

2020



# slovenski vodar 30

društvo vodarjev slovenije



Foto: Gregor Čuk, Ljubljanica

## Slovenski vodar 30

**Društvo vodarjev Slovenije  
(Slovenian Association of Water Managers)**

**Naslov:** Šipkova 10, 1241 Kamnik

**Tel.** 031 653 653

**info@drustvo-vodarjev.si**

**www.drustvo-vodarjev.si**

**Urednika:** dr. Lidija Globevnik, Tone Prešeren

**Lektoriranje:** Henrik Ciglič

**Oblikovanje:** Danijel Sušnik

**Tisk:** SETZER, Danilo Radanovič s.p.

**Naklada:** 400

CIP – Kataloški zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

ISSN 1318-6051

Mnenja, predstavljena v člankih, so izključno stališča avtorja

2020

**DRUŠTVO  
VODARJEV  
SLOVENIJE**

2020

# slovenski **vodar** 30

društvo vodarjev Slovenije

# VSEBINA

## UVODNIK

dr. Lidija Globenvik . . . . . 5

## KROŽNO UPRAVLJANJE Z VODO V URBANEM OKOLJU

asist. Matej Radinja in izr. prof. dr. Nataša Atanasova . . . . . 6

## OBVLADOVANJE VODE V MESTIH – NAŠA SKUPNA SKRB

dr. Lidija Globenvik, dr. Maja Simoneti . . . . . 11

## RAZMIŠLJANJA O RAVNANJU S PADAVINSKIMI VODAMI NA URBANIZIRANIH OBMOČIJAH

Tomaž Oberžan . . . . . 15

## PROTIPOPLAVNA VARNOST MESTA MARIBOR

dr. Uroš Kranjc . . . . . 18

## FRISCO - S ČEZMEJNIM SODELOVANJEM DO ZMANJŠANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI

Irena Mraz . . . . . 31

## OBNOVLJENI PREČNI OBJEKTI NA REKI SAVINJI

Uroš Vogrinč . . . . . 37

## PREDSTAVITEV PROJEKTA NUJNIH DEL ZA OBNOVO ZAŠČITNEGA SISTEMA MAČVA- ZAHODNA CONA

Petar D. Petrović . . . . . 43

## OB 90. LETNICI PETRA MUCKA

dr. Lidija Globenvik . . . . . 51

## FRANCI AVŠIČ – 80 LET

Ptujski vodarji . . . . . 52

## 47. ZIMSKO ŠPORTNO SREČANJE SLOVENSKIH VODARJEV, POKLUKA, 09.03.2019 53

Organizator: Hidroinženiring, d.o.o. . . . . 53

## STROKOVNA EKSKURZIJA DVS 2019

Savinja, 20.06.2019 . . . . . 62

## STROKOVNA EKSKURZIJA DVS 2019 SRBIJA - KOPAČKI RIT, VODE VOJVODINE, REKONSTRUKCIJA NASIPOV

Osijek, Novi sad, Beograd, Crna bara, 10.-12.10.2019. . . . . 67

## 48. ZIMSKO ŠPORTNO SREČANJE SLOVENSKIH VODARJEV, CERKNO, 08.02.2020

Organizator: Hidrotehnik, d.d. . . . . 73

# UVODNIK

Tokratna številka je tematsko posvečena odvodnji padavinskih voda v naseljih. Spreminjanje padavinskih in na splošno podnebnih lastnosti ima velik vpliv na življenske razmere v urbanem okolju. Odprta so številna vprašanja o tem, kako z ustreznimi prostorskimi ureditvami in komunalnimi rešitvami zadrževati in razporejati padavinsko vodo v naseljih, kako ravnati z zaledno vodo in kako preprečevati hipna povečanja obremenitev rek in čistilnih naprav ob nalivih. S tem povezano je tudi uresničevanje novih razvojnih politik, kot na primer »Zeleni dogovor«, ki spodbuja lokalne, sonaravne trajnostno naravnane rešitve, to je rešitve, ki so vpete v naravne procese in se zato lahko »same vzdržujejo«.

Vodni prostor v urbanem okolju ponuja številne možnosti vzpostavljanja obvodnih zelenih površin, rekreativskih in sprostitvenih poti, umetniškega navdiha, druženja in zabave. Ob vodi se lahko hladimo in sploh uživamo. Potrebo po prilagajanju nehotenim in nezaželenim posledicam suš in poplav lahko prebivalci in upravljavci mest in naselij v Sloveniji začnejo uresničevati z mentalno in duhovno povezanostjo z vodo. In je ne vidijo več kot sovražnico, ki jo je treba hitro odpeljati in zato predati v roke inženirski stroki, ki bo to uresničila.

Skupaj je treba razvijati ideje, iskati rešitve, ki so lahko povsem nekonvencionalne, jih tehtati in nato izbrane obravnavati z vidika prostora, urbanizma, hidrologije, hidravlike in biologije. Ideje za skupne aktivnosti pri iskanju in udejanjanju dobrih in dolgoročno vzdržnih rešitev lahko kot družba, stroka ali lokalna skupnost uresničujemo prek ideje modro-zelene infrastrukture in ob dobrem poznavanju značilnosti prostora, ki ga lahko namenimo vodi. Na ptujski konferenci smo predlagali, da posebno pozornost v prostorskem razvoju posvetimo takemu upravljanju voda v mestih in naseljih, ki dviga njihovo odpornost na podnebne spremembe. In kot pravi Maja Simoneti, dobre rešitve zahtevajo stabilna strateška partnerstva med lokalno in državno oblastjo, kompetentno podporo različnih strok in vključenost civilne družbe, jaz pa dodajam, da tudi demokratične, odprte in konstruktivne procese delovanja. Prepričana sem, da se bomo vodarji z velikim veseljem vključili v take procese ter delovali konstruktivno in odgovorno. Pobude so torej lahko na naši strani.

***Želim vam veliko zdravja in uspešnega delovanja!***

dr. Lidija Globenvik  
Vaša predsednica

# KROŽNO UPRAVLJANJE Z VODO V URBANEM OKOLJU

asist. Matej Radinja in izr. prof. dr. Nataša Atanasova, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana

## 1. Uvod

Ravnanje z vodo v mestih zagotavlja tri poglavitne vodnogospodarske storitve za prebivalstvo: vodooskrbo z neoporečno pitno vodo, odvajanje in čiščenje nastale odpadne vode, s katerima zagotavljamo osnovne sanitarne razmere za zdravje prebivalstva in opravljanje gospodarskih dejavnosti ter zaščito pred poplavami. Večina sodobnih mest te storitve zagotavlja, vendar pa smo se v zadnjih desetletjih začeli zavedati tudi manj želenih vplivov teh sistemov na okolje. Hkrati obstoječe sisteme dodatno obremenjujejo posledice podnebnih sprememb (npr. ekstremni naliivi, suše ...), zato je globalna strokovna javnost, kot odgovor nanje, razvila koncepte, kot sta »krožno gospodarstvo« in »modro-zelena infrastruktura«. Ključno za njuno vpeljavo pa je celostno obravnavanje urbanega vodnega kroga in interdisciplinarno upravljanje z vodo. V prispevku bomo prikazali izzive in nekatere tendre v upravljanju z urbanim vodnim krogom ter podali priporočila za njihovo vpeljavo.

## 2. Motivacija za razvoj

V grobem lahko identificiramo dva vzroka, ki nas motivirata za razvoj in prilaganje obstoječih sistemov:

1. obstoječi in potencialno »ogrožajoči« dejavniki, ki lahko privedejo do (delne) odpovedi trenutnega sistema (npr. suša → pomanjkanje pitne vode; ekstremne padavine → poplave lastnih padavinskih in zalednih voda), in
2. ohranjanje naravnih virov, v skladu s trajnostnim razvojem.

Omenjeni gibali razvoja se med seboj povezujeta in dopolnjujeta. Vendar, glede na heterogenost naravnih in družbeno-ekonomskih značilnosti območij znotraj Slovenije ne moremo govoriti o enotnem modelu nadaljnega razvoja obstoječih sistemov, ki bi bil ustrezен za vso državo, zato je vsak primer treba obravnavati individualno. Skupni so torej cilji razvoja sistemov, t.j. ohranjanje virov za naslednje generacije, razlikujejo pa se v poteh za njihovo dosego. Preglednica 1 prikazuje okoljsko-družbene dejavnike, ki vplivajo na obstoječe vodnogospodarske sisteme in pristope, ki so lahko uporabljeni za njihovo nadgradnjo ali nadomeščanje.

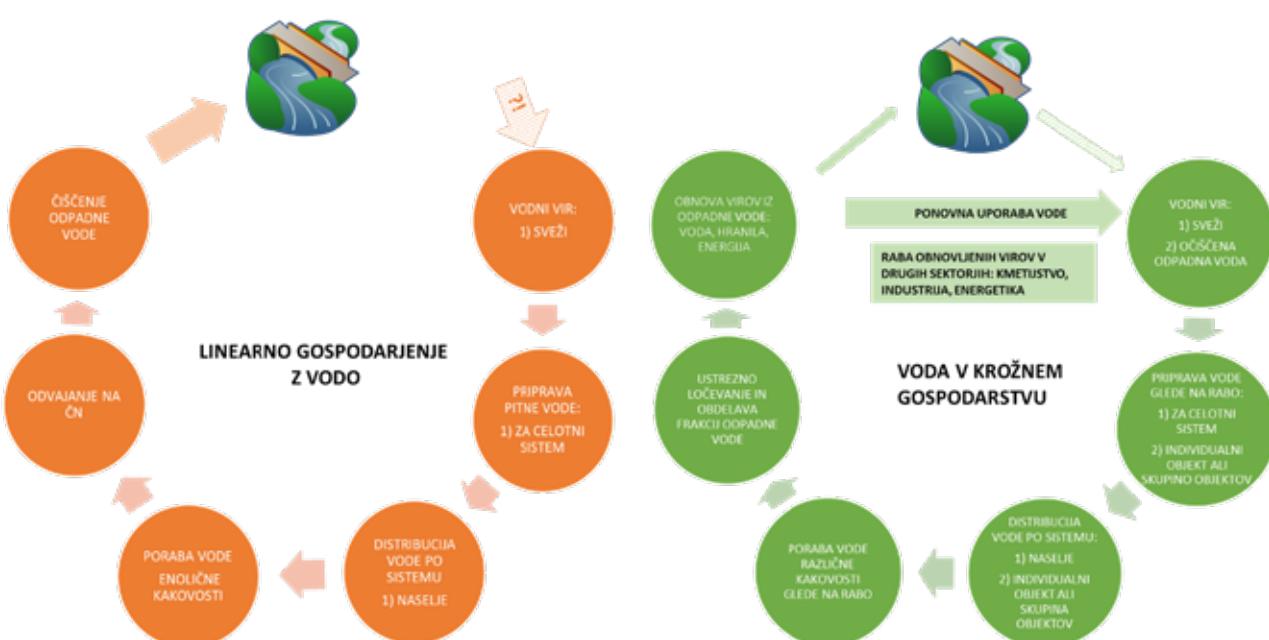
Preglednica 1: Novi pristopi za zagotavljanje vodnogospodarskih storitev

Vodnogospodarska storitev	Obstoječi sistem	Okoljsko-družbeni dejavnik	Novi pristopi oz. nadgradnja obstoječih sistemov
Vodooskrba	Vodooskrbni sistem	Podnebne spremembe - omejenost virov (kakovost, količine)	Krožno gospodarstvo (ponovna uporaba vode; uporaba vode različne kakovosti glede na vrsto rabe)
Odvajanje odpadnih voda	(Mešani) Kanalizacijski sistem	Ekologija (dolgoročna nevzdržnost obremenjevanja okolja – razbremenišnilniki, blato iz ČN)	Krožno gospodarstvo (ponovna uporaba »odpadne« vode – hrnila, energija, namakanje)
Zaščita pred poplavami: 1) tuje vode 2) zaledne vode 3) lastne vode	1, 2) hidrotehnični ukrepi (nasipi, obrobni jarki ...) 2, 3) kanalizacijski sistemi, zadrževalniki ...	Posledice urbanizacije in podnebnih sprememb	1) Sonaravne ureditve in »vračanje« prostora vodotokom 2, 3) Modro-zelena infrastruktura (decentralizirani ukrepi zmanjševanja, zadrževanja in ponikanja površinskega odtoka)

### 3. Krožno gospodarstvo in voda

Prebivalstvo in gospodarska dejavnost se koncentrirata v mestih, zato je vpliv mest na okolje velik. S pametnim ravnanjem z vodo pa lahko mesta postanejo vzor in ne breme za okolje. Sodobna družba temelji na nevzdržnem konceptu linearne upravljanja z naravnimi viri (voda, hranila, energija), ki ga lahko na hitro opišemo kot: odvzemi iz okolja, uporabi in zavrzi v okolje. Zaradi zavedanja, da tovrstno upravljanje z naravnimi viri ni trajnostno in vzdržno, se kot družba preusmerjamo na bolj celostno upravljanje z naravnimi viri (t.i. krožno gospodarstvo). Koncept krožnega gospodarstva

(KG) vzpostavlja pristop zapiranja snovnih tokov z uvajanjem krožnega (eko) dizajna/načrtovanja izdelkov/sistemov in naprednih tehnologij, ki temelji na sosledju medsebojno povezanih korakov. Na področju voda v mestih sta začetna koraka ustrezno načrtovanje in dimenzioniranje: 1) vodooskrbnih in kanalizacijskih sistemov ter 2) vodovodnih inštalacij v objektih ter z njimi povezanih tehnologij, s ciljem čim manjše porabe naravnih vodnih virov in nastanka čim manjše količine odpadkov, t.j. odpadne vode, skladno z načeli KG (slika 1).



Slika 1: Linearno in krožno gospodarjenje z vodo

Večkratna uporaba vode zmanjša potrebo po izrabi naravnih vodnih virov ter hkrati zmanjša količino prečiščene odpadne vode, ki jo odvajamo v odvodnike. Z vidika upravljavcev vodooskrbnih in kanalizacijskih sistemov pa zmanjša obseg priprave (pitne) oz. čiščenja (odpadne) vode ter njenega transporta po vodih. Hkrati pa ponovna raba vode zahteva prilagoditev poslovnega modela gospodarjenja z vodo oz. širitev storitev bodisi upravljalcev bodisi pooblaščenih strokovnjakov na zagotavljanje ustreznosti delovanja prilagojene infrastrukture. S tovrstnim pristopom ščitimo okolje pred obremenitvijo, ki se v tem kontekstu ne nanaša samo na obremenjevanje z odpadnimi vodami, vendar tudi na odvzem vode iz naravnega okolja ter povračilo stroškov storitev za rabo vode v skladu z Vodno direktivo (Evropski parlament in svet EU, 2000). Z manjšim odvzemom vode iz naravnega okolja bi posledično dosegli izboljšanje

oz. doseganje ciljev dobrega stanja vodnih teles, ščitili razpoložljive vodne vire (za morebitne nove rabe) ter krepili njihovo odpornost na ekstremne vremenske dogodke (npr. dolgotrajne suše). Poleg tega bi dosegli ločevanje odpadne vode na posamezne frakcije: padavinska, siva in črna ter znotraj slednje na urin in blato omogoča obnovo koristnih hranil za ponovno uporabo v drugih sektorjih: kmetijstvo, industrija, energetika, idr.

Eden izmed ciljev Operativnega programa oskrbe s pitno vodo za obdobje od leta 2016 do 2021 (Ministrstvo za okolje in prostor, 2016) je tudi »Zmanjšanje porabe pitne vode iz javnega vodovoda, ki ni namenjena prehrani ljudi in živali.«. Slednje se izvaja prek treh ukrepov: A: Ponovna uporaba sive vode; B: Zajem in uporaba padavinske odpadne vode; C: Uporaba varčnih in učinkovitejših naprav. Torej program že sedaj predvideva vpeljavo pristopov krožnega gospo-

odarstva in izrabo alternativnih/spregledanih vodnih virov. Vendar je to skoraj edini ukrep, kateremu ni bilo namenjeno nič sredstev in so bili kot nosilci ukrepov opredeljeni lastniki stavb.

Akcijski načrt Evropske unije, ki obravnava uvažanje krožnega gospodarstva in vodi v zapiranje snovnih tokov (t.i. zapiranje zanke) na področju voda prepoznavajo, poleg ukrepov za učinkovito uporabo vode, ponovno rabo (prečiščene) odpadne vode, ob upoštevanju varnostnih zahtev in ekonomske učinkovitosti, kot komplementarni ukrep za

zadovoljitev potreb po vodi ter zmanjšanja pritiska na prekomerno izkoriščanje vodnih virov v EU (Evropska komisija, 2015). Evropska komisija se v njem zavezuje, da bo sprejela vrsto ukrepov za spodbujanje ponovne uporabe prečiščene odpadne vode, vključno z zakonodajo o minimalnih zahtevah za ponovno uporabljeno vodo. Evropski parlament je maja 2020 že sprejel Uredbo o minimalnih zahtevah za ponovno uporabo očiščene komunalne odpadne vode za namakanje v kmetijstvu, ki se bo uporabljala od 26. junija 2023 (Evropski parlament in svet, 2020). Uredba na podlagi predpisanih mejnih vrednosti za parametre E. coli, BPK<sub>5</sub>, TSS in motnost (pogojno: Legionella) vzpostavlja štiri kakovostne razrede vode za namakanje. Glede na vrsto kmetijskega pridelka, ki se ga namaka (pridelki, ki so uporabljeni surovi ali predelani in ne-živilski) ter način namakanja, je določen razred kakovosti, ki ga mora dosegati iztok iz čistilne naprave.

Poudariti je treba, da je predvsem industrija, ki v proizvodnjem procesu porablja večje količine vode, že v preteklosti poskrbela za ponovno uporabo vode (npr. pranje) in tako zmanjšala odvzem vode iz vodooskrbnih sistemov oz. iz lastnih zajetij vode. Razen nekaterih izjem pa ostaja odpadna voda neizkoriščen potencial pri drugih porabnikih (npr. bivanjski objekti, javne ustanove, gospodarski subjekti, kmetijstvo).

Za konkreten premik proti krožnemu upravljanju z vodo predlagamo naslednje ukrepe:

1. upoštevati, da »odpadna« voda ne obstaja, temveč da je zgolj do sedaj spregledani vir vode, hranil, energije in drugih surovin, ki se jih lahko ekonomsko upravičeno obnovi in ponovno uporabi;

2. sprejeti strategijo krožnega upravljanja z vodo, ki ji mora slediti področna zakonodaja (npr. kakovostni standardi za ponovno uporabo vode v urbanem okolju, glede na namen);
3. sprejeti operativni program za »nadgradnjo« trenutnih sistemov vodooskrbe in odvajanja ter čiščenja odpadnih voda s kratkoročnimi in dolgoročnimi merljivimi cilji, z mehanizmi za zagotavljanje evropskih in nacionalnih finančnih sredstev ter spodbudnih politik (npr. oprostitev plačila dajatev, subvencije);
4. izdelati in sprejeti tehnične priročnike oz. standarde za načrtovanje sistemov za obnovo in ponovno rabo vode.

#### 4. Modro-zelena infrastruktura

Za mesta z visokim deležem utrjenih površin je značilen povečan in hiter površinski odtok, kar negativno vpliva na vodno bilanco obravnavanega območja poselitve, saj več vode odteče, kot bi jo sicer. To povečuje poplavno ogroženost, zmanjšuje napajanje podzemnih voda ter količine razpoložljive vode za rastlinstvo. Kanalizacijski sistemi v naseljih odvajajo sanitarno (odpadno) vodo in v primeru mešanih kanalizacijskih sistemov tudi omejene količine padavinske vode proti ČN oz. presežne količine prek razbremenilnikov neposredno v odvodnike. Prevodna sposobnost mešanih kanalizacijskih sistemov je sicer v grobem omejena z nalivom z 2 – 5 letno povratno dobo. Padavine, ki zaradi zapolnjenosti kanalizacijskega sistema niso nadzorovano odvedene iz mesta, nato v najboljšem primeru same poiščejo pot v odvodnik oz. manj zaželeno do najnižje točke znotraj območja, kar lahko vključuje nižje ležeče predele naselja pa tudi kleti, garaže in druge objekte, na katerih posledično nastane (poplavna) škoda.

Večnamenska modro-zelena infrastruktura (MZI) je zasnovana tako, da blaži več problemov, povezanih s padavinsko vodo hkrati. Tipično uporablja pristope, kot so infiltracija, zbiranje deževnice za ponovno uporabo, površinsko zadrževanje vode in na splošno zadrževanje padavin na lokaciji, kjer padejo, in tako zmanjšujejo količino površinskega odtoka s povodja. Ti ukrepi v slovenskem prostoru še nimajo enotnega izraza, v angleščini pa obstaja tudi kar nekaj sorodnih izrazov in konceptov, ki v veliki meri temeljijo na podobnih procesih in tehnologijah (Fletcher in sod., 2015) (preglednica 2).

Preglednica 2: MZI in sorodni pojmi

KRATICA	ANGLEŠKI POMEN	SLOVENSKI POMEN
BGI	Blue-Green Infrastructure	Modro-zelena infrastruktura
SUDS	Sustainable Urban Drainage Systems	Trajnostni sistemi urbane odvodnje
LID	Low Impact Development	Gradnja z majhnim vplivom
BMP	Best Management Practice	Najboljša praksa upravljanja
SCM	Stormwater Control Measures	Ukrepi za obvladovanje padavinskih voda
WSUD	Water Sensitive Urban Design	Vodi prilagojeno prostorsko načrtovanje

MZI zagotavlja štiri glavne kategorije koristi:

1. količina vode: zmanjšuje količino površinskega odtoka iz urbanega povodja in tako zmanjšuje pritisk na kanalizacijski sistem ter posledično tudi potrebo po njegovem razbremenjevanju; izboljšuje poplavno varnost; bogati podtalnico in izboljšuje vlažnost zemljine;
2. kakovost vode: ščiti površinske in podzemne vode pred škodljivimi vplivi onesnaženega odtoka z urbanega povodja;
3. dodana vrednost: ustvarja atraktivna območja, kjer ljudje želijo živeti in delati; ustvarja urbana območja, ki so bolj odporna na podnebne spremembe; blaži učinek topotnih otokov;
4. biotska raznovrstnost: podpira naravne habitate in nihovo povezavo s povezanimi ekosistemi.

Podnebne spremembe povzročajo pogosteje in intenzivnejše padavinske dogodke, ki vodijo v preplavitve obstoječih kanalizacijskih sistemov (Krajnc, 2019). Z ukrepi MZI (npr. infiltracijske kotanje, zatravljeni jarki, retenzijske celice ...) jih lahko v veliki meri omilimo. Izvedbo MZI omogoča že trenutna zakonodaja, pri čemer je treba upoštevati morebitne lokalne omejitve (npr. vodovarstveno območje, obremenitev prometnih površin, ...) (Ramšak in Oberžan, 2017). Žal pa se ob pripravi prostorskih aktov strokovne podlage za ukrepe upravljanja padavinskih voda praviloma ne izde lujejo, kar vodi v nadaljnjo uporabo obstoječega koncepta upravljanja z vodami, po pristopu »brez sprememb« (Klemen s sod., 2020). Prav tako za načrtovanje MZI niso opredeljeni standardi (pravilniki), posledično je to področje dokaj neurejeno, čeprav v tujini obstaja kar nekaj metodologij za nihovo načrtovanje (Radinja in sod., 2017). Prav tako niso opredeljeni standardi za opravljanje meritev prepustnosti zemljine, za katero je v mesecih zaradi antropogenih dejavnikov značilna večja časovna in prostorska variabilnost v primerjavi

z naravnimi območji (Radinja in sod., 2019). Pri načrtovanju MZI za večje urbano območje lahko z uporabo hidrološko-hidravličnih modelov urbane odvodnje ovrednotimo učinkovitost posameznih scenarijev, ki zajemajo nabor različnih ukrepov MZI (Radinja in sod., 2019).

Sicer pa lahko vedno uresničimo vsaj katerega izmed manjših ukrepov na nivoju posamičnega objekta znotraj gradbene parcele (npr. podzemni zadrževalnik, zelena streha, ponikovalnica ...) in tako izboljšamo vodno bilanco obravnavanega območja. Zato bi morali v večji meri upoštevati dolgoročne vplive posegov na vodni krog in vključevati strokovnjake vodarske stroke ob pripravi prostorskih načrtov ter načrtovanju in izvedbi posegov v urbani prostor.

V skladu s priporočili iz Krajnc (2019) so problemi in rešitve za obvladovanje padavinskih voda v urbanih območjih znani, potrebni pa so naslednji ukrepi:

1. sprejeti operativni program za »nadgradnjo« trenutnih sistemov urbane odvodnje s kratkoročnimi in dolgoročnimi merljivimi cilji, z mehanizmi za zagotavljanje evropskih in nacionalnih finančnih sredstev (sklad za podnebne spremembe?);
2. izdelati in sprejeti tehnične priročnike oz. standarde za načrtovanje MZI;
3. izdelati in sprejeti ustrezno metodologijo vrednotenja ukrepov MZI (modeli), ki vključuje uporabo hidrološko-hidravličnih modelov ter večkriterijsko analizo;
4. v postopkih sprememb in priprave prostorskih načrtov v večji meri predvideti vpliv posameznih posegov v prostoru na urbani vodni krog.

## 5. Interdisciplinarno povezovanje

Ključni izviv za uvajanje predstavljenih pristopov je preseganje parcialne obravnave posameznih delov vodnega kroga oz. njegovo reduciranje na obravnavo posameznih tematik, vodovod, kanalizacija in poplave, kar v veliki meri zahteva preseganje delovanja v »silosih« tako znotraj vodarske stroke kakor tudi horizontalno in vertikalno povezovanje z drugimi strokami, ki oblikujejo in načrtujejo mestni prostor (gradbeniki, urbanisti, krajinski arhitekti, prostorski načrtovalci ...) in obmestni prostor (kmetijci, gozdarji ...). Ključno pri sodelovanju z drugimi strokami je širjenje zavedanja o kompleksnosti upravljanja z vodo v vseh delih vodnega kroga. Temu bi moralo slediti tudi medinstiutionalno povezovanje tako na občinski ravni (npr. komunalnega podjetja z občinskimi oddelki za urejanje prostora, varstvo okolja, gospodarske dejavnosti in promet) kot državni ravni (npr. MOP, ARSO, DRSV, MKGP, MI, MGRT).

## 6. Zaključek

Krožno upravljanje z vodo v mestih temelji na celostni obravnavi urbanega vodnega kroga in interdisciplinarnem pristopu, ki vključuje vse deležnike. K nadgradnji ali zamenjavi obstoječih sistemov nas vodijo tako podnebne spremembe kot tudi zavedanje o omejenosti naravnih virov. Celostna vpeljava krožnega upravljanja z vodo zahteva sistemski pristop, ki bi vključeval jasno vizijo razvoja z merljivimi in časovno določenimi cilji. Temu bi morala slediti tudi prilagoditev področne zakonodaje, ki bi bila podprtta s priporočili in tehničnimi pravilniki.

### Viri in literatura

Evropska komisija, 2018. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on minimum requirements for water reuse, Evropska komisija. Bruselj.

Evropska komisija, Svet, EESC, 2015. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy, Evropska komisija. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Evropski parlament in svet EU, 2000. Direktiva Evropskega parlamenta in sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike, Uradni list evropskih skupnosti.

Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W.F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S.,

Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J.L., Mikkelsen, P.S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., Viklander, M., 2015. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water J.* 12, 525–542. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>

Klemen, K., Pergar, P., Futar, M., Bevc Šekoranja, B., Konda, K., 2020. Problematika načrtovanja sonaravnih ukrepov za celovito upravljanje padavinskih voda na urbanih območjih. *Gradb. Vestn.* 69, 61–92.

Krajnc, U., 2019. Podnebne spremembe in poplavna ogroženost urbanih območij z lastnimi padavin-skimi vodami. *Gradb. Vestn.* 68, 109–132.

Ministrstvo za okolje in prostor, 2016. Operativni program oskrbe s pitno vodo za obdobje od 2016 do 2021. Ljubljana.

Radinja, M., Banovec, P., Atanasova, N., 2017. Standardi na področju razpršenih ukrepov zadrževanja in ponikanja padavinskih voda na urbanih območjih = Technical standards in the field of distributed measures for rain water retention and filtration in urban areas. *Ekolist* 43–46.

Radinja, M., Comas, J., Corominas, L., Atanasova, N., 2019. Assessing stormwater control measures using modelling and a multi-criteria approach. *J. Environ. Manage.* 243. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.102>

Radinja, Matej, Vidmar, I., Atanasova, N., Mikoš, M., Šraj, M., 2019. Determination of spatial and temporal variability of soil hydraulic conductivity for urban runoff modelling. *Water (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/w11050941>

Ramšak, V., Oberžan, T., 2017. Problematika odvodnje padavinskih voda z urbaniziranih površin, in: Vuk, T. (Ed.), *Beton in Ekstremne Podnebne Razmere*. Združenje za bateon, Ljubljana, Ljubljana.

# OBVLADOVANJE VODE V MESTIH – NAŠA SKUPNA SKRB

dr. Lidija Globenvnik, TC VODE, Trnovski pristan 10, 1000 Ljubljana

dr. Maja Simoneti, IPoP – Inštitut za politike prostora, Tržaška cesta 2, 1000 Ljubljana

Jeseni 2019 so Ministrstvo RS za okolje in prostor, IPoP – Inštitut za politike prostora in Skupnost občin Slovenije na Ptiju organizirali konferenco »Obvladovanje vode v mestih« (SOS, 2019). Njen namen je bil spodbuditi razpravo o tem, kako dobro so slovenska mesta pripravljena na vremenske pojave v času podnebnih sprememb, in s pomočjo tujih praks opozoriti na pomen celostnega in povezanega načrtovanja in organizacije dela. Problematika je aktualna, saj se slovenska mesta vedno pogosteje spopadajo s poplavnimi dogodki. Številčnost in pogostost močnih nalivov se povečuje, hidravlične in prostorske ureditve odvajanja vode v naših naseljih pa temu niso ustrezno prilagojene. Spreminjanje padavinskih in na splošno podnebnih lastnosti ima velik vpliv prav na življenske razmere v urbanem okolju. Odprta so številna vprašanja o tem, kako z ustreznimi prostorskimi ureditvami in komunalnimi rešitvami zadrževati padavinsko vodo, kako upoštevati »zaledno vodo« in kako na spreminjanje pripraviti prebivalce in druge akterje v lokalnem in širšem okolju.

## Dobre prakse v tujini in pri nas

Na konferenci smo bili najprej seznanjeni z dve ma primeroma dobre tuje prakse. Navdih za to odločitev je organizatorjem konference ponudilo mesto Gradec, ki se je po hudih poplavah poleti 2005 celostno spopadlo s problemi obvladovanja vode na številnih pritokih Mure, kar 125 od 270 km jih teče po gosto naseljenih mestnih območjih. Od takrat dalje v avstrijskem Gradcu tehnične in organizacijske ukrepe stalno dopolnjujejo in razvijajo v tesnem sodelovanju s široko javnostjo, protipoplavno zaščito tesno povezujejo tudi z ekološko sanacijo vodotokov in razvijanjem rekreacijske in turistične vrednosti vodnega in obvodnega prostora, svoje izkušnje pa delijo z drugimi zainteresiranimi mesti (Berilo za trajnostno urejanje prostora, 2018).

Predstavnika belgijskega mesta Antwerpen in italijanske Bologne sta nam razložila, da tudi oni

rešitve za obvladovanje vode iščejo v tehničnih in organizacijskih ukrepih, ki se dotikajo tako delovanja javnih služb kot tudi sodelovanja posameznih lastnikov in lokalne skupnosti pri uresničevanju preventivnih in zaščitnih ukrepov v času neurij in povišanega vodnega stanja. Del dobre prakse in iskanja najboljših možnih rešitev sta zanje tudi sprotno preverjanje udejanjenih rešitev in redna izmenjava izkušenj z drugimi mesti. V obeh mestih so za potrebe prilagajanja na podnebne spremembe pripravili in sprejeli Strateški načrt za prilagajanje na podnebne spremembe, v Antwerpnu ga celo že tretjič posodabljajo, odpirajo kanalizirane vodotoke in urejajo ločene sisteme odvajanja vode. V Bologni so prepoznali območja, ki so posebej občutljiva za vedno pogostejša neurja in nenadne poplave ter si zdaj posebej prizadevajo izboljšati metode in orodja za napovedovanje hudičnih nalivov in njihovih vplivov na mesto.

Na Ptiju je dogodek skušal zagnati izmenjavo izkušenj med dobrimi domačimi praksami. S strani domačih strokovnjakov, ki v različnih vlogah sodelujejo pri upravljanju voda v urbanem okolju, smo slišali veliko zanimivega o problemih in rešitvah, zelo očitno je bilo njihovo opozorilo, da vodi prevečkrat ne znamo zagotoviti dovolj prostora. Predstavljene so bile rešitve odvajanja padavinske vode v Celju, alternative ravnanja s padavinsko vodo v slovenskih urbanih okoljih ter tudi možnosti, ki jih ponuja uporaba hidravličnih modelov za učinkovito obvladovanje padavinskih voda v mestih.

Na širšem območju Celja je odvajanje voda urejeno z mešanim sistemom kanalizacije, ki je opremljena z varovalnimi loputami, zadrževalniki in črpalkami, ki v času večjih nalivov delujejo kot sistem zadrževanja in kontrole prelivanja kanalizacijske vode v objekte. Tako se v prvem poplavnem valu preprečijo hipne obremenitve Savinje, Hudinja, Voglajne in čistilne naprave z onesnaževali. Odvajanje padavinskih voda na parkiriščih je velikokrat urejeno prek zelenih pasov. Uvedli so tudi prakso, da padavinske vode na nekaterih cestnih

krožiščih odtekajo v tla prek ponikovalnic ali v kanalizacijo prek podzemnih zadrževalnikov. Na celjskem tudi močno podpirajo porozno tlakovanje in ponikanje vode, kjer je to le mogoče.

## Obvladovanje vode v mestih je vprašanje upravljanja voda

V razpravi so se oblikovale nekatere zanimive ključne misli. Spodbujeni s primeri dobre tuje in domače prakse so slovenski strokovnjaki s področja upravljanja voda dali vedeti, da je slovenski sistem urejanja voda v naseljih pomanjkljiv in da pogrešajo kompetentne sogovornike na ravni občin, države in tudi komplementarnih strok, urbanistične, arhitekturne in drugih.

Sicer pa so opozorili, da je problem obvladovanja vode v mestih najprej in predvsem vprašanje upravljanja z vodami, še posebej ravnjanja s padavinsko vodo, ki pa ga strateško gledano v Sloveniji še ne naslavljamo zares celostno. V primerjavi s tujo prakso se pri nas tudi zelo počasi spreminjajo vzorci urejanja odvajanja padavinske vode. Zadrževalnikov je v urbanem okolju zelo malo, potoki in odprti kanali se v naseljih še vedno tudi delno prekrivajo, vodni prostor se krči na račun prometne infrastrukture, parkirišč in različnih poslovno trgovskih programov, hidravličnih izboljšav kanalskih sistemov skoraj ni, in podobno. Slovenski sistem upravljanja voda je iz tega vidika resnično pomanjkljiv in zaostaja za mednarodno dobro prakso.

Hkrati so slabo razvita in šibka tudi sodelovanja med akterji z različnih področij in ravni, pretok znanja in izkušenj pa je zelo počasen. Občine niso samoiniciativne, ampak zelo odkrito pričakujejo podporo države pri načrtovanju in uresničevanju ukrepov za obvladovanje voda. Ob tem skušajo tudi opozarjati na velike razlike v potrebah po ukrepanju, ki da izvirajo iz fizično-geografskih posebnosti urbanega vodnega okolja, in si zagotoviti prednostno obravnavo. Na ravni občin in države je zaznano pomanjkanje dialoga, prav tako je zaznano šibko znanje o vprašanjih obvladovanja vode v urbanem okolju pri komplementarnih strokah – prostorsko načrtovalski, urbanistični, arhitekturni in drugih.

Dejstvo, da obvladovanje voda v mestih zahteva celostno obravnavo vodnega kroga in vodnega okolja, zahteva, da akterji v vseh fazah urejanja ukrepajo povezano, sovisno in usklajeno. To je možno izključno z interdisciplinarnim strateškim načrtovanjem in dobro organizacijo sodelovanja

med vsemi, nosilci javnih pooblastil, lastniki in različnimi lokalnimi organizacijami ter civilno družbo. Ukrepi za obvladovanje padavinske vode v urbanem okolju se po pravilu nanašajo na več področij in območij, za povrhu pa tudi vplivajo drug na drugega in so medsebojno povezani.

Ideje za skupne aktivnosti pri iskanju in udejanjanju dobrih in dolgoročno vzdržnih rešitev lahko kot družba, stroka ali lokalna skupnost iščemo v polju koncepta modro-zelene infrastrukture in vedno znova v res dobrem poznavanju značilnosti prostora, ki ga lahko namenimo vodi. Tudi v novi Strategiji prostorskega razvoja Slovenije bi bilo zato področju upravljanja voda v urbanem okolju in zagotavljanju odpornosti mest in drugih naselij na podnebne spremembe treba zagotoviti dovolj pozornosti. Dobre rešitve namreč zahtevajo oblikovanje trdnih strateških partnerstev in zagotavljajo tako večjo kakovost bivanja kot sočasno tudi boljše varstvo okolja, ekološko pestrost in ekonomske učinke delovanja.

## Znanje o upravljanju vode za vse

Danes vodarji sodelujejo pri analizah stanja, poznavanja razmer in preverjanja možnih ukrepov. Poznati morajo naravne značilnosti odtoka »zalednih« (padavine, ki pritečejo v naselje iz okolice) in »lastnih« (padavine, ki padajo v naselju) voda, zgodovino urejanja voda ter delovanje (obnašanje) obstoječe kanalizacije ob nalivih. V procesih urbanističnega načrtovanja bi bilo dobro in prav, da zagovarjajo in propagirajo dobro prakso upravljanj voda, ustvarjanje možnosti za odpiranje kanaliziranih vodotokov, večanje deleža propustnih površin, zadrževanje viškov vode v zadrževalnikih in da podpirajo urejanje novih zelenih površin in saditev dreves ter tudi varstvo obstoječih.

Raziskave in tuje izkušnje kažejo, da je s podatki o vodni infrastrukturi, kanalizaciji in značilnostih odtoka voda možno dobro modelirati urbano odvodnjo in s tem tudi vrednotiti učinkovitost različnih alternativnih rešitev. Tako lahko mesta pregledno in učinkovito opredelijo za svoje okolje najustreznejši možen, dolgoročno družbeno, ekonomsko in okoljsko vzdržen sistem ukrepov. Evropska sredstva in mehanizmi izmenjave izkušenj med mesti, kakršne podpira tudi program URBACT, so lahko pomemben vir za pospeševanje uporabe sodobnih metod in procesov načrtovanja in uresničevanja ukrepov v praksi.

Pomemben zaključek konference je bila jasno

izražena potreba po boljšem, zgodnejšem, bolj informiranem in vsebinskem vključevanju lastnikov, prebivalcev in širše civilne družbe v procesu načrtovanja rešitev za obvladovanje voda v mestih. V Sloveniji imamo sicer zelo dobro prakso sodelovanja in komuniciranja v času naravnih nesreč, neurij in poplavnih nevarnosti, žal pa nimamo zares razvitih procesov celostnega strateškega načrtovanja in delovanja, v katerih bi se zagotovila udeležba lastnikov zemljišč in nepremičnin ter civilne družbe v vse faze ukrepanja. Nerasvito je tudi sodelovanje pri izvajanjju in nadzoru rabe in vzdrževanja ureditev voda v naseljih.

### Zaključek in priporočila

V Sloveniji imamo dober sistem odzivanja na naravne nesreče, tudi na poplave. Žal smo za zdaj že manj uspešni pri preprečevanju poplav in zmanjševanju ranljivosti bivalnega okolja za povečano jakost in pogostost močnih padavin. Povečanih potreb po boljšem zadrževanju padavinske vode, razливaju in počasnem ponikanju v strateškem prostorskem in urbanističnem načrtovanju še ne naslavljamo zares konstruktivno. To pomeni, da v primerjavi s tujino pri nas še vedno preveč radi neprepustno tlakujemo urbane površine in kanaliziramo površinsko in padavinsko vodo v cevi, preveč gradimo v obvodnem in poplavnem prostoru, medtem ko novih poplavnih površin ne ustvarjamo. Celo zagotavljanje prostora za nadzorovano razливanje in zadrževanje poplavnih voda zunaj naselij nam še vedno povzroča velike probleme. Tudi pri izvedbenem projektiranju komunalne in modro-zelene infrastrukture (zadrževanje voda) v naseljih nam za zdaj še ne uspe prebiti ledu enostranskega reševanja problemov in sestaviti celostnih rešitev.

Ena izmed značilnosti šibke organizacijske povezanosti in komuniciranja je tudi pomanjkanje znanja o sodelovanju na strani pristojnih za načrtovanje in upravljanje in o delovanju in upravljanju voda na strani civilne družbe in lastnikov. Zato bi bilo dobro, če bi postalo ozaveščanje javnosti in širjenje znanja o tem, kako deluje vodni krog in kako ga z dejavnostmi in vedenjem spremiščamo ljudje, ena izmed prioritet stroke in sektorja. Ljudje morajo zato, da bi sprejemali boljše odločitve in bili bolje pripravljeni na delovanje vode v svojem okolju, bolje poznati delovanje vode, vedeti, kako njihove odločitve in dejanja vplivajo na vodni krog, in poznati tudi možnosti obvladovanja vplivov nanj (slika 1). Tuje izkušnje učijo, da se z dobrim informiranjem in komuniciranjem lahko pomembno zmanjša tako škodo ob poplavah kot število

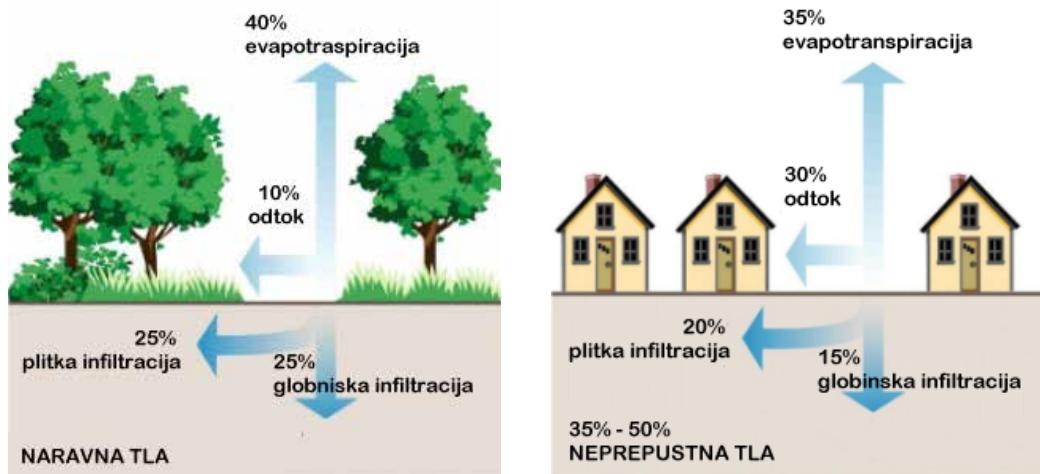
neustreznih in nezakonitih posegov v vodni in obvodni prostor ter tudi vsestransko poveča pozitivne učinke načrtovanih novih ukrepov.

Za izboljšanje vodne bilance in za boljše bivalne razmere lahko stroka načeloma predlaga tri bistvene smeri delovanja:

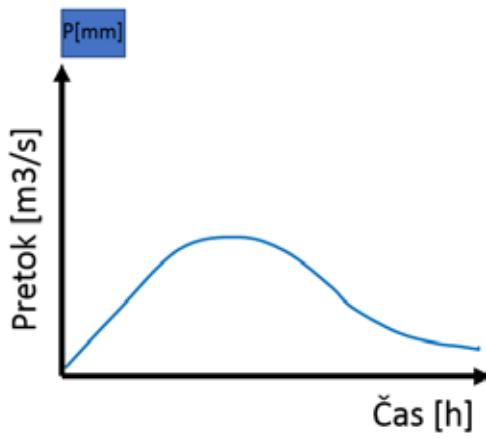
- zadrževanje padavinske vode in kontrolirano odvodnjavanje z ustvarjalnim iskanjem rešitev v sinergiji s prostorskimi, psihosocialnimi in okoljskimi vidiki urejanja prostora z ribniki in majhnimi vodnimi zadrževalniki v parkovnih območjih, zelenimi pasovi, ureditvami in posameznimi drevesi, s prepustnostjo talnih površin in z nameščanjem zbiralnikov za deževnico;
- ločevanje sive in črne vode v stavbah ter ponovna uporaba te vode za namene pridobivanja energije, toplove in pridelave hrane;
- omilitev in prilagoditev objektov in rabe tal na poplavna tveganja in tveganja zaradi erozije in plazov s prilagajanjem dejavnosti in grajenih objektov v območjih poselitve na poplavna tveganja, s sanacijo degradiranih stavbnih, kmetijskih in gozdnih zemljišč na način, da zadržujejo vodo (zaledno, lastno; na tleh, v tleh) ali celo, da postanejo vodna zemljišča ter s posodobitvijo in prilagoditvijo obstoječih sistemov odvajanja komunalne in padavinske vode v naseljih.

Na ptujski konferenci pa so organizatorji in predavatelji skupaj na osnovi slišanega in razprave predlagali še tri vrste ukrepov, ki bi lahko po njihovem mnenju pomembno izboljšali razmere na področju obvladovanja delovanja voda v slovenskem urbanem okolju:

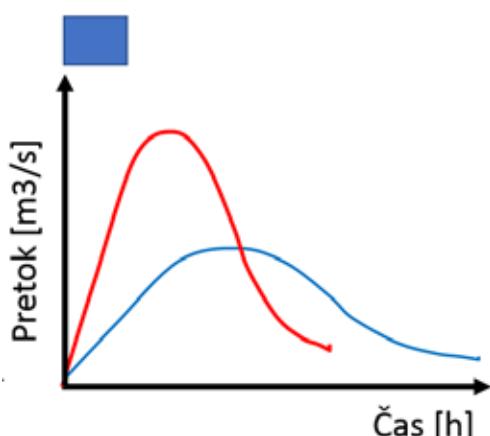
- pripravi naj se splošno izobraževalni - informativni priročnik o obvladovanju vode v urbanem okolju s ključnimi pojmi in razlagami vplivov posegov na vodno okolje in priporočili za celostno obvladovanje voda s strateškim načrtovanjem;
- izdelajo naj se priporočila za obvladovanje urbane odvodnje za prostorsko in urbanistično načrtovanje in izvedbeno projektiranje;
- vzpostavi, vzdržuje in komunicira naj se zbiranje dobrih praks obvladovanja voda in prilaganja naselij na podnebne spremembe z vidika obvladovanja padavinskih voda.



Površinski odtok: 10%  
Pod površinskim odtokom: 50%



Površinski odtok: 30%  
Pod površinskim odtokom: 35%



**Slika 1: Vpliv poselitve na vodni krog.** LEVA STRAN: V naravnem okolju povprečno v Sloveniji izhlapi 40 % padavin, 10 % vode odteče takoj po površini, 50 % pa ponikne v tla. Podzemna voda počasi odteka v potoke in reke. S tem vzdržuje mokra tla in stalno vodo v vodotokih. Tveganja za hidrološko sušo so majhna. Suše so redke. Odtoki voda ob višjih padavinah so razporejeni na daljše časovno obdobje (modra črta na hidrogramu spodaj levo). DESNA STRAN: Pri tipičnem slovenskem naselju je 35 % do 50 % površin neprepustnih za vodo. Ker ni naravne vegetacije, se zmanjša evapotranspiracija, in ker se padavinska voda zbira v kanalski mreži ali odteka po površini, se površinski odtok poveča tudi do 3x. Pri 75-odstotni neprepustnosti tal se poveča tudi do 5x. Ponikanja v tla je manj. Na območjih večjih poselitev se zmanjšajo zaloge podzemne vode, nivo z vodo zasičene cone pa pada. Odtoki voda ob višjih padavinah so hitrejši, pretoki višji, voda odteče še enkrat hitreje (rdeča črta na hidrogramu spodaj desno). Ne le, da je možnost poplav večja, tudi tveganja za sušo so večja zaradi zmanjšanih zalog vode v tleh.

Shema naselja: Natural Resources Conservation Service, USDA

Vir:

SOS - Skupnost občin Slovenije. Program konference »Obvladovanje vode v mestih«. Ptuj, 17. oktober 2019. Spletni naslov: [https://skupnostobcin.si/wp-content/uploads/2019/10/obvladovanje-vode-v-mestih\\_vabilo\\_in\\_program.pdf](https://skupnostobcin.si/wp-content/uploads/2019/10/obvladovanje-vode-v-mestih_vabilo_in_program.pdf)

Berilo za trajnostno urejanje prostora. Simoneti, M. & al. IPOP – Inštitut za politike prostora. 2018. Spletni naslov: <https://ipop.si/wp/wp-content/uploads/2019/02/Berilo-za-trajnostno-urejanje-prostora.pdf>

<https://ipop.si/2019/10/21/obvladovanje-vode-v-mestu/>

IPOP Inštitut za politike prostora. Obvladovanje vode v mestih - poročilo s konference. Spletni naslov: <https://ipop.si/2019/10/21/obvladovanje-vode-v-mestu/>

# RAZMIŠLJANJA O RAVNANJU S PADAVINSKIMI VODAMI NA URBANIZIRANIH OBMOČJIH

Tomaž Oberžan, Ekologika d.o.o., Savinjsko nabrežje 4, 3000 Celje

Poplavni dogodki na urbaniziranih območjih se v Sloveniji in povsod po svetu dogajajo vse pogosteje. In pogostost dogodkov se bo, predvsem v poletnih mesecih, še povečevala. Kakšni so vzroki in kako posledice lahko vsaj omejimo, če jih že preprečiti v celoti ne moremo?

Padavinske vode se z urbaniziranim površin praviloma odvajajo v kanalizacijskem sistemu. Ta je lahko izveden kot mešani sistem, torej se vistem cevovodu odvaja padavinska in komunalna odpadna voda ali pa kot samostojni sistem za padavinsko vodo. Tematike nadgradnje mešanih kanalizacijskih sistemov z ustreznimi objekti v tem prispevku ne obravnavam.

Vsa slovenska mesta imajo vsaj v svojih osrednjih delih izvedene mešane kanalizacijske sisteme, ki so bili zasnovani že pred desetletji. Dimenzionirani so bili na osnovi tedanjega stanja računskih orodij, tedanjih podatkov o intenziteti padavinskih dogodkov (nalivov) in predvidene pozidave prispevnih površin. V letih od izgradnje ključnih odsekov kanalizacije so se zgodile bistvene spremembe, praviloma vse v smeri povečanja nevarnosti poplavnih dogodkov: kanalizacijski sistemi so se širili proti obrobju mest, tudi zunaj projektno predvidenih območij pozidave, na samih prispevnih površinah pa so se povečale utrjene površine z novimi asfaltiranci in dodatnimi pomožnimi objekti. S podaljšanjem kanalizacijskega omrežja proti obrobju mest so se spremenile hidravlične razmere, lahko tudi do te mere, da projektno predvideni padavinski dogodek, v tedanjih dimenzioniranih privzet kot 15-minutni naliv s povratno dobo enega leta, ni več najbolj neugoden primer. Izrazito so spremenjeni padavinski dogodki, intenzitete nalivov se v sedanjem času povečujejo predvsem kot posledica podnebne krize. Ugodna okoliščina je zgolj dejstvo, da so bili podatki o intenzitetah nalivov, uporabljeni v letih dimenzioniranja večine kanalizacijskih sistemov, na varni strani, torej relativno visoki.

Pot do izboljšanja poplavne varnosti urbaniziranih površin ni enoznačno določljiva in splošno uporabna za vsak sistem. Potrebne korake lahko opredelimo skozi:

- študije – hidravlično modeliranje kanalizacijskih sistemov;
- vključevanje sodobnih ukrepov ravnana s padavinsko vodo;
- aktiven prispevek posameznika.

## 1. HIDRAVLIČNO MODELIRANJE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV

Študija kanalizacijskega sistema z natančno opredeljenimi rešitvami (kot strateški planski dokument) je praktično nujna za večino kanalizacijskih sistemov slovenskih mest. V uvodu opisane spremenjene razmere na kanalizacijskih sistemih in prispevnih področjih na eni strani ter naprednejša programska in strojna oprema na drugi narekujejo posodobitev hidravličnih zasnov na vsakih 20 – 25 let. V zadnjih dveh desetletjih je bil v Sloveniji bistven poudarek na graditvi komunalnih čistilnih naprav in priključitvi novih delov naselij v ustrezeno velikih aglomeracijah. V naslednjih letih bo treba optimizirati delovanje obstoječih kanalizacijskih sistemov, predvsem mešanih sistemov v osrednjih delih mest. Pričakovani rezultat navedene študije je določitev potrebnih ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti, kot npr. izločitev posameznih prispevnih področij s ponikanjem ali vsaj zadrževanjem padavinske vode, izvedba dodatnih objektov na kanalizaciji ali dodatne kanalske prevezave ali optimiziranje uporabe obstoječih objektov na kanalizaciji ali v končni fazi tudi graditev novih kanalov večjih dimenzij po obstoječih trasah za povečanje prevodne sposobnosti.

## 2. SODOBNI UKREPI RAVNANJA S PADAVINSKO VODO

Tudi v primeru, ko upravljavec še nima na voljo novelirane študije kanalizacijskega sistema, je smotrno vključevanje sodobnih ukrepov ravnana s padavinsko vodo v sleherno investicijo. Poimenovanja tovrstnih ukrepov so različna, zasledimo:

- trajnostni sistem urbanega odvodnjavanja;
- Trajnostni sistem za odvajanje padavinskih voda z urbaniziranih površin;
- vzdržna odvodnja padavinske vode;
- zelena infrastruktura.

Pod različnimi poimenovanji pa so mišljeni isti pozitivni ukrepi, kot so izločanje (ponikanje) ali vsaj zadrževanje padavinske vode na lokacijah posameznih objektov, parkiriščih, ulicah, krožiščih in podobno. V zadnjih letih so nekatera slovenska mesta obnovila povozne in pohodne površine glavnih mestnih ulic, pričakovati je nadaljevanje tega trenda. Ob tem je smiselno vse izvedbe načrtovati tako, da bo čim več padavinske vode izločene iz kanalizacijskega sistema in zadržane za naknadno zalivanje dreves ali pa bodo vsaj odvedene v ponikalnico. Možnost ponikanja je treba preveriti na osnovi geomehanskih raziskav in v vsakem primeru preprečiti morebitne škodljive posledice na bližnjih objektih. Parkirne površine tako mestnih jader kot velikih nakupovalnih središč so bile praviloma asfaltirane na celotni površini. Marsikje investitorji že pričenjajo bodisi s preurejanjem površin parkirnih mest v tlaku, ki omogoča ponikanje, bodisi z izvedbo ponikalnic za celotno parkirišče, kadar razmere to dopuščajo. Nova parkirišča je smiselno zasnovati tako, da so asfaltirane zgolj dovozne in vmesne ceste. Naslednja možnost drugačnih izvedb so krožna križišča, ta vsaj v prispevku imenujem krožišča. Nedvomno izboljšujejo prometno varnost in pretočnost, ugodna so v ekološkem smislu, saj zmanjšujejo ustavljanje in speljevanje vozil. Središčna površina, težko dostopna za kakršnokoli vzdrževanje, pa je predmet takšnega ali drugačne arhitekturnega in krajinsko arhitekturnega oblikovanja. V Sloveniji praviloma ni nikoli, v tujini je drugače, namenjena je za zadrževanje padavinske vode (lahko v odprtih ali zaprtih izvedbi), čeprav je z vseh vidikov izrazito primerna za ta namen. Naslednje področje, ki je primerno za uporabo sodobnih ukrepov ravnjanj s padavinsko vodo, je prostorsko načrtovanje stanovanjskih in drugih objektov (OPPN). V zadnjih letih opažam pogosteje zahteve po izvedbi objektov s ponikanjem padavinske vode, zgolj izjemoma pa tudi z zadrževanjem in nadaljnjo uporabo za sekundarni namen (izpiranje stranišč, uporaba za pranje). Pričakovati je, da bi slednja zahteva postala osnovni standard, saj lahko pripomore k radikalnemu zmanjšanju količine uporabljenih pitnih vode. Pri vseh navedenih področjih (1-obnova mestnih središč in ulic, 2-parkirišča, 3-krožišča, 4-OPPN) običajno projektant s področja vodarstva in komunalnega inženirstva ni vključen v načrtovalski proces. Kako do sprememb? S podajanjem tovrstnega vsaj osnovnega znanja drugim strokam (arhitektura, krajinska arhitektura, prometno inženirstvo, prostorsko planiranje) in prek podanih projektnih pogojev s strani mnenje dejalcev (upravljavci kanalizacijskih sistemov in Direkcija RS za vode).

### 3. INDIVIDUALNI UKREPI

Ključen je razmislek, kaj lahko storimo sami. Aktiven prispevek posameznika kot lastnika objekta lahko pokažemo z odvajanjem padavinske vode s streh objektov in dovozov ter dvorišč. Ni pričakovati, da bi lastniki rekonstruirali stanovanjske objekte z zajemom strešne vode za sekundarno uporabo spiranja stranišč. Za namen zalivanja vrtov pa prav gotovo. Zalogovnike padavinske vode ob vertikalih strešnih odvodnjah lahko opazimo pri številnih objektih v Sloveniji. Izvedbe variirajo od uporabe prefabriciranih zalogovnikov do bolj ali manj domiselnih »naredi sam« konstrukcijskih rešitev. Nadaljevanje zdravstvene krize bo povečalo interes po lastni pridelavi sadja in zelenjave. S pravilno izvedbo zalogovnikov padavinske vode si lahko zagotovimo dovolj vode za celotno sezono. Glede na ceno pitne vode prihranek ne bo ravno velik, bo pa toliko večje zadovoljstvo vrtnarja z lastnim ekološkim ravnjanjem. Druga površina, ki je lastniku objekta na voljo za spremembo ravnjanja s padavinsko vodo, je dovoz. V Sloveniji praviloma dovozne poti in dvorišča asfaltiramo. Izvedba tlakovanega dvorišča ali celo makadamskega je z vidika izboljšanja poplavne varnosti bistveno bolj ugodna. Na pravilno zgrajenem makadamskem dovozu pa seveda ni treba odstranjevati snega.

### 4. ZAKLJUČEK

Z vsem zapisanim želim spodbuditi razmislek vseh in vsakogar o lastnem ravnjanju s padavinsko vodo, tako 1) lastnike in upravljavce kanalizacijskih sistemov glede noveliranih hidravličnih študij (izdelava, če potrebno, in uporaba ter izvedba ukrepov, če ustrezna študija obstaja), 2) investitorje v obnove mestnih središč in ulic, parkirišča, stanovanjske soseske, industrijske objekte, prometnice, krožišča ipd. k uporabi sodobnih ukrepov ravnjanja s padavinsko vodo (vzdržna odvodnja padavinske vode), in 3) lastnike individualnih objektov k zadrževanju strešne padavinske vode za nadaljnjo uporabo (zalivanje vrtov, spiranje stranišč) ter izvedbi dovoznih poti, cest in dvorišč v vodoprepustni povozni površini. Ob odločitvi o uporabi ukrepov vzdržne odvodnje padavinske vode je treba investitorju odgovoriti še na dve standardni vprašanji – cena investicije in vpliv na poplavno varnost celote (ulica, soseska, mesto): 1) pravilno projektno izbrani ukrepi običajno ne zvišujejo vrednosti investicije, prej nasprotno, in 2) individualni ukrepi imajo praviloma majhen, a nezanemarljiv vpliv na problematiko poplavne varnosti celote. Vsaka pot je sestavljena iz majhnih korakov.



Slika 1: Parkirišče trgovskega in športnega centra v Celju, zgrajeno pred skoraj dvajsetimi leti. Asfaltirane so ceste, parkirna mesta so urejena s tlakovci. V prečni smeri je napravljen strešni naklon, vsa voda se odvaja v vmesni in poglobljeni zeleni pas. Kanalizacijskega sistema ni. Padavinske vode ponikajo.



Slika 2: Zeleno parkirišče P+R v Celju, zgrajeno v letu 2019. Asfaltirane so ceste, parkirna mesta za osebna vozila in avtodome so urejena z betonskimi tlakovci z zatravljenimi fugami. Kanalizacijskega sistema ni. Z enega dela parkirišča vode ponikajo na samem mestu, z drugega pa se prek drenaže odvajajo v odprto ponikalnico.



Slika 3: Isto parkirišče, pas trikotnih površin ob robu 45-stopinjske vrste parkirnih mest je uporabljen za odvod, zadrževanje in ponikanje padavinske vode. Prikaz pravkar posajenih sadik.



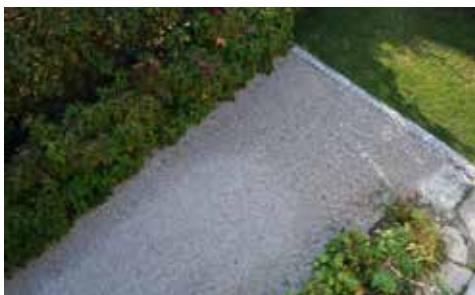
Slika 4: Iste trikotne površine, prikaz stanja, ko visokorasli plevel daje zaščito posajenim sadikam.



Slika 5: Nabor prefabriciranih zalogovnikov padavinske vode v naključno izbranem trgovskem centru.



Slika 6: Zalogovnik padavinske vode #naredi sam, izdelan iz navadnega 200-litrskega kovinskega soda za nafto, postavljenega na podstavek iz betonske kanalizacijske cevi.



Slika 7: Makadamska dovozna pot (gramoz 8-16mm).

# PROTIPOPLAVNA VARNOST MESTA MARIBOR

dr. Uroš Kranjc, Koroška cesta 57, 2000 Maribor

## POVZETEK

Tako kot druga slovenska mesta se tudi Maribor spopada zadnja desetletja z mestnimi poplavami. Zaradi lokacije ob Dravi in lege pod Pohorjem in obronki Kozjaka ogrožajo Maribor preplavitev z vodami reke Drave, preplavitev z zalednimi vodami in preplavitev z lastnimi padavinskimi vodami. Preplavitve z vodami Drave je odpravila postavitev jezu v Melju v sklopu hidroelektrarne Zlatoličje. Izločitev zalednih voda iz kanalizacijskega omrežja je le delno opravljena. Večji del obstoječega kanalizacijskega omrežja je poddimenzioniran glede na aktualne zahteve po protipoplavnemu varnosti ter tudi zaradi intenzivnejših nalivov.

## ABSTRACT

Like other Slovenian cities, Maribor is experiencing the last decades of urban flooding. Due to the location along the Drava River and location below Pohorje and the Kozjak slopes, Maribor is threatened by floods with the waters of the Drava River, floods with hinterland waters and floods with its own precipitation waters. Floods with Drava waters were eliminated by the construction of the dam at Melje within the framework of the Zlatoličje hydroelectric power plant. Removal of backwater from the sewerage network has been implemented only partially. The major part of the existing sewage network is under-dimensioned in terms of current flood safety requirements, also due to the more intense rainfall.

## UVOD

Ena od posledic podnebnih sprememb so tudi intenzivnejši nalivi, kar potrjujejo tudi dogodki v Sloveniji. Za mesta so še posebno nevarne zaledne in lastne padavinske vode, na kar je že pred dvajsetimi leti opozoril Boris Kompare [1].

Ob teh poplavah se pojavljajo tri skupine problemov:

- ogroženost zaradi neposredne bližine površinskih odvodnikov, ki poplavljam;
- problem površinskih odvodnikov, ki prečkajo urbanizirana naselja;
- problem kanalizacije naselij, ki je v centrih mest običajno zgrajena v mešanem sistemu.

Kaj pa mesto Maribor? Maribor, mesto na obeh bregovih reke Drave, se glede protipoplavne varnosti spopada z vsemi tremi možnimi vzroki poplav:

- preplavitev z vodami reke Drave;
- preplavitev z zalednimi vodami;
- preplavitev z lastnimi padavinskimi vodami.

## PROTIPOPLAVNA VARNOST GLEDE REKE DRAVE

Niz hidroelektrarn na Dravi je temeljito spremenil njene hidrogeografske značilnosti, saj se od Beljaka do Varaždina tako rekoč samo preliva iz enega jezera v drugo.

Pred izgradnjo verige hidroelektrarn je Drava zlasti v srednjem in spodnjem toku pogosto poplavljala. Verjetno najhujše poplave so bile zaradi dolgotrajnega in močnega deževja zabeležene novembra 1851ter septembra in oktobra 1882: „Poplavna voda je odnašala mostove, gospodarske objekte, hiše, drevje, les in živilo. Celo trdno zgrajeni mostovi na Dravi in železniška proga med Mariborom in Dravogradom niso vzdržali pred silovitostjo voda. Ob Dravi in njenih pritokih je bilo porušenih mnogo hiš, žag in mlinov.“ Hude poplave so se ob Dravi pojavile še konec leta 1885, ponovne katastrofalne poplave pa 1903 ter 1926 [2].

Poplave leta 1946 so prizadele Mariborski otok. Nekdanja površina otoka je bila večja od sedanje za približno za četrtnino [3]. Zaradi izgradnje hidroelektrarne Mariborski otok in gradbene jame je bil pretok Drave skoncentriran na ožji odsek, zato je visoka voda odnesla del otoka. Zato so kasneje na zahodni strani - v smeri elektrarne naredili betonski pomol, ki se na koncu zaključi z vodobranom. Ta preprečuje nadaljnjo erozijo v primeru visokih voda. Načrt za vodobran je izdelal prof. Goljevšček v mesecu dni, ko so kasneje našli geodetski posnetek otoka v prvotnem stanju, so ugotovili, da je Goljevšček izredno natančno z vodobranom ujel prvotno obliko otoka. Pozneje so betonski valobran razširili in ozelenili.



Slika 1: Mariborski otok 1932

Po izgradnji verige hidroelektrarn se je poplavna nevarnost ob Dravi sicer zmanjšala, vendar kljub temu ljudje ob reki niso povsem varni pred njimi. Ob poplavi 4. in 5. septembra 1965 je Drava zalila



Slika 2: Valobran Mariborski otok

skoraj celotno poplavno ravnico od Maribora do Ormoža, v Mariboru je dosegla pretok  $2.280 \text{ m}^3/\text{s}$ . Močna poplava je bila spet v začetku oktobra 1998 [2].



Slika 3: Poplava Dravska ulica 1965



Slika 4: Poplava Lent 1965

Izgradnja HE Zlatoličje je postavila sedanjo obliko dravske struge v Mariboru (močno preoblikovano vodno telo). Jez v Melju v času nizkih in srednjih

voda preusmerja vode Drave v energetski kanal na HE Zlatoličje, v dravsko strugo pa prepušča prek male HE le ekološko sprejemljivi pretok.



Slika 5: Gradnja brežin Drave v Mariboru 1967



Slika 6: Jez v Melju

Ob visokih vodah Drave upravljalec Dravske elektrarne dvigne zapornice jezu v Melju in tako preprečuje poplave. Po zelo deževnem mesecu oktobru je ob Dravi sledila nova katastrofa dne 5. novembra 2012, ko je Drava v Dravogradu dosegla izjemni pretok  $2.570 \text{ m}^3/\text{s}$  in povzročila ogromno škodo tako na avstrijskem Koroškem kot dolvodno vse od Dravograda do Ormoža. Najhujše je bilo pod Mariborom, zlasti v Malečniku, Dogošah ter Zgornjem in Spodnjem Dupleku in dolvodno od Ptuja. Trenutno so še v teku postopki pred sodišči, da bi ugotovili, v kolikšni meri je poplavni val



Slika 7: Črpališče Melje ob visokih vodah notranjost po novembra 2012

nastal tudi zaradi neustreznega vodenja avstrijskih elektrarn.

Sam Maribor ni bil poplavljen, pač pa so visoke vode Drave poškodovale in izločile iz obratovanja črpališče odpadnih vod levega brega v Melju. Dravska voda je tekla v črpališče celo prek oken! Zaradi visokih voda Drave niso delovali razbremenilniki mešanega sistema kanalizacije v Melju in poplavljen je bil izzok padavinske vode potoka v Zokove grabe, kar je povzročilo poplave spodnjega dela Melja.



Slika 8: Notranjost črpališče Melje po poplavi



Slika 9: Poplavljeno Melje november 2012



Slika 10: Poplavljene Dogoše november 2012

Visokovodni nasipi v Dupleku in Dogošah preprečujejo poplave v teh naseljih. Nekaj mesecev pred poplavou so na javni razgrnitvi načrtov za protipoplavne nasipe prebivalci Dogoš nasprotovali gradnji, češ da najstarejši prebivalci ne pomnijo poplav!

Ocena ogroženosti vzhodne štajerske regije zaradi poplav navaja stopnje nevarnosti poplav [4]:

1. stopnja ogroženosti nastopi pri skupnem pretoku  $850 \text{ m}^3/\text{s}$  in če pretok pod jezom Melje doseže  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  ob dodatnem pretoku  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  v kanalu za HE Zlatoličje;
2. stopnja ogroženosti nastopi pri pretoku  $1.150 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
3. stopnja ogroženosti nastopi pri pretoku  $1.450 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Kritična stopnja ogroženosti nastane, ko preтокi presežejo  $1.450 \text{ m}^3/\text{s}$  ali ko pretoki v koritu

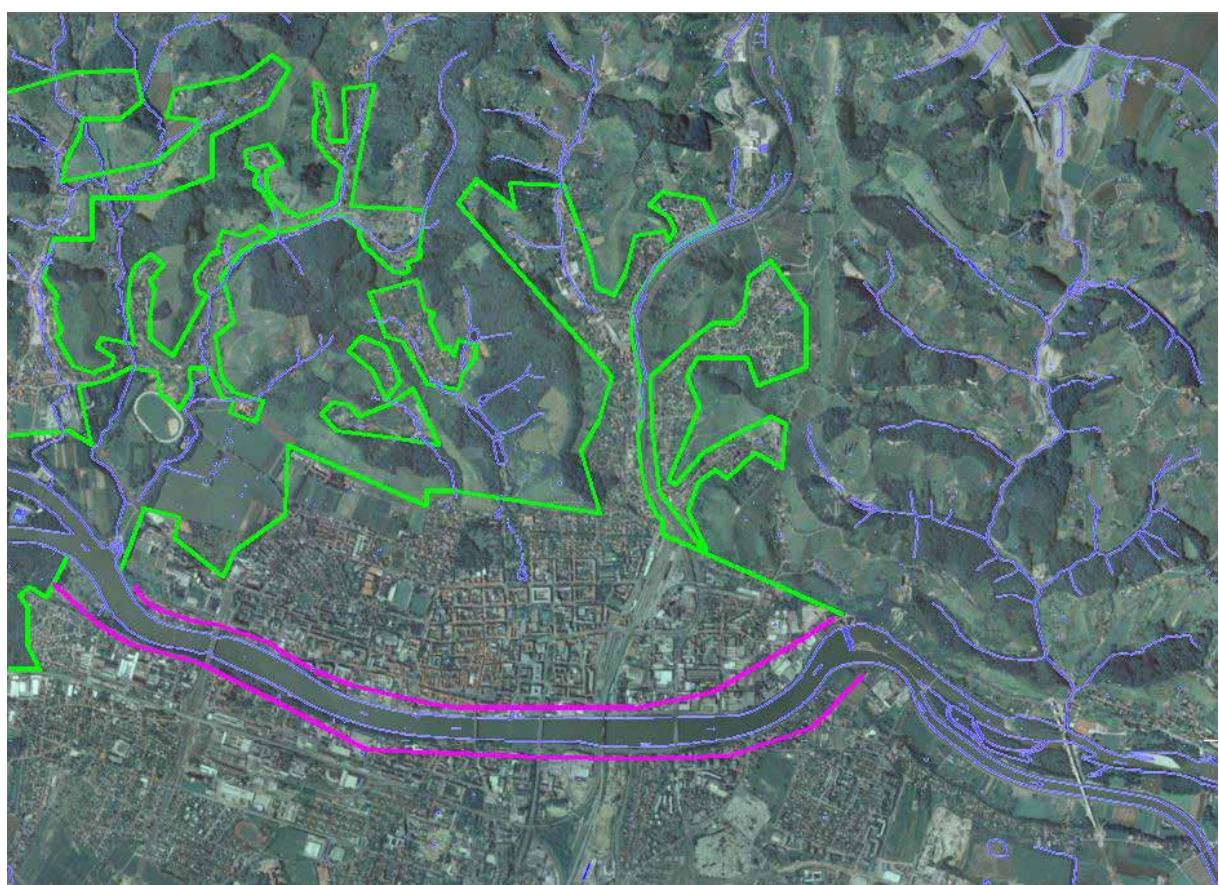
Drave pod jezom Melje dosežejo  $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$  in je pričakovati povečanje pretokov.

## ZALEDNE VODE

### ZALEDNE VODE LEVEGA BREGA MARIBORA

Mesto Maribor, ki leži na levem bregu reke Drave, presekajo širje površinski vodotoki, to so Potok svete Barbare, Potok iz treh Ribnikov, Počehovec in potok iz Zokove grabe.

Iz priložene slike je razvidno, kako so zaledni potoki levega brega Maribora speljani v mestno kanalizacijo.



Slika 11: Maribor levi breg: zeleno meja poseljenega območja, modro potoki, vijolično meja poplavnega območja

V sedanjem stanju so ti potoki v urbaniziranem delu Maribora speljani v mestno kanalizacijo, ki je mešanega tipa. Ti potoki prek kanalizacijskih cevovodov pritečejo do črpališča Melje, kjer se prečrpavajo v glavni zbiralnik in nadalje odtekajo gravitacijsko na čiščenje na centralno čistilno napravo za odpadne vode mesta Maribor v Dogošah. Čiste vode teh potokov torej dodatno obremenjujejo čistilno napravo, čiščenje teh voda pa plačujejo prebivalci mesta Maribor.

Ker smo ta problem identificirali v Mariboru že pred več kot petnajstimi leti, več strateških dokumentov razvoja mariborske kanalizacije vsebuje

cilj izločitve voda potokov iz kanalizacijskega sistema. Kot primer navedimo Lokalno agendo 21 [5].

Sedanje stanje Potoka svete Barbare in Potok iz treh Ribnikov je sledeče: potok Svete Barbare ima urejeno strugo v tesni soteski med Kalvarijo in Mestnih hribom, ta del struge je bil reguliran v obliki več pragov v začetku 20. stoletja ob izgradnji vodovoda do vodohrana pod Kalvarijo. Potok je kanaliziran v mestno kanalizacijo na koncu Trubarjeve ulice, vode tečejo po kanalizaciji v Strossmayerjevi ulici in po novi kanalizaciji, zgra-

jeni ob gradnji nove tržnice na Koroški cesti. Pred priključkom na levobrežni zbiralnik je zgrajen



Slika 12: Barbarin potok pred rekonstrukcijo Trubarjeve ceste



Slika 14: Barbarin potok po rekonstrukciji Trubarjeve ceste

Obstoječi hudourniški potok je bil v celoti zamuljen in pogosto poln suhega vejevja (stara drevesa, veter). Voda je v strugi samo ob močnejših padavinah. Občasno večje količine vode naplavijo vejevje in različno navlako na vtočno rešetko in povzročijo zajezev vode, to pa je imelo za posledico prelivanje vode po Trubarjevi ulici.

V sklopu rekonstrukcije Trubarjeve ceste je bilo opravljeno delno kanaliziranje potoka v dolžini



Slika 16: Maribor Trubarjeva ulica 4.8.2009

razbremenilnik, ki višek razredčenih voda v času naliva preliva neposredno v Dravo.



Slika 13: Vtok potoka v kanalizacijo pred rekonstrukcijo ceste



Slika 15: Vtok potoka v kanalizacijo po rekonstrukciji ceste

140 m s cevjo DN 140 cm ter urejen potok s kamnitom oblogo v betonu v obliki trapeznega jarka z vmesnimi pragovi. [6]. Tako vode Barbarinega potoka še hitreje pritečejo v mestno kanalizacijo, ki nima potrebne hidravlične kapacitete za odvod visokih voda tega potoka (cev DN 40 cm). Ob močnem nalivu leta 2009 so vode potoka tekle po Trubarjevi in Strossmayerjevi cesti do Koroške ceste pri tržnici.



Slika 17: Maribor Ribniška ulica 4.8.2019

Potok iz treh ribnikov je kanaliziran na območju mestnega parka do zadnjega ribnika v bližini Maistrove ulice, zbiralnik za odpadne, zaledne in padavinske vode pa poteka prek Maistrovega trga in Trga svobode v zbiralnik v Svetozarevski ulici. Ta ima v križišču z Bračičeve ulico narejen prag, ki odvaja v sušnem času onesnažene vode v zbiralnik v Bračičevi ulici. Višek padavinskih voda odteka

po zbiralniku naprej do Drave, izliv je ob Vodnem stolpu.

Potrebnaborekonstrukcija kanalizacije Ribniškega sela (naselje nad Tremi ribniki, saj v ločenem sistemu kanalizacije zaledne vode odtekajo v kanal za odpadne vode in tako siromašijo dotok vode v Tri ribnike, kar ima za posledico evtrofikacijo.



Slika 18: Kanaliziran potok



Slika 19: Zadnje jezero v mestnem parku pred vtokom potoka v kanalizacijo

Zbiralnik v Svetozarevski ulici je nastal sredi 19. stoletja in je zidan iz opeke. Takrat so porušili mestno obzidje in zasuli obrambni jarek ob vzhodnem mestnem obzidju. Ta jarek so napajale vode iz Treh ribnikov. Zato je zbiralnik razmeroma velikega profila (jajčasti prerez) od 500/750 mm do 1600/2250 mm, globine od 2 m do 9 m. Od Trga svobode v smeri reke Drave poteka zbiralnik delno pod obstoječimi objekti, na primer objektom Večera.

Ta sistem je doživel rekonstrukcijo med graditvijo novega poslovno-stanovanjskega objekta podjetja MTB, tedaj sta bila v Svetozarevski ulici zgrajena dva nova zbiralnika:

zbiralnik za komunalne vode - DN400 mm;  
zbiralnik DN1400 mm s funkcijo transporta čistih voda zalednih potkov ter razbremenjenih voda iz mešanega sistema kanalizacije z izpustom direktno v Dravo. Obstojeci zbiralnik pod novim stanovanjsko-poslovnim objektom ob Ulici ob jarku in Svetozarevski ulici se je opustil oziroma porušil [8].



Slika 20: Star opečni kanal v Svetozarevski ulici

Pri izločitvi zalednih potkov v mestnem središču se pojavljata dva problema. Za izločitev Potoka iz treh ribnikov ostaja aktualno reševanje od



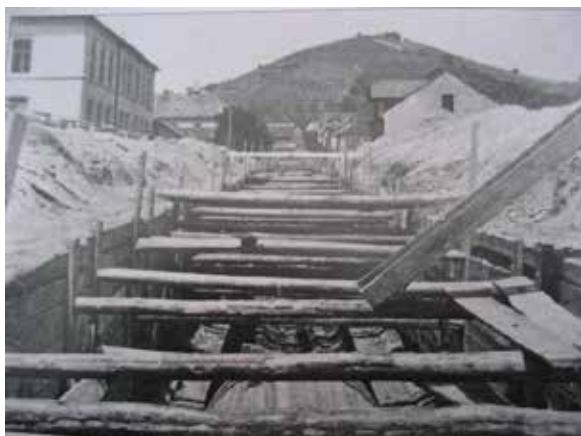
Slika 21: Novi zbiralnik med gradnjo

kanaliziranega iztoka iz spodnjega ribnika (v bližini Maistrove ulice do Ulice ob jarku). Koncept rešitve predvideva izgradnjo vzporednega cevovoda za od-

padne vode, ki bi se priključil na kanalizacijski cevovod za odpadne vode v Svetozarevski ulici (ob prečkanju z Ulico ob jarku). Dolžina novega cevovoda je 560 m, nanj se priključujejo izključno odpadne vode.

Pri tem konceptu bi obstoječi cevovod ob Maistrove do Svetozarevske ulice služil le za odvodnjo zalednih in padavinskih voda.

Sodobni koncepti urejanja površinskih voda, ki tečejo skozi urbana naselja, namesto kanaliziranja v zaprte cevovode predvidevajo vračanje k odprtим koritom, ki so dostopna za ogled in pristop



Sliki 22 -23: Kanaliziranje Počehovskega potoka

Do postavitve jezu v Melju HE Zlatoličje se je odpadna voda tako stare mestne kanalizacija iz levega brega kot novih zbiralnikov na desnem bregu izpuščala direktno neprečiščena v Dravo. Izgradnja HE je zaradi dvignjene gladine zajezene Drave za jezom v Melju zahtevala izgradnjo predvsem levo-obrežnega zbiralnika. Zlasti zanimiv je odsek v Melju, ki sedaj leži pod gladino Drave. Zaradi nizke lege je bil zgrajen dodaten industrijski kanal, ob nasipu elektrarne v isti betonski škatli potekajo levo-obrežni izbiralnik, industrijski kanal in



Slika 24: Notranjost črpališča v Melju

prebivalcem. V letu 2008 je bila izdelana raziskovalna naloga Vrnitev vode mestnemu jedru [9]. Ideja je bila, da se Barbarin potok spelje v odprttem jarku prek mestnega parka do zadnjega ribnika. S tem bi vode Barbarinega potoka speljali v kanalizacijo za padavinske in zaledne vode neposredno v Dravo.

V času med obema svetovnima vojnoma je bil Maribor drugo najbolj razvito industrijsko mesto v tedanji Jugoslaviji. Zlasti Melje so postale center tekstilne industrije, zato so med drugim kanalizirali tudi potok Počehovec [10].



kanalizirani Počehovec. Počehovski potok je vgrajen v temeljnem bloku črpališča Melje, dimenziije na vstopu v objekt 310 cm x 280 cm, na južni strani črpališča se izliva v strugo Drave [11].

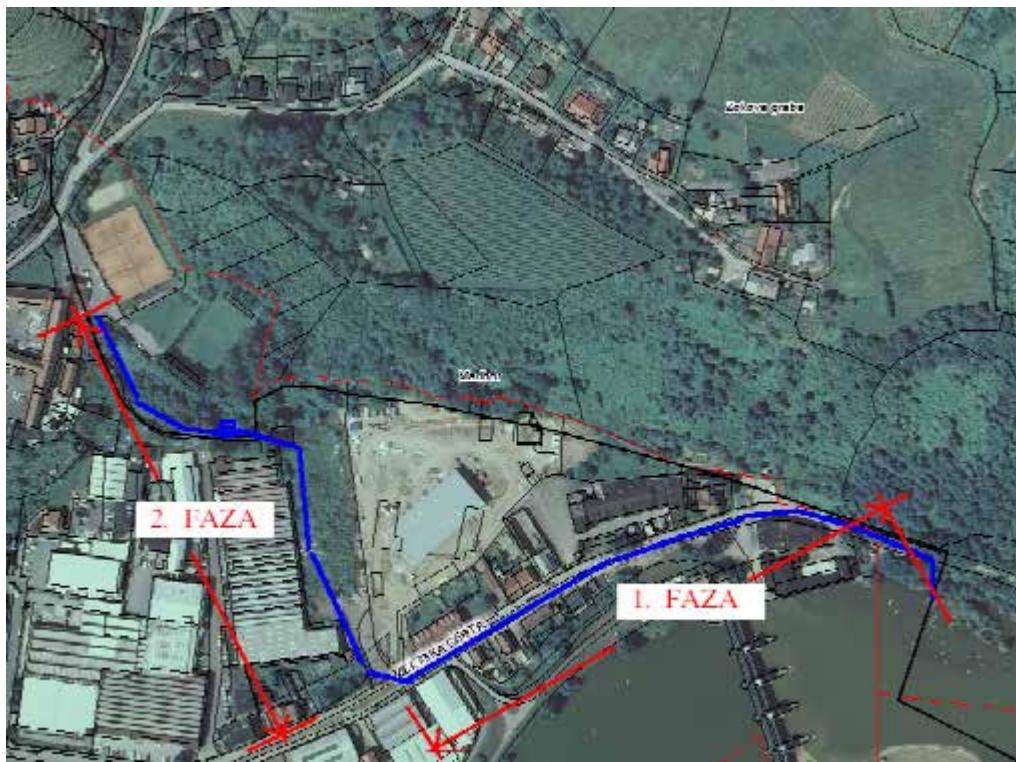
Zgornji del Počehovskega potoka se je kanaliziral v sklopu graditve hitre ceste skozi Maribor. V Melju se iz Meljskega hriba zlivajo meteorne vode hudourniškega značaja (potok iz Zokove grabe), ki jih obstoječa kanalizacija ne more odvajati.



Slika 25: Črpališče Melje - viden iztok Počehovca

jati. Ob večjih nalivih je prihajalo do poplav na dvoriščih nekdanjega MTT-ja, MAVI-ja in stanovanjskih objektov na tem območju, zato je bila

napravljena regulacija iz Zokove grabe (1. faza) v dolžini 651 m ob rekonstrukciji Meljske ceste [12].



Slika 26: Potok iz Zokove grabe

## ZALEDNE VODA DESNEGA BREGA MARIBORA

Med Radizelom in Pekrami pritekajo s pobočja Pohorja številni večji in manjši potoki, ki jih poznamo pod skupnim imenom Severovzhodni pohorski potoki. Njihova posebnost je, da se potem ko zapustijo Pohorje in prekoračijo ozek pas slabo prepustnega vznožja iz lastnih glinasto ilovnatih naplavin, ki sega približno do železniške proge, porazgubijo in poniknejo v prodna tla Dravskega polja. To je veljalo pred večjim poseganjem človeka v prostor. Večji posegi z vplivom na odtočne razmere so se zgodili s poseljevanjem ter graditvijo cest in železnic. Na obravnavanem območju je debelina prodnega zasipa okrog 20 m, povprečna lega podtalnice pa je na globini 10 m [13].

Ko se je mesto Maribor po 2. svetovni vojni širilo pod Pohorje, so bile zgrajene struge umetnih potokov Pekrskega in Radvanskega s ponikanjem voda v tako imenovani »ledvički« ob BDC-ju. Drugi potoki so bili preusmerjeni v Hoški ponikalnik.

Dokončno ureditev severovzhodnih pohorskih potokov je zahtevala gradnja hitre ceste BDC – Slivnica in avtoceste Pesnica – Miklavž – Fram.

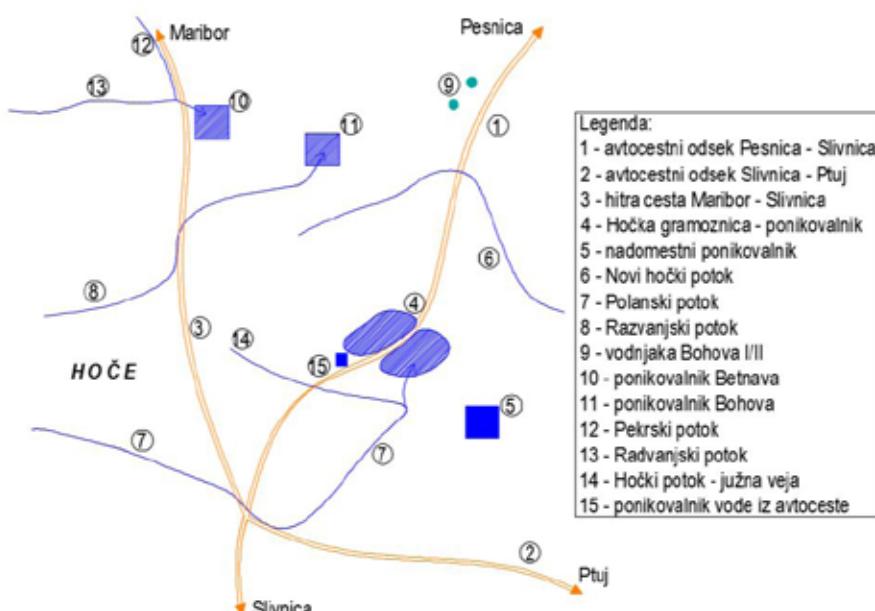
Podtalnica Dravskega polja je predvsem padavinskega izvora, v glavnem jo napajajo padavine celotnega padavinskega območja ter delno tudi otoki z vzhodnega pobočja Pohorja, predvsem potoki od Maribora do Frama. Tu so tri med seboj več ali manj ostro ločene hidrogeološke enote. Vodnjaka v Bohovi sta v prvi hidrogeološki enoti, prav tako kot vodnjaki v Betnavi, Teznom, Štajerski pivovarni in TAM-u. Črpališče Bohova v drugi enoti sestavlja dva vodnjaka [14].

Po izgradnji cest je Hoški ponikalnik (bivša gramoznica - bagersko jezero) izgubil namen zadrževalnika visokih voda severovzhodnih pohorskih potokov. To funkcijo prevzema novi Hoški potok - novi odprt odvodnik z izpustom v energetski kanal SD I pod Miklavžem. Osnovni koncept ohranjanja hidrološke bilance podtalnice Dravskega polja narekuje ohranitev ponikanja severovzhodnih pohorskih potokov v ponikalnikih Betnava (za BDC), Bohova (za Jeklotehno) in ob Bohovskih vodnjakih. Polanski potok ter

južna veja Hočkega potoka sta prej ponikala v obzeleznih jarkih. Novi koncept odvodnje severovzhodnih pohorskih potokov je vseboval gradnjo struge Polanskega potoka ter južne veje Hočkega potoka do novega Hočkega potoka. Za ohranjanje hidrološke bilance podtalnice tega dela Dravskega polja se je uredilo ponikanje nizkih in

srednjih voda v prispevnem območju črpališč v Dobrovcah (ponikanje v Hoškem ponikalniku po predhodnem čiščenju [14, 15]).

Nova korita potokov so dimenzionirana na 100-letne pretoke.



Slika 27: Ureditev severovzhodnih pohorskih potokov južno od Maribora

Za povečanje poplavne varnosti JV dela Maribora je potrebna ureditev severovzhodnih pohorskih potokov – Radvanjskega, Razvanjskega, Mrzlega in Rožnodolskega.

Radvanjski potok izvira na pobočju Pohorja, pri spodnji postaji Mariborske vzpenjače teče mimo parkirišča, prečka Pohorsko cesto in nadaljuje pot mimo hotela Habakuk po travnatih in kmetijskih zemljiščih do naselja Spodnje Radvanje. Tik pred vstopom v naselje se vanj z desne strani izliva Mrzli potok. Nato teče mimo gradu Betnava po kmetijskih površinah do »ledvičke«, kjer ponikajo nizki pretoki, visoke vode pa tečejo vzporedno s

hitro cesto cca 500 m in se izlijejo v Novi Hočki potok.

Radvanjski potok je bil reguliran na petletno protipoplavno varnost, kar je ustrezalo tedanjim razmeram, saj je tekel večinoma po kmetijskih zemljiščih. Danes pa so razmere povsem drugačne. Potok teče skozi strnjeno naselje Spodnje Radvanje in po zemljiščih, ki so bila nekdaj kmetijska, so danes mestni rob-levi breg, tako da izbrana poplavna varnost ni več zadovoljiva. Tudi kakovost vode je občasno problematična (izliv kanalizacije [17]). Prav tako je bil poplavljen novi odsek Lackove ceste [26].



Sliki 28 - 29: Poplave na novozgrajenem odseku Lackove ceste v Mariboru

Mrzli potok je desni pritok Radvanjskega potoka, ki ga domačini imenujejo Mrzli studenec in ima povirje na severnem pobočju Pohorja, nad naseljem Radvanje. V Radvanjski potok se izliva tik nad naseljem. Osnovna struga teče v izgonu, njena prevodnost pa je majhna – enoletne vode. Visoke vode prelivajo osnovno strugo in tečejo po cesti k mlinu v smeri naselja Radvanje. Struga je na tem odseku premajhna in poplavljaja praktično vzdolž celotnega odseka do Radvanjskega potoka. Teren visi proti naselju Radvanje, zato se poplavne vode razlivajo v glavnem na desni breg in odtekajo v smeri padajočega terena, dokler jih dolvodno ne

pobere struga Radvanjskega potoka. Pri tem so poplavljeni številni objekti, v glavnem stanovanjske hiše [17].

Ti projekti, ki so šele v pripravi, so vezani na izgradnjo cest. Radvanjski potok se bo rekonstruiral na 100 - letno poplavno varnost v sklopu južne obvoznice. Tako bo še pred začetkom graditve Direkcija RS za infrastrukturo (DRI) zgradila novo strugo Radvanjskega potoka, ki bo tekla od krožišča Lackove do Poti na okope v Spodnjem Radvanju, drugi potoki pa ob izgradnji Podpohorske ceste [16,17,19].

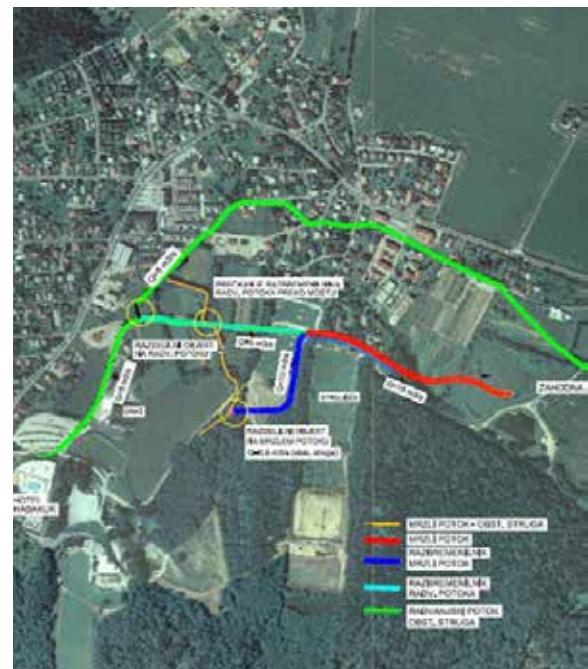


Slika 30: Onesnažen Radvanjski potok (vtok kanalizacije)



Slika 32: Pekrski potok sedaj

V skladu s sodobnimi spoznanji o vlogi voda v mestnem življenju je v pripravi Parkovna ureditev sprehajalne poti ob Pekrskem potoku v Mariboru,



Slika 31: Ureditev potkov od izgradnji Podpohorske ceste

tako da bi Pekrski potok dobil novo vsebino, sesavni del potoka pa bi bilo tudi umetno jezerce [20].



Slika 33: Pekrski potok v prihodnosti

## LASTNE PADAVINSKE VODE

Za srednjeevropska mesta je značilen mešani sistem kanalizacije. Srednjeveška mesta niso imela kanalizacije, po širitvi zunaj obzidij so se mesta širila tudi na vodna telesa površinskih voda potokov in rečic. Uveljavil se je praviloma sistem odvodnje tako odpadne vode kot tudi padavinske vode v isti cevi. Seveda pa graditev objektov in infrastrukture v dolinah potokov povzroči spremembo naravnega hidrograma odtoka padavinske vode v umetnega. Predhodna praksa dimenzioniranja kanalizacije v Mariboru je bilo upoštevanje računskega naliva trajanja 15 minut in pogostnosti enkrat letno. Izgradnja večjih zbiralnikov v smeri

Pohorja po drugi svetovni vojni je bila izvedena na osnovi stare, tako imenovane racionalne metode, brez upoštevanja retensijskih kapacitet omrežja, kar pa je bilo zelo dobrodošlo, ko se je mesto na desnem bregu širilo do Pohorja.

V Mariboru smo v letih 2009 in 2016 zabeležili ekstremne padavine, s povratnimi dobami med 25 in 250 let. Padavine so povzročile preplavitev mariborske kanalizacije na več odsekih: Stražunski kanal pod prečkanjem z energetskim kanalom hidroelektrarne Zlatoličje, območje Tržnice na Taboru ter območje Razvanja [24].



Slika 34: Zožen profil Stražunskega jarka razlog za poplave v letu 2006

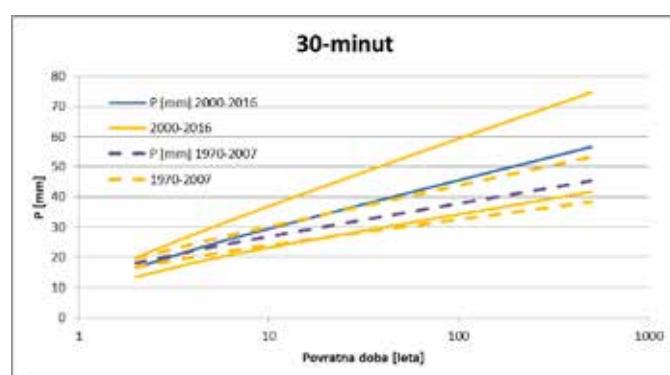


Tabela 1: Primerjave podatkov o nalivih za obdobji 1948-2005 in 2000 – 2016 za postajo Maribor - Tabor

Na FGG Ljubljana (Mikoš, Bezjak) so v letu 2016 izvedli ponovne statistične obdelave padavin glede na podatke za obdobje 2000–2016. Vidna so precejšnja odstopanja od rezultatov za obdobje 1948–2005. Podane so srednje vrednosti ter vrednosti 90-odstotnega intervala zaupanja [22].

V okviru izdelave idejnih projektov za projekt »Odvajanje in čiščenje odpadne vode na območju Maribora – širše prispevno območje ČN Maribor« je Institut za ekološki inženiring Maribor skupaj s podjetjem CEKIBEO iz Beograda izdelal hidravlične izračune mariborske kanalizacije z dinamičnim modelom z uporabo programskega paketa SWMM 5.0. Poudarek izračunov je bila optimalna obremenitev centralne čistilne naprave Maribor. Model je pravilno napovedal, kot je bilo v praksi potrjeno, preplavitev kanalizacije v hali teniškega kluba Branik »Luknja« ter kanalizacije v Tomšičevi ulici [23, 24].

Ker Barbarin potok teče v mestno kanalizacijo na začetku Trubarjeve ceste, smo predlagali izgradnjo suhega zadrževalnika v severozahodnem vogalu mestnega parka. Na levem bregu Maribora je hidravlični izračun potrdil potrebo po izgradnji

zadrževalnika Tabor prostornine ranga 6.000 m<sup>3</sup> [22].

Hidravlični model smo ponovno izračunali zaradi močnih nalivov v letu 2009, preverili prejšnje rešitve ter jih nadgradili z novimi ugotovitvami [23]. Rezultati teh izračunov so bili podlaga za natančnejše izračune za konkretnе posege v kanalizacijo (Strossmayerjeva, Svetozarevska, objekti nove Medicinske fakultete, Stražunski jarek ...).

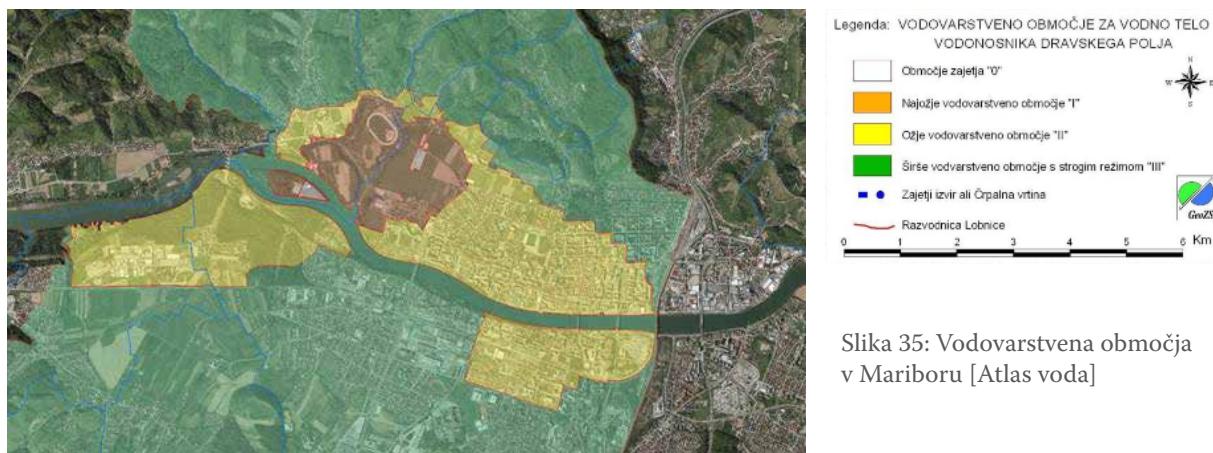
## KAJ LAHKO NAREDIMO ZA IZBOLJŠANJE POPLAVNE VARNOSTI URBANIZIRANIH POVRSIN MARIBORA ZARADI LASTNIH VODA

Konice pretokov v kanalizaciji kot posledice močnih nalivov lahko ublažimo z zadrževalniki. Zadrževalnike lahko lociramo znotraj kanalizacijskega sistema v primeru, ko je že zgrajeno kanalizacijsko omrežje dodatno obremenjeno z novimi zazidavami, ki ob projektiranju prvotnega omrežja niso bili znani. Zadrževalniki so potrebni tudi takrat, ko skromen odvodnik ne prenese sunkovite obremenitve z izpustom padavinske vode v

dežnem času.

Večkrat se ponuja rešitev s preureditvijo mešanega kanalizacijskega sistema v ločenega. Običajno se zgradi dodaten sistem za odpadne vode, obstoječi kanalizacijski cevovodi pa se porabijo za odvod padavinske vode. Vendar je hidravlična razbremenitev zaradi izločitve odpadnih voda minimalna in za zagotavljanje poplavne varnosti je potrebna mnogokrat tudi rekonstrukcija teh obstoječih ce-

vovodov (povečanje profilov, zadrževalniki) [26]. Na obstoječih mešanih kanalizacijskih sistemih brez možnosti razbremenjevanja padavinskih vod v površinske odvodnike bi lahko zmanjšali preplavitve sistemov z razbremenjevanjem prek ponikalnikov. Tu pa nastopi težava, ker ležijo mesta znotraj meja vodovarstvenih pasov (slika 35), kjer je ponikanje odpadnih voda prepovedano.



Slika 35: Vodovarstvena območja v Mariboru [Atlas voda]

Vidimo, da je večji del Maribora na levem bregu Drave v ožjem vodovarstvenem območju II. Morali bi najti zakonsko rešitev za ponikanje močno razredčenih odpadnih voda ob nalivih majhne verjetnosti (na primer od 10-letnih voda navzgor). Prelite vode v teh razbremenilnikih bi lahko pred ponikanjem dodatno čistili s filteri.

Padavinska voda vstopa v kanalizacijski sistem prek požiralnikov, ki so običajno ozko grlo zaradi slabega vzdrževanja čiščenja ali pa zaradi neustrezne lokacije. Ob visokih vodah Barbarinega potoka pritečejo te vode do Koroške ulice ob tržnici, kjer pa so požiralniki neustrezno nameščeni oziroma jih je premalo.

Mesto Maribor mora zastaviti posodobljen koncept zagotovitve protipoplavne varnosti pred lastnimi padavinskimi vodami. Nove podlage so: novi pristopi gospodarjenja s padavinsko vodo v mestih, novi podatki o padavinah, podatki o poplavljenih območjih.

Sodobni matematični hidravlični modeli ogočajo izdelavo več variantnih rešitev, ki se jih optimizira z večkriterijsko analizo za določitev optimalne variante. Tak projekt je možno izvesti najhitreje v desetletnem obdobju (prej daljšem). Prvi ključni korak je, da se sprijaznimo s problemom in sprejmemo odločitev, da bomo problem rešili.



Slike 36 – 37: Požiralniki na Koroški cesti ob tržnici

## LITERATURA

- [1] Kompare B.: Posledice in preprečevanje poplav zaradi lastnih padavinskih in zalednih vod, Ujma 1995
- [2] <https://sl.wikipedia.org/wiki/Drava>
- [3] [https://sl.wikipedia.org/wiki/Mariborski\\_otok](https://sl.wikipedia.org/wiki/Mariborski_otok)
- [4] Ocena ogroženosti Vzhodno Štajerske regije zaradi poplav, RS, Ministrstvo za obrambo, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, Urad za operativno; Izpostava Maribor, 23. 08. 2018
- [5] Krajnc U.: Sanitarna hidrotehnika v funkciji zaščite urbaniziranih območij, ogroženih zaradi poplav, Mišičev vodarski dan 2009
- [6] Krajnc U.: Protipoplavna varnost levega brega Maribora, Ekolist, dec. 2009 št 6
- [7] Rekonstrukcija Trubarjeve ceste, DIIP, ZIM Maribor, maj 2011.
- [8] Zbiralnik Svetozarevska, Idejna zasnova. Št proj. 6K-07292.01, januar 2008, Institut za ekološki inženiring
- [9] Vrnitev vode mestnemu jedru, Mladi za napred Maribora, 2008.
- [10] Krajnc U.: Ključni koraki pri razvoju mariborske kanalizacije, Preteklost za prihodnost 1948 – 2008; Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov 1948- 2008
- [11] Krajnc U.: Izgradnja mariborske kanalizacije po 2. svetovni vojni, Preteklost za prihodnost 1948 – 2008; Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov 1948- 2013
- [12] Ureditev potoka iz »Zokove grabe« z razbremenilnikom, DIIP, IMO BIRO d.o.o., Maribor, november 2003
- [13] Avšič F., Bukovnik S., Krajnc U., Blažeka Ž.: Uskladitev vodnogospodarskih in avtocestnih rešitev Hočkega vozlišča, Mišičev vodarski dan 1995
- [14] Izdelava tehničnih predlogov in idejnega projekta ureditvenih vodnogospodarskih del ob izgradnji AC PESNICA - MIKLAVŽ – FRAM točka c) varovanje ali nadomeščanje Bohovskih vodnjakov, točka d) preureditev Hoškega ponikalnika
- [15] Krajnc U., Stergar b.: Usklajivanje vodopričudnih i autoputnih rješenja Hočkog vodnog čvora, Put i životna sredina“ 28 - 29. september 2017. Vršac Zbornik radova, Beograd: Srpsko društvo za puteve Via Vita.
- [16] OPVP Sp. Duplek, OPVP Ptuj, OPVP Mejne Drave z Mežo Analiza stanja,

Št. elaborata: MEA-12-2014, Mea Inženiring, Maribor, december 2014

novelacija januar 2016

- [17] Vloga za odločitev o podpori zagotovitev poplavne varnosti porečja Drave – Ptujska Drava, tehnični povzetek, št. proj. 17222.01.01, 14.09.2018, Institut za ekološki inženiring Maribor
- [18] <https://maribor24.si/lokalno/foto-ta-zelena-brozga-je-radvanjski-potok-kako-dolgo-se>
- [19] Podpohorska cesta Vodnogospodarske ureditve Mrzli potok, Razbremenilnik Radvanjskega potoka, Radvanjski potok in Razbremenilnik Mrzlega potoka, PGD, št.: 379, Vodnogospodarski biro Maribor
- [20] Parkovna ureditev sprehajalne poti ob Pekrskem potoku v Mariboru, DIIP, št. proj. 32/2016, november 2016 ENERGO-MAKS d.o.o. Pristava, Slovenske Konjice
- [21] Krajnc U.: Podnebne spremembe in poplavna ogroženost urbanih območij z lastnimi padavinskimi vodami, Gradbeni vestnik, letnik 68, maj 2019
- [22] Mikoš M., Bezjak N., Izvrednoteni podatki o ekstremnih padavinah za Maribor, FGG Oddelek za okoljsko inženirstvo (hidrotehnika), 2016.
- [23] Mešan sistem kanalizacije mesta Maribor, predstavitev matematičnega modela, Institut za ekološki inženiring Maribor, CEKIBEO Beograd, 2008
- [24] Hidravlični izračun kanalizacije mesta Maribor za konkretne primere ekstremnih padavin junij – avgust 2008 in maj 2009, Institut za ekološki inženiring Maribor, 2009.
- [25] Krajnc, U.: Poplavna ogroženost urbanih območij s padavinskimi vodami - konceptualni izziv izvedbe potrebnih ukrepov, Mišičev vodarski dan 2019
- [26] Krajnc U.: Problemi iz prakse pri zasnovi in projektiranju poplavne varnosti in odvodnje cest, Zbornik. Strokovni posvet Ceste in poplave, Maribor, 10. 10. 2013\_. Maribor, Fakulteta za gradbeništvo

# FRISCO - S ČEZMEJNIM SODELOVANJEM DO ZMANJŠANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI

Irena Mraz, Direkcija za vode Republike Slovenije, Hajdrihova 28c, 1000 Ljubljana

Že vse od leta 2003 je čezmejno sodelovanje med Slovenijo in Hrvaško podprtlo z več različnimi instrumenti EU, ki prinašajo rešitve skupnih izzivov in rast na obmejnih območjih ter krepitev procesov sodelovanja za splošni skladni razvoj EU. Upravne in izvedbene ureditve, kot npr. skupni razpis za zbiranje predlogov, skupni projekti in načelo vodilnega partnerja, so postopoma izboljšale pogoje sodelovanja in prispevale k odpravi nekatereh pomembnih ovir. Z vstopom Hrvaške v EU 1. julija 2013 pa so se odprle dodatne priložnosti za sodelovanje med državama, eno teh bomo opisali v nadaljevanju.

## USKLAJEN RAZVOJ EU KOT CELOTE

Skupni cilj evropskega teritorialnega sodelovanja (ETS) je spodbuditi usklajen gospodarski, socialni in teritorialni razvoj Unije kot celote. Konceptualna usmeritev programa sodelovanja Interreg SI-HR zato sledi ambicijam strategije Evropa 2020 – „pametna, trajnostna in vključujoča rast“ in i v ospredje postavlja splošno usmeritev v trajnostni razvoj. Glavni poudarek je na izkoriščanju naravnih in kulturnih vrednot območja za ustvarjanje inovativnih, pametnih in učinkovitih rešitev, ki prispevajo k ohranjanju in izboljšanju kakovosti okolja in njegove raznolike identitete na eni ter aktiviranju družbeno-gospodarskih potencialov na drugi strani.

Program sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška je glavni dokument, ki je nekakšen okvir za čezmejno sodelovanje Slovenije in Hrvaške v finančni perspektivi 2014–2020. Vizija poudarja splošno usmeritev v trajnostni razvoj, ki se uresničuje prek štirih prednostnih osi in petih specifičnih ciljev: celostno obvladovanje poplavne ogroženososti v čezmejnih porečjih; ohranjanje in trajnostna raba naravnih in kulturnih virov; zdrava, varna in dostopna obmejna območja; tehnična pomoč. Programske območje pokriva 31.728 km<sup>2</sup> z okoli 3.285.000 prebivalci, program pa je sofinanciran iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ESRR) v okviru cilja ETS, ki podpira čezmejno sodelovanje med Slovenijo in Hrvaško v obdobju 2014–2020.

V prispevku se bomo osredotočili na predstavitev prve prednostne osi, to je celostnega obvladovanja poplavne ogroženososti v čezmejnih porečjih. Ta vključuje *nestruktурne* ukrepe zmanjševanja poplavne ogroženososti na porečju Dragonje, Kolpe, Sotle, Drave, Mure in Bregane ter *struktурne* ukrepe zmanjševanja poplavne ogroženososti na porečju Kolpe, Sotle, Drave in Mure. Ukrepi zmanjševanja poplavne ogroženososti so usklajeni in dvostransko dogovorjeni, prvi odobreni strateški projekt v okviru čezmejnega programa sodelovanja SI-HR pa je projekt FRISCO 1 (Cross-Border Harmonized Slovenian-Croatian Flood Risk Reduction 1 – Non Structural Measures), ki spada v skupino nestrukturnih ukrepov.

V okviru Programa sodelovanja Interreg V-A Slovenija-Hrvaška so bili v okviru 1. prednostne osi poleg projekta FRISCO 1 odobreni še trije gradbeni projekti, in sicer FRISCO 2.1, FRISCO 2.2. in FRISCO 2.3. Projekt FRISCO 1 je bil izhodišče za pripravo izvedbenih projektov, ki se izvajajo v drugem koraku oziroma nadaljevanju projekta.

Izvedbeni projekti v drugem koraku projekta FRISCO so poimenovani FRISCO 2.1, ki je projekt, katerega cilj je bila izvedba modernizacije in nadgradnje pregrade Vonarje na reki Sotli, FRISCO 2.2., ki zajema izvedbo dveh gradbenih ukrepov na reki Muri, in FRISCO 2.3., ki zajema izvedbo štirih gradbenih ukrepov na reki Dravi in Kolpi.

Vrednost vseh štirih projektov FRISCO znaša dobrej 11,5 milijona €, od česar prispeva 85 % Evropski sklad za regionalni razvoj, 15% pa projektni partnerji. Več o tem v nadaljevanju, kjer bomo podrobnejše predstavili posamezne FRISCO-projekte.

## FRISCO 1

Projekt s kratico FRISCO1 (Flood Risk Slovenia - Croatia Operations 1) je bil odobren 11. aprila 2016, zaključen pa 10.8.2019. Uradni naslov projekta, težkega 4.070.950 milijona evrov (85% ESRR, 15% projektni partnerji) je Čezmejno usklajeno

SI-HR zmanjševanje poplavne ogroženosti 1 - negradbeni ukrepi. Je strateški projekt, katerega cilj je zmanjšati poplavno ogroženost na porečjih Dragonje, Kolpe, Sotle, Bregane in delih porečij Drave ter Mure in se uresničuje v okviru Programa sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška. Pri projektu je sodelovalo osem partnerjev iz Republike Slovenije in Republike Hrvaške: Hrvatske vode (HV) kot vodilni partner; Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije (MOP); Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO); Direkcija Republike Slovenije za vode (DRSV); Državna uprava za zaščito i spašavanje (DUZS); Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ); Inštitut za hidravlične raziskave (IHR); Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR).

Projekt FRISCO1 je imel dva ključna cilja: izboljšati usklajeno obvladovanje poplav in zmanjšanje poplavne ogroženosti z izvedbo negradbenih ukrepov ter pripravo dokumentacije za optimalno izvedbo gradbenih ukrepov. Cilje projekta je bilo mogoče doseči le s čezmejnim sodelovanjem, saj je v skladu s poplavno direktivo poplavno varnost in optimalne ukrepe mogoče doseči le z obravnavo celotnega porečja.

Projekt se je uvrščal med izvirne tako v prostorskem smislu, ker pokriva čezmejna porečja, kot po obsegu ukrepov, ki vključujejo vse ključne negradbene ukrepe: pripravljenost, preprečevanje in odzivanje. Namenjen je bil različnim ciljnim skupinam, končni koristnik ukrepov pa je lokalno prebivalstvo.

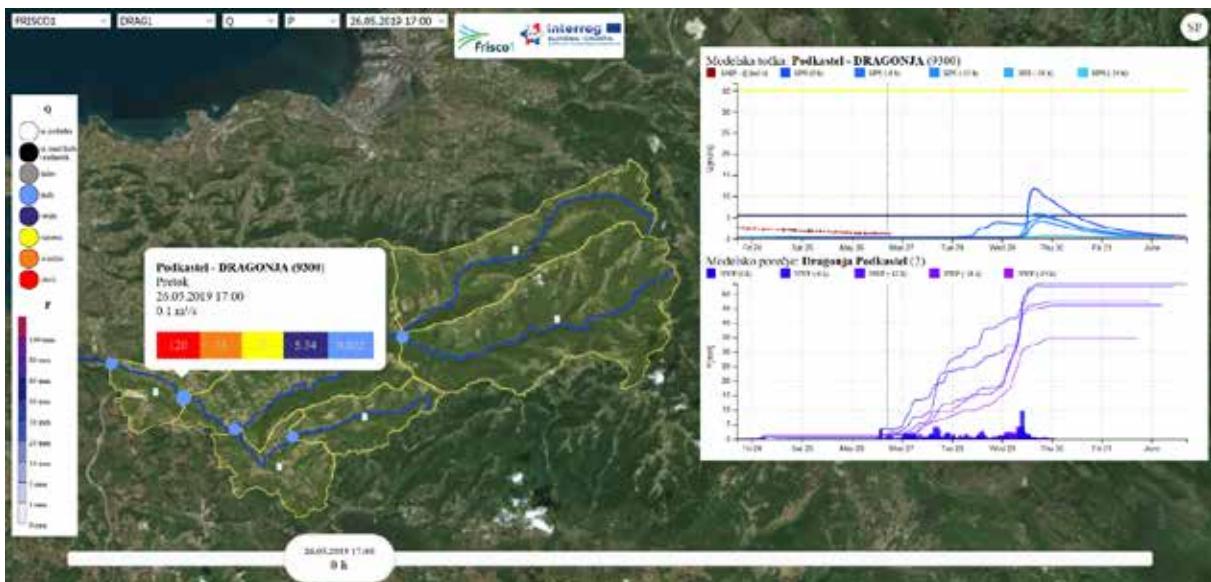
Pomemben del aktivnosti projekta FRISCO1 je bil priprava dokumentacije za izvedbo čezmejno usklajenih gradbenih ukrepov na skupnih porečjih Kolpe, Sotle, Drave in Mure. Študije čezmejno usklajenega zmanjševanja poplavne ogroženosti za območje šestih porečij so pripravljali strokovnjaki, vključevali pa so analizo obstoječega stanja, analizo ciljev za obvladovanje poplavne ogroženosti, analizo alternativnih možnosti in izbiro optimalnih dolgoročnih ukrepov za obvladovanje poplavne ogroženosti na obravnavanem čezmejnem območju. Študija je vključevala tudi opredelitev ključnih naravnih območij za zadrževanje vode, analizo morebitnih ukrepov zelene infrastrukture in analizo izvedljivosti gradbenih ukrepov, ki so jih projektni partnerji na podlagi obstoječih podatkov določili kot primerne za vključitev v poznejše gradbene ukrepe.

Rezultati projekta FRISCO1 so izboljšane baze podatkov za obvladovanje poplavne ogroženosti, čezmejno usklajene študije celostnega obvladovanja poplavne ogroženosti, izboljšani hidrološko hidravlični modeli in modeli napovedovanja poplav, izboljšane in čezmejno usklajene karte poplavne nevarnosti in ogroženosti, priprava projektne in druge dokumentacije, nadgradnja prognostičnega in opozorilnega alarmnega sistema, ozaveščanje javnosti pred poplavno ogroženostjo in institucionalna krepitev sistema obvladovanja poplavne ogroženosti na porečjih Dragonje, Kolpe, Sotle, Bregane in delih porečij Drave ter Mure. Pri tem velja poudariti, da so aktivnosti in rezultati meddržavno povezani.

## ZNAČILNOSTI OBRAVNAVANIH POREČIJ

### POREČJE DRAGONJE

Dolina Dragonje je poplavno ogrožena, obenem pa je pomembna naravna vrednota, zato je izvedba kakršnihkoli regulacij struge in kanaliziranje vod v primarno korito nesprejemljiva z naravovarstvenega vidika in v neskladju z vodnimi direktivami, ki skušajo ohranjati naravna razlivna območja in v čim večji možni meri zadrževati vodo v povodju. Tudi izvedba nasipov vzdolž struge bi pomenila grob poseg v okolje, saj bi s postavitvijo nasipov naravno okolje degradirali na praktično celotnem odseku med naseljem Dragonja in izlivom Pinjanca. Skozi proces izdelave študije se je tako kot edina možnost reševanja problematike izkazala izvedba zadrževalnikov, a je bilo ugotovljeno, da so vse potencialne lokacije zadrževalnikov na vsaj treh naravovarstvenih območjih (Natura 2000, naravna vrednota Dragonja, Ekološko pomembna območja: porečje Dragonje), zaradi česar je izgradnja zadrževalnikov v dolini Dragonje precej omejena oziroma skoraj nemogoča. Prav zato je bila v študiji pozornost usmerjena na zasnovno in opravljanje rednih oz. intenzivnejših vzdrževalnih del, s katerimi je mogoče zmanjšati pogostost in v manjšem obsegu tudi jakost poplav na ogroženih območjih znotraj območja obravnave. Obrežno rastje je sicer naravni pojav in eden ključnih elementov naravnih značilnosti vodotoka, definiranega kot naravna vrednota, a za to območje najbolj sprejemljiva rešitev.

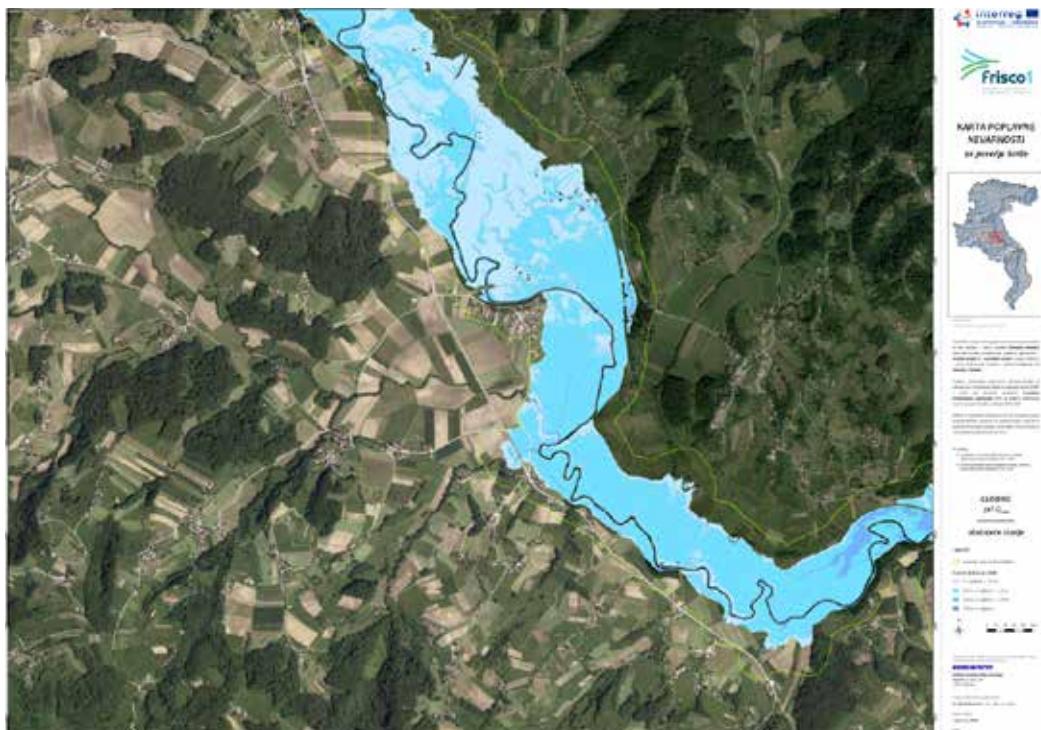


Spletna aplikacija za prikaz rezultatov SM2 na Dragonji.

## POREČJE SOTLE

Sotla je mejna reka med Slovenijo in Hrvaško, v svojem povirnem delu ima strm in hudourniški tok, nato pa se njen padec precej hitro zmanjša in preide v meandrirajoč ravninski tok. Sotla večinoma poteka po območju Nature 2000, struga Sotle pa je tudi naravna vrednota. Ocenjeno je bilo, da bi vsak večji poseg v strugo v smislu povečanja prevodnosti oz. spremembe morfologije imel

uničujoč vpliv na naravno vrednoto, zato takšni posegi niso bili obravnavani. Najpomembnejši vodnogospodarski objekt na Sotli je pregrada Vonarje, ki je bila zgrajena kot večnamenski mokri zadrževalnik, vendar je bila leta 1988 zaradi slabe kakovosti vode izpraznjena in danes opravlja funkcijo suhega zadrževalnika. Sanacija in modernizacija pregradnega objekta je bila uspešno zaključena v letu 2019.

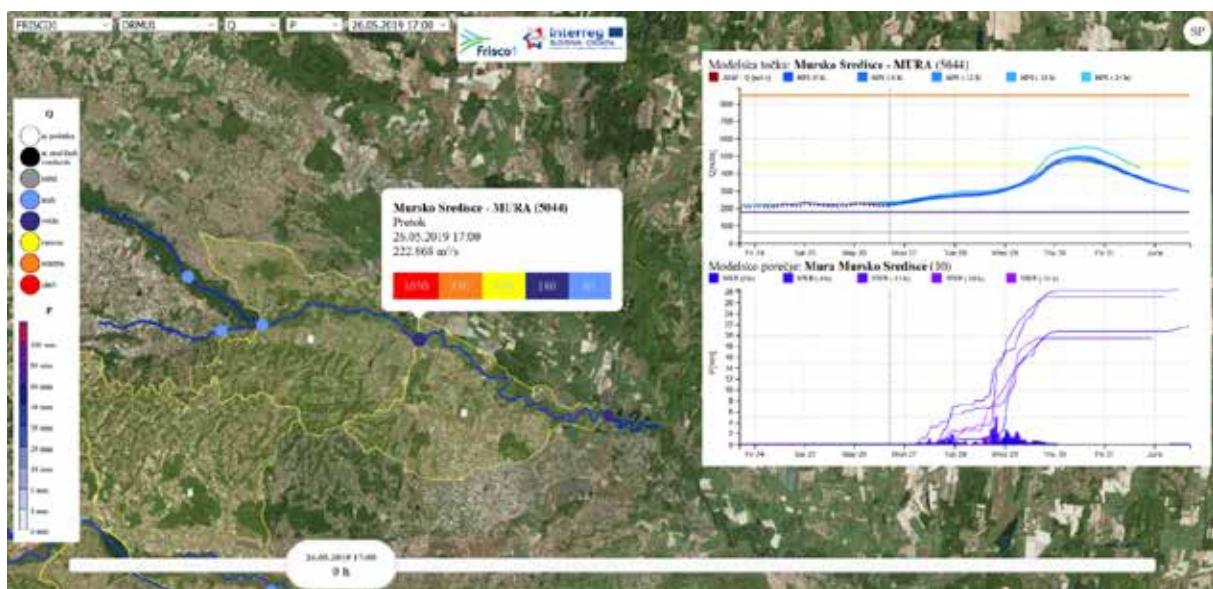


Primer karte poplavne nevarnosti za porečje Sotle s prikazom globin ( $Q_{100}$ , Sotla od Prelaska do Dekmance)

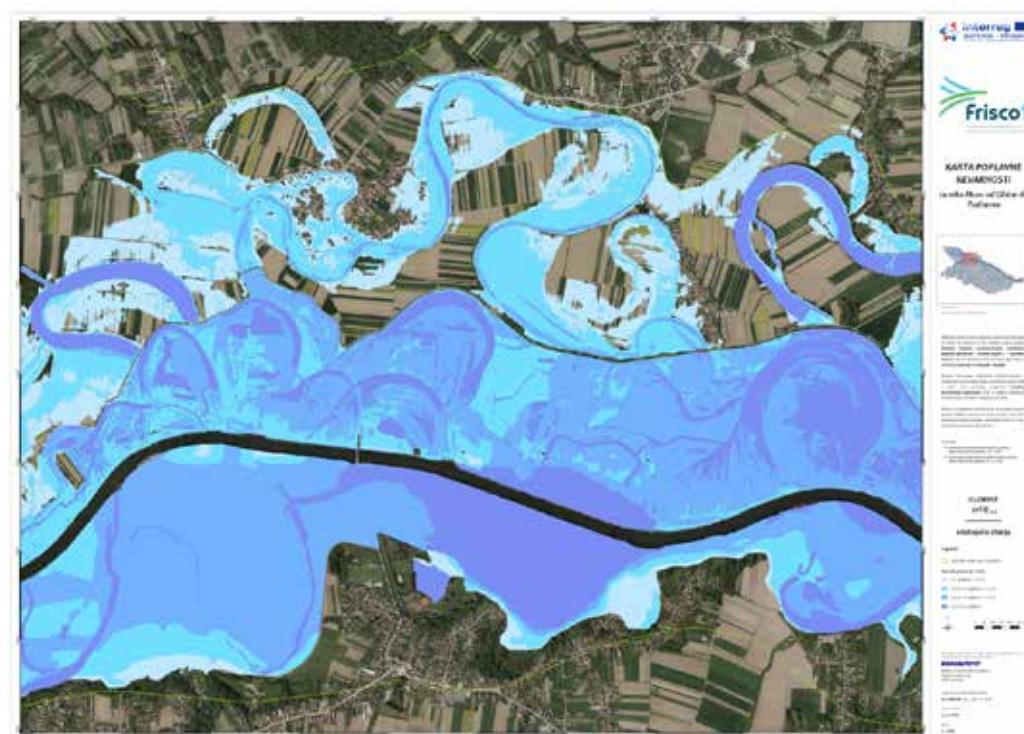
## POREČJE MURE

Reka Mura izvira v Avstriji in na svojih približno 500 km teče skozi Avstrijo, Slovenijo, Madžarsko in Hrvaško ter se na Hrvaškem izliva v Dravo. V svojem gornjem toku je Mura izrazita gorska reka, medtem ko je na obravnavanem odseku med Slovenijo in Hrvaško tipična nižinska reka s številnimi meandri in mrtvimi rokavi. Mura ima izrazit snežno-dežni režim. Zaradi taljenja snega v visokogorju ima največ vode meseca maja, naj-

manj pa januarja, ko večina padavin pada v obliki snega. Niz akumulacij na avstrijskem delu ne more zadržati poplavne vode, saj so elektrarne pretočne in imajo majhne zadrževalnike, zato sta v slovenskem delu Mure na obeh straneh skoraj sklenjena protipoplavna nasipa, ki zadržujejo večino poplav na območju logov in bližnjih mokrotnih travnikov. Gradbena dela na Muri še potekajo.



Spletna aplikacija za prikaz rezultatov SM2 na Muri



Primer karte poplavne nevarnosti za porečje Mure s prikazom globin ( $Q_{100}$ , Mura – Sv. Martin na Muri)

## POREČJE KOLPE

Reka Kolpa je največji pritok reke Save na Hrvaškem. Z delom svojega zgornjega toka je mejna reka med Slovenijo in Hrvaško. Kolpa izvira na severovzhodnem pobočju Risnjaka kot kraški izvir. Porečje leži v severozahodnem delu Dinarskega gorstva, nižinski del pa na robu Panonskega bazena. Okoli 27 % površine porečja je kraškega, kar znatno vpliva na vodni režim. V mejnem delu ima reka Kolpa značilnosti tipa soteske, vodni režim pa je hudourniški. Značilnosti vodnega režima so pojavlji visokih voda v obdobju jesen-zima-pomlad, intenzivno povečanje vodnih valov, vendar tudi hitro upadanje, v poletnem obdobju pa se beležijo minimalni pretoki. Gradbena dela na Kolpi še potekajo.

## POREČJE DRAVE

Drava s svojim tokom povezuje alpsko in panonsko območje. Reka Drava ima dežno-ledeniški vodni režim, za katerega je značilna majhna vodnatost pozimi in velika vodnatost v drugi polovici pomladi ter na začetku poletja. Specifičnost vodnega območja v trenutnem in bodočem stanju ter gospodarski kriteriji kot osnovno načelo so bili odločujoči pri določanju optimalnih tehničnih rešitev ureditve vodotoka in varstva pred poplavami. Ker je Drava v večjem delu tudi državna meja, načrtovanje dela na odsekih skupnega interesa s sosednjimi državami poteka na temelju meddržavno usklajenih študij.

Na podlagi opazovanja oz. spremmljanja stanja je bilo v preteklih letih ugotovljeno, da je struga Drave pri pretoku cca  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  povsem polna in prihaja do razlivanj po logih in travnikih ter pomožnih objektih v priobalnem pasu. Pri večjih pretokih se obseg razlivanja naglo povečuje. Gradbena dela na Dravi še potekajo.

## POREČJE BREGANE

Bregana je v svojem srednjem delu do izliva v Savo vodotok med Hrvaško in Slovenijo. Glavni pritoki reke Bregane na Hrvaškem so Tisovačka Bregana, Rakovac, Dobri potok, Jarak, Velika Draga, Škrbotnik in Breganica, v Sloveniji pa so to nekateri manjši potoki, Sevškov jarek in Kamenjak. Hidrografsko pripada porečje Bregane porečju reke Save in je večinoma pokrito z gozdom, značilna pa so tudi strma pobočja, le manjši del porečja pa predstavljajo naselja in kmetijska zemljišča. Višokovodni dogodki kažejo na izrazit hudourniški značaj Bregane, prestopanje bregov Bregane pa se kaže v popavljanju domačij, ogrožanju utrjenih

brežin in odnašanju materiala. Z vidika ohranjanja narave je reka Bregana na hrvaški strani zaščitenega in pomembna za ohranjenost več vrst rib, kar tudi pomembno vpliva na procese samega upravljanja z vodotokom.

## POVZETEK REZULTATOV PROJEKTA FRISCO 1

Osnovni namen ukrepov načrtovanih v projektu FRISCO1 je zaščita človeških življenj, premoženja in zmanjšanje škod v primeru poplav. Poleg izboljšanja poplavne varnosti na teh čezmejnih porečjih projekt prispeva k izboljšanju razmer za trajnosti turistični razvoj ter ohranitev bogate biotske pestrosti obmejnega prostora, med drugim pa projekt prispeva tudi k ciljem EU Podonavske regije.

S projektom so bili doseženi zastavljeni cilji za bolj učinkovito obvladovanje poplavne ogroženosti, ki za omenjena čezmejna porečja vključujejo: izboljšane baze podatkov za obvladovanje poplavne ogroženosti, izboljšane hidravlične modele in modele napovedovanja poplav, čezmejno usklajene karte poplavne nevarnosti in poplavne ogroženosti, izdelane študije izvedljivosti, podlage in tehnično dokumentacijo za izvedbo gradbenih ukrepov, ki se bodo uresničevali skozi projekte FRISCO2.1 (Sotla), FRISCO2.2 (Mura) in FRISCO2.3 (Drava in Kolpa), namestitev 26 novih siren (17 na slovenski strani, 9 na hrvaški strani) v sklopu izboljšanja sistema zgodnjega opozarjanja in alarmiranja ter dvig ozaveščenosti javnosti o poplavni ogroženosti in samozaščitnih ukrepih.

V sklopu projekta so bile za obravnavana porečja identificirane posamezne optimalne alternativne variante za uporabo dolgoročnih ukrepov obvladovanja poplavne ogroženosti. Pri analizi alternativnih rešitev in ukrepov je bil poseben poudarek namenjen uresničevanju ukrepov zelene infrastrukture.

## FRISCO 2 – Gradbeni ukrepi

V okviru Programa sodelovanja Interreg V-A Slovenija-Hrvaška so bili odobreni še trije strateški t.i. gradbeni projekti, od katerih je prvi že uspešno zaključen.

FRISCO 2.1 – modernizacija in nadgradnja pregrade Vonarje na reki Sotli

FRISCO 2.1 je projekt, katerega cilj je bil izvedba modernizacije in nadgradnje pregrade Vonarje na reki Sotli za zmanjšanje poplavne nevarnosti na

območju reke Sotle na obeh straneh meje. DRSV je vodilni partner, ki skrbi za vodenje in izvedbo projekta, projektni partner iz Republike Hrvaške so HV, projekt se je začel uresničevati 1. decembra 2017, zaključil pa 31. maja 2019.

Končni cilj je bila obnova konstrukcijskih elementov pregrade (betonske in kovinske konstrukcije), zamenjava hidromehanske opreme, zamenjava in dograditev električnih inštalacij in električne opreme, dograditev sistema za daljinsko upravljanje in nadzor pregrade ter dograditev objektov in naprav za celostno opazovanje pregrade. S predvidenimi deli sta bila vzpostavljena večja varnost in učinkovitost obratovanja ter učinkovito celostno opazovanje (vključno s seizmičnim opazovanjem) v skladu z veljavno zakonodajo.

#### FRISCO 2.2 - gradbena ukrepa na reki Muri

Projekt FRISCO 2.2 zajema izvedbo dveh gradbenih ukrepov na reki Muri, in sicer izvedbo nasipa med Ledavo in visokovodnim nasipom na Muri pri Benici v Republiki Sloveniji ter rekonstrukcijo nasipa Sv. Martin na Muri v Republiki Hrvaški. DRSV je pri projektu vodilni partner, ki skrbi za vodenje in izvedbo celotnega projekta, HV iz Republike Hrvaške pa so projektni partner.

Načrtovano trajanje projekta je bilo 24 mesecev, in sicer od 1. septembra 2018 do 31. avgusta 2020, a je bil rok podaljšan.

#### FRISCO 2.3 - gradbeni ukrepi na reki Dravi in Kolpi

Projekt FRISCO 2.3 zajema izvedbo štirih gradbenih ukrepov na reki Dravi in Kolpi. Na Dravi bosta opravljena dva ukrepa, in sicer izvedba rokava reke Drave na desnem bregu pri Mali vasi na območju Republike Slovenije in izvedba nasipa za obrambo pred visokimi vodami Otok Virje-Brezje na območju Republike Hrvaške. Tudi na Kolpi bosta opravljena dva ukrepa, in sicer izvedba zaščitnega zidu na levi brežini reke Kolpe v vasi Kuželj na območju Republike Slovenije in izvedba zaščitnega zidu na desni brežini reke Kolpe na območju naselja Hrvatsko na Hrvaškem. Vodilni partner, ki skrbi za vodenje in izvedbo projekta, so Hrvatske vode, projektni pa Direkcija Republike Slovenije za vode.

Projekt se je pričel uresničevati 1. aprila 2019, zaključil pa se bo 31. septembra 2021.

## ZAKLJUČEK

Projekt dobrega čezmejnega sodelovanja, imenovan FRISCO 1, ki so ga partnerji Republike Slovenije in Hrvaške izvajali z roko v roki, je prinesel strateške podlage za gradbene ukrepe protipoplavne zaščite prebivalcev z obeh strani meje (FRISCO 2). Ti se še izvajajo, zaključeni bodo predvidoma ob koncu leta 2021, ko bomo lahko ocenili uspešnost celotnega projekta Čezmejno usklajeno SI-HR zmanjševanje poplavne ogroženosti - FRISCO.

Primer odličnega sodelovanja si že lahko ogledate na Sotli, kjer pregrada Vonarje deluje v polnem zamahu, posodobitve in sanacija pa obetajo več miru tamkajšnjim prebivalcem. Na Muri, Dravi in Kolpi dela še potekajo, a za zdaj pandemiji navkljub kaže, da bo časovnica projekta prestala tudi to preizkušnjo. Dragonja in Bregana pa sta s svojimi specifičnostmi prinesli kopico dragocenih spoznanj, predvsem o tem, da voda potrebuje prostor in to svojo potrebo bolje in hitreje rešuje kot človek, ki je navadno tisti, ki se mora prilagajati naravi in spremembam v njej. Z ukrepi pravočasnega opozarjanja, rednega urejanja in ozaveščanja oziroma z institucionalno krepitevijo sistema obvladovanja poplavne ogroženosti na porečjih bo prilaganje učinkovitejše, škoda po visokih vodah pa manjša.

O projektu si lahko več preberete na:

<https://frisco21-project.eu/sl/>

ali na:

<https://www.gov.si/drzavni-organi/organi-v-sestav/direkcija-za-vode/projekti/>

# OBNOVLJENI PREČNI OBJEKTI NA REKI SAVINJI

Uroš Vogrinc, Provog d.o.o., Pernovo 4b, 3310 Žalec

V sklopu domače ekskurzije DVS 2019 smo si ogledali več hidrotehničnih objektov in ureditev na Savinji nad Celjem. V članku je podana predstavitev treh izmed videnih objektov. Gre za največje prečne objekte na reki Savinji, in sicer drčo v Šeščah, Podvinski jez in Grušoveljski jez. Navedeni objekti so bili v obdobju 2017–2019 temeljito obnovljeni s strani Direkcije RS za vode in koncesionarja za urejanje voda.

V nadaljevanju je podana predstavitev opravljenih obnov z opisom problematike, projektno rešitvijo in zanimivostmi izvedbe del.

## Drča na Savinji v Šeščah

Na Savinji so v Spodnji Savinjski dolini med letoma 1976 in 1989 zgradili tri makrohrapave drče, drčo Šešče kot zadnjo v letu 1989. V času vodne ujme novembra 1990 so bile vse tri kamnite hrupave drče poškodovane in v naslednjih letih sanirane. V vodnih ujmah v letih 2007, 2012 in 2014 so bile zabeležene nove poškodbe, predvsem po poplavi leta 2012 so se na predmetni drči v Šeščah pokazale močne poškodbe v telesu drče na sredini in levem boku, tam je telo drče povsem odneslo, uvodni prag, zgrajen s kamnom v betonu, pa se je spremenil v jez s stopnjo več kot 1,00 m. Močno so bila poškodovana še zavarovanja pod drčo. Opisane poškodbe so resno ogrožale stabilnost drče, zaradi česar je nevarnost porušitve postajala znatna. Poškodbe so lepo razvidne na fotografijah:



Slika 1: Pogled na poškodovano drčo iz levega brega



Slika 2: Pogled na odneseno telo drče iz uvodnega pragu

Ker je osnovni namen drče v Šeščah stabilizacija dna struge (preprečitev poglabljanja struge in zaščita obstoječih zavarovanj) ter dvig gladine podtalnice na vodovarstvenem območju, bi porušitev imela zelo obsežne negativne posledice na celotno območje in ljudi, ki živijo na tem območju. Zato se je v letu 2018 pristopilo k celostni sanaciji drče s kompletno odstranitvijo porušenega telesa drče vse do uvodnega praga, ki so ga zaščitili s poglobljenim KB klinom, dodatno varovanim z zabitimi tirnicami. Telo drče se je podaljšalo, saj je bilo zaradi poglobitve dna pod drčo za do 1,50 m treba premostiti omenjeno višinsko razliko, hkrati pa se je naklon iz 1:12 spremenil v 1:18, s čimer je bila

dosežena večja stabilnost. Dolžina obnovljene drče je merjeno v osi 49 m, ob robovih pa 54 m. Telo drče je zgrajeno iz šestih kamnito-betonskih prago, ravno tako dodatno sidranih s tirnicami in le med njimi je telo polnjeno z večjimi skalami, položenimi v suho. Kombinacija sistema fiksnih prago z vmesnim polnilom in izvedba v bolj blagem naklonu je zasnova za stabilnost tudi ob največjih visokih vodah. Za dodatno zaščito pred poglabljanjem struge Savinje pod drčo pa je bil 30 m pod koncem drče zgrajen še kontra prag iz kamna v betonu. Vsa rekonstrukcija drče je bila opravljena na način, ki je navzven čim manj invaziven za naravo, poudarjen je zgolj kamen, rege so izrazito

poglobljene (tudi prek 30 cm), sama drča pa ima kar tri steze za prehod vodnih organizmov, kar je opazna posebnost obravnavanega objekta. Dve stezi sta ob robovih drče z dolžino 54 m izvedeni na kaskaden način z bazeni, steza v osi drče pa na način hrapave drče z dolžino 69 m.

Posebnosti med graditvijo so bile precejšnje globine izkopov predvsem v spodnjem delu drče ter graditev z izključno res velikimi skalami. Največja težava pa so bile povečane višine, ki so med gradnjo kar štirikrat prelile preusmeritvene nasipe. V nadaljevanju je prikazanih nekaj fotografij, posnetih med gradnjo, ki prikazujejo posamezne faze gradnje:



Slika 3: Izvedba vmesnega kamnito-betonska pragu v telesu drče



Slika 4: Preusmeritev Savinje z desnega na levi breg



Slika 5: Gorvodni pogled na levo polovico drče med gradnjo



Slika 6: Izvedena leva polovica drče med gradnjo vključno z ribjo stezo



Slika 7 - DOF posnetek obnovljene drče v Šeščah

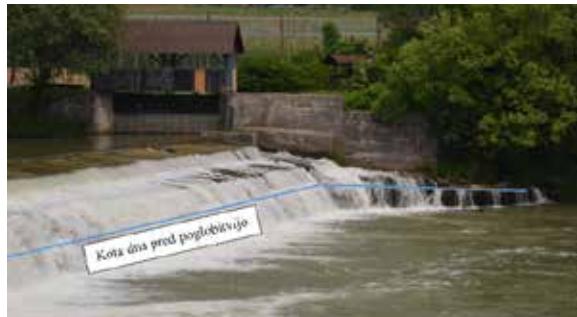
## Podvinski jez

Podvinski jez je bil zgrajen leta 1903 v naselju Male Braslovče z namenom ohranjanja nivelete dna Savinje in zagotavljanja stalnega dotoka vode v podvinsko-žalsko strugo, na kateri je v preteklosti delovalo večje število mlinov in žag. V današnjem času se voda uporablja za tehnološko vodo, namakanje kmetijskih zemljišč, gojenje sladkovodnih organizmov in delovanje malih hidroelektrarn. Višoke vode so v preteklosti jez že trikrat porušile, nazadnje v poplavah leta 1990, ko je bil tudi zadnjič obnovljen. Rečno dno na območju jezu poteka v plasti laporja, ki sproti prepereva in ga odplavlja. Struga Savinje se je zato izrazito poglabljala in ogrožala obstoječo vodno infrastrukturo. Poglo-

bitev dna je glede na obstoječe načrte znašala kar 1,5 do 2,0 m, v podslapju jezu pa kar do 2,50 m. Posledično je Savinja Podvinski jez na sredini jezu že tako močno spodjetla, da je voda tekla že pod njim, porušitev pa je v preprečevala zgolj lomljena zasnova jezu, ki onemogoča direktno prevrnitev. Stabilnost jezu je bila torej kritično ogrožena.

Za obravnavano območje je bil v letu 2009 izdelan idejni projekt »Ureditev Savinje za zagotavljanje poplavne varnosti urbaniziranih območij od Ločice ob Savinji do Letuša« in kasneje sprejet DPN, kar je bila osnova za pripravo dokumentacije za investicijsko vzdrževalna dela.

V nadaljevanju sta prikazani fotografiji stanja pred obnovo jezu z jasno razvidno in označeno koto dna v času zadnje obnove jezu po poplavi 1990:



Osnovni gabariti jezu so ostajali nespremenjeni, jez je dolg 95 m in poteka pravokotno z desnega brega v dolžini 50 m, kjer se nato pod kotom cca 23° lomi v smeri toka in zaključi v levi brežini (45 m). Prelivna dolžina je sicer kar 2x daljša od širine struge, kar ugodno vpliva na razporeditev pretoka preko jezu.

V sklopu obnove jezu je bila izvedena dodatna stopnja pod jezom. Stopnja je kamnito-betonske konstrukcije višine 6 m, od tega vkopana vsaj 1,5 m v trdo matično osnovo in širine 4,5 m. Vrhni del je prekrit z lesenim podenjem. Novo leseno podenje je bilo izdelano tudi na obstoječih dveh stopnjah jezu, na vrhu zgornje stopnje pa so dotrajani leseni prelivni rob odstranili in zgradili armirano-betonski prelivni rob (AB greda). Dodatno so ob



desnem bregu znižali jez za 25 cm v širini 2,00 m s funkcijo ustvarjanja atrakcijskega toka ob vtoku v stezo za prehod vodnih organizmov. Le ta je bila izvedena tik ob desnem bregu ob obstoječem zidu, je kamnito-betonske izvedbe z obliko bazenskega tipa. Bazeni so dolžine 2,60 m, širine 2,50 m in globino vode v bazenu min. 0,95 m. Višinska razlika med posameznimi bazeni je 0,15 m. Skupno tako 23 bazenov premošča 3,45 m višinske razlike na 85 m dolžine steze.

Obnova jezu je bila tehnično zelo zahtevna, poleg visokih vod, ki so v enem primeru dosegle 300 m<sup>3</sup>/s in v veliki večini odnesle vse preusmeritvene nasipe, je bila težava tudi velika globina temeljenja in stalen dotok precejnih voda v gradbeno jamo. V nadaljevanju so prikazane izbrane fotografije med obnovo:



Slika 8 - Izvedba preusmeritvenih nasipov



Slika 9 - Pikiranje ostankov temelja jezu in izkop gradbene Jame za nov temelj jezu



Slika 10 - Izvedena steza za prehod vodnih organizmov



Slika 11- Steza za prehod vodnih organizmov - zračni posnetek



Slika 12 - Zračni posnetek obnovljenega Podvinskega jezu

### Grušoveljski jez

Grušoveljski jez na Savinji pri naselju Grušovlje je z dolžino 140 m najdaljši prečni objekt na celotni Savinji. Jez stabilizira niveleto Savinje in umirja njen tok ter napaja Grušoveljsko strugo, omembe le te segajo že v čas pred 200 leti. Jez je bil zaradi dotrajanosti, vodne erozije in poplav v zadnjem desetletju že močno ogrožen. Niveleta pod jezom se je od leta 1988 poglobila za cca 1,50 m, kar je privedlo do poglobitve podslapja in porušitve kamnito-betonskih klinov, ki so varovali temelje jezovne zgradbe. Znižanje nivelete je povzročilo tudi poškodbe na kamnito-betonskem odbijaču, kaštnima jezbicama in kamnitem zavarovanju leve brežine. Posledično je bila kritično ogrožena stabilnost jezovne zgradbe.

Direkcija RS za vode je tako v letu 2017 zagotovila sredstva za investicijsko vzdrževalna dela na Grušoveljskem jezu, katerih cilj je bila celostna obnova jezu. Ureditev jezu je zajemala sanacijo in utrditev celotnega temelja jezu z izvedbo kamnito-betonskega klina, temeljenega v matično trdo matično podlago v dolžini 124 m. Zgrajen je bil armiranobetonski prelivni rob na celotnem jezu, tako da je niveleta prelivnega roba jezu jasno definirana, v preteklosti so bile namreč na leseni prelivni rob montirane lesene oblice, ki so predvsem ob nizkih vodah preusmerjale vodo v Grušoveljsko strugo za namen njene energetske izrabe. Nadalje je bil zgrajen nov vrhnji sloj jezu z novim lesenim podenjem, napravljena pa je bila tudi lesena vertikalna obloga jezu na manjkajočem delu v dolžini 20 m. Ob desnem bregu je bila nar-

ejena steza za prehod vodnih organizmov v kamnito-betonski izvedbi, ki jo sestavlja 25 bazenov z višinsko razliko 13 cm med njimi, skupaj steza premošča 3,44 m višinske razlike. Prelivi med bazi so s ponižanimi kamni (vrzeli) izmenjujoče postavljenimi levo in desno, tako da se je zagotovil meandrirajoči tok vode po stezi. Globina vode v bazenih znaša minimalno 80 cm.

Pod jezom so bile opravljene še ureditve erodiranih brezin, predvsem pa sta bila zgrajena dva stopenjska pragova zaradi stabilizacije nivelete. Pragova sta bila načrtovana kot »porozna« pragova v obliki črke W (ozioroma dvojni U). Sestavljena sta iz kamnito-betonskega temelja, vgrajenega globoko pod niveleto Savinje, v temelj pa so bile vgrajene skale, tako da prečijo celotno širino reke, med njimi pa so presledki, ki omogočajo vodi, plavinam in vodnim

organizmom premikanje skozi prag. V tlorisnem pogledu sta izvedena kot navzgor obrnjeni dvojni lok, pri čemer je najnižja točka na vrhu vsakega od teh lokov. S tem je doseženo koncentriranje toka pod pragom v globlji ožji kanal, ob straneh pa se naravno sortirajo usedline, kar je postalo vidno takoj po prvih povečanih višinah vode na Savinji. Višinska razlika med pragovoma je 13 cm.

Zaradi velike dolžine Grušoveljskega jezu, med gradnjo težav s preusmeritvami Savinje v nasprotnju s prej opisanimi objekti ni bilo. Ker je od objektov, obravnavanih v članku, Grušoveljski jez lociran najvišje na Savinji, so tudi pretoki Savinje tu manjši. Tehnično gledano je bila izvedba predmetne obnove najmanj zahtevna od opisanih treh, vseeno pa je šlo za zahtevno obnovo.



Slika 13 - Pogled na povsem dotrajan Grušoveljski jez



Slika 14 - Izvedba KB klina in nove vertikalne lesene obloge jezu



Slika 15 - Pogled na izvedbo KB klina za ojačanje temelja jezu



Slika 16 - Izvedba steze za prehod vodnih organizmov



Slika 17 - Zračni posnetek na obnovljen Grušoveljski jez



Slika 18 - Izvedena porozna praga dvojne ločne oblike pod jezom

S temeljitimi obnovami v preteklih letih je bila opisanim trem prečnim objektov na Savinji precej podaljšana življenska doba. Vsi pa so bili posodobljeni v prvi meri iz stabilnostno statičnega (varnostnega) vidika ter funkcionalnega in estetskega vidika, pomembno je bil upoštevan tudi naravovarstveni vidik, saj so bile povsod zgrajene steze za prehod vodnih organizmov ter druge ureditve, kot so porozni pragovi in ribja skrivališča v kamni-

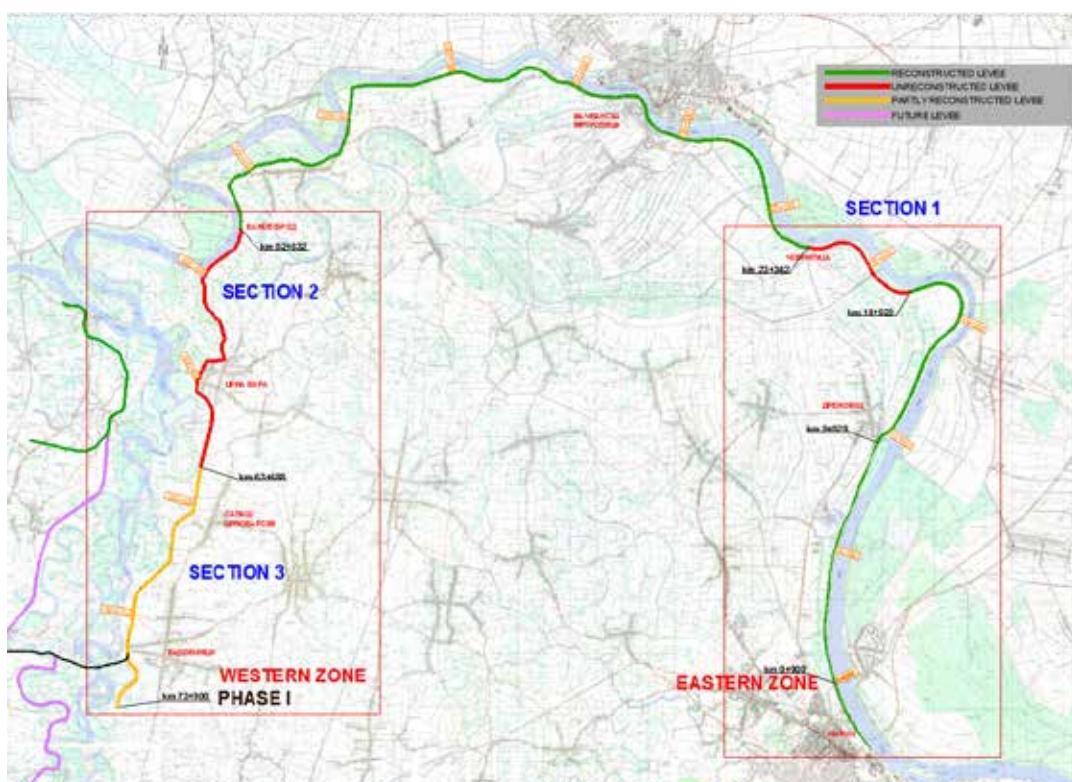
to-betonskih temeljih jezov. Prej klavrnno podobo in stalno grožnjo porušitve je zamenjala urejena, funkcionalna, trajnejša in trajnostna podoba drče in jezov.

Slike: Uroš Vogrinc, Saša Jokanović, Matjaž Mlakar

# PREDSTAVITEV PROJEKTA NUJNIH DEL ZA OBNOVO ZAŠČITNEGA SISTEMA MAČVA- ZAHODNA CONA

**Odsek 1 (Banov Brod – Salaš Crnobarski)  
desni nasip reke Save od km 52+832 do km 63+752,34**

Petar D. Petrović

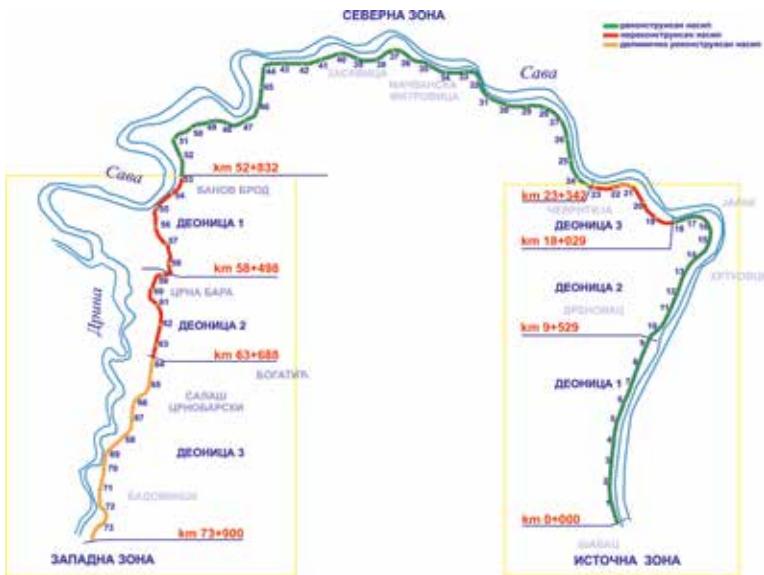


## 1. UVOD

Intenzivne padavine v aprilu in maju 2014, ki so prizadele osrednje in zahodno območje Srbije, so povzročile izjemno visoke pretiske na več vodotokih v porečju Save, Drine, Velike Morave in Doneve, kar je bil razlog za katastrofalne poplave in veliko škodo. Poplavni dogodki so bili zabeleženi na velikem številu vodotokov. Prizadetih je bilo 43 od skupno 99 pomembnih območij poplav. Ukrepi za zaščito pred poplavami so bili izvedeni na skupno 38 vodotokih z zgrajenimi zaščitnimi objekti, ki jih upravlja JVP „Srbijavode“. Izkušnje, prido-

bljene iz teh dogodkov, in zabeležene posledice na popavljenih območjih so pokazale, da je treba ponovno preučiti dosedanje koncepte zaščite pred poplavami.

Zaščitni sistem Mačva je zasnovan kot sistem, ki vključuje tri tehnične celote - cone: Vzhodna cona (od km 0+000 do km 23+342), Severna cona (od km 23+342 do km 52+832) in Zahodna cona (od km 52+832 do km 73+900).



Slika št. 1. –  
Заščitni sistem  
Mačva

Zaščitni sistem Mačva je območje, ki ga omejujeta reki Drina in Sava. Na tem območju je približno 400.000 ha najbolj rodovitne zemlje, dve večji naselji – Šabac in Bogatić ter 35 manjših naselij in vasi s skupno okoli 130.000 prebivalcev, kot tudi veliko število industrijskih in infrastrukturnih objektov.

Poplave, ki nastanejo zaradi morebitne porušitve ali preliva nasipa, ki ščiti območje Mačve, lahko povzročijo potopitev območja s površino približno 30.000 ha, kjer je več naselij, ki bi lahko bila popolnoma ali delno pod vodo (Banovo Polje, Ravne, Radenković, Zasavica, Mačvanska Mitrovica, Noćaj, Salaš Noćajski, Drenovac, Crna Bara, Glagovac, Sovljak, Bogatić, Glušci in Uzveće), ogroženih bi bilo več deset kilometrov cest, mostov, odtočnih kanalov in črpališč, virov pitne vode, industrijskih objektov in kmetijskih zemljišč, od katerih je približno 80 % obdelovanih površin. Glede na pomen in vrednost zaščitenega območja ima rekonstrukcija nasipa, ki ščiti območje Mačve, v vseh načrtovanih dokumentih največjo prednost. Poplava, ki je nastala maja 2014, je dodatno potrdila potrebo po nujni obnovi nerekonstruiranih odsekov zaščitnega sistema. Na odsek zahodne cone nasipa Mačva so bile na nasipih med poplavno obrambo maja 2014 zabeležene večje težave (številni pojavi izvirov ob višjih vodah).

Na podlagi izkušenj, pridobljenih med obrambo pred poplavami v maju 2014 ter v skladu z Ekspertizo, ki jo je za potrebe tega projekta izdelal Inštitut za vodno gospodarstvo Jaroslav Černi, so bili opredeljeni novi kriteriji za dimenzioniranje nasipa. Ta dokument je tudi za-

četna podlaga za pripravo predmetne tehnične dokumentacije.

Obstoječi nasip je nezadostne višine z neenakomerno širino krone. Poleg potrebe po izvedbi celostne rekonstrukcije nasipa na dolžini ca 10,9 km je prepoznana tudi pomembnost objektov, ki stojijo ob nasipu. Pristopne in servisne poti so imele zelo pomembno vlogo med protipoplavno obrambo, saj so omogočale neoviran prevoz sredstev in opreme med poplavami, kar se je izkazalo kot eden izmed pomembnih dejavnikov za hitro



Slika 2: Zahodna cona – prikaz odsekov z označenimi lokacijami objektov v nasipu in značilnih prečnih profilov obstoječih nasipov

odzivanje in uspešno obrambo. Iz teh razlogov se s projektom predvideva obnova servisnih cest na obeh straneh nasipa kot tudi krone nasipa.

## HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNA ANALIZA (Izvleček iz Ekspertize)

Projekt nujnih del in celoten koncept temelji na hidrološko-hidravlični Ekspertizi, ki jo je leta 2015 pripravil Inštitut za vodno gospodarstvo „Jaroslav Černi“ iz Beograda. Med njeno pripravo so bili uporabljeni uradno veljavni hidrološki in meteorološki podatki Republiškega hidrometeorološkega zavoda iz Beograda.

Za potrebe tega projekta je bila izdelana strokovna analiza visokih voda reke Save in reke Drine v coni nasipa. Ekspertiza je del te tehnične dokumentacije, v nadalnjem besedilu pa je predstavljen izvleček z rezultati hidravličnega izračuna gladin za ta poplavni dogodek.

V dokumentaciji Vodnega gospodarstva Republike Srbije - Hidrometeorološke podlage (VOS) so podani izračunani pretoki značilnih povratnih obdobij za Drino na profilu VP Radalj in za Savo na profilu VP Sremska Mitrovica, ki so bili pridobljeni na podlagi podatkov o razpoložljivih največjih letnih pretokih v obdobju od začetka obratovanja vodomerne postaje do leta 2006.

Zadnji izračuni velikih voda reke Save v bližini Sremske Mitrovice so bili opravljeni v RHMZ-ju po poplavi maja 2014 na podlagi podatkov v obdobju 1926–2013 in 1926–2014.

Dobljene izračunane vrednosti so višje od vrednosti, ki so pridobljene na podlagi podatkov do leta 2006.

Izračunani pretoki stoletne in tisočletne povratne dobe Save na profilu Sremske Mitrovice in Drine na profilu Radlja, povzeti iz različnih dokumentov, so podani v spodnji tabeli.

Река	Профил	Извор података	Период	Тип расподеле	Q(m³/s) за различне повратне периоде [година]	
					100	1000
Сава	Сремска Митровица	[5]	1926-1984.	Log Pearson III	6750	
Сава	Сремска Митровица	ВОС 2009 [12]	1926-2006.	Gumbel	6706	8163
Сава	Сремска Митровица	RXM3 2014 [21]	1926-2013.	Gumbel	6714	8189
Сава	Сремска Митровица	RXM3 2014 [21]	1926-2014.	Gumbel	6873	8423
Дрина	Зворник	[9]	1926-1982	Log Pearson III	5280	
Дрина	ушће	[9]	1926-1982	Log Pearson III	4075	
Дрина	Радаљ	ВОС 2009 [12]	1950-2006.	Log Pearson III	7040	13511

Glede na to, da je v bližnji prihodnosti predvidena graditev nasipa na levem bregu Drine na odseku od balatunskega nasipa do naselja Glavičica, dolgega približno 34 km, ki bo znatno vplival na zmanjšanje transformacije poplavnega vala, je bilo predlagano, da se kot merodajen pretok Drine za celoten odsek Drine nizvodno od vodomerne postaje Radalj sprejme izračunani pretok Drine s stoletno povratno dobo na profilu Radalj iz dokumentacije, brez zmanjšanja vzdolž pretoka zaradi transformacije poplavnega vala.

## NIZVODNI ROBNI POGOJ

V zadnjem času smo priča vse pogostejših ekstremnih meteoroloških razmer, kar povzroča nastanek ekstremnih hidroloških situacij. Poleg hitrega nastopa ekstremnih padavin se povečuje tudi pogostost in trajanje padavinskih epizod, pa tudi območje, ki je prizadeto. Pri dimenzioniranju nasipov je treba te spremembe upoštevati in pri dimenzioniranju hkrati upoštevati koincidenco visokih vod s stoletno povratno dobo tako na Savi kot na Drini.

## GLADINE VODE ZA VELJAVNE POGOJE

Izračun gladin Save na odseku od ustja do Sremske Mitrovice je opravljen s programom HEC-RAS. Umerjanje modela je bilo izvedeno na podlagi podatkov iz maja 2014. Na podlagi umerjanja modela z obeleženimi gladinami iz maja 2014 ( $Q_{1\%} = 6.600 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Z_{ušće} = 73,58 \text{ mm}$ ) se izračunane gladine ujemajo z dejanskimi gladinami na profilih Šabac in Sremska Mitrovica (spodnja tabela). Izračunana gladina na profilu hidrološke postaje Šabac je nižja za 5 cm od dejansko izmerjene, medtem ko je na profilu hidrološke postaje Sremska Mitrovica za 2 cm višja od dejanske, kar je izredno dobro ujemanje.

Hidrodinamični model simulira nestabilen tok na Savi. Za izračun so bili uporabljeni prečni profili osnovne struge, zabeleženi leta 2004. Poleg toka skozi osnovno strugo rečni sistem vključuje tudi tokove po večjih rokavih. Model je bil umerjen na podlagi podatkov o pretokih in višinah vode, zabeleženih v letu 2006. Med procesom kalibracije se uporabljajo variirane vrednosti Maningo-

vega koeficiente hrapavosti struge in inundacije (povodenj), širina aktivne inundacije in parametri povezovalnih kanalov (točka prelivanja, širina prelivanja), pri čemer se je pokazalo, da je bil model bolj občutljiv za spremembe koeficiente hrapavosti struge kot za spremembe koeficiente hrapavosti inundacij, kar potrjuje dejstvo, da ima-

jo inundacije relativno majhen delež v toku velikih voda. Sprejete vrednosti Maningovega koeficiente hrapavosti za strugo se, odvisno od odseka (opredeljeno s položajem hidroloških postaj), gibljejo v intervalu od 0,026 do 0,033 s/m<sup>1/3</sup>. Model je bil preverjen na podlagi pretoka in višini vode, zabeleženih leta 2005.

$Q_{\text{Save}} (\text{m}^3/\text{s})$	Model	$Z_{\text{upite}} (\text{mm})$	$Z_{\text{šabac}} (\text{mm})$	$Z_{\text{Sremska Mitrovica}} (\text{mm})$
6600	реализовано	73,58	79,25	80,91
6873	MIKE11	76,15		81,37
6873	HEC-RAS	76,15	79,73	81,34
8423	HEC-RAS	76,15	80,59	82,36
6600	HEC-RAS	73,58	79,20	80,93

Zgoraj navedene vrednosti smo upoštevali za veljavne gladine za dimenzioniranje nasipov vzdolž desnega brega Drine v zahodni coni. Predlagane gladine so dobljene s hidravličnimi izračuni za stoletni pretok Drine na profilu hidrološke postaje Radalj, ki je  $Q_{1\%} = 7.040 \text{ m}^3/\text{s}$ , in nivo na ustju Drine v Savo, dobljen s hidravličnimi izračuni Save za pretok  $Q_{1\%} = 6.873 \text{ m}^3/\text{s}$ , ter nivo Save na

profilu ustja  $Z(Q_{\text{Dunav } 1\%}) = 76,00 \text{ mm}$ . Kot ustreerne gladine za dimenzioniranje zaščitnih linijskih sistemov vzdolž desnega brega Save v severni in vzhodni coni so predlagane gladine, dobljene s hidravličnimi izračuni Save za pretok  $Q_{1\%} = 6.873 \text{ m}^3/\text{s}$ , ter nivo Save na profilu ustja  $Z(Q_{\text{Dunav } 1\%}) = 76,00 \text{ mm}$ .

Naslednja tabela prikazuje podatke o ustreznih gladinah in predvideni višini krone nasipa na značilnih postajah:

Številka profila	Postaja	Obstoječi nasip KKN	Glavni projekt		Ekspertiza		Krivina	
			nivo vode	KKN	nivo vode	KKN	obstoječe-ga nasipa	predviden KKN
	km	mm	mm	mm	mm	mm	m	m
2	52+890.69	83.01	82.50	83.71	82.95	84.41	1.40	0.70
56	55+277.62	83.36	82.75	84.00	83.09	84.44	1.08	0.44
123	58+535.75	84.07	83.21	84.39	83.60	84.62	0.55	0.23
172	60+891.67	84.79	83.81	84.88	83.88	84.88	0.09	0.00
193	61+889.26	84.93	84.30	85.36	84.15	85.15	0.22	-0.21
234	63+737.76	85.10	85.14	86.14	85.62	86.62	1.52	0.48

## KRITERIJI ZA PROJEKTIRANJE

V skladu s priporočili iz Ekspertize in zaznanimi pojavi med poplavami so bili opredeljeni osnovni kriteriji za projektiranje rekonstrukcije obravnavanega nasipa:

- Nasipi Mačva zahodne cone so ohranili vse elemente iz glavnega projekta (2012, Ehting)
  - trasa nasipa, širina krone, naklon brežine, zaščitni pas, rampe, razen točke krone nasipa, ki je povisana.
- Sprejete so višine krone nasipa, izračunane na podlagi poteka gladin, dobljenega z novimi hidravličnimi izračuni, ki upoštevajo vse pogoje

in sprejeto varnostno nadvišanje krone nasipa za 1,20 m za nasipe ob Savi in za 1,00 m za nasipe ob Drini.

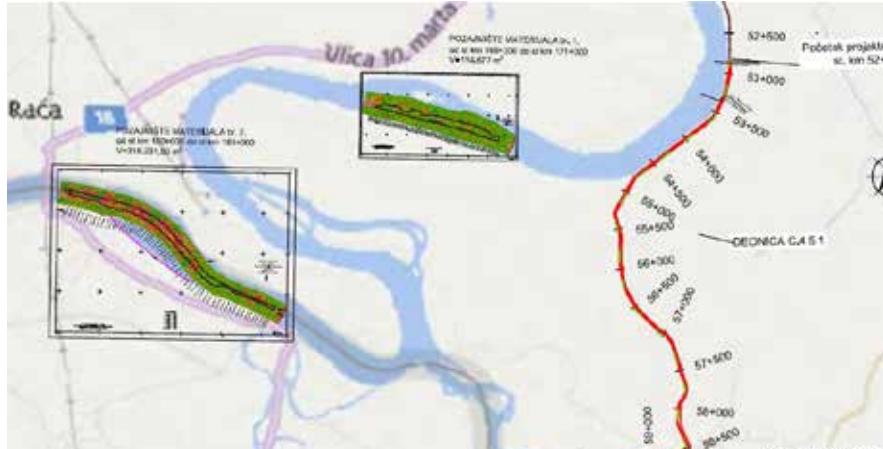
- Izračunane višine krone nasipa so na odseku od rekonstruiranega savskega nasipa (km 52+832) do km 54+988 nižje od obstoječe krone na koncu rekonstruiranega savskega nasipa severne cone, tako da so obdržane enake višine (kote) krone nasipa do presečišča z zahtevano višino krone nasipa, torej do postaje na nasipu na km 54+988.

## OBMOČJA ZA STRANSKI ODVZEM ZEMELJSKEGA MATERIALA

Za vgradnjo v nasip projekt predvideva uporabo anorganskih materialov, ki izpolnjujejo merila glede vsebnosti vlage, suhe volumenske mase, optimalne vlažnosti, indeksa plastičnosti, koeficiente prepustnosti, zbitosti in ustrezne granulometrične sestave.

Glede na izračunane količine iz prečnih profilov predvidenega nasipa je skupna potrebna količina materiala za gradnjo dela nasipa iz koherentnega materiala približno  $320.000 \text{ m}^3$ .

Nekoherenčni material bo vzet iz struge reke Save z lokacij, prikazanih na sliki 3, za katere so bile narejene raziskave tal, da bi se določile lastnosti in količine materialov.



Slika 3: Glede na izračunane količine iz prečnih profilov predvidenega nasipa je skupna potrebna količina materiala za gradnjo dela nasipa iz nekoherentnega materiala približno  $140.000 \text{ m}^3$ .

## TEHNIČNA REŠITEV

### Trasa nasipa

Trasa nasipa na tem delu je razdeljena na 2 odseka:

1. Odsek 1 od km 52+832 do km 58+498 (savski nasip do ustja Drine)
2. Odsek 2 od km 58+498 do km 63+752,34 (nasip na desnem bregu Drine)

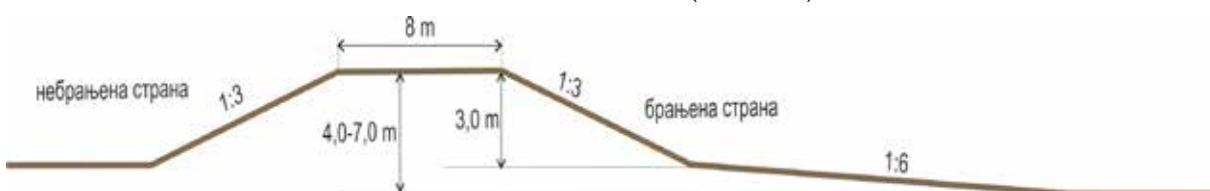
V skladu s priporočili iz Ekspertize se ohranijo elementi iz glavnega projekta Ehtinga - trasa nasipa, širina krone, brežina, zaščitni pas, rampe - razen točke krone nasipa, ki je povisjana.

Trasa rekonstruiranega nasipa Zahodne cone sledi trasi obstoječega nasipa na celotnem odseku 1, od km 52+832 do km 58+498 po predvideni poti, v skupni dolžini od 5708 m, in na delu

odseka 2, od km 61+450 do konca predvidenega nasipa. Od km 58+540 do km 61+550, v skupni dolžini 3010 m, na delu trase, ki poteka ob robu naselja Crna Bara, je trasa na novo projektiranega nasipa premaknjena glede na obstoječo traso za 4-5 m proti nevarovani strani, da bi se zagotovil prostor za umestitev servisne ceste ob vznožju nasipa na varovani strani.

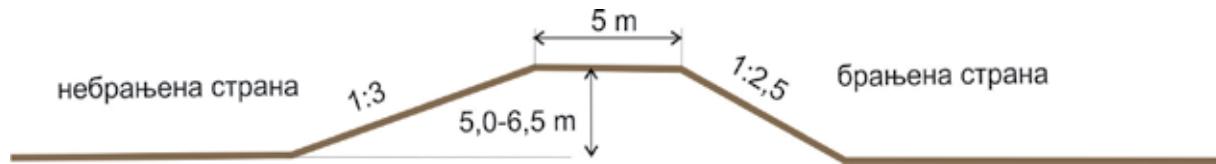
Na trasi na novo zasnovanega nasipa so predvideni trije značilni prečni profili.

Na odseku od km 52+832 (Pr. št. 1) do km 58+535,75 (Pr. št. 123) je predviden prečni profil nasipa s širino v kroni 8 m, naklonom brežine na vodni strani 1:3 in sestavljenim naklonom brežine na suhi strani, in sicer do višine 3 m pod krono v naklonu 1:3, in naprej v naklonu 1:6 (slika št. 5)



Slika 5: Karakterističen prečni profil za rekonstrukcijo odseka 1 zahodne cone

Nasip je zasnovan s kombiniranim profilom koherentnega - glinenega materiala proti vodni strani in nekoherentnega - peščenega materiala proti suhi strani.

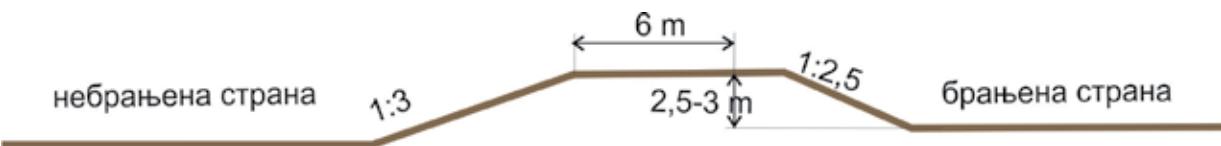


Slika 6: Karakteristični prečni profil za rekonstrukcijo nasipa odseka 2, nizvodno od 61+698,24

Od km 61+747,18 (Pr. št. 189) do konca projektnega odseka je širina nasipa v kromi 6 m. V tem delu je nasip najnižji, z višino med 2 in 3

Na odseku km 58+634,79 (Pr. št. 124) do km 61+698,24 (Pr. št. 188) je širina nasipa v kromi 5 m. Naklon brežine je 1:3 na vodni strani nasipa in 1:2,5 na suhi strani (slika 6).

m. Nakloni so enaki kot na prejšnjem odseku, oziroma, naklon brežine na vodni strani je 1:3, naklon na suhi strani pa 1:2,5 (slika 7).



Slika št. 7: Karakteristični prečni profil za rekonstrukcijo nasipa odseka 2 nizvodno od 63+752,34

Na kromi nasipa je predvidena pohodna površina širine 4 m iz naravnega kamna in gramoza v plasti, v skupni debelini 30 cm, s prečnim naklonom 5% od sredine proti robovom, razen na delu trase od km 61+390 do km 61+720 m, v skupni dolžini od 330 m, kjer bo pot asfaltirana, kar ustreza pravtnemu stanju.

### Konstrukcija nasipa

Na odseku od km 52+832 (Pr. št. 1) do km 58+535,75 (Pr. št. 123) in odseku od km 61+548,76 (Pr. št. 185) do km 63+752,34 (Pr. št. 234) bo nasip rekonstruiran s širitvijo proti varovani (suhi) strani. Nasip je na odseku od km 52+832 (Pr. št. 1) do km 55+277,62 (Pr. št. 56) zasnovan s kombiniranim profilom iz koherentnega - glinenega materiala proti nevarovani (vodni) strani in nekoherentnega - peščenega materiala proti varovani (suhi) strani.

Nasip s kombiniranim profilom je sestavljen iz dveh delov: glinene prizme, ki bo vgrajena na vodni strani, in balastnega dela nasipa, ki bo zgrajen na suhi strani nasipa. Širina v kromi gli-

nene prizme je 2 m. Naklon glinene prizme je 1:1 proti varovani (suhi) strani. Balast je zasnovan iz nekoherentnega materiala.

Na odseku od km 58+535,75 (Pr. št. 123) do km 61+548,76 (Pr. št. 185) stojijo vzdolž vznožja nasipa na varovani strani stanovanjske stavbe. Na tem odseku zato ne bi bila mogoča rekonstrukcija nasipa proti varovani strani brez rušenja zgradb, zato je rekonstrukcija nasipa izvedena s širitvijo s koherentnim materialom iz stranskega odvzema zemeljskega materiala na nezaščiteni (vodni) strani. Ta enotni način rekonstrukcije nasipa s koherentnim materialom iz posojilnice je zasnovan tudi na vseh preostalih odsekih nasipa.

### Zaščitni pas

Vzdolž nasipa je predviden zaščitni pas širine 5 m ob vznožju nasipa na nevarovani (vodni) strani oziroma 4 m na varovani strani nasipa. Znotraj zaščitnega pasu so na obeh strane predvidene 3 m široke servisne ceste.

## Rampe, zapornice in oznake nasipa

Projekt predvideva obnovo vseh ramp, prek katerih poljske poti prečkajo nasip. Predvideno je, da bo promet potekal po servisnih cestah in ne prek nasipa. Na odseku z asfaltno cesto od km 61+390 do km 61+720 je dovoljen promet čez nasip, ker povezuje naselje Črna Bara z drugimi kraji v bližini.

## Dovozne ceste

Ena pomembnejših težav, ki se je pojavila maja 2014, je bila otežena prometna komunikacija, ker dostopne ceste na določenih odsekih niso obstajale, ali pa so bile v slabem stanju zaradi slabega vzdrževanja in neustrezne gradnje. Iz teh razlogov je predvidena uporaba skupno 13 obstoječih dovoznih cest.

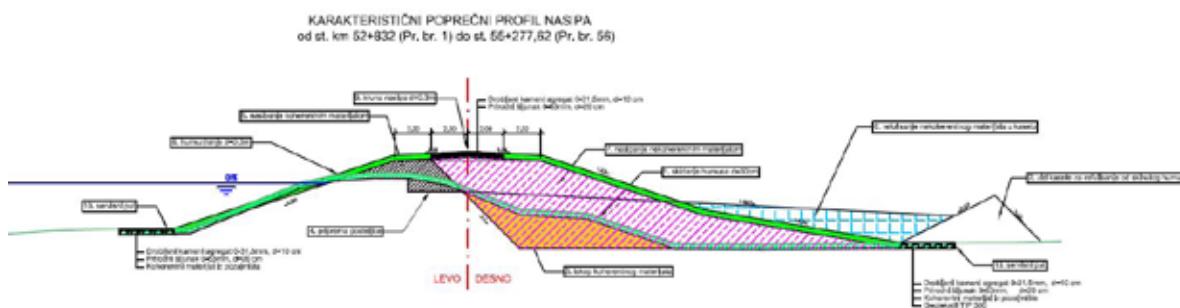
Konstrukcija cest je predvidena v dveh slojih, spodnja plast iz naravne gramozne frakcije 0/63 pov-

prečne debeline ca 20 cm in zgornja plast iz zdrubljenega kamnitega agregata DKA 0/31 v debelini d=10 cm.

## TEHNOLOGIJA IZVEDBE DEL

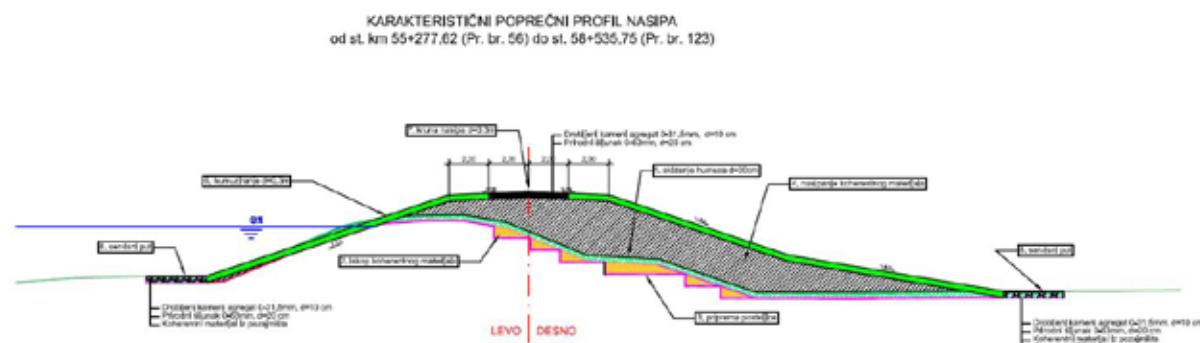
Tehnologija izvedbe del na rekonstrukciji nasipa na desnem bregu Save in Drine je odvisna od vrste materialov, iz katerih je bil zgrajen obstoječi nasip, to je vrste materiala, ki ga je treba vgraditi v telo nasipa (kar je razvidno iz karakterističnih prečnih profilov):

- na delu nasipa, do katerega je možen dostop s plovili (52+832,00 - 55+277,62), bo nasip rekonstruiran z uporabo obstoječega koherentnega materiala (za jedro nasipa) in z izdelavo balasta iz nekoherentnega materiala (rečnih sedimentov predpisane granulometrične sestave) iz struge Save;

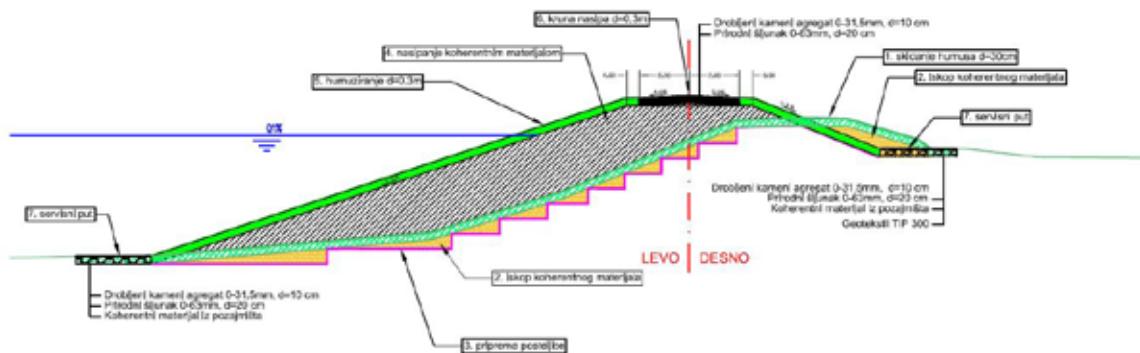


- na delu nasipa, do katerega dostop s plovil ni mogoč (55+277,62 – 63+752,34), bo nasip rekonstruiran z uporabo koherentnega materiala, predvsem iz posojilnice. Načrtovano pove-

čanje nasipa z razširitvijo krone bo narejeno iz koherentnega materiala iz izkopov s pobočij brežine, pri čemer se brežine uredijo v projektiranem naklonu.



**KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROFIL NASIPA**  
od st. km 58+535,75 (Pr. br.123) do st. km 61+360,44 (Pr. br. 181)



Prikaz tehnične rešitve nasipa z jedrom iz koherentnega materiala, balastom iz nekoherentnega materiala in obojestranskimi servisnimi cestami (cesta na varovani strani s funkcijo drenažne preproge)

Proces dela na obnovi nasipa na desnem bregu reke Save je sestavljen iz naslednjega:

- Čiščenje vegetacije.
- Odstranjevanje humusa z obstoječega nasipa z buldožerji v plasti 30 cm in izdelava stene kasete iz odstranjenega humusa z naklonom 1:2 in 1:1 in minimalno višino 0,80 m. Kaseta je omejena z nasipom in humusno prizmo.
- Izkop koherentnega materiala iz jedra obstoječega nasipa na varovani strani, transport in vgradnja na nevarovani strani rekonstruiranega nasipa. Jedro nasipa je oblikovano z vgraditvijo materiala v plasteh po 30 cm in z doseganjem zbitosti 95 % po Proktorju.
- Izkopavanje nekoherentnega materiala iz struge – iz posojilnice, ki jo je določil investitor iz kraja raztovarjanja – z zagotavljanjem granulometrične sestave v zahtevanem obsegu (v skladu s priloženim diagramom), transport po vodi do mesta vgraditve.
- Vgraditev nekoherentnega materiala v balast nasipa v pripravljeno kaseto s plovnim bagrom.
- Po vgraditvi nekoherentnega materiala iz struge se izcedna voda iz kasete gravitacijsko steka nazaj v strugo Save prek posebej zgrajenih izpustov v jedru nasipa in odtočnih kanalov.
- Poriv materiala iz kasete in vgradnja na varovani strani rekonstruiranega nasipa. Zgoraj del nasipa iz nekoherentnega materiala se

oblikuje z vgraditvijo v plasteh v debelini 30 cm in zbijanjem do  $M_s = 20 \text{ MPa}$ .

- Dokončno profiliranje telesa nasipa. Po oblikovanju nasipa se nasip humusira z materialom iz kasetne stene v sloju 30 cm. Površine, prekrite s humusom, se izvedejo z natankoščijo  $\pm 3 \text{ cm}$ , nato pa jih ob primerem času posejemo z ustreznimi mešanicami trav.
- Cestno telo iz gramoza in drobljenega kamna se oblikuje na kroni s stiskanjem na  $M_s = 40 \text{ MPa}$ .

Projekt predvideva dovozne poti in obojestranske servisne ceste:

Za izgradnjo servisne ceste je predvideno, da se obstoječi vzdolžni jarki oziroma depresije, ki so nastale zaradi stranskega odvzema materiala, napolnijo s koherentnim materialom po odstranitvi plasti humusa v debelini  $d=20 \text{ cm}$  v širini 3 m. Naklon brežine servisne ceste je 1:2. Potrebno zbijanje plasti naravnega gramoza debeline 10 cm je  $M_s = 30 \text{ MPa}$ , zaključna plast iz drobljenega kamna je debeline 10 cm,  $M_s = 40 \text{ MPa}$ . Brežine servisne ceste so splanirane, humusirane in posejane s travo.

Funkcija servisne ceste na suhi strani nasipa je tudi odvodnjavanje vznožja nasipa: predvideni so odstranitev humusa v širini 3 m, vzdolžna in prečna izravnava, namestitev geotekstila in oblikovanje telesa drenažnega gramoza s končno plastjo drobljenega kamna, ki je stisnjena na predpisane vrednosti.

## OB 90. LETNICI PETRA MUCKA

dr. Lidija Globevnik

**Minilo je 10 let, odkar smo v Slovenskem vodarju objavili čestitke ob častitljivi obletnici rojstva našega kolega vodarja, Petra Mucka. In sedaj Petru ponovno čestitamo. Še vedno čil, veder, nagajiv in hudomušen je naš Peter. In piše pesmi, knjige, igra na harmoniko in konstruktivno sodeluje v družbenem življenju. Dragi Peter, vse najboljše za Tvoj 90. rojstni dan!**

Za mlajše člane našega društva bom ponovila si cer že zapisano zgodbo. V nekem pogovoru o tem, kako so stari hidrotehnični objekti stabilni in hidravlično dobro narejeni, je Peter komentiral naslednje: »Naši predniki so svoja znanje in izkušnje pridobivali predvsem na terenu, dobro so opazovali in takoj reagirali. Namreč, objekt, ki so ga na novo naredili, jim je zagotovo prva visoka voda poškodovala. Pa so na tistem mestu objekt hidravlično preuredili, zakrpali in obnovili.« In to se je lahko nekajkrat ponovilo, dokler objekt ni zdržal večjih vod brez poškodb. Danes se mnogi strokovnjaki, ki se profesionalno ukvarjajo z vodami, na primer z hidrološkim monitoringom, premalokrat prikažejo na terenu in zato težje razumejo in spoznavajo hidravlične zakonitosti.

Vodarsko strokovno pot je Peter začel na Kamniški Bistrici. Bil je projektant in operativni vodja del. Uvedel je veliko inovativnih rešitev na vodnogospodarskih objektih, ki so aktualne še danes. Kasneje je operativno dejavnost prepustil mlajšim sodelavcem in se posvetil projekтивni in študijski dejavnosti. Delal je na vodnogospodarskih osnovah za posamezna porečja in za vso Slovenijo. Iskal je rešitve za zadrževanje vode in med drugim zasnoval idejo o zadrževalniku na Drtijščici. Ves čas se je strokovno izpopolnjeval, bral revije, kot so Wasser und Boden, Deutsche Wasserwirtschaft, DVWK itd. Uredil si je malo strokovno knjižnico, v kateri so tudi zelo stare knjige njegovega deda, ki se je veliko ukvarjal tudi z vodarskimi deli. Med prvimi vodarji se je začel ukvarjati z ekološkimi elementi urejanja voda in tudi izdelal pilotne projekte sonaravnih ureditev vodotokov in renaturacij v Sloveniji. Tako je n.pr. razvil konceptualne rešitve sonaravnega urejanja Glinščice, Gradaščice,



Peter Muck na ekskurziji DVS ob Savinji 20. 6. 2019

Logaščice, Loškega potoka, Kamniške Bistrice, Rače, Savskih mrtvic, Ledave in Mislinje. Peter se je upokojil leta 1990, vendar je še naprej deloval. Razvijal je metodologije določanja ekološko sprejemljivega pretoka, so-načrtoval ribje steze in sonaravne vodarske objekte in uredite na rekah.

Peter je ljubitelj gora in glasbe. Tako nam je še nedavno zaigral na harmoniko. Zelo zanimive članke o gorništvu pa prebiramo v različnih revijah že vrsto let. Peter, ponosni smo nate! Med vodarje si prinesel domišljijo umetnika in ustvarjalni navdih!

# FRANCI AVŠIČ – 80 LET

Ptujski vodarji



Fotografija  
z zadnjih  
zimskih  
športnih iger  
vodarjev na  
Cerknem

Oktobra lani je osemdeseti rojstni dan praznoval starosta slovenskih vodarjev in naš dolgoletni sodelavec, Franci Avšič.

Rodil se je 14. oktobra 1939 v Brežicah, kot prvi od treh sinov gostilničarjeve hčere in rečnega čuvaja na Savi. Odraščal je ob reki Savi, kjer mu je oče s svojimi izkušnjami in kot njegov vzornik pomagal pri odločitvi za nadaljnji študij. Tako je po njem nasledil svojo poklicno usmeritev in področje dela, ki mu je ostal zvest vsa službena leta in tudi v času po njih.

Po uspešno končani osnovni in srednji šoli se je vpisal na študij gradbeništva na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani – smer hidrotehnika. Na fakulteti je med letoma 1967 in 1969 nastopil tudi svojo prvo službo kot strokovni sodelavec pri prof. Sketlju.

V zanj vsekakor prelomnem letu 1970 je diplomiral, se poročil, preselil v Maribor in zaposlil na takratni Vodni skupnosti Drava-Mura v Mariboru (kasnejšem VGP Maribor – TOZD Projektivni biro).

Leta 1988 je postal direktor Sektorja za vodno gospodarstvo pri VGP Maribor, leta 1989 je bil premeščen na TOZD vodna enota Ptuj in 1989 na VGP Drava Ptuj, kjer je služboval do upokojitve leta 2003. V času službovanja na VGP Maribor je imel odločilno vlogo pri načrtovanju vseh, tako za tisti kot tudi sedanji čas, velikih projektih urejanja voda: pri urejanju hidromelioracijskega sistema Pesnice in vodnogospodarske ureditve povodja Poljskave, pri načrtovanju številnih akumulacij na porečju Pesnice, Dravinje in Poljskave, pri regu-

lacij vodotokov med AC in železnico na odseku Pragersko – Maribor, melioraciji zemljišč v Dolgi vasi pri Lendavi, hidromelioraciji desnega obrežja ob Sp. Sotli, prav tako pa tudi pri izgradnji avtocestnega omrežja - izdelavi vodnogospodarske ocene izvedljivosti cestnih variant tras v odseku Ptuj – Ormož, vodnogospodarski presoji izvedljivosti variant avtoceste mimo Maribora, vodnogospodarski oceni variant avtoceste na odseku Maribor – Lenart itd., ob koncu svoje službene dobe tudi pri zasnovi visokovodnih nasipov ob reki Dravi v Dupleku in Dogošah. V tem času nam je večkrat povedal, da je svojo kariero začel z nasipi na Savi, zaključil pa jo bo z nasipi na Dravi. Žal je načrtovanje in umeščanje nasipov v prostor trajalo tako dolgo, da so bili zgrajeni šele v času po njegovi upokojitvi. V času službovanja je tudi honorarno predaval predmet Urejanje voda na fakulteti za gradbeništvo v Mariboru.

Bil je, in je še vedno, član številnih strokovnih organizacij:

- Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor;
- Slovenskega društva za namakanje in odvodnjo, kjer je bil nekaj časa tudi predsednik;
- Slovenskega društva za hidravlične raziskave;
- Društva vodarjev Slovenije;
- Inženirske zbornice Slovenije, kjer je bil do leta 2001 predsednik MS gradbenikov;
- Brodarskega društva Ranca Ptuj, ter
- aktivni udeleženec in eden izmed organizatorjev tradicionalnih Mišičevih vodarskih dni.

V prostem času je bil nekoč zavzet jadralec na vodi, še danes pa je pohodnik, smučar, vrtnar, ljubiteljski slikar in odličen pevec.

Vse, česar se je Franci v preteklih osemdesetih letih lotil, je delal zavzeto in predano ter na visokem strokovnem nivoju, pa naj je to bilo vodarstvo, kjer je bil mentor in vzor številnim rodovom, ali pa na primer smučanje, kjer je na Zimskih športnih igrah vodarjev Slovenije kot po tekočem traku osvajal odličja in navdušil za smučarski tek številne sodelavke in sodelavke.

V tem čudnem »korona času«, ko se ne moremo in ne smemo srečevati in družiti, želimo Franciju še mnogo zdravih let v krogu njegove družine in kmalu spet na svidenje na naslednjem Mišičevem dnevnu in naslednjih vodarskih igrah.

# 47. ZIMSKO ŠPORTNO SREČANJE SLOVENSKIH VODARJEV, POKLJUKA, 09.03.2019

ORGANIZATOR: Hidroinženiring, d.o.o.

## EKIPNI ZMAGOVALCI

1. mesto	
<b>DRAVA vodnogospodarsko podjetje Ptuj, d.o.o.</b>	
2. mesto	3. mesto
<b>Hidrotehnik d.d.</b>	<b>LINEAL, d.o.o.</b>

## ZMAGOVALCI POSAMEZNO



	veleslalom	tek
<b>ženske</b>		
nad 70		
60-69	HELENA OZMEC	HELENA OZMEC
50-59	HELENA GARZAROLLI	ZDENKA OREŠIČ
40-49	MELITA KOVACIČ KRESNIK	MATEJA KLANEČEK
30-39	KATJA STRAFELA	LEA HRASTNIK
- 30	VALENTINA RUTAR POLANEC	ŠPELA LAKOTA JERIČEK
<b>moški</b>		
nad 70	FRANCI AVŠIČ	MATIJA KAVČIČ
60-69	JANKO ČERNIVEC	ROK FAZARINC
50-59	UROŠ SANDA	RAJKO GALIČ
40-49	MARTIN KOS	MARTIN KOS
30-39	MLADEN OBRADOVIČ	TOMAŽ FRANTAR
- 30	MATJAŽ GODEC	PAVEL DEBELJAK
<b>bordanje</b>		
ženske	KATJA STRAFELA	
moški	MARJAN SMRKOLJ	

Podrobni rezultati so objavljeni na spletni strani Društva vodarjev Slovenije: [www.drustvo-vodarjev.si](http://www.drustvo-vodarjev.si)

Ekipa Hidroinženiring d.o.o. je odlično izvedla igre v težkih vremenskih pogojih.  
Enako čestitke in zahvala gospodu Vojku s smučišča Goreljek za napore pri pripravi smučarskih prog.

## ORGANIZATOR 2020 – Hidrotehnik d.d. iz Ljubljane

Avtorji fotografij: večinoma Tomaž Levstek, nekaj Luka Čad in Tone Prešeren



Petak je bilo smučišče vodeno



Ponoči je teptalec neutrudno brnel



Rezultat sobota zjutraj



Priprava obeležij organizatorja



Ekipa Nivo Eko



Lanski organizatorji VGP Kranj



In naslednji Hidrotehnik



Tekmovanje je otvorila deskarka – Katja Štrafela nadaljevali pa veleslalomisti



Za njo deskarji – Marjan Smrkolj – zmagovalca



Najhitrejša med damami Helena Garzarolli



In najhitrejši Mladen Obradovič



Nekateri so šli na vse ali nič, končali pa na nič



Tomaž Jereb je smučal brez palic



Tomaž Frantar pa v elegantnem telemarku



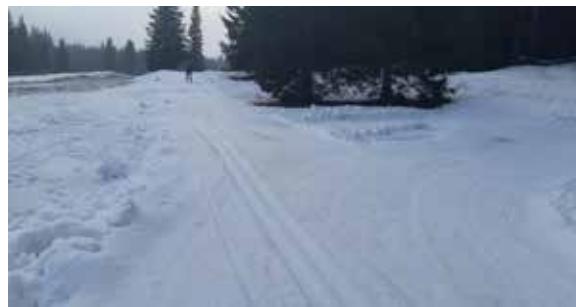
Opoldanska malica



Vreme čez dan je bilo prijetno



Tekaška proga v petek, dan pred tekmovanjem



V soboto zjutraj nas je čakalo presenečenje



Danilo Šeško je garal na tekma in zvečer



Tudi smuči bi bilo treba namazat



Najhitrejša tekačica Špela Lakota Jeriček



Pri moških pa Rajko Galič na krajši proggi



Pavel Debeljak pa na daljši proggi



Klasika



Tehnika teka



Drsna



Različna dresa

PO TEKMOVANJU SO BILE NA VRSTI DRUŽABNE IGRE – štafeta, vodenje žoge med vratci



Zmagovalci ekipa Nivo Eko

V PRIČAKOVANJU VEČERNEGA ZAKLJUČKA



## ZAKLJUČEK V ŠPORT HOTELU POKLUKA



Pripravljena priznanja



Organizatorji Saša, Luka in Sergeja

Priznanja udeležencem za »posebne dosežke«



Podelitev najboljšim deskarkam – Katja Štrafela

In deskarjem



VSL, moški nad 70

VSL, moški 60-69 let



VSL, ženske nad 60



In 50-59 let



VSL, moški 50-59 let



VSL, dame 40-49 let



VSL, moški 40-49 let



VSL, dame 30-39 let



VSL, moški 30-39 let



VSL, dame do 30 let



VSL, moški do 29 let



TEK, moški nad 70 let



TEK, moški 60-69 let



TEK, ženske nad 60 in nad 50 let



TEK, moški 50-59 let



TEK, ženske 40-49 let



TEK, moški 40-49 let



TEK, ženske 30-39 let



TEK, moški 30-39 let



TEK, ženske -29 let



TEK, moški -29 let



Zmagovalna ekipa DRAVA VGP Ptuj, d.o.o.



Predaja med letošnjim in prihodnjim organizatorjem



Zaključni govor Francija Avšiča



Ples z bendom Karneval iz Maribora



# STROKOVNA EKSKURZIJA DVS 2019

SAVINJA, 20.06.2019

Ekskurzije se je udeležilo 36 članov DVS in morebitnih bodočih članov.

Ureditve so predstavljali Alenka Zupančič (DRSV), mag. Rok Fazarinc (IZVO-R) in Uroš Vogrinc, vodja Javne službe Nivo Eko (tudi odlično pripravil navodila za pot na pametnih telefonih). Za zaključno malico v Ribiškem domu je poskrbelo podjetje Nivo eko d.o.o, za kar se jim tudi na tem mestu najlepše zahvaljujemo. Vse prevoze smo opravili z osebnimi avtomobili. Vreme je bilo do zadnjega ogleda v Ljubnem vroče in sončno, šele čisto na koncu nas je malo poškropilo. Huda ura pa je bila v bližini Ljubljane ob vračanju.

## PROGRAM

1. Zbor na lokaciji suhega zadrževalnika Podsevčnica ob Pišek baru na Lopati (<https://goo.gl/maps/XjW9CUx1UhmymKoZ9>)
2. Drča na Savinji v Šeščah: <https://goo.gl/maps/MiYLR9BomwFJMhN49>
3. Podvinski jez: <https://goo.gl/maps/gHYV1bnrLrGjz9r6>



<http://nivoeko.si/sl/suhi-zadrzevalniki/>

## DRČA NA SAVINJI V ŠEŠČAH

Na Savinji so se med leti 1976 in 1989 izvedle tri makrohrapave drče. Drča Šešče se je kot zadnja zgradila v letu 1989. V času vodne ujme novembra 1990 so bile vse tri kamnite hrapave drče poškodovane in v naslednjih letih sanirane. V zadnji

4. Grušoveljski jez: <https://goo.gl/maps/WURgVtYba3vuTfpn8>
5. Luče na sotočju Lučnice in Savinje (protipoplavni ukrepi): <https://goo.gl/maps/Jz5DN-ZeXSHPdXmqWA>
6. Ljubno Ribiški dom (malica), ureditve na Savinji: <https://goo.gl/maps/GPkAb-V1w55k9s31Y9>

## SUHI ZADRŽEVALNIK PODSEVČNICA PRI KRAJU LOPATA

Suhi zadrževalnik Posevčnica bil izveden v sklopu projekta Zagotavljanje poplavne varnosti na območju Savinje – lokalne ukrepi v Celju. Izveden je na istoimenskem potoku in skupaj s sosednjim suhim zadrževalnikom Sušnica tvori osnovo zaščite pred poplavami za zahodni del mesta Celja. Zasnovan je kot suhi zadrževalnik, ki zadržuje visokovodno konico (skupaj s SZ Sušnica). Dolvodno od zadrževalnika so se izvedli klasični protipoplavni ukrepi, kot so izvedbe visokovodnih nasipov, AB zidovi, menjave neustreznih premostitev itd.



Foto: Matija Jurko

vodnih ujmah v letih 2007, 2012 in 2014 so zabeležene nove poškodbe na vseh treh drčah. Predvsem po poplavi leta 2012 so se na predmetni drči v Šeščah pojavile močne poškodbe, predvsem v telesu drče na sredini in levem boku ter na zavarovanjih pod drčo. Kljub poškodbam, ki so z leti nastale,

pa se makrohrapave drče na Savinji izkazujejo kot zelo dobra rešitev pri preprečevanju poglabljanja in ohranjanju padca nivelete Savinje. Hkrati pa omogočajo prehod vodnih organizmov ter s tem ohranjajo biološke raznolikosti živih organizmov na teh območju. Poškodba na drči Šešče je resno ogrožala stabilnost drče in s tem je postajala nevarnost porušitve le te znatna. Ker je osnovni namen drče v Šeščah stabilizacija dna struge (preprečitev poglabljanja struge in zaščita obstoječih zavarovanj) ter dvig gladine podtalnice na vodo-varstvenem območju, bi porušitev imela zelo obsežne negativne posledice na celotno območje in ljudi, ki živijo na tem območju. Zato se je v letu 2018 pristopilo k celoviti sanaciji drče, katera je zajemala, kompletno odstranitev porušenega telesa obstoječe drče vse do uvodnega praga, kateri se je zaščitil z poglobljenim KB klinom, dodatno

varovanim z zabitimi tirnicami. Telo drče se je podaljšalo saj se je naklon iz 1:12 spremenil v 1:18, na ta način je bila dosežena večja stabilnost. Prav tako je telo drče izvedeno iz 6 kamnito-betonskih pragov, ravno tako dodatno sidrani s tirnicami in le med njimi je telo polnjeno z večjimi skalami položenimi v suho. Kombinacija sistema fiksnih pragov z vmesnim polnilom in izvedba v bolj blagjem naklonu je zasnova za stabilnost tudi ob največjih visokih vodah. Za dodatno zaščito pred poglabljanjem struge Savinje pod drčo pa se je 30m pod koncem drče izvedel še proti prag iz kamna v betonu. Vsa izvedba rekonstrukcije drče je bila izvedena na način, ki je navzven čim manj invaziven za naravo, poudarjen je zgolj kamen, rege so izrazito poglobljene (tudi preko 30cm), sama drča pa ima kar tri steze za prehod vodnih organizmov.



Foto: Tone Prešeren



Foto: Matija Jurko

## PODVINSKI JEZ

Podvinski jez je ključen za poplavno varnost naselij Preserje, Parižlje in Polzela. Zgrajen je bil leta 1903 v naselju Male Braslovče z namenom ohranjanja nivelete dna Savinje in zagotavljanja stalnega dotoka vode v podvinsko-žalsko strugo, na kateri je v preteklosti delovalo večje število mlinov in žag. V sodobnem času se voda uporablja za tehnološko vodo, namakanje kmetijskih zemljišč, gojenje sladkovodnih organizmov in delovanje malih hidroelektrarn, visoke vode pa so jez že trikrat porušile, nazadnje v poplavah leta 1990. Takrat je bil tudi obnovljen, po tem letu pa se je zaradi niza visokih vod dno Savinje začelo poglabljati, kar je še dodatno povečevalo pretočnost struge. Reka Savinja je Podvinski jez na sredini že tako močno spodnjedla, da je voda tekla pod njim, ob vnovični visoki vodi pa bi se lahko tudi porušil. Rečno dno v večini

trase poteka v plasti laporja, ki sproti prepereva in odplavlja, struga se je zato izrazito poglabljala in ogrožala obstoječo vodno infrastrukturo. Spodkopana je bila zračna stran jezu, kar je ogrozilo stabilnost objekta, poglobitev podslapja pa je močno ogrozila stabilnost jezu. Sanacija je bila torej nujna tudi zato, da se naselje Male Braslovče obvaruje pred morebitnim poplavnim tokom. Tako se je v letu 2018 pristopilo k celoviti sanaciji Podvinskega jezu, ki je zajemala izvedbo novega temeljenja jezu z izvedbo dodatne tretje višinske stopnje. Podslap je se je zavarovalo z kamnito-betonskim kontra pragom ločne zasnove, na jezu pa se kompletно izvedlo novo leseno podenje. Na desnem bregu se je zasnovala in izvedla tudi steza prehod vodnih organizmov. V sklopu projekta so se izvedle še ureditive struge Savinje pod jezom skladne s sprejetim DPN Savinja Ločica-Letuš.



Foto: Leon Gosar



Foto: Matija Jurko

### GRUŠOVELJSKI JEZ

Grušoveljski jez na Savinji pri naselju Grušovlje je z dolžino 140 m najdaljši prečni objekt na celotni Savinji. Jez stabilizira niveleto Savinje in umirja njen tok ter napaja Grušoveljsko strugo, omembe le te segajo že v čas pred 200 leti. Jez je bil zaradi dotrajanosti in poplav v zadnjem desetletju že močno ogrožen. Nevarnost porušitve je bila že znatna, s čimer bi se popolnoma prekinil dotok vode v Grušoveljsko strugo, sprememba celotnega vodnega režima na Savinji pa bi imela negativne

posledice tako za poplavno varnost bližnjih naselij kot tudi na habitate za vodni in obvodni živelj. Direkcija RS za vode je tako v letu 2017 zagotovila sredstva za investicijsko vzdrževalna dela na Grušoveljskem jezu. Ureditev jezu je tako zajemala: sanacijo in utrditev celotnega temelja jezu, izvedbo novega vrhnjega sloja jezu z novim podnjem, izvedbo steze za prehod vodnih organizmov, razširitev struge Savinje nad jezom, izvedbo dveh stabilizacijskih pragov na odseku pod jezom in ureditev erodiranih brežin pod jezom.



Foto: Leon Gosar



Foto: Leon Gosar



Foto: Matija Jurko



Foto: Matija Jurko

## **LUČE - UREDITVE SO IZVEDENE V OKVIRU PROTIPOLAVNIH UKREPOV**

V Lučah se je v sklopu izvedbe kohezijskega projekta Zagotovitev protipoplavnih ukrepov na Savinji – lokalni ukrepi izvedla ureditev Savinje in Lučnice skozi samo jedro naselja. Vse ureditve so bile načrtovane skladno s sprejetim DPN in po

izvedbi del zagotavljo varnost Luč pred visokimi vodami s povratno dobo 100let. Med glavnimi deli so bile ureditev in utrditev desne brežine Savinje nad mostom glavne ceste, izvedba novega jezu na Savinji tik nad sotočjem z Lučnico, izvedba in zavarovanje sotočja z Lučnico in sonaravna ureditev brežin dolvodno z lesenimi kaštnimi odbijači in vrbovimi pleteti.



Foto: Matija Jurko



Foto: Leon Gosar



Foto: Tone Prešeren

## **LJUBNO, UREDITVE V OBMOČJU BUDNOVE ŽAGE**

Na Ljubnem se je v letu 2018 urejala Savinja od brvi pri prireditvenem prostoru pa vse do Ribiškega doma RD Ljubno. Dela so zajemala izvedbo zavarovanja leve brežine v sonaravnih izvedbi z 10 lesenimi odbijači ter grobo kamnito zložbo, zasajeno z vrbovino med odbijači. Izvedla sta se tudi stabilizacijska pragova v izvedbi z izjemno

velikimi skalami položenimi v kamnito betonsko posteljico na niveleti dna Savinje, pragova sta tako povsem prehodna za vse vodne organizme. Dodatno se je uredila še leva brežina Savinje ob ribogojnici z grobo hrapavo skalnato oblogo iz večjih skal z vgrajeno živo vrbovino za povsem sonaraven izgled že takoj po zaključku del.



Foto: Matija Jurko



Foto: Leon Gosar



Foto: Leon Gosar

# **STROKOVNA EKSKURZIJA DVS 2019**

## **Srbija - Kopački rit, Vode Vojvodine, rekonstrukcija nasipov**

Osijek, Novi Sad, Beograd, Crna bara, 10.-12.10.2019

### **PROGRAM**

#### **četrtek, 10.10.**

- Ljubljana, Maribor, Zagreb
- Osijek – ogled mesta, trdnjave, mlina na Dravi
- Ogled narodnega parka Kopački rit z ladjo
- Novi Sad

#### **petek, 11.10.**

- Obisk podjetja JVP „Vode Vojvodine“ Novi Sad, Bulevar Mihajla Pupina 25 s predavanji:  
g. Slavko Vrndžić, direktor JVP „Vode Vojvodine“  
g. Stevan Ilinčić, pomočnik direktorja za hidrosistem Donava-Tisa-Donava  
g. Aleksandar Kocan, pomočnik direktorja JVP „Vode Vojvodine“
- Ogled Splavnice na kanalu Donava-Tisa-Donava (na naslovu Primorska 7, Novi Sad) ca. 5 km pred izlivom v Donavo
- Ogled Petrovaradinske trdnjave
- Beograd

#### **sobota, 12.10.**

- Obisk „Gozdarske fakultete Beograd“ s predavanji  
prof. dr. Ratko Ristić (Gozdarska fakulteta Beograd) in  
prof. dr. Jovan Despotović (Fakulteta za gradbeništvo v Beogradu)
- Obisk gradbišča VGP Drava v Crni Bari – rekonstrukcija v.v. nasipov

Ekskurzije se je udeležilo 45 članov DVS.



Skupinska  
slika v  
Novem Sadu

Društvo vodarjev Slovenije (DVS) je v terminu od 10. – 12.10.2019 izvedlo strokovno izobraževanje in terenske oglede hidrotehničnih objektov in vodarskih ureditev na območje vzhodne Hrvaške, Vojvodine in osrednje Srbije. Namen je bil našim članom oplemenititi znanja, izkušnje in poznavanja področja rabe, urejanja in varstva voda na širšem regijskem območju. Za strokovno izobraževanje in oglede je bilo v treh dneh namenjenih 15 polnih ur. Vmesni čas je bil porabljen za transport, počitek in razvedrilo.

Strokovni del ekskurzije so pripravili član društva Željko Blažeka, podjetje VGP Drava d.o.o. in predsednica dr. Lidija Globenvik. Vsem se za opravljeni delo najlepše zahvaljujemo.

### **PROGRAM STROKOVNEGA IZOBRAŽEVANJA IN TERENSKIH OGLEDOV:**

#### **1. Osijek (10.10.2019): Reka Drava**

##### **Obravnavana tema:**

Tehnologija in pravne ureditve pravic in dolžnosti lastnikov objektov vodnih objektov na reki Dravi v 19. in 20. tem stoletju. **Vodni objekti:** a) plavajoča vodna kolesa s sistemov mlinskih kamnov, postavljeni prečno na tok reke v tri do štirivrstnih linijah; b) obalne ureditve plavajočega rečnega priveza; **Pravna ureditev:** primer skupnostne rabe voda, zaradi katere se je vzpostavil sistem licenciranja imetnikov in upravljalcev objektov in legalni prenos pravic po rabi; listine, ki so urejali pravice in dolžnosti so bile izdane na okrajnih vodnih oblasteh;

**Ogled je bil pomemben z vidika a) prenosa znanja na mlade inženirje:** tehnologija izrabe moči tekoče vode, pasti in tveganja: varstvo pred visokimi vodami in plavajočimi objekti; obdobje nizkih voda, ekonomičnost obratovanja glede na potrebe in kot iniciator razvoja mesta, podpora trgovjanju in sedaj izobraževalnemu turizmu; in **b) analiza pomembnih ekosistemskih storitev reke** nekdaj in danes: ugotovitev, da se spreminja glede na tehnološki, družbeni in politični družbeni razvoj. Raba vode na tradicionalni način se odpira tudi kot nova možnost trajnostnega in na varstvo ekosistemov naravnega razvoja. Vse to mora razumeti in v svojo prakso delovanja vnesti tudi inženir, ki se ukvarja z rabo, urejanjem in varstvom voda.

#### **2. Poplavno območje sotočja Drave in Donave (Kopački rit) (10.10.2019)**

##### **Obravnavana tema:**

- **ekosistemski storitve reke in poplavnega območja:** a) zadrževanje vode za zmanjševanje poplavne ogroženosti širšega območja, b) bogatitev podzemnih zalog vode, c) izboljševanje kvalitete vode (razgrajevanje in shranjevanje prekomernih količin hranil in nevarnih snovi vodi in sedimentih - čiščenje vode), d) kreiranje in vzdrževanje rečnih in obvodnih struktur kot življenjski prostor številnim ogroženim in redkim rastlinskim in živalskim vrstam; e) ohranjanje in bogatenje genskih bank rečnih in obrečnih vrst – ohranjanje biodiverzitete; f) vzdrževanje nižjih temperatur ozračja in vode in g) blaženje negativnih posledic klimatskih sprememb.
- **hidrotehnične ureditve za vzdrževanje ustreznega vodnega režima:** sistem zapornic in kanalov za povezavo rečnih voda Drave in Donave, s čimer se vzdržuje ustrezne gladine podzemne vode celotnega območja in zagotavlja stalnost vode v depresijah (rečne mrtvice, nekdanja aktivna rečna struga);

#### **3. Novi Sad (11.10.2019): Regionalni upravni urad JPV Vode Vojvodine in splavnica »Čvor 3« na Hidromelioracijski sistem Donava-Tisa-Donava**

##### **Program predavanj:**

- g. Slavko Vrndžić – direktor Vode Vojvodine, »organiziranost upravljanja z vodami v Srbiji in vsebine dela podjetja »JPV Vode Vojvodine«;
- g. Stevan Ilinčić - pomočnik direktorja JVP Vode Vojvodine za hidrosistem Donava-Tisa-Donava: Zgodovina in objekti sistema »Hidromelioracijski sistem Donava-Tisa-Donava«;
- g. Aleksandar Kocan – pomočnik direktorja Tehničnega sektorja: »Hidromelioracijski sistem Donava-Tisa-Donava« - sistemi za namakanje in kontrolo.

**Ogled je bil pomemben z vidika razumevanja politike upravljanja voda v Srbiji, razumevanja sistema vzdrževanja in upravljanja več kot 1000 povezanih hidrotehničnih objektov, spoznav-**

nja delovanja splavnice (teh v Sloveniji nima-mo) in informiranja o načinih varstva in obnove tehnološko vodarske dediščine.

#### 4. Beograd (12.10.2019): Univerza v Beogradu, Gozdarska fakulteta

##### Program predavanj:

- prof. dr. Ratko Ristić, dekan, Gozdarska fakulteta v Beogradu: »Problem gradnje malih hidroelektrarn v Srbiji«;
- prof. dr. Jovan Despotović, Gradbena fakulteta v Beogradu: »Varstvo voda, vodovarstvena območja in investicije v prometno infrastrukturo: investicijske dileme in projektiranje objektov za varstvo voda v Srbiji«.

#### Mačva (12.10.2019): Poplave 2014 in rekonstrukcija visokovodnih nasipov Mačva – Sava – Drina- zahod

Predavanje o poplavnem dogodku leta 2014 v Bosni, na Hrvaškem in v Srbiji Bosni (dr. Mira Kobolt, ARSO in dr. Lidija Globevnik, UL FGG); Evropska unija in tudi Slovenija je ob dogodku intervenirala in nudila pomoč tudi v po-poplavni obnovi. V sklopu te se je izdelala hidrološka analiza dogodka na reki Bosni; Iz finančnega sklada »Europe Aid« se rekonstruirajo med drugim tudi visokovodni nasipi ob Drini pred sotočjem s Savo. Dela izvaja slovensko podjetje Drava Vodnogospodarsko podjetje Ptuj. Ogledali smo si gradbišče, organizacijo del in se spoznali s tehnologijo refuliranja – prenosa sedimentov iz dna reke in vgradnja ustreznega pripravljenega materiala v nasipe.

Avtorji fotografij: Leon Gosar, Gašper Šubelj, Tone Prešeren



Trdnjava v Osijeku



Mlin na Dravi v Osijeku



Kosilo gost. Didin Konak pri Kopačkem ritu



Plovba po Kopačkem ritu



Orel počiva in se razgleduje



Sicer smo videli pa največ kormoranov



JVP "Vode Vojvodine" Novi Sad



G. Slavko Vrndžić, direktor Vode Vojvodine



G. Stevan Ilinčić, pomočnik direktorja



Splavnica na sistemu Donava Tisa Donava





Kosilo Ribiški otok – lokal Kučerak na Ribarcu  
Novi Sad



Pogled s Petrovaradinske trdnjave



Beograd zvečer



Vhod v Gozdarsko fakulteto v Beogradu



G. Ratko Ristić, dekan Gozdarske fakultete



Prof. dr. Jovan Despotović, Gradbena fakulteta



Ogled Arboretuma na Gozdarski fakulteti



Rekonstrukcija visokovodnih nasipov Mačva – Sava



– Drina- zahod v Crni Bari (gradi VGP Drava)



Objekt, sofinanciran iz evropskih sredstev



# **48. ZIMSKO ŠPORTNO SREČANJE SLOVENSKIH VODARJEV, Cerkno, 08.02.2020**

ORGANIZATOR: Hidrotehnik, d.d.

## **EKIPNI ZMAGOVALCI**

1. mesto	
<b>VGP Drava Ptuj, d.o.o.</b>	
2. mesto	3. mesto
<b>Hidrotehnik d.d.</b>	<b>Direkcija za vode Republike Slovenije</b>

## **ZMAGOVALCI POSAMEZNO**



	veleslalom	smučarski tek
<b>ženske</b>		
> 69		
60-69	HELENA OZMEC	HELENA OZMEC
50-59	TANJA PODGORŠEK	STANKA KOREN
40-49	JASNA TOKIĆ	MATEJA KLANEČEK
30-39	MAJA KREGAR	ANJA HRASTELJ
< 30	NUŠA MAROLT	ŠPELA LAKOTA JERIČEK
<b>moški</b>		
> 69	MATIJA MARINČEK	MATIJA KAVČIČ
60-69	DAMJAN ROGELJ	ROK FAZARINC
50-59	ROBERT LESNIČAR	ROK FERME
40-49	URBAN ŠUBIC	MARTIN KOS
30-39	MATIC KOŠAK	NEVEN VERDNIK
< 30	BLAŽ KOŠOROK	BORUT MAVC
<b>deskanje</b>		
ženske	HELENA THALER	
moški	JURE BOGATAJ	

Podrobni rezultati so objavljeni na spletni strani Društva vodarjev Slovenije: [www.drustvo-vodarjev.si](http://www.drustvo-vodarjev.si)

V krasnem vremenu in na lepo urejenem je smučišču je ekipa Hidrotehnik d.d. odlično izvedla igre.

## **ORGANIZATOR 2021 – Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o.**

Avtor fotografij: Valter Leban, Postojna



Helena Thaler



Jure Bogataj



Helena Ozmec



Tanja Podgoršek



Jasna Tokič



Maja Kregar



Nuša Marolt



Matija Marinček



Damjan Rogelj



Robert Lesničar



Urban Šubic



Mati Košak



Blaž Košorok



Glavni organizator Franko Šadl



Pri »šanku« so se sklepali posli (?)



Poskrbljeno je bilo za hrano in.....



.... pijačo



Dan je bil res lep



Še Triglav se vidi za rumenčki iz Hidrotehnika



Triglav od blizu



Alpska perla



Kosilo v Alpski perli na vrhu smučišča





Po kosilu so bili na vrsti teki



Brez g. Danila Šeška na igrah skoraj ne gre



Na srečo tudi brez Matije Kavčiča tudi ne



Helena Ozmec



Stanka Koren



Mateja Klaneček



Anja Hrastelj



Špela Lakota Jeriček



Matija Kavčič



Rok Fazarinc



Rok Ferme je bil prehiter



Martin Kos



Neven Verdnik



Peter Mavc



pogled na rezultatske listke



Podelitev najboljšim DESKARKAM



in DESKARJEM



VSL, ženske 60-69 let



VSL, moški nad 70 let



VSL, moški 60-69 let



VSL, ženske 50-59 let



VSL, moški 50-59 let



VSL, ženske 40-49 let



VSL, moški 40-49 let



VSL, ženske 30-39 let



VSLmoški 30-39 let



VSL, ženske do 30 let



VSL, moški do 30 let

Žal razglasitev v smučarskih tekih in ekipno ni bila posneta.



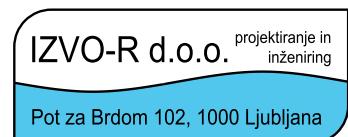
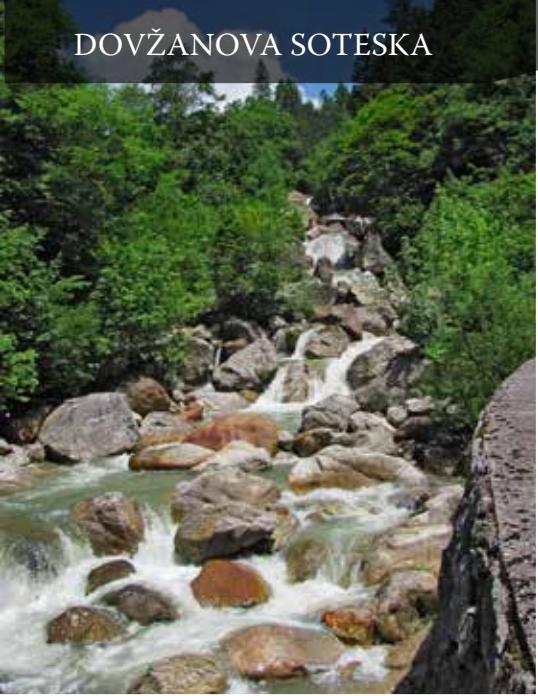




Foto: Aleš Klabus, Bohinjsko jezero

DOVŽANOVA SOTESKA



Stegovniški slap



GRADIŠKO JEZERO



KAMNIŠKA BISTRICA – SOTESKA PREDASELJ



Bohinjsko jezero



Kamniška Bistrica pritok



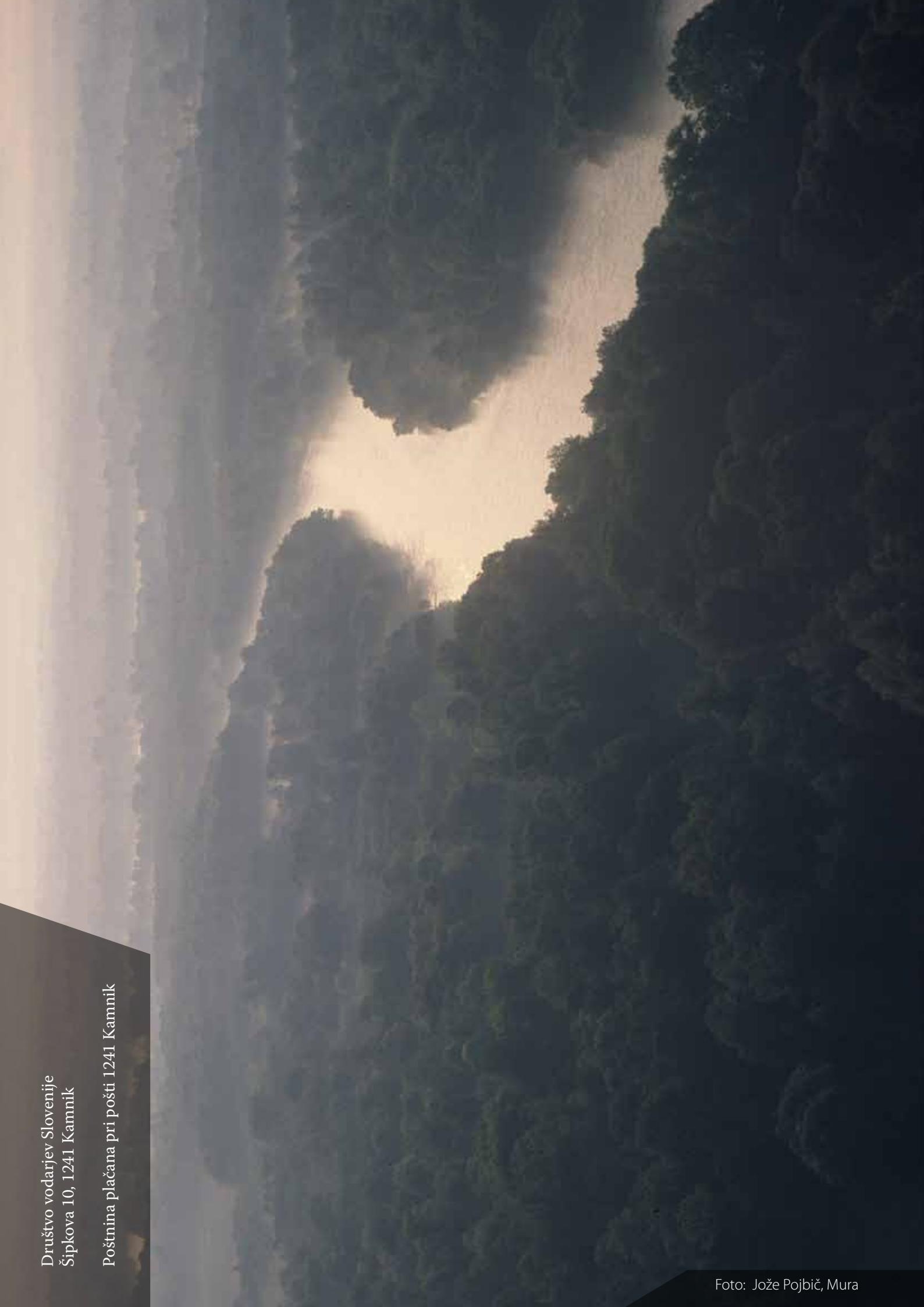
Kamniška Bistrica Šmarca



Krka Otočec



Foto: Tone Prešeren



Društvo vodnjev Slovenije  
Šipkova 10, 1241 Kamnik

Poštnina plačana pri pošti 1241 Kamnik

Foto: Jože Pojbič, Mura