. Poleg dediščinskih tematik, odpiramo in podpiramo tudi teme, ki so družbeno aktualne in še kako pomembne za prav vsakega izmed nas. Razstave so obogatene z različnimi programi, ki spodbujajo kreativnost udeležencev ter pridobivanje novih vedenj.

Leta 2014 smo dopolnili vsebinski koncept in poslanstvo otroškega muzeja. Odprli smo stalno razstavo Brlog igrač, ki komunicira z obiskovalci z več kot 400 različnimi igračami iz sveta in tujine. Del muzeja je še vedno namenjen občasnim razstavam. V lanskem letu smo na Svetovni dan voda odprli razstavo o vodi, z igrivim naslovom: Herman Lisjak vódi po vôdi. Predstavljamo naravno in kulturno dediščino, ozaveščamo in spodbujamo k odgovornosti in varovanju okolja.

Ključne besede

Muzej novejše zgodovine Celje , Herman Lisjak, Hermanov brlog

1. Kdo je Herman Lisjak?

Lik Hermana Lisjaka je ilustrirala akademska slikarka Jelka Reichman. Z umetnico sodelujemo že od začetka delovanja otroškega muzeja, vedno znova nam naslika Hermana Lisjaka v novi podobi, ki je vezana na razstavo. Lik smo v preteklih letih oživili z maskoto. Ta je prijazna, dobro prepoznavna in navdušuje obiskovalce ob različnih programih v muzeju in na gostovanjih.

Slika 1 Herman Lisjak najraje pije vodo. Avtorica ilustracije: Jelka Reichman.

2. Od kod ideja za razstavo?

Teme razstavnih vsebin so plod razmišljanj muzejskih kustosov, hkrati pa tudi rezultat idej in predlogov naših obiskovalcev, saj izvajamo redne raziskave o želenih vsebinah v otroškem muzeju med otroki, pedagoškimi delavci in starši. Ideja za razstavo o vodi se je porodila že v Mednarodnem letu voda, a je preteklo še nekaj vode do njenega odprtja - 22. marca 2016.

Občasne razstave navezujemo na otrokove pravice, ki so del poslanstva otroškega muzeja. V našem muzeju je pravica tudi dolžnost, zato ozaveščamo otroke o obojem. Vsebina razstave se navezuje na Pravico do zdravja (vključno z zdravstveno oskrbo, pitno vodo, hranljivo hrano, čistim in varnim okoljem ter podatki, ki ti pomagajo ostati zdrav).

3. Muzeološki concept

Ko smo kustosi na pragu med idejo in izvedbo projekta, moramo najprej pripraviti muzeološki koncept, ki ga sestavlja množica vprašanj. Komu bo razstava namenjena in kako prilagoditi vsebine ciljni populaciji? Kaj in na kakšen način želimo sporočiti z vsebino? Kdo bodo kreatorji, kdo partnerji v projektu? Katero muzeološko gradivo bomo uporabili? Kako pripraviti razstavo všečno, interaktivno in zanimivo obiskovalcem? Spremljevalni programi? V prvi fazi priprave projekta je najpomembnejše in tudi najobsežnejše delo raziskovanje, priprava vsebinskih osnutkov, izbor muzealij, ideje za didaktične točke, dostopnost razstave, vključevanje javnosti v soustvarjanje razstave. Izbrane teme sva s soavtorico Bronico Gologranc Zakonjšek približali kurikulumu osnovnih šol z namenom, da bodo lahko pedagoški delavci del pouka izvedli kar na naši razstavi, otroci pa se bodo v manj formalni obliki, v drugem okolju seznanili in naučili načrtovano učno vsebino. Ko sva prvo fazo pripravili do jasne oblike, so sledili pogovori z oblikovalcema Mojco Črešnik in Matijo Kovačem in usklajevanje rešitev med vsebino in formo.

4. Sprehod po razstavi

Razstava Herman Lisjak vódi po vôdi obiskovalcem približa vodo skozi različne aspekte in jo osvetli tako globalno, kot lokalno. Vsebine se navezujejo na razmerja vode s človekom, naravo in družbo. Zasnovana je interaktivno, kar spodbuja k aktivnejšemu ogledu, okrepi vzgojne momente in spodbuja k razmišljanju o reševanju univerzalnih problemov sodobne družbe. Vsebine sva s kolegico razdelili v štiri sklope: Voda in Zemlja, Od izvira do čistilne naprave, Voda za življenje in Kaplja čez rob. Rdeča nit razstave, ki je tokrat modra, je talna grafika reke

Savinje, ki ji sledimo od prvega do zadnjega razstavnega prostora, od slapa Rinke do izliva v reko Savo. Na njeni poti spoznamo njenih osem pritokov in večje kraje, ki smo jih upodobili historično, z dvanajstimi razglednicami iz muzejske zbirke. Elementov, ki jim sledimo po vsej razstavi je še več: ena najmanjših in tudi najbolj zanimivih vodnih oblik je kaplja, zato se v več kot šestdesetih kapljah, skrivajo zanimivosti iz sveta voda. Interaktivne naloge so zapisane v lesenih oblakih. Ker sva želeli na razstavo vključiti čim več čutil, sva dodali tudi sedem zvokov vode, ki jih sprožijo obiskovalci sami.

Slika 2 Didaktična točka: kroženje vode v naravi. Vir: Muzej novejše zgodovine Celje

4.1 Voda in Zemlja

Predstavljene so količine in vrste voda na planetu, vpliv vode na podnebje, padavine, fizikalne in kemijske lastnosti vode, agregatna stanja ter kroženje vode v naravi. Obiskovalci si lahko ogledajo agregatna stanja vode (tekočo vodo in led lahko potipajo), sestavijo molekulo vode, sami vzpostavijo kroženje vode, preizkusijo kaj se potopi in kaj plava, kaj se topi v vodi in kaj ne. Od lokalnega do globalnega, ali obratno, nam "voda teče" na globusu, talni grafiki reke Savinje in velikih stenskih zemljevidih Slovenije in sveta. Pozornost posvečamo tudi 59 slovenskim rekam.

Foto 3 Agregatna stanja vode. Foto: Sherpa

4.2 Od izvira do čistilne naprave

V drugi prostor vstopamo in izstopamo skozi simbolično vodovodno cev. Tu se srečamo z množico muzejskih predmetov, ki se navezujejo na vodo. Glavnina predmetov je iz naših muzejskih zbirk, nekaj smo si jih sposodili od Ljudskega muzeja v Rogaški Slatini. Spoznamo tudi pot vode od izvira do doma in čistilne naprave. V Celju imamo mestni vodovod od leta 1908. Iz začetnih 30 kilometrov dolžine prvega vodovoda se je do danes razvejal v skoraj 900

kilometrov dolgo omrežje. Vodovod – kanalizacija poleg nemotene oskrbe z zdravo pitno vodo, skrbi tudi za vlaganja v varovanje okolja. Da bi naravi vrnili vodo enako, kot smo ji jo vzeli, so občine zgradile čistilne naprave in s tem zagotovile, da naravi vračajo čisto vodo. Pri VO-KA so prijazno prisluhnili naši želji in nam izdelali model peščene filtracije, kjer lahko otroci prečistijo vodo, jo pošljejo v dom in ob koncu, s pritiskom na gumb, uporabijo na straniščnem kotličku.

Na razstavi spoznamo kako teče voda v našem domu in priporočila Hermana Lisjaka kako skrbno in prijazno ravnati z vodo. Herman Lisjak je v tem preteklem letu postal pravi vodni agent, ki otroke in odrasle uči o varovanju okolja in vodnih virov ter pomenu varčevanja z vodo. V umivalnici ima Herman Cicifuj nameščene tri vodne merilnike, ki merijo količino iztočene vode, enkrat mesečno pa podatke vpišemo v spletno aplikacijo.

V muzeju spodbujamo obiskovalce, da pijejo vodo iz pipe. Veliko težo ima tudi grafični element tehtnice in napis: "Pretehtaj! Odločitev je tvoja!" Na eni strani je na ogled vodovodna pipa in pod njo kozarec, na drugi strani pa mreža in v njej plastenke, ki predstavljajo "pridelek dveh mesecev", če dnevno popijemo 1,5 litra vode. Pogled na plastenke je kar malo strašljiv, zato po vprašanju: "Kam se bo prevesila tvoja tehtnica?", otroci jasno sporočijo odločitev: "Vodo bomo pili iz pipe."

Slika 4 Voda iz pipe? Pretehtaj! Odločitev je tvoja! Foto: Sherpa

4.3 Voda za življenje

Voda je sestavina vseh živih bitij. Človek dobi vodo s hrano in pijačo, izloča pa jo z urinom, znojenjem in dihanjem. Človeški organizem je sestavljen iz 70 % vode. Kakovost vode, ki jo uživamo ima izjemno pomembno vlogo za vse funkcije v telesu, zato tudi radi rečemo, da se dobro zdravje začenja z dobro vodo. Tako kot človek, tudi živali in rastline za življenje potrebujejo vodo.

Voda je bila vedno pomembna za razvoj človeške družbe. Ljudje so se naseljevali v bližini rek, jezer, ob morjih. Reke so na obalo nanašale hranljive snovi, ki so bile odlična podlaga za poljedelstvo. Voda je pomembna tudi za gospodarstvo, turizem, energetiko, različne športe.

Hermanu Lisjaku smo izdelali čoln in nanj postavili kupolo z muzejskimi predmeti iz zbirk Otroško življenje in Dobra igrača. Predmete, ki jih povezujemo z vodo smo dopolnili še s foto galerijo otrok v in ob vodi v različnih agregatnih stanjih. S pomočjo naših zvestih obiskovalcev in soustvarjalcev razstave smo zbrali več kot 150 fotografij. Nad čolnom "dežuje". V štiriindvajset jezikih smo v vodne kaplje napisali besedo voda.

4.4 Kaplja čez rob

Z napisi in panoji v rdeči barvi opozarjamo na problematiko voda. Ozračje na našem planet se ogreva hitreje kot kadarkoli v zadnjih tisoč letih, na kar opozarja tudi izginjanje ledenikov. Večina strokovnjakov vidi vzroke v človekovem delovanju. Voda tudi ni enakomerno porazdeljena po vsem svetu, zato so nekatere pokrajine pogosto poplavljene, druga področja

trpijo sušo. Zaskrbljujoče je onesnaževanje podzemne vode, ki je najpogosteje vir pitne vode, v državah v razvoju pa onesnaževanje rek. Skoraj vsa obolenja ljudi v teh državah so povezana z vodo, ki lahko vsebuje različne bakterije. Strokovnjaki ocenjujejo, da kar ena petina svetovnega prebivalstva živi brez čiste pitne vode. Več milijonov ljudi v deželah v razvoju nima pitne vode, pomanjkanje pa najbolj prizadene otroke. UNICEF je ocenil, da vsako leto umre več kot 4 milijone otrok, ravno zaradi posledic pitja nečiste vode. Organizacija si že več kot 60 let prizadeva opremiti ljudi s spretnostmi in znanji, ki ga potrebujejo, da bi izboljšali oskrbo s čisto vodo. Najpomembnejše vodilo Unicefovega programa Kapljica vode je, da odrasli in otroci sodelujejo pri gradnji vodnjakov, bazenov, rezervoarjev in stranišč, da bi vsi poznali delovanje in ustrezno skrbeli zanje.

Voda je že od nekdaj pomenila strateško dobrino, zato zaradi nje prihaja do sporov in celo vojn. Sodelovali smo tudi z Bojano Pivk Križnar in Tomom Križnarjem, ki sta nam za razstavo posodila 22 predmetov, v besedi in fotografiji pa predstavila Nube, eno najbolj trpečih staroselskih plemen. Zaradi preganjanja iz okolja, bogatega z naravnimi viri, ter dobesednega iztrebljanja prebivalstva žal obstaja nevarnost, da za vedno izgine tudi njihov način življenja, s tem pa tudi najpomembnejše vrednote – humanost, solidarnost, skrb za drugega, spoštovanje in zdrav odnos do narave. Borca za človekove pravice smo v mesecu septembru lani gostili na pogovornem večeru v muzejski kavarni.

Slika 5 Pogled skozi cev. Foto: Sherpa

4.5 Voda navdihuje

Voda ni le osnova za življenje, temveč sooblikuje tudi človeška verovanja in običaje. Voda pogosto navdihuje slikarje, kiparje, arhitekte, skladatelje, glasbenike, pesnike, pisatelje. Tudi slovensko ljudsko izročilo je močno povezano z vodo, na kar kažejo številne šege in običaji.

5. Programi in aktivnosti ob razstavi

Pridobljena znanja lahko otroci ob koncu razstave preverijo v didaktični računalniški igri "Preizkusi svoje znanje o vodi" ali preberejo številne knjige, ki se navezujejo na vodo. Ob razstavi smo pripravili tudi didaktični katalog, ki ga prejme vsak osnovnošolec, reši pa ga lahko v muzeju ali doma.

Vsem najavljenim skupinam obiskovalcev, kot posameznikom ponujamo vodstva po razstavi. Kustosi in izurjene muzejske animatorke prilagajamo vodstva glede na starost otrok, interese, predznanja, tudi razpoložljiv čas. Na Hermanovih otroških in družinskih ustarjalnicah otroci svoje vtise in znanja upodobijo v svojih izdelkih. Ustvarjalnice so vezane na temo razstave, uporabljamo pa predvsem naravne materiale ali recikliramo. Najbolj priljubljene ustvarjalnice so: Barčica po morju plava, Kaj živi v morju?, Ribe v akvariju?, Sporočilo v steklenici, Ribica želja.

V sodelovanju s partnerji v projektu izvajamo tudi druge programe. Z zavodom za varstvo narave OE Celje: Bonton ob vodi in Življenje v in ob vodi, z VO-KA Celje pa Vodno raziskovalnico. Obišče nas vodovodar, nam predstavi svoj poklic in delo, sledi tudi terensko raziskovanje z ogledom črpališča.

Slika 6 Terensko počitniško raziskovanje: Bonton ob vodi. Vir: Muzej novejše zgodovine Celje

6. Dostopnost

Razstava je dostopna gibalno oviranim osebam, prilagodili smo jo za slepe (katalog v brajici) in slabovidne obiskovalce. Razstava je dostopna tudi angleško govorečim obiskovalcem.

7. Zaključek

Uvod v razstavo začenjamo z znano mislijo in sporočilom: »Živeti moramo s spoznanjem, da je prihodnost sveta odvisna od ravnanja vsakega izmed nas. Zemlja je naš skupen dom«. Prepričani smo, da odhajajo naši obiskovalci iz muzeja ne le z novimi znanji, prav gotovo tudi s sporočilom razstave. Razstava o vodi je prva v ciklu razstav namenjenih ozaveščanju, skrbi za okolje in trajnostnemu razvoju. Za nas, zate, zame, za danes in za jutri.

VODNI DETEKTIVI VEDNO ODKRIJEMO KAJ ZANIMIVEGA

Tatjana Tomašič, profesor biologije

OŠ Janka Modra, Dol pri Ljubljani

POVZETEK

OŠ Janka Modra, Dol pri Ljubljani že vrsto let sodeluje v raziskovalnem natečaju Vodni detektiv. Raziskovalci so učenci ekološkega krožka od 6. do 9. razreda, ki se v projekt vključijo v 6. razredu in sodelujejo do 9. razreda. Uvodne ure najprej potekajo v učilnici, kjer določimo cilje, postavimo domneve, izberemo metode dela, določimo skupine, si razdelimo naloge in raziskovanje se začne. S pomočjo literature in spleta spoznamo osnovne pojme, naredimo povzetke in zabeležimo zakonitosti, ki nam pomagajo pri terenskem delu.

Učenci se pri raziskovalni nalogi razvijajo na različnih področjih. Naučijo se sodelovati, izmenjati mnenja, opazovati okolico in organizme, določati in spoznavati različne organizme ter ravnati z njimi, oceniti razmere v okolju, iz vsega raziskanega izluščiti bistvo, analizirati in zapisati rezultate.Nalogo predstavimo na različne načine. Zabeležimo potek dela na terenu in v učilnici (tekst, fotografije, skice, grafi, ankete). V nalogo pogosto vključimo tudi eksperimente, ki potrdijo ali ovržejo naše domneve. Pogovarjamo se s krajani, ki nam povedo, kako je bilo včasih. Na koncu predstavimo rezultate raziskovanj in naredimo zaključke.

Potrditev, da je naše raziskovanje na pravi poti, so številne nagrade, ki smo jih prejeli v času sodelovanja na natečaju Vodni detektiv.

Ključne besede

Učenci-vodni detektivi, raziskovanje na terenu, spoznavanje voda, spoznavanje organizmov, spoznavanje razmer v naši okolici

1. Vodni detektivi OŠ Janka Modra, Dol pri Ljubljani

Na OŠ Janka Modra smo se v raziskovalni projekt Vodni detektiv prvič vključili v šolskem letu 1999/2000 z nalogo POPLAVE IN PLAZOVI. Navdušenje pri raziskovanju voda je bilo veliko, zato smo se v okviru Ekološkega krožka odločili sodelovati tudi v naslednjih letih. Vsako pomlad smo z zanimanjem pričakovali nov razpis in temo naloge.

V okolici šole imamo dobre pogoje za raziskovanje voda. V bližini šole tečejo Kamniška Bistrica, Mlinščica in Sava, z okoliških hribov pa se proti Savi steka še več manjših potokov. Tudi ravnica je na nekaterih delih močvirnata.

Od leta 1999 smo naredili že 18 raziskovalnih nalog, saj smo se natečaja udeležili vsako leto.

Mladi raziskovalci so učenci od 6. do 9. razreda, ki se v projekt vključijo v 6. razredu in sodelujejo vse do 9. razreda. Devetošolci odhajajo, vsako leto pa se nam pridružijo novi, mlajši šestošolci. Pri raziskovalni nalogi sodeluje od 25 do 30 učencev, v zadnjih letih pa se število sodelujočih povečuje, pri zadnji nalogi je sodelovalo kar 78 učencev.

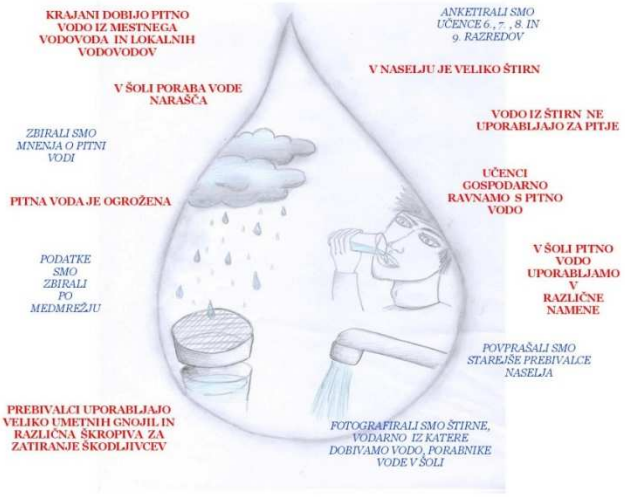
Naše naloge se večinoma izvajajo na terenu, kar je dobrodošla sprememba glede na šolski vsakdanjik.

Vsa leta dejavnost vodimo mentorice Tatjana Tomašič, Romana Vrhovec in v zadnjih šestih letih tudi Mojca Tkalec Zoran. Pri določenih nalogah so sodelovale še mentorice Veronika Zajc - Koščak, Tatjana Cvelbar, Dragica Čelešnik in Urška Kovač Grad.

1.1 Raziskovanje: uvodne ure

Pri raziskovanju je pomembno, da se dobro organiziramo, da učenci spoštujejo dogovore in upoštevajo navodila. Tudi učenci so polni idej in predlogov za raziskovanje.

- Z učenci se zberemo v učilnici, kjer določimo cilje.
- Izberemo metode dela in postavimo domneve, ki jih najpogosteje predstavimo v slikovni obliki.



Slika 7: Metode dela in domneve v nalogi VARUJMO PITNO VODO

- Določimo skupine in si razdelimo delo: učenci sami oblikujejo skupine, izberejo nalogo, ki jo zato opravijo bolje. Mentorice učencem dodelimo naloge, ki so primerne njihovim zmožnostim, saj so v raziskovanje vključeni učenci od 6. do 9. razreda. Učence ves čas usmerjamo.

1.2 Raziskovanje: potek dela

Učenci dobijo natančna navodila in se lotijo raziskovanja.

- Učenci na popisne liste beležijo opažanja, meritve, fotografirajo teren, ki ga raziskujejo, narišejo skice, popišejo in določijo organizme, jih fotografirajo in skicirajo.

Slika 2: Terensko delo v nalogi KAKO SE REKA OČISTI?

- Delo nadaljujemo v učilnici, kjer pregledamo opravljene naloge, dopolnimo pomanjkljivosti, ponovno pregledamo in določimo organizme ter jih čim prej vrnemo na mesto odvzema.

Slika 3: Delo v učilnici v nalogi KAJ SE SKRIVA POD KAMNOM?

- Pri raziskovanju si vedno pomagamo tudi z eksperimenti. Učenci jih izvajajo v učilnici ali na terenu. V nalogi VODA IN HRANA smo merili količino vode v različnih živilih, v nalogi VODA POVEZUJE … VSE CELICE V ORGANIZMU smo merili, koliko vode vsrka seme v določenem času, tehtali smo vejice različnih dreves pred olistanjem in po olistanju, opazovali potovanje obarvane vode po rastlini, zalivali zelišča in merili količino vsrkane vode, opazovali transpiracijo in ugotavljali, kako se zračne korenine spremenijo, če so dlje časa v vodi.

Slika 4: Eksperiment - transpiracija v nalogi VODA POVEZUJE … VSE CELICE V ORGANIZMU

V nalogi VODA IN ENERGIJA smo opazovali kroženje vode v zaprti posodi z rastlino, merili maso vejic pred zmrzovanjem in po zmrzovanju, opazovali posledice žleda na vejicah in posledice toče na rastlinah - zmrznjene kroglice vode smo z določene višine spuščali na rastline in računali hitrost toče glede na prostornino kroglice.

Pri nalogi VODAM VEČ PROSTORA so učenci naredili več maket z vodotoki in primerjali, kako voda poplavlja v različnih pogojih.

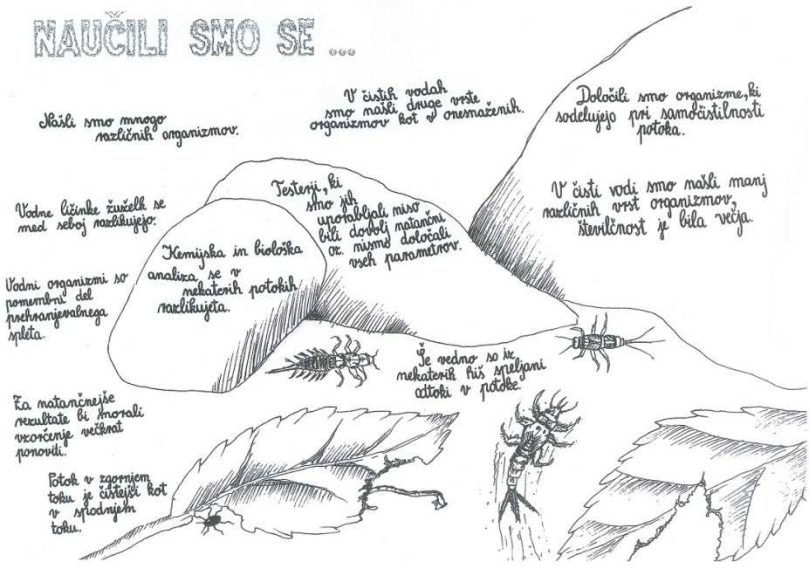
Spoznanja, pridobljena z eksperimenti, so učenci povezali z dogajanjem v naravi.

Slika 5: Maketa v nalogi VODAM VEČ PROSTORA

Podatke za naše naloge pogosto dobimo v pogovorih s krajani ali z anketiranjem. Starejši krajani so nam povedali marsikaj o virih pitne vode včasih, o vodnjakih in "štirnah", uporabi gnojil v poljedeljstvu, poseljenosti vodotokov z ribami, načinih ribolova včasih …

1.3 Raziskovanje: zaključek

Z učenci pregledamo dobljene rezultate in jih zabeležimo. Vsaka skupina predstavi ostalim skupinam rezultate svojega dela. Posamezne dele naloge na koncu strnemo v celoto in zapišemo zaključke.



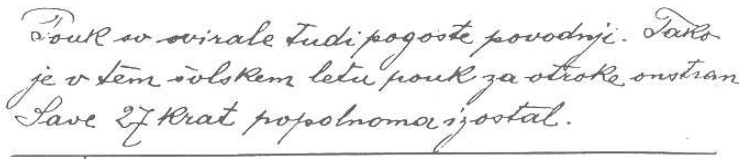
Slika 6: Zaključki v nalogi KAJ SE SKRIVA POD KAMNOM?

2. Raziskovanje povezano z vsakdanjim življenjem

Prva naloga POPLAVE IN PLAZOVI predstavlja rdečo nit, saj smo v več naslednjih nalog vključili problem poplavljanja v občini Dol, škodo, ki je pri tem nastala, ukrepe za ublažitev in preprečevanje posledic poplav. S problemom poplavljanja okoliških vodotokov so se zato

seznanile različne generacije učencev, od tistih, ki so najhujše poplave doživeli sami, do veliko mlajših, ki so si poplave ogledali le na fotografijah ali v drugih virih.

Poplave v občini Dol pri Ljubljani so stalnica. Podatke za našo nalogo smo našli v Šolski kroniki in segajo v leto 1904.



Slika 7: Šolska kronika OŠ Janka Modra

Podobni zapisi so se pojavljali redno na dve ali tri leta, odvisno od pojavljanja poplav.

Z učenci smo raziskali poplavo iz leta 1998, ki je prizadela našo občino. Zbrali smo podatke o obsežnosti poplave, poplavljenosti hiš po naseljih, fotografije, pridobili podatke o škodi in ukrepih, ki so se izvajali po poplavi.

Učenci so izjavili:

- Na dvorišču smo imeli približno pol metra vode, tekla je iz vseh koncev. Elektrike ni bilo, v kleti je bilo vode približno 1 meter.
- Grozno. Od hiše smo se peljali s čolnom. Hišo je bilo videti, kot da stoji sredi jezera.
- Razmišljala sem, kaj se dogaja z družinami, ki imajo poplavljene hiše. Bilo je zelo žalostno, ker je bilo vse pod vodo.

Slika 8: OŠ Janka Modra

To so pretresljive življenjske situacije, ki so jih doživeli le nekateri učenci naše šole. Ko smo zbrali podatke o poplavi in predstavili nalogo tudi ostalim učencem, ki jim na srečo ni poplavilo domov, so videli, kaj lahko naredi voda in v kakšnih življenjskih stiskah se znajdejo ljudje. Nekateri učenci, ki jim je poplavilo domove, so imeli še dlje časa strahove, ponoči so se zbujali in podoživljali situacijo. Z raziskovanjem voda v naslednjih letih smo ugotovili, da se je stanje izboljšalo, poplavljenih hiš je bilo manj in tudi škoda je bila manjša.

Kaj vse lahko naredi voda, so učenci spoznali tudi pri raziskovanju posledic žleda v nalogi VODA IN ENERGIJA. Tudi tu smo se srečevali s tragičnimi posledicami ne le za naravo, ampak tudi za ljudi (smrt).

Slika 9: Žled in posledice delovanja žleda v Dolskem

Pri naših nalogah smo pogosto raziskovali probleme v zvezi s pitno vodo, ki je marsikje ogrožena.

Raziskovali smo vire pitne vode, oskrbo z vodo, lokalna zajetja, vodovod, kakovost vode, ogroženost vodnih virov in onesnaževanje. Spoznali smo, kako so ljudje včasih prišli do pitne vode in to primerjali z današnjo oskrbo z vodo. Pri teh nalogah smo zelo veliko podatkov dobili od starejših občanov.

Pri raziskovanju okolja smo se pogosto srečevali z onesnaževanjem voda. Ugotovili smo, da za okolje ne skrbimo tako, kot bi morali. Pogosto smo naleteli na divja odlagališča smeti, kjer smo našli tudi nevarne odpadke. Učenci so si zadali nalogo, da bodo začeli najprej opozarjati svoje domače, kasneje pa še sorodnike, sosede, prijatelje, kako skrbeti za okolje in zmanjšati ali preprečiti onesnaževanje.

3. Zaključki

Učenci pri raziskovalni nalogi razvijajo različna področja. Naučijo se sodelovati, izmenjati mnenja, opazovati okolico in organizme, določati in spoznavati različne organizme ter ravnati z njimi, kritično in odgovorno oceniti razmere v okolju, iz vsega raziskanega izluščiti bistvo, analizirati in zapisati rezultate.

Učenci pri zbiranju podatkov občane seznanjajo z okoljsko problematiko, ki jo raziskujejo, si izmenjujejo mnenja in poglede. Domačini vidijo, da mlade zanimajo razmere v okolju, da jim ni vseeno, kaj se dogaja v bližini njihovih domov. Odgovori občanov nam povedo, kako gledajo na določen problem, kako ga rešujejo in kaj bi radi spremenili. S svojimi odgovori večkrat osvetlijo problem iz čisto drugega zornega kota, nas usmerijo na druga področja, ki jih nato raziščemo. Učenci in občani se zavedajo, da je potrebno več pozornosti nameniti skrbi za okolje.

Rezultate našega dela vedno predstavimo ostalim učencem in delavcem šole v obliki plakata. Naloge smo pošiljali na Občino Dol pri Ljubljani. Krajane seznanimo z rezultati raziskovanja v Občinskih novicah (Pletenice), zadnje naloge pa objavimo tudi na spletni strani šole.

V občini so v vseh letih naših raziskovanj uredili več vodotokov, narejena je bila regulacija Kamniške Bistrice in Mlinščice. Urejala se je kanalizacija, divjih odlagališč smeti je manj, podtalnica je zato manj ogrožena.

Naši prvi "vodni detektivi" so danes že odrasli. Veliko se jih je odločilo za študij naravoslovnih ved tudi zaradi naših raziskovalnih nalog. Mnogi se vračajo, z nekaterimi se srečujemo. Povedo nam, da so v času študija pogosto uporabili izkušnje, pridobljene pri naših raziskovalnih nalogah.

Potrditev, da je naše raziskovanje na pravi poti, so številne nagrade, ki smo jih prejeli v času sodelovanja na natečaju Vodni detektiv.

Mentorice in "vodni detektivi" smo zelo veseli vsakoletnih rezultatov in vabil na zaključne prireditve, kjer vedno spoznamo kaj novega o vodah. Še bolj je razveseljujoče dejstvo, da učenci z velikim navdušenjem in raziskovalnim duhom ter odgovornostjo opravijo naloge.

4. Viri

Raziskovalne naloge učencev Ekološkega krožka OŠ Janka Modra Dol pri Ljubljani od leta 1999 do 2016

Fotografije in risbe: učenci Ekološkega krožka OŠ Janka Modra, Dol pri Ljubljani

Šolska kronika OŠ Janka Modra, Dol pri Ljubljani

VODNI DETEKTIVI V OSNOVNI ŠOLI

Marija Frontini

Osnovna šola Šmartno v Tuhinju

POVZETEK

Učitelji in učenci osnovnih šol že dalj časa sodelujemo v programu Vodni detektiv. Kot vodni detektivi so se preizkusili tudi učenci naše šole. Včasih so bili pri tem bolj, včasih manj uspešno.

Največji uspeh je učencem naše šole in meni kot mentorici uspel z osvojitvijo 1. nagrade za raziskovalno nalogo s temo Vode povezujejo. Naloga je rezultat dela mladih možganov Katje, Pike, Nike, Klare in Lee. Naslov raziskovalne naloge nas je spodbudil k sodelovanju tako v realnem kot tudi v virtualnem smislu, saj so učenke izvedle spletno anketo.

Raziskovalne naloge, kot oblike neformalnega izobraževanja, so zelo pomembne, saj predstavljajo hiter prenos znanja. Rezulatate naše naloge smo predstavili na šolski spletni strani.

V pedagoško delo, povezano s pomenom voda so vključena vsa naša prizadevanja za delo z otroki na področju naravoslovnih predmetov od 1. razreda devetletke naprej po vertikali. Učenci recimo obravnavajo vodo in vodne vire pri predmetu spoznavanje okolja, vodo kot topilo v raztopinah pri naravoslovju, pri kemiji računajo masni delež raztopin v osmem in devetem razredu devetletke itd.

Trudimo se, da bi bili učenci izobraženi in dobro informirani posamezniki, ki se bodo sposobni posvetovati, enakopravno sodelovati in soodločati o perečih sodobnih problemih, povezanih z rabo voda. Želimo ohraniti zdrave in bogate vodne vire ter naravo in naravne vire tudi za prihodnje generacije.

V razvoju posameznika se sama srečujem z nižjo stopnjo izobraževanja, torej osnovno šolo. To obdobje predstavlja obdobje, ko se pri posamezniku oblikujejo temelji vrednostnega sitema.

Vodni detektivi ozaveščajo o pomenu vode. So droben smerokaz, ki z majhnimi potezami lahko pripelejo prihodnje generacije v lepši jutri.

Ključne besede:

vodni detektivi, raziskovalno delo, mentorstvo, izobraževanje

1. Uvod

Pedagoško delo vključuje raziskovanje. Raziskovalne naloge kot ena od oblik neformalnega izobraževavanja dopolnjujejo dejavnost raziskovanja in so zelo pomembne, saj predstavljajo hiter prenos znanja. Vključujejo radovednost posameznika, kar posledično vodi do načrtovanja dejavnosti v individualni in skupinski obliki.

2. Izobraževanje in raziskovalna dejavnost

Raziskovalne dejavnosti morajo biti načrtovane tako, da učence spodbujajo k lastni aktivnosti in uporabi različnih veščin in miselnih procesov. Povezovanje in sistemiziranje znanja po Marzanovi taksonomski lestvici znanja kot kompleksno razmišljanje zajema primerjanje, razvrščanje, sklepanje z indukcijo in dedukcijo, utemeljevanje, abstrahiranje, analiziranje perspektiv, odločanje, preiskovanje, reševanje problemov, eksperimentalno raziskovanje (Ilc, 2007, po Marzamu in sodelavcih, 1993, str 5). Analiza napak omogoča kritičen razmislek o lastnem delu. Delo z viri vključuje zbiranje, izbiranje, analizo, interpretiranje, sintezo, presojo uporabnosti in vrednosti podatkov. Pri tem učenec pridobiva vseživljenjska znanja, npr. bogati besedni zaklad in jasnost izražanja in komuniciranje z različnimi ljudmi na različne načine.

V skupini učenci prevzemajo različne vloge in si prizadevajo za skupne cilje.

Pregled učnih načrtov po vertikali navzgor kaže razvoj vsebinskega znanja, ki ga spremlja razvoj različnih miselnih procesov, veščin in spretnosti.

Učenci v prvem razredu vedo, da obstajajo trde snovi in tekočine. Spoznajo lastnosti snovi, zaradi katerih jih ločimo.

V drugem razredu vedo, da se pri mešanju snovi lahko spreminjajo lastnosti sestavin, jih znajo opisati in razlikovati snovi ter jih razvrščati po njihovih lastnostih in že uporabljajo preproste postopke za ločevanje zmesi. Razlikujejo različna agregatna stanja vode in vedo, da so nekateri pojavi obojesmerni, drugi pa ne. Poznajo spreminjanje lastnosti vode, njeno spreminjanje pri segrevanju in znajo meriti temperaturo.

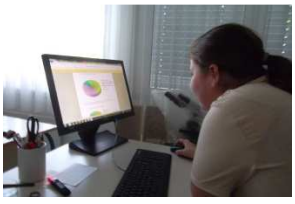
V tretjem razredu osnovne šole je pri naravoslovnih vsebinah že poudarek na raziskovanju. Učenci že povezujejo dve spremenljivki (čim..., tem...) in povezujejo vzrok s posledico (zato, ker).

Slika 1: Osvajanje novih pojmov

Ob koncu tretjega razreda naj bi učenci že sami znali zasnovati in izvesti raziskavo, omejili naj bi se na eno spremenljivko. Pri tem je pomembno, da učenci izkušnje iz domačega okolja povezujejo s poukom.

V drugi triadi sledi obravnavanje vode in vodnih virov, v sedmem razredu pri naravoslovju pa spoznajo vodo kot topilo v raztopinah, v osmem in devetem razredu pri kemiji učenci spoznajo in računajo masni delež raztopin.

Pomembno je, da pri tem izkušnje, ki jih pridobivajo izven šole, učenci povezujejo s poukom. Učenci napovedujejo svoje hipoteze in preverjajo te svoje napovedi. Razvrščajo glede na razlike ali skupne lastnosti. Naučijo se sklepanja, razvijajo sposobnosti grafičnega komuniciranja, uporabljajo simbole in preproste sheme.



Slika 2: Obdelava podatkov

Pri raziskovanju je potrebno kompleksno razmišljanje posameznika in skupine učencev, npr. opredelitev problema, razvrščanje, primerjanje, abstrahiranje, sklepanje, utemeljevanje, reševanje problemov, odločanje, zavračanje napak in ponovna vzpostavitev problema. Z informacijsko komunikacijsko tehnologijo sistematično iščejo in uporabljajo primerne vire in literaturo. Razvijajo uporabo grafičnih simbolov, izbirajo grafične prikaze oblikovanja in izpolnjevanja tabele. Iz podatkov oblikujejo tabele, iz tabel pa rišejo stolpčne in vrstične prikaze.

Slika 3: Kritično preverjanje rezultatov

Pri raziskovanju se dodatno poglablja naravoslovna pismenost in utrjuje poznavanje pojmov. Oblikujejo se stališča, npr. objektivnost, kritičnost, občutljivost, ki jih pogojuje radovednost in vedoželjnost.

Harlen (po Eurydice, 2012: 68) opredeljuje naravoslovno pismenost kot »sproščenost in kompetentnost« v odnosu do širokih naravoslovnih tem, narave, naravoslovne znanosti in njenih omejitev ter naravoslovnih ter znanstvenih postopkov, kot sposobnost naravoznastvenih načel in zmožnost odločanja v vlogi izobraženega in odgovornega državljana. (Žakelj, 2007, str. 5)

Raziskovanje naših učencev v zadnjih letih zajema naslednje teme: Kako varujemo pitno vodo (2011), Voda in hrana (2012), Vodni odtis (2013), Žled (2014).

Ponosna sem na 1. nagrado za raziskovalno nalogo z naslovom Vodni odtis. Fotografije, ki so priložene članku, so nastale pri tej raziskovalni nalogi. Naloga je rezultat dela mladih možganov: Katje, Pike, Nike, Klare in Lee. Učenke so izdelale zelo sistematično raziskovalno nalogo z naslovom Vodni odtis. Preverjale so poznavanje pomena vodnega odtisa ter povprečno porabo vode na dan oz. za posamezne aktivnosti v gospodinjstvu. Rezultate so primerjale s postavljeno hipotezo in podale analizo.

Naslov raziskovalne naloge nas je usmeril v sodelovalno delo, ki je potekalo tako neposredno ali pa v virtualnem svetu kot spletna anketa.

Trudimo se za pridobivanje znanj in spretnosti prek radovednosti.

Otrokova stališča se razvijajo s pomočjo radovednosti.

3. Osebna rast

Mentorstvo učencem vedno pokaže neznana področja našega delovanja. ICRO posreduje usmeritve, ki vključuje opredelitev teme, naslova in osnovno literaturo. Ob tem pa se utrne veliko zamisli in spodbud tudi učencem. Pozornost namenimo tudi poglobljeno branje dodatne literature. Pri raziskovalnem delu je potrebno upoštevati delovne navade učencev in njihove osebnostne lastnosti. Ob tem naletimo na preverjanje lastnih kompetenc in lastne osebne analize. Vprašamo se o razvoju lastne profesionalnosti, saj pri delu z učenci pride do točke, na kateri zaznamo področja dela, ki jih moramo še izpopolniti. Raziskovalna dejavnost povezuje vsebine vseh predmetnih področjih. Tradicionalni način poučevanja je tukaj na preizkušnji, razvija se individualni, socialni in vseživljenjski proces. Pri tem je v šoli potrebna dobra sodelovalna kultura.

Dober mentor svoje učence podpira in vzpodbuja pri njihovem delu. Raziskovalne naloge Vodni detektiv imajo vedno praktično vrednost. Vedno je teorija povezana s prakso. Tako je

naša raziskovalna naloga Žled močno spodbudila naše učence, saj smo uničujočo moč ledu slišali v pokanju dreves v okoliških gozdovih.

Pri raziskovanju razvijamo višja kognitivna znanja na višjih taksonomskih stopnjah. Pri tem so učenci zelo aktivni, ustvarjalni in kritični. V tem primeru namesto znanj, ki so določena z učnim načrtom, se znanje medsebojno prenaša in ne nastaja le iz lastne izkušnje. Dejavnosti vodijo od zamisli do konkretnega rezultata in izdelka.

Pri našem delu se poraja seznam novih vprašanj, ki so nastala ob neki dejavnosti, risba po opazovanju in podobno. Upoštevati moramo individualne razlike med otroki in dejavnosti prilagajati njihovim sposobnostim. To pospeši skupinsko delo, saj pomeni sodelovanje, pri katerem se drug od drugega učimo. Hkrati pa del dela opravimo tudi individualno. Obravnava vsebin tako učencem učinkoviteje približa svet in pomeni dobro pripravo učencev za vseživljenjsko učenje.

4. Zaključek

Trudimo se, da bi naši učenci bili izobraženi in dobro informirani posamezniki, ki so se sposobni posvetovati, enakopravno sodelovati in soodločati o perečih sodobnih problemih, povezanih z rabo voda. Pri raziskovanju se srečujejo z realnimi problemskimi situacijami (npr. žled), povečuje se njihov občutek povezanosti z življenjem, hkrati pa pripomore k razumevanju in ohranjanju narave in naravnih virov tudi za prihodnje generacije.

Slika 4: Zadovoljstvo v skupinskem delu

Kakovostno naravoslovno znanje je pomembno za sodobnega človeka, da bo znal sprejemati dobre odločitve za naravno okolje, ki bodo zagotovile tudi obstoj družbe. (Ličen, 2014)

Kar zadeva razvoj osebnosti posameznika, naj poudarim, da se nanaša na nižjo stopnjo izobraževanja, torej osnovno šolo. To je obdobje, ko se pri posamezniku oblikujejo temelji vrednostnega sistema. Vodni detektivi ozaveščajo o pomenu vode. S spreminjanjem družbenih in ekonomski razmer se spreminja tudi narava. Delovati in usmerjati je potrebno v parvo smer in naučiti človeka, da je izjemno pomembno, da zna sprejemati odločitve, ki podpirajo trajnostni razvoj in s tem tudi obstoj družbe. Raziskovalne naloge so droben smerokaz, ki z majhnimi potezami lahko pripelje prihodnje generacije v lepši jutri.

5. Viri in literatura:

Ličen, A. (2014). Kakovost in trajnost biološkega znanja slovenskih srednješolcev. Diplomsko delo. Ljubljana. univerza v Ljubljani. Avaible from: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/biologija/dn_licen_astrid.pdf

Poznanovič, M. (1992). Izkušnje mentorskega dela z raziskovalnimi nalogami srednješolcev. Slavistično društvo Slovenije. Avaible from: http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-FCJNFDBF/

Peklaj, C. (2007). *Mentorstvo in profesionalna rast učiteljev.* Ljubljana: Center za pedagogiko izobraževanje Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Avaible from: file:///G:/A%20%202016_2017/Članek/Mentorstvo_URN-NBN-SI-DOC-AQ2TF596%20(1).pdf

Rutar ilc, Z. (2007). Uporaba taksonomij za opredeljevanje standardov in kriterijev ter az snovanje preizkusov, priloga II-C. Ljubljana. Ceter RS za poklicno izobraževanje. Avaible from: http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/evalvacija%20in%20spremljanje/07-08/Priloga-IIC.pdf

Žakelj, A. in drugi (2014). *Posodobitne pouka v osnovnošolski praksi*. Ljubljana. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Avaible from: http://www.zrss.si/pdf/pos-pouka-os-spozn-okolja.pdf

Slike: arhiv avtorice članka

VODNA UČNA POT LESIČNO – PILŠTANJ IN NJENA UPORABA PRI POUKU GEOGRAFIJE

Lidija Kotnik Klaužer, prof. zgo. in geo.

Osnovna šola Lesično, Lesično 5 b, 3261 Lesično

POVZETEK

Pri sodobnem pouku je v ospredju aktiven učenec, ki pouk soustvarja in za to prevzema del odgovornosti. Sodoben pouk z inovativnimi metodami in oblikami dela pa se ne izvaja le v učilnicah, ampak je lahko, tako pri družbenogeografskih, še posebej pa pri naravnogeografskih temah, povezan z lokalnim okoljem in ravno učne poti nudijo številne možnosti, s pomočjo katerih se lahko uresničujejo cilji sodobnega pouka.

Vodna učna pot Lesično–Pilštanj poteka v okolici Lesičnega in Pilštanja. Celotna trasa je dolga 1800 m. Uporabljajo jo lahko tako učenci razredne kot tudi predmetne stopnje, krajani in drugi obiskovalci, ki se po njej sprehodijo, saj je primerna za vsakega pohodnika s povprečnimi fizičnimi sposobnostmi. Učna pot je sestavljena iz šestih opazovalnih mest z informacijskimi tablami, ki se lahko opazujejo in raziskujejo kot celota ali le kot izsek poti.

Namen prispevka je predstaviti primer uporabe izbrane točke vodne učne poti, ki obogati pouk geografije v 9. razredu pri obravnavi učnih vsebin, povezanih z vodovjem, na primeru vodovja domače pokrajine.

Pouk izven učilnice pri obravnavi vodovja je na tem mestu smiselen, saj učenci spoznavajo in preizkušajo različna metodološka orodja za proučevanje in analiziranje voda ter so povezani z naravo. Učno snov usvajajo z lastnim opazovanjem in aktivnim iskanjem znanj v lokalnem okolju, hkrati pa ozaveščajo pomen naravne dediščine, njenega varovanja in spoštovanja.

Ključne besede:
pouk geografije, vodovje, lokalno okolje, učna pot.

1. Uvod

V pokrajini je veliko zanimivosti, ki nas pritegnejo, burijo našo domišljijo in nam vzbudijo veliko lepih trenutkov.

Svoje domače okolje več ali manj poznamo, še vedno pa, če pozorno opazujemo, najdemo pojave, ki si jih ne znamo razložiti in ne vemo, kako so nastali. Veliko je dejavnikov, ki so preoblikovali in še vedno preoblikujejo domačo pokrajino. Najbolj opazne so tiste spremembe, ki jih je povzročila in jih še vedno povzroča tekoča voda in ljudje. Za nekatere vemo, kako nastanejo, za druge pa je potrebno uporabiti tudi malo domišljije.

Ivanšek (1999) pravi, da če znamo dobro opazovati, potem bomo videli v pokrajini številne pojave, ki bodo drugim ostali skriti. Pozorni moramo biti na dogajanje pred nami, opazovati moramo levo in desno in se pogosto obrniti tudi nazaj, da nismo česa spregledali. Človek, ki je pozoren in mu ne uide nobena malenkost, se lahko veseli vsakega sprehoda v naravo, saj vedno najde kaj zanimivega. Bistveno je tudi, da se znamo orientirati, da znamo poiskati glavne strani neba, ter da znamo brati zemljevid. Zato je pomembno dobro opazovanje pokrajine,

branje zemljevida in dobra orientacija. Kdor obvlada te zakonitosti, se mu pokrajina, zlasti tista na podeželju, ki še ni preveč antropogeno preoblikovana, odpira kot lep pravljični svet.

Geografija je eden izmed šolskih predmetov, ki omogoča močno povezanost ljudi in narave, pomaga pridobiti znanje, sposobnosti in spretnosti, s katerimi se lahko orientira in razume ožje in širše življenjsko okolje ter posameznika vzgaja v pravilnem vrednotenju in spoštovanju okolja, s čimer si pridobi tudi odnos do narave, sebe, sočloveka in družbe. Ukvarja se z opisovanjem narave, s preučevanjem njenih zakonitosti in številnih posebnosti, ki jo naredijo tako posebno in zanimivo.

Geografsko znanje je sestavni del temeljne izobrazbe, ker vsebuje vedenja o domovini in svetu ter o varovanju okolja in smotrnem gospodarjenju z njim. V osnovnih šolah je geografija učni predmet od 6. do 9. razreda.

Sodobno poučevanje tudi pri geografiji postavlja v ospredje aktivnega učenca, ki pouk soustvarja in za to prevzema del odgovornosti. Sodoben pouk z inovativnimi metodami in oblikami dela pa se ne izvaja le v učilnicah, ampak je lahko, tako pri družbenogeografskih, še posebej pa pri naravnogeografskih temah, povezan z lokalnim okoljem in ravno učne poti nudijo številne možnosti, s pomočjo katerih se lahko uresničujejo cilji sodobnega pouka. Učna pot je lahko učno sredstvo, s katerim je pouk geografije učinkovitejši, zanimivejši, razumljivejši, bolj aktualen in lokalen. Hkrati pa se naravo najbolje spozna, če smo v neposrednem stiku z njo. Našteto še zlasti velja za pouk geografije v 9. razredu, ko zaključek osnovnošolskih geografskih vsebin predstavlja temeljito poznavanje Slovenije.

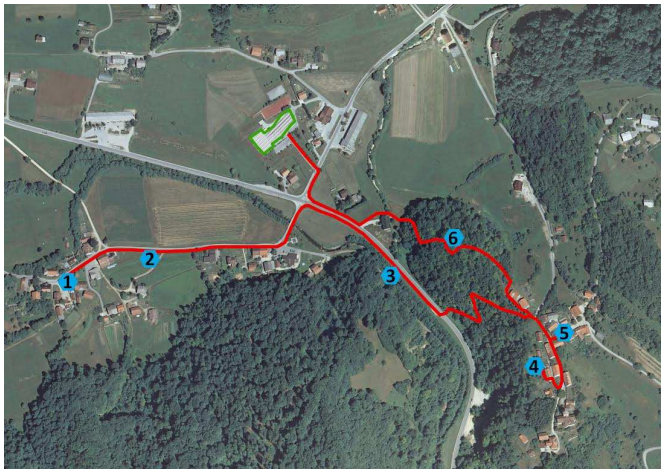
Vodna učna pot Lesično–Pilštanj, ki poteka v okolici Lesičnega in Pilštanja, je odlično sredstvo za poučevanje vsebin geografije, naravoslovja, biologije, kemije in fizike, pa tudi matematike in nenazadnje zgodovine v naravi. Učenci so aktivno vključeni v raziskovanje in spoznavanje domačega okolja. S tem učencem ponudimo spoznavanje njihove ožje okolice šole, razumevanje pokrajine ter procesov v njej, hkrati pa spoznavanje zgodovinskega ozadja okolja, v katerem živijo.

Z vodo se učenci srečajo že v 1. razredu osnovne šole, zato je dobro, da nekatere njene značilnosti spoznajo čimprej. Na različne načine so z njo povezani skozi celotno osnovnošolsko izobraževanje. Napisani prispevek predstavlja Vodno učno pot Lesično–Pilštanj in uporabnost izbrane točke poti, ki obogati pouk geografije v 9. razredu pri obravnavi učnih vsebin, povezanih z vodovjem, na primeru vodovja domače pokrajine.

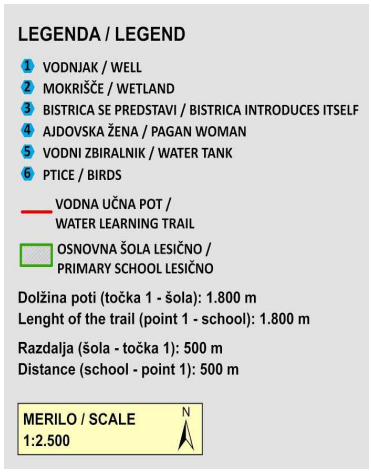
2. Vodna učna pot Lesično – Pilštanj

Vodna učna pot Lesično–Pilštanj je nastala na pobudo OŠ Lesično. Postavljena je bila v šolskem letu 2013/2014, prav tako na pobudo Osnovne šole Lesično v sodelovanju s Kozjanskim parkom in podporo Občine Kozje.

Celotna trasa je dolga 1800 m. Uporabljajo jo lahko tako učenci razredne kot tudi predmetne stopnje, krajani in drugi obiskovalci, ki se po njej sprehodijo, saj je primerna za vsakega pohodnika s povprečnimi fizičnimi sposobnostmi. Sestavljena je iz šestih opazovalnih mest z informacijskimi tablami, ki se lahko opazujejo in raziskujejo kot celota ali le kot izsek poti. V nadaljevanju so predstavljene posamezne točke učne poti.



Slika 1 Trasa Vodne učne poti Lesično–Pilštanj



Slika 2 Legenda

2.1 Prvo opazovalno mesto: vodnjak

Vodnjak v Lesičnem je globok od 8 do 10 m. Današnja podoba vodnjaka je iz leta 2004, ko je bil obnovljen s pomočjo Heliosovega sklada za ohranjanje čistih slovenskih voda. Nekdanja podoba vodnjaka v Lesičnem je iz leta 1935. Zidan je bil iz betona v obliki osmerokotnika, katerega stranice so merile 1 m v dolžino in 2,20 m v višino. Streho je predstavljala ravna betonska plošča. Na vodnjaku so bile line, ki so služile zajemanju vode iz vodnjaka.

Slika 3 Nekdanja podoba vodnjaka

Slika 4 Današnja podoba vodnjaka

2.2 Drugo opazovalno mesto: mokrišče

Mokrišče je pomemben življenjski prostor za številne rastline in živali. Močvirni travniki so postali zelo redki, saj jih lastniki običajno izsušijo ter spremenijo v njive ali urbane površine. S tem številne močvirne vrste rastlin in živali izgubijo svoj življenjski prostor. Taki travniki tudi zmanjšajo poplave in pripomorejo k milejši klimi v vročih poletjih. Jarki, ki pa so bogato zaraščeni z močvirskimi rastlinami, so odličen življenjski prostor za številne rastlinske in živalske vrste. Grožnje so izlivi strupenih snovi (gnojnica, škropiva) ter pretirano čiščenje zarasti. Priporočljivo je, da brežine in dna ne čistimo naenkrat v celoti.

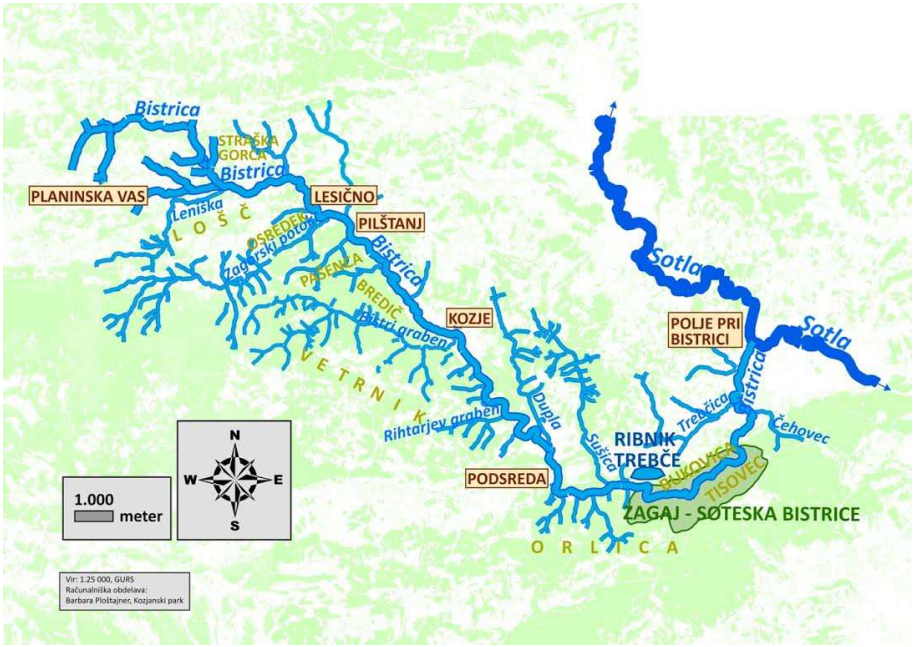
Dvoživke so ena izmed najbolj ogroženih skupin živali v Evropi predvsem zaradi krčenja, uničevanja in onesnaževanja njihovega življenjskega prostora. V tem predelu jarka se nahajajo pupki, ki so med ljudmi manj poznana skupina repatih dvoživk.

Slika 5 Planinski pupek

2.3 Tretje opazovalno mesto: Bistrica se predstavi

Bistrica s pritoki je hidrološka in ekosistemska naravna vrednota državnega pomena (evid. št.: 8, Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot, Uradni list RS, št. 111/04, 70/06, 93/10) in velja za enega najbolj ohranjenih in slikovitih vodotokov v vzhodni Sloveniji. Med Trebčami in Zagajem je reka Bistrica ustvarila eno najlepših sotesk v vzhodni Sloveniji, ki je geomorfološka in hidrološka naravna vrednota državnega pomena (evid. št. 1571, Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot, Uradni list RS, št. 111/04, 70/06, 93/10).

Dolžina reke Bistrice:	32 km
Kraj in nadmorska višina izvira:	Planinska vas, 480 m
Kraj in nadmorska višina izliva:	Polje pri Bistrici, 180 m
Velikost porečja:	108 km²



Slika 6 Porečje Bistrice

2.4 Četrto opazovalno mesto: Ajdovska žena

Ajdovska žena je kamniti osamelec, visok okoli 12 me in širok do 2 m. Osamelec je zgrajen iz dolomita. Čeprav je dandanes prerasla z bršljanom, je še pred kakšnim desetletjem Ajdovska žena izgledala kot žena z otrokom v naročju. Prav ta izgled osamelca pa že od nekdaj buri človeško domišljijo. O ajdovski ženi je nastala tudi legenda, ki pravi, da so pred davnimi časi na Pilštanju živeli Ajdi. Ajdi so bili človeku podobni velikani, od ljudi pa so se razlikovali le po višini. Ker pa na Pilštanju ni bilo tekoče vode, so po vodo morali hoditi v dolino k reki Bistrici. Pot do Bistrice pa je bila težka že za navadnega velikana, kaj šele za velikanko z brento vode in otrokom v naročju. Tako se je Ajdovska žena v peklenski vročini vzpenjala po hribu in preklela sonce. V tistem trenutku je okamenela in postala opomin, kaj se lahko zgodi, če narediš nekaj nemoralnega in slabega.

Slika 7 Ajdovska žena, porasla z bršljanom

2.5 Peto opazovalno mesto: vodni zbiralnik

Zgrajen je bil leta 1940. Vanj se steka deževnica s petih hiš. Nekatere izmed teh imajo doma črpalko, ki vodo črpajo v obe smeri; deževnico v cisterno in obratno – vodo s cisterne do stanovanjskih hiš. Vsaka hiša ima svoj naravni (grobi) filter. Pri vodnjaku se nahaja še en centralni filter, sestavljen iz peska in oglja. Cisterna je razdeljena na dva prekata. V črpalko teče voda iz drugega prekata. Danes služi voda kot rezervni vir požarne vode in vode za zalivanje. Polni se z deževnico s sosednjih hiš. Deževnica je mehka, ne vsebuje nobenih mineralov, za razliko od podtalnice, ki v zemlji raztaplja minerale. Z uporabo deževnice v pralnih in pomivalnih strojih, WC splakovalnikih, kopalnih kadeh in grelnikih ni problemov z nastajanjem vodnega kamna. Deževnico zbiramo na strehi in vodimo skozi filtre v hranilnik, ki mora biti primerne velikosti, na primerni lokaciji ter biti zaščiten pred direktno sončno svetlobo, da v njem ne nastajajo alge.

Cisterna je široka 5 m, dolga 8 m in globoka 4 m. Predstavljeni podatki o širini in dolžini veljajo za zunanje mere.

Slika 8 Vodni zbiralnik in Pilštanj nekoč. Lesena ograja je varovala cisterno pred živino.

2.6 Šesto opazovalno mesto: ptice

Mozaična krajina gozda, naselij in kmetijske krajine nudijo velikemu številu ptic primerno okolje za lov in vzrejo mladičev. Tukaj lahko slišimo petje velike sinice, brgleza, plavčka, ščinkavca, zelenca, liščka, velikega detla, cikovta, rumenoglavega kraljička, kosa, dleska in lesne sove.

3. Primer uporabe vodne učne poti Lesično - Pilštanj pri geografiji v 9. razredu

Vodna učna pot Lesično–Pilštanj je učno sredstvo, s katerim popestrim pouk geografije. Z njenim raziskovanjem in proučevanjem učenci dosežejo veliko ciljev in standardov znanj V učnem načrtu za geografijo so standardi znanj zapisani ločeno za drugo in tretje vzgojno-izobraževalno obdobje. Znotraj tretjega vzgojno-izobraževalnega obdobja pa so zapisani standardi po posameznih področjih. S pomočjo 3. opazovalne točke Vodne učne poti Lesično–Pilštanj, Bistrica se predstavi, učenci usvojijo večino le-teh. To so:

Splošni (terminologija in veščine)

Učenec pozna in razume geografske pojme, dejavnike in procese, razume njihovo povezanost in jih umesti v prostor, geografsko razmišlja o pokrajini in uporabi različne tehnike dela in pripomočke.

Zemljevidi in orientacija ter njuna uporaba

Učenec prebere zemljevid v tiskani obliki in se orientira po zemljevidu in v naravi.

Znanje oziroma vedenje o prostoru in pokrajinah

Z njimi učenec pokaže znanje, spretnosti, razumevanje in uporabo geografskih procesov na lokalni ravni, pozna temeljne značilnosti domačega kraja, razloži vpliv človekovih dejavnosti na spremembe v pokrajini, pozna, razume in vrednoti različnost naravnih sistemov, kritično ovrednoti prostorsko razmestitev pojavov, razume najpomembnejše naravnogeografske pojave in procese ter njihovo sovplivanje, opiše temeljne geografske značilnosti domače pokrajine, pozna pomen slovenske naravne dediščine in pozna pomen gospodarnega ravnanja z naravnimi viri.

Okoljska vprašanja

Učenec usvoji sledeče standarde znanj, ki se nanašajo na okoljska vprašanja: razume sonaravni razvoj in odgovornost za ohranjanje ustreznih življenjski razmer za prihodnje generacije ter se tako tudi ravna in razloži svojo vlogo in vlogo drugih pri zagotavljanju trajnostnega razvoja.

Geografska interdisciplinarnost

Učenec poveže različno znanje, veščine in vrednote kot način celostnega obravnavanja sodobnih vprašanj za kakovostnejše razumevanje dogajanja okrog sebe.

Samostojno geografsko raziskovanje

Za usvojitev tega standarda je potrebno, da učenec kritično geografsko razmisli (zazna ključne geografske probleme in najde vzročno-posledično sovplivanje naravnih in družbenih procesov v pokrajini), uporabi preproste geografske metode raziskovalnega dela in izdela raziskovalno poročilo.

Učenje učenja

S pomočjo izbrane točke učne poti učenec usvoji metode učenja geografije s poudarkom na izkazovanju sposobnosti, spretnosti in veščin, samostojno interpretira pridobljeno znanje, ga podkrepi s konkretnimi primeri in nakazuje rešitve in se zmore sodelovalno učiti (delo v skupini).

Učenje na prostem

Pri terenskem delu učenec na lokalni ravni samostojno terensko raziskuje, samostojno zbere informacije s terenskimi metodami in tehnikami dela, razvije komunikacijske, socialne, miselne in praktične veščine za raziskovanje geografskih pojavov in procesov, je usposobljen za prepoznavanje, razumevanje in vključevanje v odločanje o razvoju domačega kraja in poveže različne vidike izobraževanja.

3.1 Spoznajmo reko Bistrico

Vodovje v domačem okolju pri geografiji raziskujemo s terenskim delom, ki je voden s pomočjo delovnega lista. Le-ta se nanaša na proučevanje in raziskovaje Bistrice in njenega pritoka Sušice pri opazovalnem mestu Bistrica se predstavi. Za potrebe prispevka je učni list skrajšan.

Delo poteka individualno in v parih. Poleg delovnega lista učenci prejmejo tudi navodila za izvedbo posameznih fizikalnih in kemičnih meritev. Opravijo analizo škodljivih snovi v vodi. Pri raziskovanju uporabljajo tudi kovček za kemijsko analizo vode.

Prvi del nalog rešujejo vodeno, kjer učitelj usmerja razgovor. V drugem delu pa pride v ospredje učenčevo aktivno raziskovanje, kjer z geografskimi raziskovalnimi metodami pride do odgovorov. Posamezni pari izvedejo posamezno fizikalno ali kemijsko meritev in o pridobljenih podatkih informirajo ostale. Vse meritve se opravijo za Bistrico kot za Sušico.

Za zaključek sledi analiza vseh podatkov in izmerjenih vrednosti za oba omenjena vodotoka. Le-ta pa lahko poteka tudi v učilnici.

Picture 9 Kovček za kemijsko analizo vode

Voda. Na kaj pomislimo ob tej besedi? Na nekaj tekočega? Na nepogrešljiv vir življenja? Ali pa na kaj drugega? Pomembnosti vode se na splošno premalo zavedamo. Življenja si brez vode ni moč predstavljati, saj je preveč potrebna v vsakdanjem življenju. Voda je bogastvo, na katerega moramo dobro paziti.

Nahajaš se na sotočju reke Bistrice in Sušice. Ime reke – Bistrica (gr. Zvezda, ang. Silver Creek) pove, da je reka bistra in hitro tekoča. Ima hudourniški značaj.

a) Orientiraj karto in na njej pobarvaj Bistrico. Označi točko, kjer se nahajaš.
b) Kje se nahaja izvir Bistrice? _____
c) S pomočjo zemljevida porečja Bistrice in zemljevida Evrope opiši pot Bistrice od njenega izvira do izliva.

_____

d) V katerem delu Bistrice se nahajaš?
   1) V zgornjem toku.
   2) V srednjem toku.
   3) V spodnjem toku.
e) Razmisli, zakaj se njen pritok imenuje Sušica. _____

_____

Sušica je desni / levi pritok Bistrice.

f) Voda z različnimi procesi preoblikuje pokrajino. Procesu, kjer reka rečni material odnaša, pravimo _____. Procesu, kjer reka material odlaga, pa pravimo _____.
g) Skiciraj sotočje Bistrice in Sušice ter označi procesa, omenjena v prejšnji točki.
h) Zaradi gospodarskih potreb in zaradi nevarnosti poplav, človek včasih spreminja tok reke ali pa izvaja druge posege v njeni strugi.

Ali je na primeru Bistrice opazen poseg človeka? Pojasni.

_____

i) S pomočjo opazovanja in ključa za določanje rastlin določi obvodno vegetacijo Bistrice.

_____

Pojasni, kakšen je pomen vegetacije ob rečni strugi.

_____

j) FIZIKALNE IN KEMIJSKE MERITVE BISTRICE IN SUŠICE
   1) Tabela: Fizikalne in kemijske meritve

		BISTRICA	**SUŠICA**
1	ŠIRINA STRUGE		
2	POVPREČNA GLOBINA STRUGE		
3	POVRŠINA OMOČENEGA PROFILA		
4	POVPREČNA HITROST		
5	VODNI PRETOK		
6	TEMPERATURA		
7	pH (papirni/tekočinski indikator)		
8	BARVA VODE		
9	VONJ VODE		

10	MOČ VONJA		
11	VRSTA VONJA		
12	TRDOTA VODE		

Slika 10 Primer navodil, kako določimo pH vode

2) Tabela: Analiza škodljivih snovi v vodi

		BISTRICA izmerjena vrednost	**Ocena (glede na mejne oz. dopustne vrednosti)**	**SUŠICA izmerjena vrednost**	**Ocena (glede na mejne oz. dopustne vrednosti)**
1	AMONIJAK (NH4)				
2	NITRATI (NO3)				
3	NITRITI (NO2)				
4	FOSFATI (PO4)				

k) Analiziraj pridobljene podatke. Primerjaj Bistrico in Sušico. Do kakšnih ugotovitev prideš?

4. Zaključek

Kakovost učiteljevega poučevanja je odvisna od učiteljevega znanja, sposobnosti, iznajdljivosti, njegove pripravljenosti za uvajanje novosti v pouk in stalnega izpopolnjevanja. Pouk geografije, zlasti v 9. razredu, bi se moral po mojem mnenju odvijati ne le v učilnici, ampak čim več na terenu. Z aktivnimi metodami in oblikami dela pri geografiji učitelj pri učencih razvija sposobnosti za uporabo preprostih geografskih raziskovalnih metod, s katerimi učenci iščejo in pridobivajo informacije in odgovore na vprašanja o domačem okolju. Hkrati pa razvija zanimanje učencev za domačo pokrajino ter spodbuja odgovorno in dejavno varovanje, ne samo lastnega zdravja, ampak tudi zdravega okolja, v katerem živi.

Izkustveno učenje na terenu pozitivno vpliva na učenčevo znanje. Učenec si lažje predstavlja naravne pojave in procese, njihovo delovanje ter povezanost. Hitreje si vsebino zapomni, če je pri njenem spoznavanju sam aktiven, in če sam, z različnimi metodami in oblikami terenskega dela, pride do rezultatov. Če pa informacije, ki jih išče, pridobi v domačem okolju, je zavedanje še toliko večje in bolj osmišljeno. Vso pridobljeno znanje učenci povežejo z znanjem, pridobljenim pri drugih učnih predmetih.

Naravno- in družbenogeografske značilnosti Slovenije je moč spoznavati v domačem okolju z ali brez učne poti. Z različnimi raziskovalnimi metodami in oblikami dela lahko učenec na terenu usvoji standarde znanja po učnem načrtu. Če pa imamo v bližini učno pot, lahko izbrane geografske elemente, pojave in procese spoznamo z njeno pomočjo.

Učna pot nam omogoča, da se k izbrani točki vrnemo večkrat in opazujemo spreminjanje narave ali si vedno izberemo drugo opazovalno mesto in postopoma spoznamo in raziščemo celotno učno pot ali pa jo kot dan dejavnosti spoznamo v celoti. Z uporabo posamezne točke ali celotne učne poti lahko učitelj organizirano izvede zanimivejši, aktivnejši in nazornejši pouk geografije, ki je hkrati lokalen in tudi vedno aktualen.

Učenec vodeno spozna domačo pokrajino. Opozorjen je na procese in pojave, ki se odvijajo v njegovi okolici, hkrati pa ozavešča pomen varovanja narave in razvija odgovornost za ohranjanje le-te prihodnjim generacijam.

5. Literatura

[1] Brinovec, S., 2004. Kako poučevati geografijo. Didaktika pouka. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.

[2] Ivanšek, D., 1999. Spoznavanje domače pokrajine: Priročnik za učitelje. Ljubljana: Rokus.

[3] mag. Kolar, M., dr. Krnel, D. in Velkavrh, A., 2011. Učni načrt za spoznavanje okolja. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno iz http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_spoznavanje_okolja_pop.pdf.

[4] dr. Kolnik, K., Otič, M., Cunder, K., Oršič, T. in Lilek, D., 2011. Učni načrt za geografijo. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo. Pridobljeno iz http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_geografija.pdf.

[5] Trškan, D., 2004. Družboslovne vsebine v šoli v naravi. Prvi strokovni posvet Didaktika v šoli v naravi. Ljubljana: Center šolskih in obšolskih dejavnosti.

[6] Vodna učna pot Lesično – Pilštanj : informacijske table.

OBLIKE KOMUNIKACIJE Z JAVNOSTJO IN DELEŽNIKI KOT POMOČ PRI DOSEGANJU CILJEV UPRAVLJANJA VODA IN VARSTVA NARAVE

Maša Bratina

Zunanja sodelavka KP Ljubljansko barje Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje

POVZETEK

Voda na Barju na prvi pogled deluje kot grožnja, natančenjši pogled pa razkrije, da gre za neprecenljiv zaklad. Leta 2008 je bilo Ljubljansko barje zavarovano kot krajinski park. Cilj zavarovanja je varovanje naravnih vrednot in ohranjenje biotske ter krajinske pestrosti. Ta cilj pa bo izpolnjen le, če bo Barje ohranilo značilne hidrološke lastnosti. Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje je pri upravljanju z vodami na Barju precej omejen, zato se poslužuje različnih oblik komunikacije tako z domačini kot z ostalimi deližniki v tem prostoru. Večletno sodelovanje krajinskega parka v raziskovalnih projektih je privedla do kvalitetnih delavnic in učne poti na temo voda.

Ključne besede:

Komunikacija, varuh zakladov, biotska pestrost, Anton Melik, Kozlerjeva gošča, komunikacija z domačini

1. Voda – varuh zakladov Ljubljanskega barja

Ljubljansko barje je pokrajina, katere utrip določa voda, voda v strugi reke Ljubljanice, voda v gosti mreži izsuševalnih kanalov in ne nazadnje voda v tleh. Obsežna barjanska ravnica, na katero se stekajo reke, deluje kot naravni zadrževalnik poplavnih voda. Barje predstavlja zadnje »počivališče« kraške Ljubljanice, ki se ob visokih vodah razlije po barjanskih poljih, njivah in včasih tudi cestah ter hišah. Za razliko od prvih stalnih naseljencev, ki so gradili na obrobju tedanjega jezera, se danes gradijo naselja celo v osrednjem delu barjanske ravnice. Koliščarji so svoja naselja gradili na obrobju tedanjega jezera, saj so na ta način ohranili stik s kopnim in pitno vodo iz kraškega zaledja. Zdi se, da smo danes pozabili na naravne zakonitosti, in da nam niti večje poplave niso v opozorilo, da je Ljubljansko barje posebno območje, ki zahteva trezen razmislek o tem, kjer in kako bomo gradili, nasipavali, črpali, kmetovali… Na drugi strani pa je prav voda v tleh razlog za izredno veliko biotsko pestrost na Ljubljanskem barju. Mokrotni travniki v svojem naročju pestujejo mavrico živalskih in rastlinskih vrst, ki so že marsikje v Evropi izumrle. Mokra barjanska tla obenem delujejo kot naravna hladilna naprava, v kombinaciji z močvirskim rastjem pa tudi kot naravna čistina naprava. Že dobrih 140 let arheologi v barjanskih tleh odkrivajo izredno bogato kulturno dediščino, ostanke koliščarskih naselbin, ki so bila 2011 umeščena na UNESCO Seznam svetovne kulturne dediščine. Če zakopljemo še globlje v barjanska tla naletimo na zaloge pitne vode. Iz vsega zapisanega je razvidno, da je Ljubljansko barje izredno kompleksna pokrajina, ki zahteva stalno podrobno proučevanje. Le dobro ozaveščeni prebivalci in obiskovalci te pokrajine lahko varno živijo in obiskujejo to pokrajino ter hkrati varujejo vse zaklade, ki jih pestuje.

Zavest o izrednem pomenu Ljubljanskega barja in pozivi za zavarovanje le tega segajo v daljno leto 1920. Odsek za varstvo prirode in prirodnih spomenikov pri Muzejskem društvu v Ljubljani je takratni deželni vladi predložil predlog za več zavarovanih območij, med katerimi

je bil tudi barski park. Čeprav predlog ni obrodil sadov se je preučevanje Ljubljanskega barja nadaljevalo. Posebej temeljito je to območje predstavil domačin in geograf dr. Anton Melik. Leta 1927 je doktoriral na temo kolonizacije Ljubljanskega barja, kasneje pa je napisal številne zanimive članke, med katerimi še posebej izstopa tisti o poplavah na Ljubljanskem barju. Težnje po zavarovanju Barja so prvič obrodile sadove leta 1951, ko je bil z Odlokom o zavarovanju barskega gozda na Ljubljanskem barju zavarovan manjši del Barja imenovan Kozlerjeva gošča. V devetdesetih letih je sledilo še zavarovanje Ribnikov Drage in Podpeškega jezera, leta 1995 pa tudi ostanek visokega barja Mali plac in Jurčevo šotišče. Vsa našteta območja danes predstavljajo ožja zavarovana območja Krajinskega parka Ljubljansko barje, ki je bil ustanovljen leta 2008.

Slika 1 Poplave na Ljubljanskem barju leta 2010, avtor: Bojan Adamič

2. Krajinski park Ljubljansko barje

Cilj zavarovanja Ljubljanskega barja je varovanje naravnih vrednot, ohranjanje biotske in krajinske pestrosti, a uresničitev tega cilja ni izvedljiva brez varovanja značilne hidrologije Barja. Mokrotnih travnikov namreč ni mogoče varovati brez ohranjanja značilne sestave tal in dovolj visokega nivoja podzemne vode. Uredba o Krajinskem parku Ljubljansko barje ima to predpostavko vpleteno na različnih mestih. V splošnem varstvenem režimu krajinskega parka je tako določeno, da ni dovoljeno ravnati, posegati, umeščati ali opravljati dejavnosti in aktivnosti v obsegu, času in na način, ki bi lahko ogrozil cilje krajinskega parka in poslabšal hidrološke, geomorfološke in ekološke lastnosti krajinskega parka. Podobno je tudi v varstvenih usmeritvah zapisano, da se dejavnosti in aktivnosti v krajinskem parku izvajajo tako, da se ohranjajo in dosegajo za krajinski park pomembne hidrološke razmere. Splošni varstveni režim je za področje voda konkretiziran na primer skozi določbo o prepovedi novih melioracij, ki bi lahko bistveno vplivale na ugodno stanje rastlinskih in živalskih vrst, njihovih habitatov in habitatnih tipov. V drugem varstvenem območju je določena prepoved bistvenih spreminjanj obstoječih površin ekstenzivnih travnikov v druge rabe. V prvem varstvenem območju krajinskega parka pa je določena prepoved spreminjati obsegov in struktur habitatov in mozaične krajine, zlasti mokrišč in vodnih površin, sestojev visokega šašja, lok, barjanskih gozdov, močvirnih gozdnih združb in izvajati hidromelioracij in agromelioracij ter osuševati tal, razen vzdrževanja obstoječih melioracijskih jarkov.

Iz določb o varstvenem režimu krajinskega parka je izvzeto izvajanje javne službe na področju urejanja voda (koncesionar). Kljub temu pa mora koncesionar pri izvajanju javne službe letni program izvajati na način, da zagotavlja oziroma ne ogroža ciljev parka. Letni program se usklajuje s strokovnimi sužbami spodrčja ohranjanja narave (ZRSVN), pred posameznim posegom pa mora koncesionar pridobiti dovoljenje za poseg v naravo. Upravljavec parka skupaj z ZRSVN je lahko navzoč pri izvajanju javne službe in daje podrobnejše usmeritve za operativno izvebo del na terenu. Poleg vzdrževanja primarne in sekundarne mreže (urejanje voda) se vzdržuje tudi terciarna mreža melioracijskih jarkov (kmetijstvo). Vzdrževanje vodnega režima je na Ljubljanskem barju kompleksen proces, kjer ima upravljalec omejene možnosti vplivanja, zlasti to velja za terciarno mrežo. Sodelovanje z izvajalcem javne službe na področju urejanja voda je v zadnjem času intenzivno in korektno. Glede na zadnje izkušnje in sodelovanje se vedno bolj kaže potreba po izdelavi splošnih smernic za urejanje voda na Ljubljanskem barju. Za terciarno mrežo melioracijskih jarkov pa veljajo splošne in specialne določbe Uredbe. Prva resna ovira za dosledno izvajanje varstvenega režima na tem področju je privatno lastništvo in izvajanje ustreznega nadzora. Kmetij v krajinskem parku je namreč več kot tisoč, naloge usmerjanja vzdrževanja mreže melioracijskih jarkov, katerih dolžina je ocenjena na kar pet tisoč kilometrov pa park sam ne more izvajati. Vzdrževanju terciarne mreže je potrebno v prihodnosti posvetiti več pozornosti, predvsem je potrebno vzpostaviti ustrezne oblike sodelovanja med različnimi javnimi službami (KGZS, KPLB, ZRSVN).

V tem trenutku je najbolj učinkovito orodje upravljavca krajinskega parka komunikacija z domačini ter tesno sodelovanje z ostalimi ključnimi deležniki v tem prostoru kot so lokalne skupnosti, Kmetijsko svetovalna služba (KGZS), Zavod RS za varstvo narave (ZRSVN), Inštitut za vode… Kot primer dobre prakse takšnega sodelovanja lahko navedemo projekt Ljudje za barje (LJUBA), preko katerega so predstavniki krajinskega parka, ZRSVN in KGZS obiskali 130 kmetij, od katerih se jih je več kot 90 vpisalo v sistem KOPOP. Poleg komunikacije z kmeti pa krajinski park veliko pozornost namenja tudi ostalim prebivalcem Ljubljanskega barja kot so osnovnošolci, mladi, družine in različne interesne skupine. V ta namen je bilo v sodelovanju z raziskovalci Barja v preteklih letih izvedenih več projektov: strokovna vodenja, Noč raziskovalcev, usposabljanje vodnikov, priprava delavnic za barjanske osnovne šole in projekt LOKNA. V nadaljevanju bom podrobneje predstavila projekt Noč raziskovalcev, v katerem je krajinski park sodeloval najdlje. Noč raziskovalcev je vseevropski dogodek, katerega cilj je predstaviti poklic znanstvenika. Krajinski park je združili znanstvenike, s katerimi sodeluje pri proučevanju Ljubljanskega barja, in preko njihovih odkritij o Barju, pripravil celostno predstavitev tega dragocenega prostora. Krona večletnega raziskovanja Barja je bil projekt LOKNA, v katerem se je rodila učna pot na temo barjanskih voda.

3. Noč raziskovalcev in LOKNA

3.1 2011 raziskovalni izlet

Slika 2 Predstavitve na Špici, Ljubljanici in Koščevi učni poti, foto: Maša Bratina

Prvo leto je krajinski park Ljubljansko barje pripravil raziskovalno potepanje v sodelovanju z arheologinjo, hidrogeologom in biologom. Izhodišče odkrivanja je bilo na Špici v Ljubljani. Arheologinja Irena Šinkovec iz Mestnega muzeja je učence s svojo predstavitvijo popeljala več tisoč let nazaj v prazgodovno, ko so na Barju živeli koliščarji. Reka Ljubljanica in hidrogeolog Mihael Brenčič sta učence popeljala na potovanje v zemeljsko zgodovino. Odkrivali so, kako je nastalo Ljubljansko barje in kakšna je sestava Barja. Na koncu vodne poti so učenci odkrivali pomen vode na Ljubljanskem barju danes. V naravnem rezervatu Iški morost, Koščevi učni poti, je predstavnik Društva za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije učencem predstavil mokrotne travnike, ki gostijo številne rastlinske in živlaske vrste.

3.2 2013 predstavitve v 4 raziskovalnih ustanovah

Slika 3 Predstavitev geografov in arheologov, foto: Maša Bratina

Učenci, učitelji, starši in vodniki so tokrat odkrivali Barje skozi oči geografov, geologov, biologov in arheologov. V Dvorani Zemljepisnega muzeja GIAM ZRC SAZU so opazovali, kako so Ljubljansko barje videli nekoč in kako ga vidimo danes. Geografa dr. Aleš Smrekar in Primož Gašperič sta predstavila maketo in karte Barja iz različnih obdobij. V Mestnem muzeju je udeležence po razstavi Kolo 5200 odvodila arheologinja Irena Šinkovec. Posebno pozornost je večini pritegnilo razstavljeno najstarejše leseno kolo z osjo, staro kar 5200 let. V eksperimentalni sobi so sestavljai repliko koliščarskega kolesa, mleli moko… . Odkrivanje Barja so nadaljevali v Botaničnem vrtu v družbi biologinje mag. Blanke Ravnjak. Sprehodili so se do manjšega bajerja z močvirskim in barjanskim rastjem in spoznavali razlike. Na Geološkem oddeleku Naravoslovno tehniške fakultete je obiskovalcem dr. Mihael Brenčič predstavil skrivnostna barjanska tla in vode. Najmlajši so bili še posebej navdušeni nad raziskovanjem polžarice, jezerske usedline z Barja, v kateri se skriva polno malih polžkov.

Slika 4 Predstavitev biologov in geologov, foto: Maša Bratina

Celotna predstavitev je bila zelo lepo sprejeta tako s strani izvajalcev kot s strani udeležencev. Organizatorji te predstavitve pa so ugotovili, da je bil celoten dogodek organizacijsko velik zalogaj, na drugi strani pa se je v projektnih okvirih dogodka lahko udeležilo sorazmerno malo oseb. Zato so se odločili, da za naslednje leto pripravijo predstavitev ene tematike na enem mestu, s poudarkom na delavnicah, ki so jih v preteklih dogodkih udeleženci najbolj pohvalili.

3.3 2014 delavnice pod vodstvom raziskovalke mag. Marte Vahtar

Slika 5 Izvajanje poskusov, foto: Maša Bratina in Anton Žvanut

Marta Vahtar, dolgoletni vodja projekta Vodni detektiv in avtorica priročnika VODA Ljubljanske barja, je pripravila serijo enostavnih poskusov, preko katerih je prikazala zapletne vodne procese na Barju. Najprej je raziskovalka učencem pripravila krajše predavanje, v drugem delu pa so sledili poskusi. V prvem delu izvajanja eksperimentov so preizkušali poroznost in prepustnost posameznih materialov, ki danes gradijo barjanska tla. Ugotovili so, da je najmanj prepustna

plast polžarica, najbolj pa pesek in prod. V drugem delu izvajanja eksperimentov so se učenci razdelili v pet skupin in štiri skupine so izdelale vsaka svoj model vodonosnika (prodni, ateški, kraški, razpoklinski), ena skupina pa je izdelala model barjanskih in nebarjanskih tal. Na koncu so vsi učenci opazovali, kako se voda pretaka skozi posamezen vodnosnik. Največ navdušenja je požel arteški vodnosnik. Ko so učenci predrli plast gline v modelu s slamico je voda začela brizgati na površje. Zanimivo je bilo opazovati tudi pretakanje voda v kraškem vodnosniku, kjer so učenci oblikovali številne kraške oblike (jave, vrtače, kraške izvire…). V modelu z barjanskimi in nebarjanskim tipom tal so učenci z roko preizkusili, kako različen je ugrez na enih in na drugih tleh. Učenci so bili nad izvedbo delavnic zelo navdušeni, zato smo jih vključili v ponudbo delavnic v mreži barjanskih šol. Skupno se je delavnic na temo voda na Barju udeležilo 150 učencev petih osnovnih šol z Barja.

3.4 2015 vodenje po razstavi VODA, predavanje in delavnice in LOKNA

Slika 6 Predavanje in delavnice, foto: Maša Bratina, Barbara Vidmar

Po razstavi VODA je učence odvodila Irena Šinkovec. Pomemben del razstave je bil posvečen tudi vodam Ljubljanskega barja. Sledilo je predavanje raziskovalke mag. Marta Vahtar o sestavi barjanskih tal ter voda in izvedba poskusov po skupinah. V eksperimentalni sobi Mestnega muzeja so učenci preizkusili tudi ostale vodne eksperimente (filtriranje vode, črpanje vode, širjenje onesnaženja preko vode…).

3.5 2015, 2016 LOKNA, popis, razstava, delavnice in nova učna pot

Slika 7 Razgledni podest učne poti in delavnice, foto: Barbara Vidmar, Maša Bratina

V letu 2015 in 2016 je krajinski park izvedel projekt LOKNA, Ohranjanje in promocija vodnih habitatov – kali in barjanska okna za prihodnost. Namen tega projekta na Ljubljanskem barju je bil predstaviti širši javnosti zanimiv vodni pojav na Barju, barjanska okna. V letu 2015 je bil izveden popis barjanskih oknen in sanacija izbranih oken ter delavnice na izbranih osnovnih šolah. Leta 2016 pa je krajinski park postavil na ogled razstavo barjanskih oken in krških kalov ter odprl Pot barjanska okna**.** Na učni poti je predstavljena kompleksnost voda na Ljubljanskem barju. O tem priča že umeščenost med kraški rob Ljubljanskega barja in reko Iško, osrednja točka poti pa so barjanska okna, ki se nahajajo na meji med Iškim vršajem in Barjem. Na tej poti so znanja iz delavnic prenešena v naravo in za širšo javnost prevedena v bolj razumljiv jezik. Obiskovalci poti lahko kompleksno sestavo barjanskih tal in voda odkirvajo preko talnih profilov iz originalnih barjanskih materialov, slikovitih ilustracij, zemljevidov in sestavljank.

4. Pogled skozi okno

Slika 8 Podvodni pogled v barjansko okno, foto: Dejan Veranič

Kaj je krajinski park uspel doseči z naštetimi komunikacijskimi projekti? Se je ustavilo padanje nivoja podtalnice na Barju, ali morda izginjanje mokrotnih travnikov in redkih travniških ptic ter metuljev?

Kljub naštetim projektom zgoraj omenjeni kazalniki še vedno vztrajo padajo. Za korenite spremembe ravnanja na Ljubljanskem barju je potrebno še precej več. Zavedanje o pomenu

voda Ljubljanskega barja je potrebno posredovati vsem ključnim deležnikom in odločevalcem. Potrebna je stalna prisotnost upravljalca na terenu, ker je la tako možna nujno potrebna komunikacija z domačini. Voda je vir, ki ni neomejen in vir, ki je ob neustreznem upravljanju lahko zelo hitro neuporaben.

Pogled skozi barjanska okna nam pokaže, kako hitro je človek sposoben korenito spremeniti okolje. Po izsuševanju Ljubljanskega barja je velik del barjanskih oken presahnil, tista, ki pa so ostala so zelo majhna. Vsak izmed nas in mi vsi skupaj smo odgovorni, da bomo uspeli oharniti jasen pogled v prihodnost!

AKTUALNI PROBLEMI UPRAVLJANJA IN GOSPODARJENJA Z VODAMI V SLOVENIJI

upok. prof. dr. Mitja Rismal

POVZETEK

Prispevek obravnava razvojna vprašanja upravljanja in gospodarjenja z vodnim bogastvom Slovenije, s pogledom na reševanje v preteklosti in sedanjim reševanjem aktualnih in dolgoročnih problemov. Poudarjena je potreba po nedeljivem varovanju količine in kakovosti voda z obrambo pred poplavami in erozijo plodnih tal, ki so z zrakom nedeljive prvine življenja

Urbanizacija z gospodarskim razvojem in kmetijstvo, slednje v težnji po samooskrbi države s hrano, porabita več plodnih tal in dobre vode, jo pa istočasno onesnažujeta in uničujeta naravne biotope, ki so temelj ekološkega ravnotežja. Izpostavljen je večkrat prezrti podatek, da je v Sloveniji, z visokim gorstvom, ca 70% pogozdenih površin, največ pode vode in podtalnice pa je na preostalih 30% ravninskega sveta, s povprečno poselitvijo ca 300 prebivalcev na kvadratni kilometer te površine, kar je blizu Nizozemske s 400 prebivalci na kvadratni kilometer. Orodje za obvladovanje teh nasprotujočih s interesov na tem omejenem prostoru je integralno načrtovanje in upravljanje z vodo, s plodno prstjo in urbanizmom na posameznih porečjih in v okviru celotne države. Takšne rešitve so prikazane na primeru vodovoda v Zurichu in podobne v Mariboru in Ormožu in več hidrotehničnih rešitev ki niso bile načrtovane po tem vodnogospodarskem načelu. Poudarjena je potreba po produktivnem interdisciplinarnem reševanju vodnogospodarskih in ekoloških problemov. Za integralno reševanje v prispevku obravnavanih problemov preskrbe s pitno vodo in zaščito voda, je potrebno razumevanja ekoloških procesov, interdisciplinarno znanje zdravstvene hidrotehnike (Sanitary Engineering) in ostalih strok udeleženih v tem procesu. Poudarjen je pomen, po navedenih načelih strokovno odgovornega upravljanja in načrtovanja vodnega bogastva, ki je pomembna komparativna prednost Slovenije.

Ključne besede:
upravljanje z vodami, interdisciplinarnost, hidrotehnika

1. Uvod

Za Slovenijo je pomembno, kako se bo zaradi zagotavljanja lastnega razvoja vključila v evropsko in globalno reševanje posledic podnebnih sprememb in degradacije okolja. Prostor in celotno okolje moramo funkcionalno urejati, da na prvem mestu ohranjamo in izboljšujemo med seboj soodvisne prvine življenja, čisto vodo in zdravo plodno prst za prehrano in zrak, kar zahteva veliko sredstev in znanja. Vzdrževanje zdravega okolja spodbuja splošni družbeno-gospodarski in kulturni razvoj države, ali pa postane zanj vedno večja ovira.

Eksponentna rast človeštva in omejene naravne zmogljivosti planeta zastavljajo številna vprašanja trajnostnega razvoja. Na to je že v 19. stoletju opozoril Malthus (1766-1834). Človeštvo se je od 18. stoletja pomnožilo od 1,6 na 6,1 milijarde, do leta 2050 pa naj bi se povečalo na približno 10 milijard (W. Kendall)

Pričakovanja, da bo rast prebivalstva presegla proizvodnjo hrane, se niso izpolnila. Produktivnost pridelovanja hrane se je z uporabo umetnih gnojil, pesticidov in kmetijske mehanizacije povečala, kar pa ima svoje meje. Takšno kmetijstvo namreč vpliva negativno na obnovo naravnih biokemičnih in fizikalnih lastnosti plodnih tal. Večja proizvodnja hrane

potrebuje tudi več vode. Zato in zaradi vse večje porabe energije, ki ustvarja toplogredne pline, grozijo podnebne spremembe z daljšimi sušami in pomanjkanjem vode.

2. Ključni okoljski problemi Slovenije

Naravne danosti Slovenije z velikimi zalogami vode in šestdesetodstotno poraščenostjo z gozdovi, ki daleč presegajo lastne potrebe, so neprecenljivo naravno bogastvo in primerjalna prednost. Če gozdnim površinam prištejemo še visokogorski svet z nizko poselitvijo, ki pokriva približno deset odstotkov slovenskega ozemlja, ostane le približno trideset odstotkov ravninskega dela države s kmetijstvom, urbanizacijo, industrijo in prometnicami nad zalogami ogrožene prodne in kraške podtalnice, ki dajeta večino pitne vode. Poseljenost tega ravninskega dela pa je od povprečne poseljenosti 100 prebivalcev večja, in sicer 330 prebivalcev na kvadrati kilometer, blizu Nizozemski s 400 prebivalci na kvadratni kilometer. Ker ostane za prehrano na prebivalca le 800 kvadratnih metrov obdelovalnih površin, je Slovenija po oceni Statističnega urada Republike Slovenije za leto 2010 sama pokrila le 44 odstotkov porabljene hrane.

Na tem ravninskem, gosto poseljenem delu države, če izvzamemo urejanje povirij (hudourništvo) za preprečevanje erozije, morata upravljanje in gospodarjenje z vodo reševati tri med seboj nasprotujoče si elementarne potrebe: zaščito naravnega vodnega prostora ob rekah, obrambo kmetijskih in urbanih površin pred poplavami in zavarovanje pitne podtalnice z varnostnimi pasovi, ki posegajo v kmetijske površine.

Doslej pa tega nasprotja med varovanjem voda in zaščito plodnih tal pred disperzno urbanizacijo, erozijo in kemizacijo nismo znali reševati dovolj uspešno in ga tudi še danes ne rešujemo, kot bi ga morali.

3. Vprašanje gospodarjenja z vodami in naravnim okoljem

Omenjena nasprotja na ravninskem gosto poseljenem prostoru, v dolinah glavnih rek in njihovih pritokov, potrebujejo celostne vodnogospodarske rešitve kot del prostorske ureditve Slovenije.

Vseh naravnih vodnih biotopov ni mogoče obnoviti. S premišljeno urejenimi nadomestnimi biotopi pa je mogoče posledice omiliti. Naloga je zahtevna, ker ne gre le za ožje tehnično-ekonomsko vprašanje, ampak za trajnostno obnovo in vzdrževanje izjemno pestre, raznolike slovenske krajine in njenih voda.

Z vstopom v Evropsko skupnost je sicer z uresničevanjem formalnih predpisov Evropske skupnosti marsikaj narejenega. Specifičnosti slovenskega prostora in možnosti, ki jih na tem področju daje celostni – integralni – pristop, pa še niso dovolj spoznane in uporabljene. Celostno upravljanje z vodami (Water Resources Management) in okoljem pa ostaja, kot kažejo tudi spodaj navedeni primeri, bolj na papirju.

Podobno velja za plemenite slovenske reke in potoke, posebej za kraške ponikalnice – te so na več kot polovici Slovenije pomemben vir pitne vode – z velikim ribjim bogastvom in drugim vodnim življenjem, sladkovodnimi raki, vidrami in tako dalje. Potoki na Ptujskem in Dravskem polju, potok Črnec v Prekmurju, ki jih napaja podtalnica, z obvodnim svetom Mure, itd., potrebujejo posebno pozornost in obravnavo.

Ta in druga naravovarstvena in prostorska problematika ni dovolj spoznana, ali pa ni vodnogospodarsko usklajenih rešitev.

Kaj to pomeni tudi v narodnogospodarskem pogledu, kaže v nadaljevanju naštetih nekaj najbolj eklatantnih primerov.

4. Problem celostnega načrtovanja in upravljanja z vodami

V nadaljevanju navedeni primeri povedo, da v državi takšnega celostnega upravljanja z vodami po načelih UNESCA in Evropske skupnosti, kot jih opišeta Hachfeld in Kummert, še nismo usvojili:

»Naravni vodni krog je krhek sistem. Ohraniti ga moramo za vodo današnji in bodočim generacijam. Voda ni v naši lasti. Od narave si jo le sposodimo. Zato jo moramo odgovorno uporabljati le v potrebni količini, ne smemo je onesnaževati in jo moramo le v visoki kakovosti vračati v vodni krog. Zaščita vode in preprečevanje erozije tal je naša dolžnost. Trajnostno (vzdržno) ravnanje z vodo je prva naloga vseh organizacij, ki skrbijo za preskrbo z vodo, odvod in čiščenje odpadnih voda. Orodje za dosego teh ciljev pa je celostno upravljanje z vodo na porečjih.« (Hachfeld)

»Voda ne smemo razvrščati po namenu uporabe. Ustrezati morajo enakim zahtevam. Ta strogi pogoj pomeni, da moramo v vseh vodah ohraniti kakovost, ki je na ravni naravnih, le malo onesnaženih voda.« (Kummert)

Slovenska vodna stroka takšnega celostnega, ekološko in ekonomsko vzdržnega načrtovanja in upravljanja z vodami, ki sloni na optimizaciji skupnih stroškov za rabo, zaščiti kakovosti voda, varovanju pred poplavami življenja in imetja, preprečevanju erozije in varovanju kmetijski površin, s komplementarnimi strokami še ni razvila.

Varovanje površinskih voda in podtalnice se je bolj konkretno zastavilo v šestdesetih letih prejšnjega stoletja z uporabo dravske vode za Mariborski in Ormoški vodovod in murske vode za vodovoda v Murski Soboti in Radgoni in Radencih.

Vseh naravnih vrednot, kot je ohranitev biotske pestrosti, ki je steber biološkega ravnotežja voda in celotnega okolja, ni mogoče ekonomsko »trdo« ovrednotiti.

Zato pa morajo biti določljive »trde« inženirske rešitve v službi varstva voda, po analizi stroškov in koristi, optimalne – racionalne (čiščenje odpadnih vod, kanalizacijski, vodovodni sistemi, regulacije, akumulacije in tako naprej), za kar je potrebno interdisciplinarno znanje, ki pa ga očitno v učnih programih na hidrotehničnih smereh fakultet in na strokovno komplementarnih fakultetah še ni dovolj.

5. Problem interdisciplinarnosti

Celostno načrtovanje in upravljanje z vodami zahteva sodelovanje med vsemi za rešitve relevantnimi strokami. Končna sinteza teh znanj v ekološko produktivne in tehnično-ekonomsko izvedljive rešitve ni mogoča brez interdisciplinarnega razumevanja naravnih procesov. Pomembno je tudi profesionalno obveščanje javnosti o problemih in dilemah načrtovanih perspektivnih rešitev.

Cilje in probleme je treba natančno opredeliti, sicer pride do »disperznih« raziskav in projektov, ki se nalagajo, ne dajo pa pričakovanih odgovorov in rezultatov.

Ustanova ali posameznik, ki projekt vodi, potrebuje zaokroženo interdisciplinarno znanje, nosilci segmentih znanj pa razumevanje ciljev projekta. Za uspeh rešitve pa so, po načelu najšibkejšega člena v verigi, enako pomembne vse sodelujoče stroke.

Sektorske stroke z vrhunskim znanjem odgovarjajo za korektnost svojih vložkov, vodja projekta, posameznik ali organizacija, pa za njihovo sintezo v končno rešitev.

Niz primerov v nadaljevanju priča, da teh načel ne spoštujemo. Projekti, ki jih financira država s proračunskim, kohezijskim in javnim denarjem, se potrjujejo brez strokovno verodostojne obravnave in presoje.

Slika 1 Ena izmed več namernih poškodb natege.

Sanacija Blejskega jezera z natego je značilen primer, da se ta načela na področju urejanja voda ne spoštujejo. Prevladuje strokovna nestrpnost. Nasprotniki natege so jo potem, ko je pokazala pozitivne rezultate, z namernim prebojem njene cevi hidravlično onesposobili, da je namesto onesnažene vode z dna zajemala čistejšo vodo iz višje plasti jezera. Projektantu pa tudi po tridesetih letih ni omogočeno, da bi jo ponovno usposobil, kot je bila, po načrtu, prvotno zgrajena.

6. Program na hidrotehnični smeri Fakultete za gradbeništvo in geodezijo in na komplementarnih fakultetah ni prilagojen celostnemu načrtovanju vodnih sistemov

Ključni problem je izostanek načela strokovne meritornosti pri izbiri vodilnih strokovnjakov za upravljanje z vodami na Ministrstvu za okolje in prostor in enako učiteljev na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, zibelki slovenske hidrotehnične stroke. Da doktorski naslovi s knjižnim znanjem in celo brez njega, brez večletnih izkušenj in v praksi potrjenih rešitev ne zadoščajo, so vedeli že Rimljani: Teoria sine praxis, sicut rota sine axis. - Teorija brez prakse je kot voz brez kolesa.

Namesto plodnega sodelovanja med komplementarnimi strokami, kot je opisno v poglavju Problem interdisciplinarnosti in kot kažejo konkretni primeri v nadaljevanju, imamo opraviti z neproduktivno težnjo po vodilnosti ene ali druge od komplementarnih strok, ki same, čeprav so potrebne, ne morejo rešiti celostnega problema rabe in zaščite voda in okolja.

7. Pomanjkljivosti upravljanja

Slovensko vodarstvo ima v urejanju voda že več kot dvestoletno tradicijo, ki sega z izgradnjo Grubarjevega prekopa za osuševanje Ljubljanskega barja in regulacijskimi deli na Muri in drugod že v 18 stoletje. Primer dobre hidrotehnike so tudi še danes funkcionalni hidrotehnični objekti na leta 1848 zgrajeni železnici Dunaj–Trst. Tedaj so bili v ospredju reševanje poplavne varnosti naselij in kmetijskih površin, vodni transport po večjih rekah, kasneje urejanje povirij z urejanjem hudournikov in proti koncu 19. in začetku 20 stoletja izraba vodne energije, izgradnja vodovodov, kanaliziranje večjih mest in drugo.

Z Vodno upravo Republike Slovenije in Vodnimi skupnostmi po drugi svetovni vojni je upravljanje z vodami v strokovno-hidrotehničnem pogledu še napredovalo. Primeri katastrofalnih poplav v Murski Soboti in Celju in mnogi drugi problemi so bili, v tedanjih razmerah, učinkovito rešeni.

Od leta 1990, ko je država ukinila Zvezo vodnih skupnosti, še prej pa Upravo za vodno gospodarstvo, Slovenija nima ustanove z odgovornim direktorjem za celostno upravljanje in

gospodarjenje z vodami. Odgovornost za reševanje vodnogospodarskih problemov je začela že postopoma upadati, ko so naloge režijskih enot Vodne uprave za vzdrževanje vodotokov prevzela vodnogospodarska podjetja. Ker so delovala po ustvarjenem prihodku, so bila bolj odvisna od višine kot od gospodarnosti in funkcije naložb, ki so jih načrtovala in izvajala. Dokaz je petnajst zgrajenih in neizkoriščenih vodnih akumulacij, akumulacija Vonarje na Sotli pa je že 25 let brez vode.

Tudi zato danes, po več kot dvajsetih letih, skoraj ni več izkušenih in odgovornih strokovnih kadrov za vodenje na področju vodarstva. Ti se lahko razvijejo le v strokovno in družbeno odgovornem okolju, kot je bila Vodna uprava z operativnimi izpostavami na porečjih in na Zvezi vodnih skupnosti, ne pa zgolj na univerzi s pomanjkljivimi učnimi programi in profesorji brez potrebnih izkušenj, tozadevnega znanja in odgovornosti. Zato mladi inženirji tudi v državni upravi in javnih podjetjih nimajo izkušenih mentorjev.

V takšnih razmerah je vlogo razbite stroke z nerazumnimi predpisi prevzela birokracija na Ministrstvu za okolje in prostor, ki pa je lastnim strokovnim napakam sama edini sodnik, kar kažejo, poleg navedenih, številni primeri.

Ker ni vertikalne odgovornosti, se ta izgublja po posameznih strokovnih segmentih upravljanja, ki so sicer potrebni, ne ve pa se, kdo od uradnikov na Ministrstvu za okolje in prostor je za končne odločitve tudi strokovno kompetenten in odgovoren.

8. Pomen in pasti tehnologij za zaščito voda

V minulem dvajsetem stoletju sta znanost in spremljajoča tehnologija za zaščito voda in okolja dosegli velik napredek. S tem, ko je varstvo voda dokončno postalo globalni problem, se je tudi kapitalu odprlo veliko svetovno tržišče za vodo. Velki holdingi želijo – večina neodvisnih vodnih strokovnjakov je proti – s pridobitvijo koncesij ali celo lastništva nad vodnimi sistemi z vodo tržiti. Toda voda je, zaradi tehnike njene dobave, monopolna prvina življenja, zato dobički etično niso sprejemljivi.

Interese kapitala v monopolno področje voda s kovanjem dobička lahko prepreči le država s strokovno usposobljeno in odgovorno upravo za upravljanje in gospodarjenje z vodami, tudi z javnimi podjetji.

9. Preskrba s pitno vodo je pomemben del preventivne medicine

Preskrba z vodo, ki sodi tudi v področje preventivne medicine, potrebuje, kot v zdravstvu zdravnike, na vodilnih mestih odgovorne in usposobljene inženirje zdravstvene hidrotehnike (Sanitary Engineering).

10. Ministrstvo za okolje in prostor ni odgovorno za strokovnost in ceno vodnih sistemov, ki jih država financira

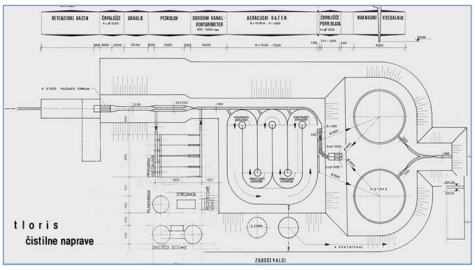
Iz odgovora Ministrstva za okolje in prostor z dne 19. 1. 1996., št. 350-03-82/93-12/01, pa izvemo, da Ministrstvo za okolje in prostor na tem področju voda za porabo državnega denarja ni odgovorno. Navajam del odgovora: »Noben v Republiki Slovenije veljavni predpis pa ne nalaga upravnim organom, to je tudi tukajšnjemu ministrstvu, da opravljajo revizijo tehnične dokumentacije ali da zahtevajo, da se opravi revizija projektne dokumentacije, niti odgovornosti za ceno gradnje, ki se dovoljuje z odločbo.«

Ker takšnega nadzora v Slovenji ni, kapital ne potrebuje privatizacije voda, saj lahko z neodgovorno stroko neovirano narekuje dražje rešitve z večjim dobičkom. Kar potrjuje, izmed mnogih, nekaj značilnih primerov.

11. porušitev ptujske čistilne naprave

Ptujska čistilna naprava v Sloveniji s simultano nitrifikacijo in de-nitrifikacijo efluenta je bila že leta 1980 zgrajena po načrtu (slika 1) in enaki tehnologiji, kot sta bili na primer napravi v Zwijndrechtu in Lelystadu za zaščito Zuiderzeeja na Nizozemskem, pa tudi drugod. Naprava je dobro delovala in je poleg mestnih odplak in klavnice Perutnine po pred-čiščenju očistila na farmi tudi z amonijem visoko obremenjene odplake prašičje farme v Dražencih.

Čistilni napravi v Zwijndrechtu in Lelystadu pa po isti tehnologiji, kot je bila uporabljena pri porušeni prvi ptujski čistilni napravi, še danes uspešno delujeta.



Slika 2 Ptujska čistilna naprava, projekt avtorja članka, je bila v letih 1977-1979 načrtovana za izgradnjo v dveh etapah za 160.000 PE. Leta 1980 pa je bila zgrajena 1. etapa 105.00 PE.

Slika 3 Porušitev polovice, po načrtu na sliki 2 zgrajene čistilne naprave. Kasneje so tudi to napravo porušili in na istem mestu zgradili že tretjo napravo za nitrifikacijo in denitrifikacijo, za kar je bila prva že 1980 zgrajena.

12. Negospodarni načrt ljubljanske čistilne naprave

Ljubljanska čistilna naprava za 360.000 PE je po pogodbi za III. stopnjo čiščenja stala 51 milijonov evrov. Izvedena pa je bila le II. stopnja čiščenja. Po *Financah* (26. septembra 2013) so za dograditev III. faze čiščenja predvideli še 48,2 milijona evrov, tako da bo končna cena te naprave 99,3 milijona evrov ali enkrat večja od realne cene.

13. Vprašanje napačnih projektov in neizkoriščenih akumulacij

Tretji primer je usoda zagrajenih akumulacij, ki so se, kot kaže, večkrat gradile bolj za prihodek graditeljev kot za kar so bile namenjene. Vsaj polovica od štirinajst akumulacij (Blaguš, Bukovniško jezero, Lendavsko jezero, Gajševci, Šmartinsko jezero, Plavci, pod Sv. Trojico in pri Pernici na Pesnici, Vogršček, Podlehnik Klivnik in Mola in drugod), ki so stale milijone evrov, se ne uporabljajo, za kar so bile zgrajene. Kmetijstvo pa za namakanje nima dovolj vode. Pred dvajsetimi leti zgrajenega namakalnega omrežja v Podgradu za štiristo hektarjev kmetijskih površin že leta ne uporabljajo.

Vonarsko jezero v neposredni bližini kongresa in zdravilišča v Podčetrtku, ki je bilo zgrajeno za obvladovanje poplav in kot možni rezervoar pitne vode in za turizem v bližini Rogaške Slatine in Term Olimia, pa je zaradi nestrokovnega upravljanja že dvajset let prazno. Z izpustom zagnite vode iz jezera so v Sotli do izliva v Savo pomorili vse ribe. Namesto da bi jezero služilo, za kar je bilo zgrajeno, je ostala le protipoplavna zaščita, ki se je spremenila v dragi umetni rezervat za ptice, čeprav je le nekaj kilometrov nižje, pri Kapelah, na štiristo hektarjih podobni, mnogo večji naravni rezervat Jovsi.

14. Zadnji značilni primer sedmih projektov za rešitev vodovoda slovenske Istre z obalo in zalednim krasom

Sedem že narejenih načrtov za ta vodovod pove, da slovenska vodna stroka ne obvlada celostnega ekološko utemeljenega upravljanja z vodami. Vodnogospodarski inštitut Slovenije je namreč že v letih od 1990 do 2000, po napačnem predpisu Ministrstva za okolje in prostor za ekološko sprejemljivi pretok (Qes) Reke 1,388 m3/s, izdelal tri enako napačne projekte za vodo iz Malnov, za akumulacijo na Padežu in tretjega za akumulacijo na Kubedu s črpanjem vode iz črpališča Klariči. Prvi načrt, s katerim bi prizadeli salmonidno vodo Unec, so morali opustiti.

Na koncu pa so profesorji Katedre za splošno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo s projektantom IEI (Institut za ekološki inženiring), Rižanskim vodovodom in Ministrstvom za okolje in prostor po istem napačnem predpisu za ekološko sprejemljivi pretok izdelali za »optimalno« rešitev tega vodovoda načrt s 57 metrov visoko zemeljsko pregrado za novo akumulacijo na Suhorki, po katerem bi država, z neizkoriščenima akumulacijama na Moli in Klivniku, ki pa imata za ta vodovod dovolj vode, kar so z ekspertizo potrdili tudi tuji izvedenci, plačala več kot 100 milijonov evrov. Ta »optimalni projekt« ima sledeče temeljne strokovne napake:

1. temeljna napaka projekta Suhorke je, da je narejen po napačnem predpisu Ministrstva za okolje in prostor za ekološko sprejemljivi pretok (Qes) Reke 1,388 m3/s, čeprav odvzema vodovoda naravnih pretokov v Reki in v Škocjanskih jamah, ki so na Unescovem seznamu naravne dediščine, sploh ne bo zmanjšal. Nad načrtovanim odvzemom vodovoda pri Cerkvenikovem mlinu bodo pretoki celo večji od naravnih, za odvzemom in v Škocjanskih jamah pa ne bodo manjši od naravnih. Vodovod na koncu načrtovane dobe leta 2062 ne bo uporabil več od pet odstotkov letnega pretoka Reke v tem letu, ker se bosta obe akumulaciji polnili pri visokih dotokih, Reko za vodovod pa bogatile pri njenih nizkih pretokih.

Ta napačni predpis Ministrstva za okolje in prostor za Qes = 0,925 m3/s (vodomerna postaja Trnovo) in 1,388 m3/s – po reviziji tujih izvedencev so ga enako napačno znižali za vodomerno postajo Trnovo na 0,60 m3/s - Za nobenega od teh pretokov ni nobene podlage, saj vodovod naravnih nizkih pretokov Reke sploh ne bo zmanjšal.

2. temeljna napaka projekta Suhorke je, ker omenjenih ekološko sprejemljivih pretokov na 20 kilometrov dolgem odseku Reke od Mole do načrtovanega odvzema vodovoda na vodomerni postaji Cerkvenikov mlin sploh ne more zagotoviti, saj je Suhorka na koncu tega odseka.

3. temeljna napaka projekta Suhorke je, da predvideva graditev te 13 milijonov kubičnih metrov velike akumulacije, ki ima od Mole in Klivnika za 20 odstotkov manjšo prispevno površino, namesto da bi prostornino obeh že zgrajenih akumulacij s povišanjem kron in prelivov povečali, kar je mogoče.

4. temeljna napaka projektantov Suhorke je, da imajo Suhorko s 57 metrov visoko zemeljsko pregrado, ki radikalno posega v krajino, za ekološko, krajinsko in vodno-bilančno pozitivno rešitev, uporabo že zgrajenih Mole in Klivnika pa za negativno, čeprav obe v obstoječe okolje, nasprotno od Suhorke, sploh ne posegata.

5. temeljna napaka tega projekta je, da ostaneta že zgrajeni akumulaciji še naprej neizkoriščeni. Namesto 80 milijonov evrov, kolikor je Suhorka najmanj dražja od uporabe že zgrajenih akumulacij, pa je mogoče uporabiti za zaščito kakovosti Reke, ki je potrebna že zaradi zaščitenih Škocjanskih jam in ker napaja kraško podtalnico.

Navedene napake so čisto materialne tehnične inženirske napake iz elementarne hidrologije in osnovnih pravil načrtovanja celostnih vodnih sistemov.

6. temeljna napaka, ki vključuje vse prej navedene, je, da projektanti očitno ne poznajo Hatchfeldovega in Kummertovega načela o sonaravnem in trajnostnem ravnanju z vodami,

navedenega v poglavju Problem celostnega načrtovanja…: »Voda ne smemo razvrščati po namenu uporabe. Ustrezati morajo enakim zahtevam,« kar tudi pri preskrbi z vodo pomeni, da moramo vodo ohranjati v njenem naravnem okolju, v potokih, rekah in jezerih. V naravi odtujeno okolje, v naravovarstveno sterilne cevi vodovodnih omrežij, pa sodi le po predhodnem očiščenju in dezinfekciji, kolikor je to iz zdravstvenih razlogov potrebno.

Bogatenje Reke za vodovod iz samih akumulacij na Moli in Klivniku na 20 kilometrov dolgem odseku reke do odvzema vodovoda na vodomerni postaji pri Cerkvenikovem mlinu, kot rečeno, ne služi le vodovodu.

Namesto da bi vodo iz obeh akumulacij neposredno črpali po 27 kilometrov dolgem, biološko sterilnem cevovodu v rezervoar na Rodiku, jo 20 kilometrov, do odvzema za vodovod, ohranimo naravi v koritu Reke tudi za ribištvo in drugo vodno rekreacijo. Za črpanje vode v rezervoar do bližjega rezervoarja na Rodiku pa je namesto 27 kilometrov potrebna le 10 kilometrov dolga cev.

Navedene napake projektantov in univerzitetnih profesorjev, s sodelovanjem 5 doktorjev znanosti, Katedre za splošno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo povedo, da ne obvladajo zdravstvene in ekološke hidrotehnike in celostnega, trajnostnega načrtovanja in upravljanja z vodami. O tem pa naj bi poučevali študente.

O teh napakah pa na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo niti na Ministrstvu za okolje in prostor, ki je z Rižanskim vodovodom za ta vodovod plačal že šest napačnih projektov, že leta ni mogoča strokovno korektna razprava. Tudi po letu 2007 ne, ko so na zahtevo Računskega sodišča rešitev vodovoda z Molo in Klivnikom z ekspertizo potrdili tudi izvedenci.

Sedaj pa Rižanski vodovod ponovno plačuje že osmi, novi, enako strokovno napačni projekt za desalinizacijo morske vode. Že nastala škoda, ker Mole in Klivnika že 26 let, od leta 1990, ne uporabljajo, je večja od 50 milijonov evrov.

Vodna stroka je odgovorna za to, da o dokazih za te napake Katedre za splošno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo in drugih projektantov že več kot 20 let ni mogoče strokovno razpravljati na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, na Ministrstvu za okolje in prostor niti na Rižanskem vodovodu.

Razprava o tem projektu pa niti na Mišičevih dnevih že leta ni mogoča, kar pove, da o dragih napačnih projektih ne odloča stroka, ampak neodgovorni projektanti in tisti, ki takšne projekte potrebujejo.

Stroka mora, kot je že pred leti zapisal prof. dr. Sočan, najprej počistiti pred lastnim pragom! Kar je naloga vsakega, tudi tega strokovnega društva vodarjev, in kar bi si zaslužilo obravnavo tudi na tem kongresu.

Država, ki je lastnik vodnega bogastva, potrebuje vodno upravo z visoko usposobljenimi in odgovornimi strokovnjaki in direktorjem s pooblastili za snovanje vodne strategije in uresničevanje strokovno utemeljenih potreb v okviru realnih materialnih možnosti države.

Za strokovno pravilno upravljanje in gospodarjenje z vodami je lahko in mora biti odgovorna le stroka. Naloga države pa je, da za to usposobljenim strokovnjakom to tudi omogoči.

Iz odgovora Ministrstva za okolje in prostor z dne 19. 1. 1996., št. 350-03-82/93-12/01, pa izvemo, da Ministrstvo za okolje in prostor na tem področju voda za porabo državnega denarja ni odgovorno.

Citat iz tega dopisa: »Noben v Republiki Slovenije veljavni predpis pa ne nalaga upravnim organom, to je tudi tukajšnjemu ministrstvu, da opravljajo revizijo tehnične dokumentacije ali da zahtevajo, da se opravi revizija projektne dokumentacije, niti odgovornosti za ceno gradnje, ki se dovoljuje z odločbo.«

Zato, kot je tudi iz organizacijske sheme Ministrstva za okolje in prostor razvidno, za upravljanje z vodami in naložbe tudi ni individualne odgovornosti, ampak se ta horizontalno izgublja po posameznih strokovnih segmentih upravljanja, ne ve pa se, kdo na Ministrstvu za

okolje in prostor je za končne odločitve tudi strokovno kompetenten in odgovoren in s kakšnimi referencami.

Slovenija ni večja od ene vodne skupnosti v Nemčiji. Zato na posameznih porečjih in v množici majhnih komunalnih podjetij za pitno vodo in odpadne vode ni mogoče pričakovati niti racionalno zagotoviti takšnega celostnega načrtovanja, ki vključuje širok spekter strokovnjakov vodnih sistemov.

Ključni problem pri izbiri vodilnih kadrov za upravljanje z vodami na Ministrstvu za okolje in prostor in enako učiteljev na zibelki slovenske hidrotehnične stroke na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo je merilo strokovne meritornosti in odgovornosti. Doktorski naslovi s knjižnim znanjem, po že povedanem pravilu Teorija brez prakse je kot voz brez kolesa, ne zadoščajo.

Potrebujemo enotno strokovno državno upravo za vode s strokovno kompetentnim direktorjem z osebno odgovornostjo in z izkušenimi najboljšimi strokovnjaki, ki bodo, v sodelovanju z drugimi strokami, sposobni načrtovati in uresničevati z nacionalnim prihodkom usklajeno strategijo, ki ni le enkratni dokument, marveč mora biti, zaradi dinamike razvoja, rezultat trajnega razvojnega dela na najvišji možni strokovni ravni.

15. Viri

[1] David Hachfeld, Philipp Terhorst and Oliver Hoedeman, 2009.

[2] Henry W. Kendall, David Pimente, 1994: Constraints on the Expansion of the Global Food Supply. Ambio, 23 (3). Royal Swedish Academy of Sciences.

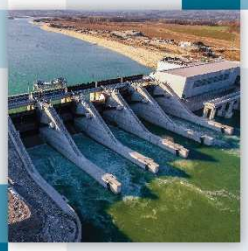
[3] Robert Kummert, Werner Stumm, 1989: Gewässer als Ökosysteme – Grundlagen des Gewässerschutzes. Verlag der Fachverein Zürich, B. G. Teubner Stuttgart, str.229.

Hidrotehnik
Vodnogospodarsko podjetje d.d.

Slovenčeva ulica 97, 1000 Ljubljana
Telefon: +386 (0)1 53 41 512 • Fax: +386 (0)1 53 41 513 • E-naslov: info@hidrotehnik.si

NAČRTOVANJE
IZVAJANJE
VZDRŽEVANJE
vodnih objektov
komunalne hidrotehnike
objektov varstva okolja
DRAVA 70
VODNOGOSPODARSKO PODJETJE PTUJ, d.o.o.
Glej zeleno
Delaj modro
www.vgp-drava.si

HIDROELEKTRARNE
NA SPODNJI SAVI



HIDROELEKTRARNE NA SPODNJI SAVI

Hidroelektrarne na Spodnji Savi, d.o.o., Cesta bratov Cerjakov 33A, 8250 Brežice
T +386 7 49 92 860 F +386 7 49 92 880 E info@he-ss.si W www.he-ss.si

Sem, kar pijem. Pijem vodo iz pipe.
PRIMAVODA

IBE, d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring
Hajdrihova ulica 4, 1001 Ljubljana, Slovenija
tel.: +386 1 477 61 00, faks: +386 1 251 05 27
www.ibe.si

hidroinženiring d.o.o.
Ljubljana, Slovenčeva 95

TC VODE
TEMATSKI CENTER ZA RAZISKAVE, ŠTUDIJE
IN RAZVOJ PROJEKTOV NA VODAH, D.O.O.
TRNOVSKI PRISTAN 10, 1000 LJUBLJANA

IZS
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

SENG

Skupina hse

GEOBRUGG®
BRUGG
Safety is our nature

RE-BOJ
GRADBENI INŽENIRING, D.O.O.