



Univerza v Ljubljani  
Filozofska fakulteta

**GeograFF**  
**10**

# **Mali vodni tokovi in njihovo poplavno ogrožanje Ljubljane**

Urednik  
**Karel Natek**

Ljubljana 2018

# GeograFF 10

## Mali vodni tokovi in njihovo poplavno ogrožanje Ljubljane

Odgovorni urednik: Darko Ogrin

Urednik: Karel Natek

Recenzenti: Blaž Repe, Metka Špes, Blaž Komac

Kartografi: Tanja Koželj, Uroš Stepišnik, Damijan Bec

Fotografi: LIMNOS d.o.o., Irena Mrak, Karel Natek, Darko Ogrin, Petra Repnik Mah, Uroš Stepišnik

Angleški povzetek: Karel Natek

Published by/Založila: Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani (Ljubljana University Press, Faculty of Arts), zanjo Roman Kuhar, dean of the Faculty of Arts/ dekan Filozofske fakultete

Issued by/Izdal: Department of Geography/Oddelek za geografijo

Design and layout/Oblikovanje in prelom: Jure Preglau

First edition/Digital edition; Prva izdaja/e-izdaja

Publication is free of charge./Publikacija je brezplačna.

Publication is available on/Publikacija je dostopna na: <https://e-knjige.ff.uni-lj.si>

DOI: 10.4312/9789610600305

© University of Ljubljana, Faculty of Arts, 2018/Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, 2018  
All rights reserved./Vse pravice pridržane.

Brez pisnega dovoljenja Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna objava, dajanje na voljo javnosti (internet), predelava ali vsaka druga uporaba tega avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnekoli obsegu ali postopku, vključno s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki. Odstranitev tega podatka je kazniva.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID=293644288

ISBN 978-961-06-0029-9 (epub)

ISBN 978-961-06-0030-5 (pdf)



## Mali vodni tokovi in njihovo poplavno ogrožanje Ljubljane



**GeograFF**  
**10**



# Kazalo

<b>Uvod</b>	
<i>Karel Natek</i> .....	7
<b>Pregled dosedanjega preučevanja poplavne ogroženosti</b>	
<i>Karel Natek</i> .....	9
<b>Splošne značilnosti malih vodotokov na območju mestne občine Ljubljana</b>	
<i>Irena Mrak</i> .....	11
<b>Maksimalne možne kratkotrajne padavine v Ljubljani</b>	
<i>Darko Ogrin</i> .....	19
<b>Maksimalni možni pretoki na malih vodotokih</b>	
<i>Uroš Stepišnik</i> .....	27
<b>Opisi stanja in poplavne ogroženosti ob malih vodotokih na območju mestne občine Ljubljana</b>	
<i>Karel Natek</i> .....	31
<b>Predlog ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti ob malih vodotokih s poudarkom na evidentiranih točkah</b>	
<i>Aleš Bizjak, Petra Repnik Mah</i> .....	66
<b>Sanacija malih vodnih tokov in ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti Ljubljane – ekoremediacija malih vodotokov</b>	
<i>Danijel Vrhovšek, Darja Istenič</i> .....	77
<b>Povzetek</b> .....	96
<b>Small Catchments and Flood Risk in Ljubljana</b> .....	99
<b>Viri in literatura</b> .....	102
<b>Seznam preglednic</b> .....	107
<b>Seznam slik</b> .....	108
<b>Imensko in stvarno kazalo</b> .....	111



# Uvod

Karel Natek

Poleg splošno poznane nevarnosti poplav ob Ljubljani in Gradaščici v južnem delu Ljubljane ter vzdolž Save na Ljubljanskem polju obstajajo na območju mestne občine Ljubljana še številni manjši vodotoki, ki ob ekstremno intenzivnih padavinah predstavljajo precejšnjo grožnjo delom naselij, nameščenih tik ob njihovih strugah. Najbolj izpostavljeni so deli na severnem in južnem vznožju Golovca in na obrobju Posavskega hribovja v vzhodnem delu mestne občine, v manjši meri tudi na vznožju Polhograjskega hribovja in Rožnika na zahodu ter Rašice v severnem delu mestne občine. V tem prostoru je kljub urbanizaciji še vedno mogoče opaziti poplavno delovanje teh vodotokov (vršaji, izgoni) in delno tudi še določene prilagoditve človeka nevarnostim kratkotrajnih, a izjemno intenzivnih hudourniških poplav. Hitra urbanizacija po drugi svetovni vojni je te sledove v veliki meri zbrisala, vendar je poplavna ogroženost ostala, oziroma se zaradi urbanizacije ponekod močno povečala. Zaradi nekajdesetletnega obdobja brez pojavov zelo visokih voda poplave na teh območjih tudi niso več prisotne v spominu prebivalcev ter prostorskih načrtovalcev.

Zaradi velikih potreb po zazidalnih in drugih urbanih površinah je bilo v preteklosti potrebno številne vodotoke hidravlično in hidrotehnično 'urediti', prvenstveno s ciljem čim hitrejšega odvajanja vode in pridobivanja dragocenih zemljišč za individualno stanovanjsko gradnjo. S tem je prišlo do precejšnje hidromorfološke degradacije in onesnaženosti teh vodotokov na odsekih skozi naselja, tako da smo izgubili dragocene vodne in obvodne habitate, bistveno se je zmanjšala tudi njihova rekreacijska, estetska in doživljajska vrednost. Kljub degradiranosti in ekološki fragmentiranosti ti vodotoki znotraj naselij še vedno vsaj deloma delujejo kot koridorji med površnimi deli, ki so v veliki meri ostali pod gozdom, ter izlivom v večji vodotok, na kar bi lahko ponovno navezali njihov velik ekološki in rekreacijski potencial.

Poplave Ljubljanice in Gradaščice, ki po različnih ocenah ogrožajo od 18.000 do 30.000 ljudi v južnem delu Ljubljane (Dobravc, 2007), so poleg precejšnje potresne ogroženosti gotovo najhujši problem mestne občine z vidika ogroženosti ljudi in premoženja pred naravnimi nesrečami. V zadnjih desetletjih je prišlo do načrtnega in deloma stihijskega širjenja mesta na poplavna območja obeh rek v severnem delu Ljubljanskega barja, s čimer se je močno povečala stopnja ogroženosti in hkrati zmanjšale možnosti zaščite pred škodljivim delovanjem voda (Komac, Natek, Zorn, 2008; Gašperič, 2004). Precejšnje možnosti poplav so tudi vzdolž Save na Ljubljanskem polju, vendar je bil tu pritisk urbanizacije na poplavno ravnico bistveno manjši. Ta je zaenkrat še ostala na razpolago poplavnim vodam Save, vendar pa se tudi tu nevarno množijo znaki nenadzorovanega širjenja mesta na ogroženo območje.

Zaradi teh dveh velikih poplavnih območij je ostala močno v ozadju problematika kratkotrajnih hudourniških poplav ob številnih malih vodotokih, ki tečejo iz hribovitih

delov mestne občine naravnost v in skozi večinoma urbanizirane dele mesta. Zlasti z območja Rožnika in Golovca se na vse strani raztekajo majhni vodotoki, ki se lahko že ob močnih, lokalno omejenih padavinah v zelo kratkem času spremenijo v hudournike in povzročijo ogromno škodo na javni infrastrukturi in zasebni lastnini, v najbolj skrajnem primeru lahko celo ogrozijo človeška življenja. Tem vodotokom se je doslej posvečalo zelo malo pozornosti, čeprav njihovih, sicer izrazito lokalno omejenih, negativnih učinkov ne bi smeli podcenjevati. Obenem smo z neustreznimi 'ureditvami' teh vodotokov in pretiranim spreminjanjem njihovih strug močno okrnili ekološki, vizualni in doživljajski pomen teh malih voda v urbanem okolju, oziroma jih v mnogih primerih odstranili iz našega vidnega polja ter preusmerili v podzemne kanale (Mikoš, Kavčič, 1998; 2000).

S podobnimi problemi se srečujejo številna evropska mesta, saj je v preteklih desetletjih skoraj povsod prevladalo izrazito tehnoцентриčno 'urejanje' voda znotraj mest v smislu čim hitrejšega odvajanja vode in maksimalnega omejevanja obvodnega prostora. Tudi drugod se vse bolj zavedajo velikih izgub, ki jih je utrpelo urbano okolje zaradi takšnega odnosa do malih vodotokov, zato jim poskušajo z novimi prijemi vrniti nekdanji pomen in hkrati preprečiti njihovo škodljivo delovanje. V tej smeri deluje tudi evropski program LIFE (2009), ki že vrsto let med drugim namenja pozornost in finančna sredstva urejanju urbanega okolja in izboljševanju kvalitete bivanja, kar je že marsikje obrodilo pozitivne rezultate.

Na območju mestne občine Ljubljana imamo kljub urbanizaciji in antropogeni preoblikovanosti precejšnjo raznolikost vodotokov, ki bi lahko imeli ob spremenjenem odnosu do njih pomembnejšo vlogo pri večji naravnosti mestne občine in glavnega mesta države v smeri trajnostnega/sonaravnega razvoja ter izboljšanju kakovosti bivanja prebivalstva. Ker je zaželeno, da se vsaj na najbolj kritičnih primerih poplavne ogroženosti ob malih vodotokih začne z ustreznimi sanacijskimi ukrepi, preden bodo naše mesto (po nepotrebnem) prizadele hude lokalne poplave, smo v raziskovalnem projektu poskušali dokazati, da bi lahko namesto enega cilja hkrati dosegli tri, po našem mnenju enakovredne cilje, in sicer:

1. Zmanjšali ogroženost zaradi lokalnih hudourniških poplav,
2. Poiskali najustreznejše rešitve za okoljsko sprejemljivejše ureditve vodotokov oziroma njihovih delov z vidika izboljšanja kvalitete bivalnega okolja,
3. Izvedli sanacijo malih vodotokov v smislu vračanja vodotokov oziroma njihovih delov v naravnejše stanje (ekoremediacije).

V okviru raziskovalnega projekta smo, nenazadnje, ugotovili tudi, da so zlasti ob vodotokih v vzhodnem delu mestne občine še razmeroma dobro ohranjene poplavne ravnice, ki poleg kmetijske in izjemno pomembne rekreacijske funkcije nemoteno opravljajo tudi vlogo zadrževalnikov poplavnih voda. Izjemno pomembno je, da to njihovo funkcijo/e jasneje izpostavimo v prostorskih načrtih mestne občine in tem vodotokom tudi v prihodnjem prostorskem razvoju mesta omogočimo opravljanje teh funkcij.

# Pregled dosedanjega preučevanja poplavne ogroženosti

*Karel Natek*

Prva podrobnejša preučitev malih vodnih tokov na območju mestne občine Ljubljana je potekala v letih 1997–1999. V njej so se avtorji posvetili najbolj antropogeno preoblikovanim majhnim vodotokom, ki so jih bodisi speljali v betonska korita ali v podzemne kanale (Mikoš, Kavčič, Muck, 1997; Mikoš in sod., 1999; Mikoš, Kavčič, 1998; 2000).

V letih 2002–2003 je na območju mestne občine Ljubljana potekala raziskava Zaščita in revitalizacija vodotokov na območju Viča (Gradaščica, Glinščica, Pržanec) s pomočjo ekoremediacij (Limnos d.o.o.), ki je nakazala vrsto možnosti revitalizacije antropogeno močno preoblikovanih vodotokov (Vrhovšek in sod., 2003). Nekaj manjših raziskav o možnostih preureditve tako preoblikovanih vodotokov je bilo narejenih tudi na nekaterih drugih območjih (npr. za Glinščico na območju Rožne doline, za manjše potoke na območju Rožnika, za Račo in Radomljo v Domžalah).

Večja poplavna območja v mestni občini Ljubljana so razmeroma dobro poznana, saj se je z njimi ukvarjala vrsta raziskovalnih projektov, ki jih je financirala bodisi država (Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za zaščito in reševanje) ali mestna občina Ljubljana, npr. o celoviti ureditvi porečja Gradaščice (Anzeljc, 2007). O tej tematiki je bilo narejenih tudi več zanimivih diplomskih in seminarских nalog na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo (mdr. Stibilj, 2003; Jeriha, 2007; Knapič, 2007) in na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete (Cunder, 1984; Dobravc, 2003; Nagode, 2008).

Veliko slabše poznana so poplavna območja oziroma funkcioniranje malih vodotokov, čeprav je bilo tudi tu opravljenega že nekaj dela. Izjema je potok Glinščica v zahodnem delu mestne občine, kjer je bilo opravljenih že več hidroloških, bioloških idr. raziskav (mdr. Mišmaš, 1998; Vrhovšek in sod., 2003; Škrbec, 2005; Štajdohar, 2005; Koprivšek, 2006; Balant, 2006).

S podobnimi težavami kot Ljubljana se srečujejo tudi mnoga druga mesta po Evropi, ki v zadnjih desetletjih veliko vlagajo v sodobnejšo ureditev nekoč zapostavljenih in zanemarjenih vodotokov na urbanih območjih. Med najuspešnejše projekte prištevajo projekt SMURF (Sustainable Management of Urban Rivers and Floodplains), ki je 2002–2005 potekal na reki Tame v Birminghamu (Velika Britanija), kjer so z razmeroma majhnimi posegi dosegli veliko izboljšanje ekološkega stanja vodotoka ter njegove vloge v urbanem okolju in življenju ljudi ob njem. Omeniti velja tudi raziskovalni projekt 5. okvirnega raziskovalnega programa URBEM (Urban River Enhancement Methods), na katerem so številni partnerji iz več evropskih držav raziskovali potenciala za obnovo in rehabilitacijo mestnih vodotokov, sodelovali pa so tudi slovenski strokovnjaki (Brilly, Bizjak, Povž, 2003).

Mnoga od teh spoznanj smo koristno uporabili tudi v tem raziskovalnem projektu, poskušali pa smo jih nadgraditi s celovitim pristopom k problematiki ogroženosti zaradi poplav s ciljem, da bi pri sanaciji s hkratnim upoštevanjem več vidikov dosegli bistveno večji izkoristek vloženih sredstev.



# Splošne značilnosti malih vodotokov na območju mestne občine Ljubljana

Irena Mrak

Najobsežnejše potencialno poplavno območje v mestni občini Ljubljana predstavlja Ljubljansko barje, ki spada med poplavna območja neproduktivnih rek izven krasa. Spada med ravninska poplavna območja, zanj so značilne majhne višinske razlike, celotna kotlina pa rahlo visi proti jugu, kar se kaže tudi v razširjenosti poplav. Poplavno območje je na desni strani Ljubljanice skoraj dvakrat večje kot na levi. Katastrofalne poplave ne dosežejo vršajev lške in Borovniščice ter izgona tik ob strugi Ljubljanice. Omenjene reliefne oblike predstavljajo oviro poplavni vodi, saj ta zastaja in odteče šele, ko se gladina spusti v obrobni kanalih (Cunder, 1984; Dobravec, 2003).

Karta pogostih in katastrofalnih poplav na območju mestne občine Ljubljana (slika 1) kaže predvsem povečane površine katastrofalnih poplav na južnem in jugovzhodnem delu Ljubljanskega barja, opazno se povečajo območja ob nekaterih malih vodotokih v južnem delu občine ob Gradaščici in Malem grabnu.

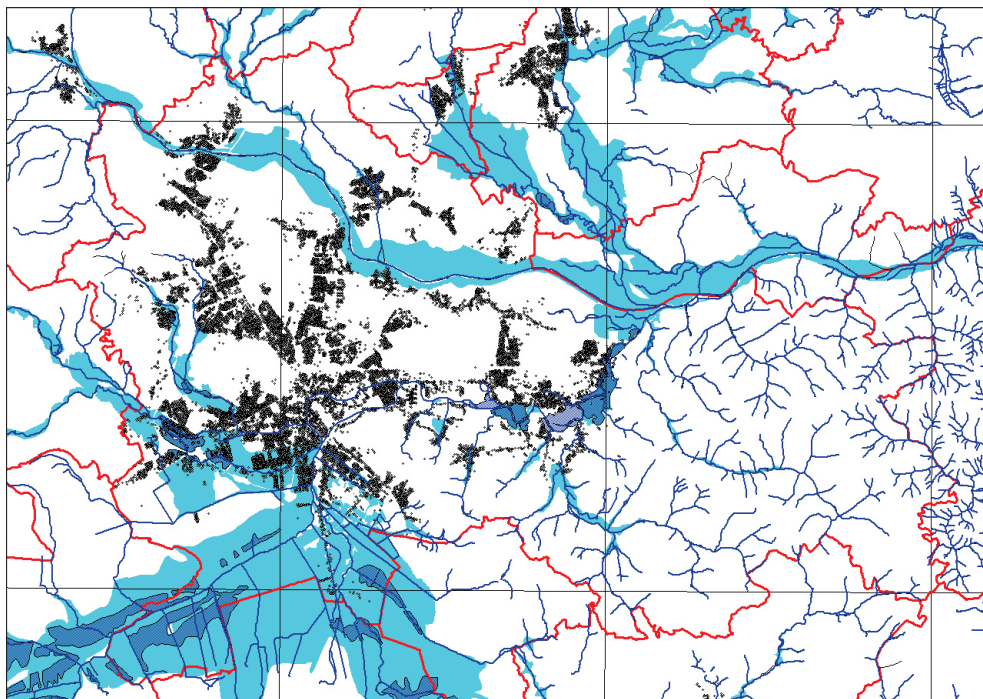
Cunder (1984) je ugotovil, da poplave na Barju v večji meri povzročajo pritoki Ljubljanice, medtem ko sama reka, ki ima kraški značaj, vpliva predvsem na trajanje poplav. Ob poplavi najprej poplavijo hudourniške vode (največ vode prispeva Gradaščica s pritoki, del manjši vodotoki), ko pa te odtečejo, čas poplave podaljšuje kraška voda. Na trajanje in obseg poplav vplivajo predvsem dolgotrajne padavine ter prisotnost talne vode.

Da bi preprečili dolgotrajne poplave, je bila večina vodotokov regulirana, kar je pospešilo odtok poplavnih voda, hkrati pa pripeljalo do sedanjega stanja strug, ki zaslužijo ustrežnejšo ureditev kot zgolj omejitve z betonskimi cevmi in betoniranimi bregovi.

Cunder (1984) citira Melika (1934), ki trdi, da je bila nekoč na Barju (torej v preteklih stoletjih) višina poplave merilo za višino nove zgradbe. Lesene hiše so zaradi posejanja in gnitja pri tleh 'dvigovali', prav tako so skrbneje izbirali posevke. Izbor je bil odvisen od višine sadeža in od dobe zorenja.

Južni rob Ljubljane je poplavno potencialno in ne redno ogrožen. Poplavljen bi bil le v primeru izrednih, maksimalnih poplav (Cunder, 1984; Dobravec, 2003), kakršne so se zgodile septembra 1926 in septembra 2010.

Slika 1: Območja pogostih (temno modro) in katastrofalnih poplav (svetlo modro) na območju mestne občine Ljubljana.



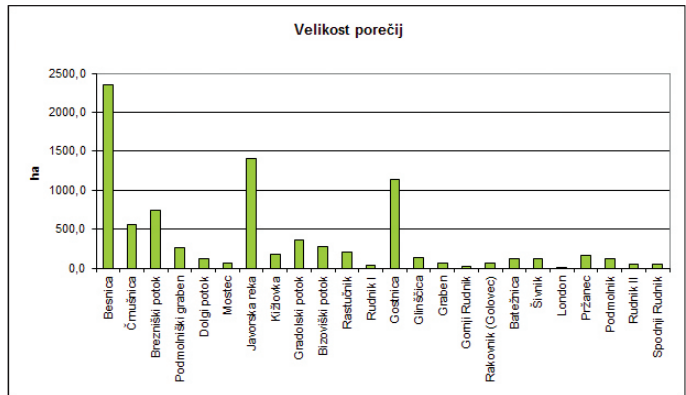
Vir: ARSO, 2007.

Med 24 obravnavanimi malimi vodotoki v mestni občini Ljubljana po velikosti porečja izstopajo Besnica, Javorska reka in Gostinca (slika 2). Glede na izračunane vrednosti maksimalnih pretokov pa je na prvem mestu Javorska reka, ki ji sledita Gostinca in Besnica.

Podatki o številu prebivalstva po porečjih iz leta 2005 kažejo, da je glede na število prebivalstva na prvem mestu porečje Črnušnice, ki mu sledita porečji Besnice in Bizoviškega potoka. V nadaljevanju smo podatke o maksimalnih pretokih in številu prebivalstva po porečjih uvrstili v štiri razrede ter jih med seboj primerjali z vidika potencialne poplavne ogroženosti (preglednica 1).

Slika 2:

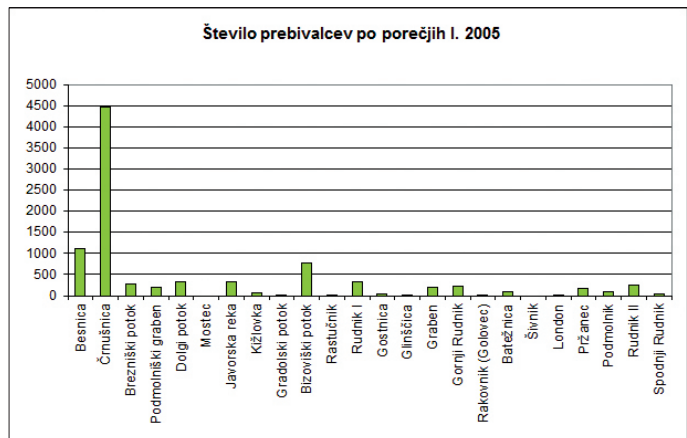
Velikost porečij malih vodotokov v mestni občini Ljubljana.



Vir: GURS, 2007.

Slika 3:

Število prebivalcev po porečjih malih vodotokov v mestni občini Ljubljana leta 2005.



Vira: GURS, 2007; SURS, 2005.

Vrednosti maksimalnih pretokov in število prebivalcev po porečjih smo uvrstili v vnaprej določene razrede, pri čemer so z vidika potencialne poplavne ogroženosti bolj problematična tista porečja, kjer gre za visoke vrednosti maksimalnih pretokov in veliko število prebivalcev, kar je v obeh primerih razred 4.

Preglednica 1: Razredi maksimalnih pretokov in števila prebivalcev v porečjih.

Razred	Vrednosti pretokov m <sup>3</sup> /s	Razred	Število prebivalcev
1	Do 5	1	0
2	5,1–10	2	1– 100
3	10,1–30	3	101–500
4	Nad 30,1	4	Nad 501

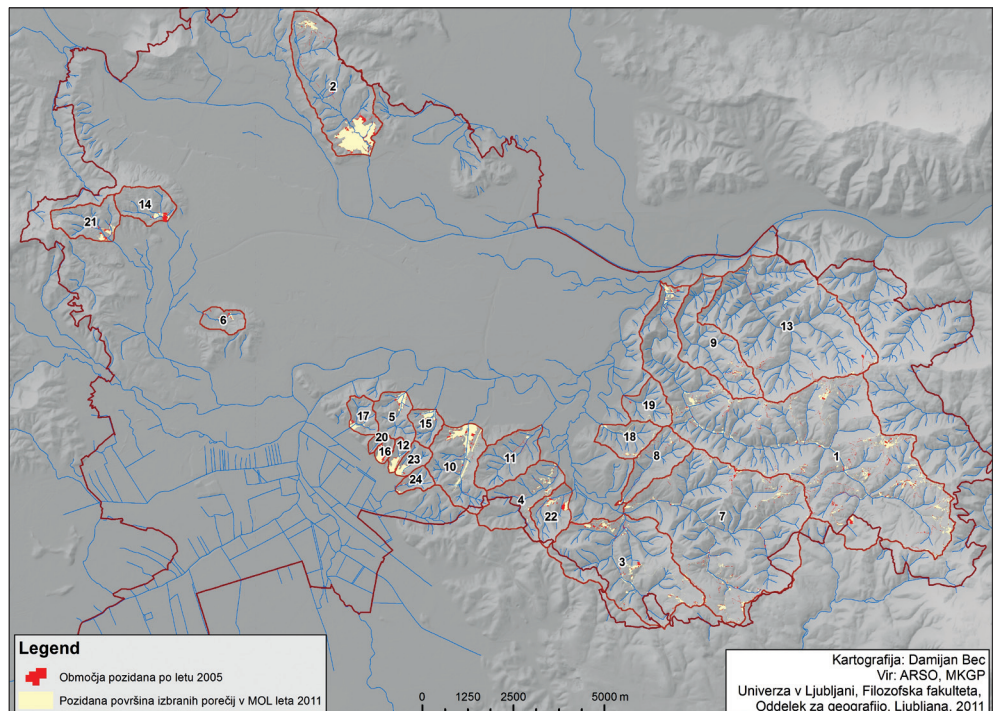
Med 24 preučevanimi malimi vodotoki (preglednica 2) spada v četrti razred z vidika maksimalnih pretokov in števila prebivalcev porečje Besnice, ki je, kot smo že ugotovili, hkrati tudi največje porečje. V četrti razred se z vidika maksimalnega pretoka uvršča tudi Javorska reka, ki glede na število prebivalcev spada v tretji razred. Izpostaviti velja še Črnušnico in Bizoviški potok, ki sta glede na maksimalni pretok v tretjem razredu, glede na število prebivalcev pa v četrtem. Teoretično sta ti dve porečji z vidika poplavne ogroženosti najbolj problematični, vendar ima Črnušnica v zgornjem delu doline obsežne retenzijske površine in razmeroma globoko strugo v Črnučah, bolj problematična je poseljena dolina Bizoviškega potoka.

Preglednica 2: Površina, maksimalni pretoki in število prebivalcev po porečjih.

Porečje	Površina (km <sup>2</sup> )	Q <sub>20</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Št. preb.	Razred preb.	Razred pretok
Rakovnik	0,70	3,18	8,80	18	2	1
London	0,14	0,64	1,77	9	2	1
Gornji Rudnik	0,27	1,24	3,42	219	3	1
Spodnji Rudnik I	0,31	1,41	3,90	318	3	1
Spodnji Rudnik II	0,51	2,32	6,43	239	3	1
Spodnji Rudnik (Hudourniška pot)	0,47	2,13	5,90	45	2	1
Dolgi potok	1,21	4,54	12,56	338	3	1
Graben	0,71	3,19	8,83	198	3	1
Bizoviški potok	2,83	12,77	35,34	774	4	3
Rastučnik	1,97	8,88	24,58	14	3	2
Podmolniški graben	2,59	9,75	26,98	201	3	2
Podmolnik	1,24	5,61	15,54	98	2	2
Brezniški potok	7,47	28,10	77,77	269	3	3
Javorska reka	13,99	52,67	145,78	339	3	4
Kižlovka	1,85	8,37	23,17	59	2	2
Betežica	1,24	5,60	15,50	92	2	2
Šivnik	1,14	5,16	14,28	0	1	2
Besnica	23,41	35,25	97,56	1106	4	4
Gradolski potok	3,60	16,24	44,95	25	2	3
Gostinca	11,39	51,46	142,41	33	2	4
Črnušnica	5,51	20,74	57,41	4476	4	3
Mostec	0,64	2,40	6,64	0	1	1
Pržanec	1,32	5,95	16,47	177	3	2
Glinščica	1,62	7,30	20,19	18	2	2

Povečevanje obsega pozidanih površin in posledično tudi števila prebivalstva je mogoče zaznati v vseh obravnavanih porečjih, zato je izjemnega pomena poznavanje in upoštevanje značilnosti (naravno stanje ter dosedanji človekovi posegi) malih vodotokov pri prostorskem načrtovanju.

Slika 4: Spremembe obsega pozidanih površin v obravnavanih porečjih po letu 2005.



Neposredne posledice človekovih posegov v rečne struge (izgradnja kanalov, jezov, preusmerjanje struge, odvzemanje vode, itd.) so prepoznane in tudi jasno razvidne, manj pa so prepoznani posredni učinki tovrstnih posegov, tako na sam vodotok kot tudi na njegovo porečje. Dodatno na vodotoke vplivajo še posegi, kot je sprememba rabe tal v porečju (predvsem npr. deforestacija), intenzivna kmetijska raba, požari in še posebej gradnja/urbanizacija. Številne raziskave, ki se osredotočajo na posledice človekovih posegov v porečja in vodotoke, poskušajo osvetliti zlasti kdaj, kje in zakaj prihaja do določenih sprememb in procesov. Vzporedno iščejo tudi čimbolj sonaravne rešitve urejanja vodotokov, ob upoštevanju tako naravnih zakonitosti v določenem območju kot tudi kulturnih razmer in odnosa prebivalcev do vodotokov (Gregory, 2006).

Posegi v rečne struge se kažejo v spremenjenih prečnih profilih, in sicer v spremenjeni velikosti, obliki in sestavi, prav tako vplivajo tudi na ekološke pogoje v sami strugi in porečju (preglednica 3). Glede na poznavanje konkretnih primerov sprememb po posegih, lahko te posledice do določene mere napovemo tudi v primeru novih

načrtovanih posegov, večkrat pa to ni mogoče, saj gre za odzive, ki so pogojeni s konkretno lokacijo in so zelo kompleksni, odvisni od številnih dejavnikov (Gregory, 2006).

*Preglednica 3: Vzroki in posledice nekaterih najpogostejših človekovih posegov v območju malih vodotokov.*

Dejavnik spremembe	Procesi: hidrološki H, sedimentni S	Lokalno vidna prilagoditev	Prilagoditev na širšem območju
<i>Oblika, profil struge</i>			
Izgradnja zajetja/pregrade	H-, S- nato S+	Izdelan kanal pod zajetjem	Dolvodno je možnost zmanjšanja kapacitete kanala, kar je odvisno od odloženih sedimentov
Zajetja, jezovi	H-, S- nato S+	Izdelan kanal pod zajetjem	Ni relevantno
Spremenjen vodni tok (npr. male hidroelektrarne, mlini)	H-	Nasipanje za samim posegom v strugi; poglobljanje struge na mestu, kjer odtok ponovno poteka po prvotni strugi/kanalu	Ni relevantno
Mostovi	H+	Poglobljanje okrog nosilcev mostu	Ni relevantno
Čiščenje struge	S+	Povečan transport sedimentov in možna pospešena erozija	Ni relevantno
Stabilizacija bregov in struge (beton, kamenje)	H+, S+		Možni so učinki v spodnjem delu vodnega toka, zlasti kot posledica povečane hitrosti vodnega toka
Odstranitev sedimentov, izkoriščanje naplavine	S+	Lokalna prilagoditev struge	Možna sprememba morfologije struge dolvodno
Odlaganje materiala	S+	Možno pospešeno lokalno nasipanje	Možno nasipanje nad in pod samim posegom
Pogozdovanje	S-	Možno zmanjševanje kapacitet struge, vendar v odvisnosti od odtočne drenaže v gozdu	
Varovalni ukrepi	H-, S-	Možno zmanjševanje kapacitet struge, vendar v odvisnosti od upravljanja odtočne drenažne mreže	
<i>Drenažna mreža v porečju</i>			
Namakalni kanali	H-	Prilagoditev struge na mestih, kjer je voda speljana v namakalni sistem	Vidni učniki vzdolž celotnega vodotoka

Dejavnik spremembe	Procesi: hidrološki H, sedimentni S	Lokalno vidna prilagoditev	Prilagoditev na širšem območju
<i>Prostorsko razširjeni posegi</i>			
Deforestacija	H+, S+		Nastajanje novih erozijskih jarkov v povirju in spremembe v strugi; pogosto povečanje zmogljivosti odtoka, vendar v povezavi z razpoložljivostjo sedimenta
Paša	S+	Lokalni učinki v obliki degradacije rečnih bregov	
Požar, požig	H+, S+	Možne lokalne spremembe struge	
Kmetijstvo (npr. oranje)	H+, S+	Lokalni učinki zlasti ob sotočjih pritokov in glavnega vodotoka	
Raba tal, varovalni ukrepi	H-, S-	Možno zmanjševanje kapacitet struge, vendar v odvisnosti od upravljanja odtočne drenažne mreže	
Pogozdovanje	S-	Možno zmanjševanje kapacitet struge, vendar v odvisnosti od odtočne drenaže v gozdu	
Odlaganje gradbenega materiala	S+	Vpliv na strugo, kjer je mesto odlaganja	Začasne spremembe v odtoku
Urbanizacija	H+, S-	Poglabljanje struge, zlasti ob neurjih	Hudourniške vode povečajo drenažno mrežo

H- = manjši pretok, H+ = povečan pretok; S- = zmanjšan transport sedimenta, S+ = povečan transport sedimenta

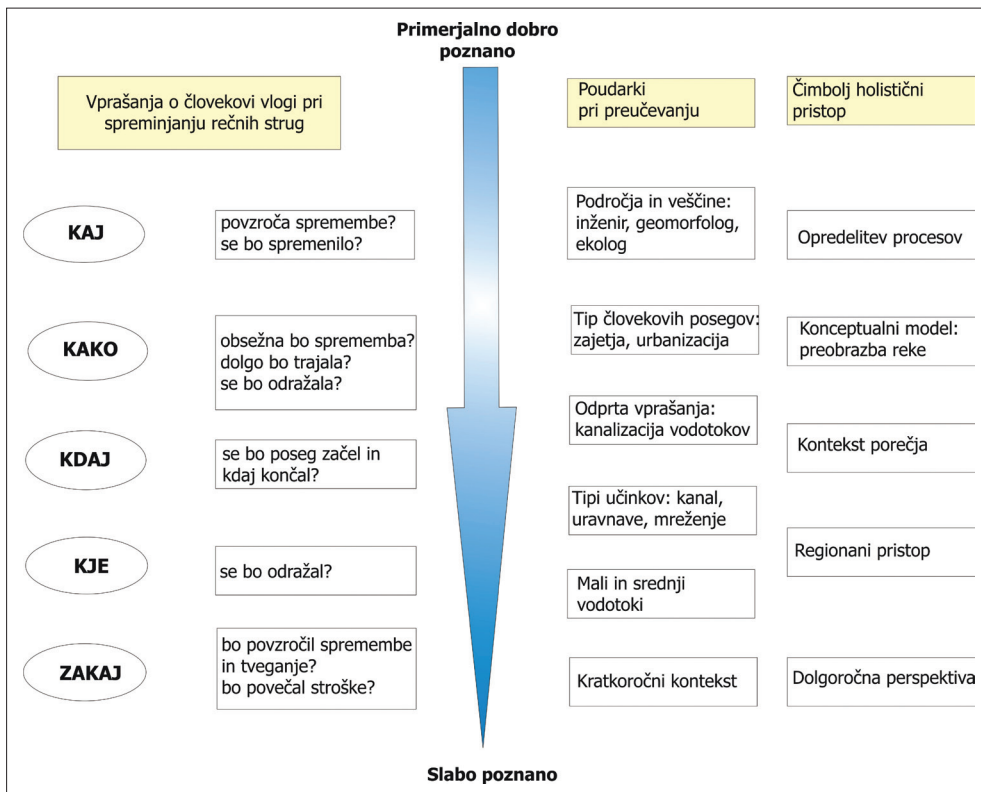
Vir: prirejeno po Gregory, 2006.

Pristop preučevanja človekovih posegov v vodotoke mora biti čimbolj kompleksen, holističen (slika 5), kar pomeni, da je potrebno upoštevati naravne razmere v porečjih ter na osnovi obstoječih izkušenj napovedati morebitne pojave in procese, ki jih v samem vodotoku in porečju lahko povzroči določen človekov poseg. Nujno je sodelovanje strokovnjakov različnih strok ter detajlno obravnavanje posameznih segmentov vodotoka in njegovega porečja.

Potrebno se je zavedati dejstva, da so spremembe struge in vodotokov v prvi vrsti pojavi, ki jih povzročajo naravni procesi in so v veliki meri povezani prav z neurji (Gregory, 2006). Poznavanje hudourniške nravi preučevanih vodotokov je zato velikega pomena pri načrtovanju rabe prostora v neposredni bližini vodotoka in v porečju nasploh.



Slika 5: Vprašanja v povezavi s človekovimi vplivi na rečne struge, skupaj s poudarki na pristopih in metodah preučevanja, ki se gibljejo v smeri holističnega pristopa.





# Maksimalne možne kratkotrajne padavine v Ljubljani

*Darko Ogrin*

## Uvod

Urne, nekajurne, dnevne in tudi večdnevne močne padavine (nalivi) so v Sloveniji reden pojav. Največ jih imamo tam, kjer je količina padavin najvišja, to je na alpsko-dinarski pregradi. Ekstremni dogodki so časovno in prostorsko omejeni. Zelo intenzivne kratkotrajne padavine, npr. 5, 10, 15 in 30-minutne, kažejo le majhne razlike med zahodnim in vzhodnim delom Slovenije. Večina kratkotrajnih nalivov je v poletnih mesecih, intenzivnost pa skoraj enaka po vsej državi. Ob močnih nevihtah lahko v eni uri pade celo nad 100 mm padavin. Če pogledamo večurna obdobja, npr. 12 ali 24 ur, so razlike med posameznimi deli Slovenije večje. Pričakovana maksimalna intenziteta nalivov je npr. v Julijskih Alpah za te časovne intervale do trikrat večja kot v Prekmurju. Ekstremne dnevne padavine lahko v Posočju presežejo 400 mm, kar je polovica povprečnih letnih padavin v Prekmurju. V osrednji Sloveniji lahko dosežejo polovico posoških.

Kratkotrajni nalivi (urni, večurni) se pojavljajo ob plohah in nevihtah v topli polovici leta. V poletnih nevihtnih oblakih, ki so deloma termičnega izvora, so velike vzponske hitrosti (tudi do 40 m/s). Temu sledijo izredno močni nalivi, ki običajno trajajo kratek čas. Zelo redko trajajo take padavine več ur. Bolj trdožive so padavine, ki nastanejo poleti ob prehodih hladnih front. Ob njih nastane cela skupina nevihtnih celic, ki zajamejo tudi večje območje (Pristov, 1991). Pri tem lahko v nekaj urah pade nad razmeroma majhnim geografskim območjem vzdolž poti nevihtnega oblaka nekaj 10 mm padavin. Količina padavin, ki pade v eni uri, lahko preseže tudi 50 mm, zato je odziv v naravi hiter. Tako velika količina padavin v kratkem času ne more pronicati v prst, zato jih večina odteče po površju. S tem povzroča erozijo in hitro večanje pretokov manjših vodotokov in posledično tudi njihove poplave.

Učinki kratkotrajnih močnih nalivov so najizrazitejši v urbaniziranih okoljih. Asfaltirane, tlakovane in utrjene površine ne vpijajo vode, po njih voda hitro odteka, odtoki, prepusti in kanalizacija imajo omejene dimenzije in se mašijo, objekti predstavljajo ovire odtekanja vodi, tako da je ob njih erozija ali akumulacija erodiranega materiala največja. Velikost območja z intenzivnimi padavinami je razmeroma majhna, zato takšni dogodki bistveno ne vplivajo na večje vodotoke, medtem ko so dogajanja na območjih nalivov lahko zelo burna in nevarna. Ob močnih nalivih, posebno, če so bila tla že prej dobro namočena, se lahko razen poplav pojavljajo tudi zemeljski plazovi, usadi, blatni tokovi ipd. Takšne učinke so imeli močni nalivi tudi že na območju mestne občine Ljubljana, vendar so ti dogodki izrazito lokalni, pogosto ne zajamejo niti celotnega mesta in zato nimajo izrazitejše medijske odmevnosti.



(foto: K. Natek)

Slika 6:

*Že ob zmerno močnih padavinah 'urejeni' mali vodotoki ne zmorejo sproti prevajati padavinske vode; neznan potok teče čez Dobrunjsko cesto in poplavlja spodaj ležeče kmetijske površine (30.3.2009).*

Za razliko od urnih in nekajurnih močnih nalivov so dnevna in večdnevna intenzivna deževja pri nas najpogostejša v jeseni. Pojavljajo se ob sredozemskih ciklogenezah s središčem nad severno Italijo (sekundarni genovski ciklon), ko priteka nad naše kraje z južnimi in jugozahodnimi vetrovi tople in zelo vlažen zrak. Sredozemskih ciklogenez je v jesenskem času povprečno vsaj 10 (Steinacker, 1999; cv. Vrhovec, 2002). Ciklonalne padavine so na splošno dolgotrajnejše, vendar niso tako intenzivne. Pri nas so lahko zelo izdatne na alpsko-dinarski pregradi zaradi orografskega dviga in ob kombinacijah z nevihtami. Količina padavin, ki ob tej vremenski situaciji pade, in z njo povezan obseg ter izrazitost morebitne naravne nesreče zaradi intenzivnih padavin, je odvisna od razvoja konkretne vremenske situacije.

## Metodološka izhodišča

Maksimalne možne padavine za območje mestne občine Ljubljana smo ugotavljali s pomočjo podatkov meteorološke postaje Ljubljana-Bežigrad. Analizirali smo maksimalne mesečne urne, 6-urne, 12-urne in 24-urne vrednosti za obdobje 1990–2007. Ugotavljali smo ekstremne vrednosti za posamezne nalive, predstavili vremensko situacijo, ki je pripeljala do njih, frekvenčno razporeditev in letni čas nastopa ekstremov. Čeprav se je v zadnjem obdobju povečalo število ekstremnih padavinskih dogodkov (Buh, 2004), smo upoštevali tudi podatke za prejšnja desetletja, ko so bile dosežene nekatere najvišje ekstremne vrednosti. Podatki za jakost nalivov za različne povratne dobe so povzeti po izračunih in kartah ARSO za obdobje 1971–2000 (Povratne dobe ..., 2009; Podnebne razmere v Sloveniji, 2006, 9; Ekstremni dogodki).

Za izračun povratnih dob je bila uporabljena Gumbelova metoda (Gumbel, 1958). Vhodni podatki so bili dolgoletni nizi petminutnih meritev višine padavin z ombrografi. Metoda daje rezultate v obliki precej grobih ocen, ki so močno odvisne od dolžine niza podatkov. Smiselne rezultate daje takrat, ko so nizi vhodnih podatkov daljši od 10 let. Pri analizi je upoštevana le ena najvišja vrednost v časovno neodvis-

nem vzorcu, to je v enem letu. Frekvenca pojavljanja izrednih dogodkov ni upoštevana. Povratna doba nekega dogodka je povprečni interval časa, znotraj katerega je vrednost nekega dogodka dosežena ali presežena enkrat (za povratno dobo 100 let se ustrezna višina padavin pojavi v povprečju enkrat vsakih 100 let; dogodek se ne pojavi vsakih 100 let v kronološkem smislu, ampak pričakujemo, da se bo pojavil 10-krat v 1000 letih).

## Nalivi v Ljubljani

Nekateri najpomembnejši padavinski ekstremi za 100-letno obdobje 1900–2000 so zbrani v preglednici 4. Izstopa velika variabilnost padavin. V ekstremno namočenih letih lahko v Ljubljani pade toliko padavin, kolikor je dolgoletno povprečje na alpsko-dinarski pregradi, ki je najbolj namočen predel Slovenije in sodi tudi med najbolj namočena območja v Evropi. V sušnih letih pa jih lahko pade toliko, kolikor je običajna vsota v Prekmurju, ki je naša najmanj namočena pokrajina. Še večja je mesečna variabilnost, ko je lahko dolgoletno povprečje preseženo za nekajkrat, ali pa ne pade praktično nič padavin, kakor januarja 1964. V ekstremnih primerih, kakor 27.9.1926, lahko v enem dnevu pade tudi več padavin kot znaša dolgoletno povprečje najbolj namočenega meseca v Ljubljani, v eni uri pa več kot polovica padavin povprečno namočenega meseca.

*Preglednica 4: Padavinski ekstremi v Ljubljani v obdobju 1900–2000.*

	<b>Padavine (mm)</b>	<b>Datum/leto</b>
Največja letna višina padavin	2379	1937
Najmanjša letna višina padavin	872	1946
Največja mesečna višina padavin	505	oktober 1992
Najmanjša mesečna višina padavin	0	januar 1964
Največ padavin v 5 minutah*	15	1951
Največ padavin v 10 minutah*	27	1951
Največ padavin v pol ure*	48	1989
Največ padavin v eni uri*	62	1951
Največ padavin v dveh urah*	90	1971
Največ padavin v šestih urah*	111	1971
Največ padavin v enem dnevu	153	27.9.1926

*Vir: Cegnar, 2003, 15.*

*\*Obdobje 1948–2000.*

Zaradi izjemnosti padavinskih razmer in njihovih posledic velja ekstremom iz 20. stoletja dodati dogodek med 16. in 19. septembrom 2010. Zaradi narivanja vlažne in nestabilne zračne gmote na alpsko-dinarsko pregrado, vetrovnega striženja in

dolgotrajnosti vremenske situacije je v 48 urah na ravni države v povprečju padlo 170 do 180 mm padavin. Zaradi izjemno obilnih padavin so številne merilne postaje dosegle ali presegle 100-letno povratno dobo za dvodnevno vsoto padavin, tudi Ljubljana-Bežigrad, kjer je od 8. ure 16.9. do 8. ure 20.9.2010 padlo kar 227 mm padavin. To je 27 mm več od dotedanjega rekorda iz septembra leta 1926. Omeniti pa velja, da so bili kratkotrajnejši nalivi septembra 2010 v Ljubljani manj izraziti kot ob preteklih ekstremnih padavinskih dogodkih. Polurna vsota je bila 17.9.2010 le okoli 13 mm, dnevna višina 18.9.2010 pa 140 mm. Kot celota pa je bil september 2010 s 425 mm (327 % dolgoletnega povprečja) najbolj namočen september po letu 1951 (Vertačnik in sod., 2010).



(foto: D. Ogrin)

Slika 7:

*Zaradi izjemno obilnih padavin septembra 2010 so južni rob Ljubljane in Ljubljansko barje prizadele katastrofalne poplave. Na sliki so poplave v Črni vasi 19. 9. 2010.*

## Enourni nalivi

V preglednici 5 so zbrani podatki o urnih, 6-urnih, 12-urnih in dnevni nalivih v obdobju 1990–2007. V Ljubljani pade v povprečnem enournem nalivu med 20 in 25 mm padavin. Največji enourni naliv je bil 3.9.2005, ko je padlo 54,2 mm padavin, kar je slabih 8 mm manj kot je zabeležena največja vrednost po drugi svetovni vojni. Nad 50 mm padavin v eni uri je padlo samo še 7.8.2004 in sicer 53,2 mm. Relativno redki so tudi nalivi, ko v eni uri pade več kot 30 mm padavin.

Iz časovne razporeditve maksimalnih enournih nalivov po mesecih je razvidno, da lahko v Ljubljani pričakujemo najhujše tovrstne nalive med junijem in vključno septembrom, z največjo verjetnostjo v mesecu juliju. Razporeditev pritrjuje tezi, da se močni kratkotrajni nalivi pojavljajo predvsem ob plohah in nevihtah v toplem delu leta (Vrhovec, 2002). Tako vreme je bilo tudi ob največjem enournem nalivu v obravnavanem obdobju 3.9.2005 zvečer, ko se je nad Ljubljano zneslo hudo neurje. Še 2.9. je bilo zjutraj in dopoldan pretežno jasno, po nekaterih nižinah je bila megla. Zaradi premikanja slabo izražene višinske doline s hladnim zrakom prek srednje Evrope je čez dan oblačnost naraščala, popoldne in zvečer so bile krajevne plohe in nevihte. 3.9. je bilo spremenljivo do pretežno oblačno z občasnimi padavinami, deloma nevihtami. Lokalno, npr. v Ljubljani in Zagorju ob Savi, so bili tudi močnejši nalivi (Markošek, 2005, 20).

Glede na predstavljene podatke in izračune Agencije Republike Slovenije za okolje (Povratne dobe ..., 2009; Podnebne razmere v Sloveniji, 2006, 9) znaša enourna višina padavin za povratno dobo 100 let v Ljubljani 67 mm, za povratno dobo 50 let 61 mm in za povratno dobo 25 let 54 mm (preglednica 5).

Preglednica 5: Maksimalni nalivi (v mm) v Ljubljani v obdobju 1990–2007.

	Urni		Šesturni		Dvanajsturni		Štiriindvajseturni	
	Višina pad.	Datum	Višina pad.	Datum	Višina pad.	Datum	Višina pad.	Datum
1990	20,1	9.6.	46,5	1.11.	65,7	7.8.	80,0	7.8.
1991	25,8	14.7.	36,8	20.11.	51,4	20.11.	85,1	19.11.
1992	25,6	5.10.	51,8	29.10.	76,3	4.9.	96,9	17.10.
1993	20,2	6.7.	35,8	6.7.	53,7	21.10	87,4	21.10.
1994	25,6	5.7.	60,2	3.10.	<b>88,2</b>	3.10.	91,0	3.10.
1995	21,4	2.8.	46,2	28.8.	66,9	28.8.	72,2	27.8.
1996	23,4	30.6.	33,8	18.11.	48,4	18.11.	63,3	17.11.
1997	31,7	13.9.	<b>71,8</b>	13.9.	86,2	13.9.	96,7	7.11.
1998	25,2	7.7.	51,6	14.7.	77,3	4.11.	<b>106,8</b>	4.11
1999	35,3	22.7.	49,5	22.7.	49,7	22.7.	54,7	22.11.
2000	16,0	15.7.	31,8	29.3.	42,2	29,3	53,0	8.7.
2001	41,8	30.5.	43,7	25.9.	69,7	30.5.	74,4	25.9.
2002	30,3	24.6.	40,4	22.10.	44,7	22.10.	62,9	24.7.
2003	40,4	28.7.	58,2	28.7.	58,4	28.7.	77,9	26.11.
2004	53,2	7.8.	66,3	7.8.	72,4	9.10.	93,4	9.10.
2005	<b>54,2</b>	3.9.	65,9	3.9.	66,9	3.9.	87,4	2.9.
2006	44,4	17.9.	67,8	17.9.	68,3	17.9.	71,7	17.9.
2007	16,9	18.9.	43,5	6.10.	62,7	18.9.	69,0	5.10.
	<b>54,2 mm (3.9.2005)</b>		<b>71,8 mm (13.9.1997)</b>		<b>88,2 mm (3.10.1994)</b>		<b>106,8 mm(4.11.1998)</b>	

Preglednica 6: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih urnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007.

	Frekvenca	Delež (%)
Pod 20 mm	181	83,8
20–30 mm	27	12,5
30–40 mm	3	1,4
40–50 mm	3	1,4
Nad 50 mm	2	0,9

## Šesturni nalivi

Največjo šesturno višino padavin so v Ljubljani v obdobju 1990–2007 namerili 13.9.1997 (71,8 mm). Vrednost je precej nižja od najvišje zabeležene po drugi svetovni vojni, ko so leta 1971 namerili kar 111 mm. Naliv septembra 1997 je bil posledica prehoda hladne fronte, ki je od zahoda prišla nad naše kraje. Pred njo je k nam z jugozahodnimi vetrovi pritekal topel in precej vlažen zrak. V zahodni Sloveniji so bile najprej občasne padavine, nato tudi nevihte z izdatnimi padavinami (Markošek, 1997, 14). Frekvenčna porazdelitev šesturnih nalivov kaže, da so tovrstni nalivi z več kot 50 mm padavin redki, saj jih je bilo v obravnavanem obdobju le pet. V veliki večini maksimalnih šesturnih nalivov pade manj kot 40 mm padavin (preglednica 7). Maksimumi se enakomerno pojavljajo med julijem in novembrom. To pomeni, da so posledica tako poletnih ploh in neviht kakor tudi jesenskih frontalnih padavin. Šesturna višina padavin za povratno dobo 100 let znaša 100 mm, za povratno dobo 50 let 92 mm in za 25-letno povratno dobo nekaj nad 80 mm (preglednica 10; Povratne dobe ..., 2009; Podnebne razmere v Sloveniji, 2006, 9).

*Preglednica 7: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih šesturnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007.*

	Frekvenca	Delež (%)
Pod 40 mm	192	88,9
40–50 mm	19	8,8
50–60 mm	4	1,8
60–70 mm	4	1,8
Nad 70 mm	1	0,5

## Dvanajsturni nalivi

Največ padavin v 12 urah je padlo 3.10.1994, in sicer 88,2 mm. Velika količina padavin je bila posledica območja nizkega zračnega tlaka, ki se je poglobilo nad srednjo in severno Evropo. Slovenijo je prešlo več hladnih front, zaradi katerih je pogosto deževalo. Prehode front so spremljale tudi nevihte (Mesečni bilten oktober 1994, 4). Nad 80 mm padavin v pol dneva je v obravnavanem obdobju padlo še dvakrat (13.9.1997: 86,2 mm in 7.11.1997: 81,0 mm), nad 70 mm pa še štirikrat. Najpogosteje pade v Ljubljani ob 12-urnih mesečnih maksimumih pod 50 mm padavin (preglednica 8). Čas nastopa najhujših 12-urnih nalivov se že pomika v jesenske mesece, saj se največ tovrstnih ekstremom pojavlja septembra in oktobra. Dvanajsturna višina padavin za povratno dobo 100 let je v Ljubljani nekaj pod 120 mm, za povratno dobo 50 let 107 mm in za povratno dobo 25 let skoraj 100 mm (preglednica 10; Povratne dobe ..., 2009; Podnebne razmere v Sloveniji, 2006, 9).



Preglednica 8: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih dvanajsturnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007.

	Frekvenca	Delež (%)
Pod 50 mm	184	85,3
50–60 mm	15	6,9
60–70 mm	10	4,6
70–80 mm	4	1,8
Nad 80 mm	3	1,4

Slika 8:

*Ob močnih nalivih, ki v topli polovici leta spremljajo plohe in nevihte, lahko v eni uri pade tudi več kot 50 mm padavin.*



(foto: D. Ogrin)

## Štiriindvajseturni nalivi

Najmočnejši dnevni naliv v obdobju 1990–2007 je bil 4.11.1998, ko je padlo 106,8 mm padavin. To je skoraj 50 mm manj kot je padlo 27.9.1926 (153 mm). Tedaj je od 14. ure 26. 9. do 18. ure 40 minut 28.9. padlo kar 237 mm. To pomeni, da je deževalo 42 ur in 35 minut, vmes so bili samo trije presledki. Še več padavin kot v Ljubljani, čez 300 mm, je padlo v Polhograjskem hribovju. Obilno deževje je povzročilo v Ljubljani katastrofalne poplave. Gradaščica je zalila velik del južne Ljubljane, na Viču in v Rožni dolini je bila voda ponekod 2 m visoko (Trontelj, 1997).

Obilno deževje 4.11.1998 je bilo posledica vremenske motnje med 3. in 6.11., ki je povzročila po Sloveniji poplave. Ljubljana je bila na robu območij, ki so v teh dneh prejeli tudi več kot 200 mm padavin. Največ padavin je padlo v Julijskih Alpah, zahodnem Predalpskem hribovju, na Trnovskem gozdu in v Kamniško-Savinjskih Alpah. Obilne padavine je povzročilo sekundarno območje nizkega zračnega tlaka (genovski ciklon), ki je nastal nad severno Italijo. Hladna fronta se je le počasi pomikala čez Slovenijo. Deževati je začelo 3.9., ko je začel pihati jugozahodnik. 4.9. je bilo ves dan oblačno s padavinami. Ker je nad naše kraje še pritekal topel zrak, je bila meja

sneženja na okoli 2500 m. Do nižin se je spustila v noči na 5.11., ko je začel v nižjih zračnih plasteh od severovzhoda pritekati hladen zrak (Markošek, 1998, 17; Dolinar, 1999, 155–156).

Dnevni nalivi z več kot 90 mm padavin so bili v obdobju 1990–2007 v Ljubljani še štirikrat: 17.10.1992 (96,9 mm), 3.10.1994 (91,0 mm), 7.11.1997 (96,7 mm) in 9.10.2004 (93,4 mm), z več kot 80 mm pa prav tako še štirikrat (preglednica 9). Najmočnejši 24-urni nalivi se praviloma pojavljajo v jeseni, najpogosteje novembra in oktobra (v obravnavanem obdobju je bil novembra maksimum šestkrat, oktobra pa petkrat) ob izraziti ciklogenezi v severnem Sredozemlju. Poleti so močni dnevni nalivi redki.

Izhajajoč iz podatkov za dnevne nalive, ki so na razpolago za Ljubljano, lahko ugotovimo, da znaša 24-urna višina padavin za 100-letno povratno dobo 145 mm, za 50-letno 134 mm in za 25-letno povratno dobo 122 mm (preglednica 10; Povratne dobe ..., 2009; Podnebne razmere v Sloveniji, 2006, 9). Na poplavno ogroženost mestne občine Ljubljana vplivajo tudi vodotoki, ki pritečejo iz bližnjega hribovja, ki je v povprečju bolj namočeno in kjer so lahko padavine še intenzivnejše kot v Ljubljani. Pri tem je večjega pomena hribovje zahodno od Ljubljane, kjer pade več padavin, zato je smiselno za ta del upoštevati maksimalne dnevne nalive za 100-letno povratno dobo od 150 do 200 mm. Po podatkih za Črni Vrh nad Polhovim Gradcem znaša dnevna višina padavin za 100-letno povratno dobo 169 mm, za 50-letno pa 155 mm (Povratne dobe ..., 2009).

*Preglednica 9: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih 24-urnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007.*

	<b>Frekvenca</b>	<b>Delež (%)</b>
Pod 70 mm	197	91,3
70–80 mm	10	4,6
80–90 mm	4	1,8
90–100 mm	4	1,8
Nad 100 mm	1	0,5

*Preglednica 10: Povratne dobe za ekstremne padavine za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad (1948–2007).*

<b>Trajanje padavin</b>	<b>Povratna doba</b>		
	<b>25 let</b>	<b>50 let</b>	<b>100 let</b>
<b>1 ura</b>	54 mm	61 mm	67 mm
<b>6 ur</b>	83 mm	92 mm	100 mm
<b>12 ur</b>	98 mm	107 mm	117 mm
<b>24 ur</b>	122 mm	134 mm	145 mm

Vir: Povratne dobe ..., 2009.



# Maksimalni možni pretoki na malih vodotokih

*Uroš Stepišnik*

V okviru izdelave projekta je bilo identificiranih 24 malih vodotokov, ki imajo iztočni oz. poplavni del na območju mestne občine. Za vsak vodotok je bila izdelana analiza zgornjega dela porečja, oziroma dela porečja nad poplavno ogroženim poseljenim območjem. Topografska analiza je bila izdelana s pomočjo temeljnih topografskih načrtov v merilu 1 : 5000 in digitalnega modela nadmorskih višin. Na podlagi topografske analize so bili ugotovljene osnovne morfometrične značilnosti porečij: obseg, površina, povprečni naklon ter strmec oziroma podolžni profil vodnih tokov. Geološka analiza porečij je bila izdelana s pomočjo geološke karte (Osnovna geološka karta..., 1982) in tolmača (Premru, 1980) ter delno s terenskim pregledom. Na podlagi ugotovljenih geoloških značilnosti porečij je mogoče delno oceniti retenzijske sposobnosti območja ob intenzivnejših padavinah.

Povratna doba dvajsetletne ( $Q_{20}$ ; vsako leto 5 %-na verjetnost, da se bo pojavila visoka voda s povratno dobo 20 let) in stoletne ( $Q_{100}$ ; vsako leto 1 %-na verjetnost, da se bo pojavila visoka voda s povratno dobo 100 let) visoke vode je bila določena na podlagi maksimalnih možnih kratkotrajnih padavin za obdobje 1990–2007 (poglavje 4), in sicer: za 20-letne vode smo vzeli najvišjo 24-urno višino padavin (106,8 mm) dne 4.11.1998, za 100-letne vode 24-urno višino padavin dne 27.9.1926 (153 mm), kot enourni maksimum smo vzeli 54,2 mm (5.9.2005).

Maksimalne pretoke poplavnih vod za  $Q_{20}$  in  $Q_{100}$  smo izračunali z racionalno metodo (Chow, 1964), saj kalibriranih metod ne moremo uporabiti zaradi odsotnosti vsakršnih podatkov o pretokih na obravnavanih malih vodotokih. Racionalna metoda je najpogosteje uporabljena empirična metoda za računanje maksimalnih pretokov in matematično upošteva intenzivnost padavin ( $I$ ), velikost porečja ( $A$ ) in odtočni koeficient ( $\varphi$ ) (Chow, 1964). Odtočni koeficient je definiran empirično na podlagi naklona pobočij v porečju, rabe tal v porečju in tipa prepereline oz. prsti v porečju (Ciepielowski, Dąbkowski, 2006):

$$Q_{\max} = \varphi \cdot I \cdot A$$

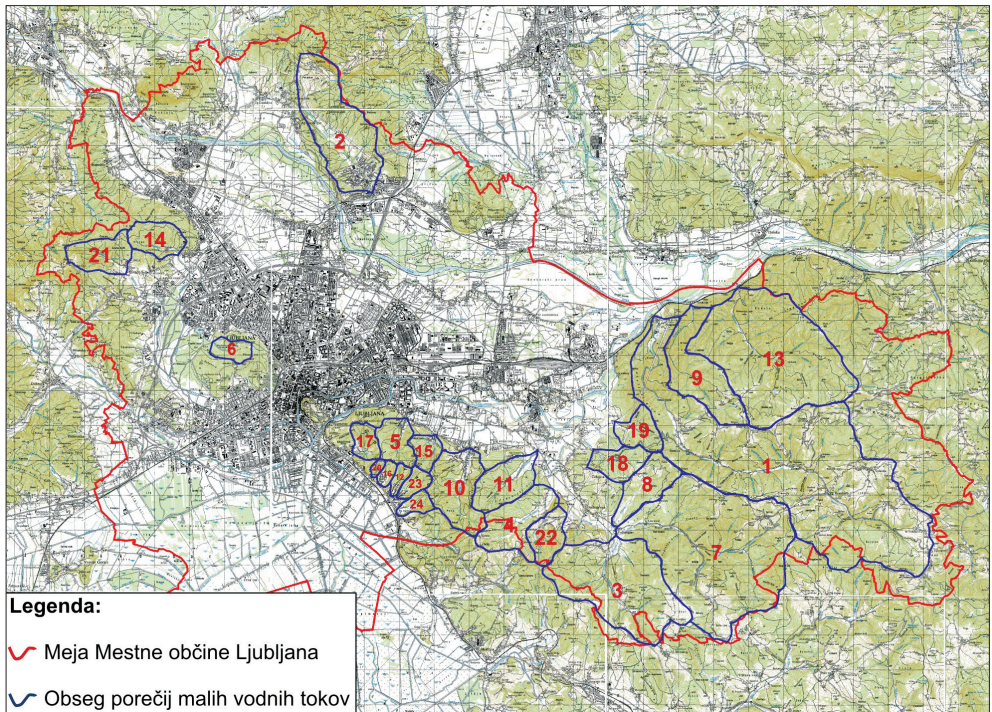
Analiza malih vodotokov v mestni občini Ljubljana je bila opravljena za vse vodotoke, ki imajo večji del porečja in predvsem poplavni del porečja v mestni občini in hkrati površina gornjega dela porečja presega 0,5 km<sup>2</sup>. V okviru projekta smo analizirali 24 malih vodotokov, ki se nahajajo na vznožju Polhograjskega hribovja in Rožnika, na južni strani Rašice, na severni in južni strani Golovca ter v zahodnem Posavskem hribovju v vzhodnem delu mestne občine.

Preglednica 11: Mali vodni tokovi v mestni občini Ljubljana.

Vodni tok/lokacija*	Površina porečja (km <sup>2</sup> )	Obseg porečja (km)	Dolžina porečja (km)	Širina porečja (km)
Rakovnik	0,70	3,43	0,91	1,23
London	0,14	1,54	0,61	0,27
Gornji Rudnik	0,27	2,10	0,68	0,33
Spodnji Rudnik I	0,31	2,52	0,98	0,45
Spodnji Rudnik II	0,51	3,01	0,47	1,09
Spodnji Rudnik (Hudourniška pot)	0,47	3,01	0,44	1,04
Dolgi potok	1,21	4,70	1,34	1,18
Graben	0,71	3,43	0,95	1,00
Bizoviški potok	2,83	7,55	1,28	2,41
Rastučnik	1,97	5,95	1,17	2,36
Podmolniški graben	2,59	7,92	2,61	0,95
Podmolnik	1,24	4,63	1,10	1,60
Brezniški potok	7,47	12,22	3,20	3,50
Javorska reka	13,99	16,31	3,55	5,00
Kižlovka	1,85	6,33	2,40	1,02
Betežica	1,24	4,75	1,61	1,02
Šivnik	1,14	4,60	1,50	1,09
Besnica	23,41	29,36	10,38	1,90
Gradolski potok	3,60	10,61	3,56	1,41
Gostinca	11,39	14,12	3,78	3,05
Črnušnica	5,51	10,91	4,30	1,55
Mostec	0,64	3,31	1,20	0,56
Pržanec	1,32	4,57	0,96	1,49
Glinščica	1,62	5,53	1,86	0,92

\*Za nekatere vodne tokove nismo mogli najti domačega hidronima, zato smo jih poimenovali po lokaciji, ledinskem ali krajevnem imenu.

Slika 9: Lokacije preučevanih delov porečij malih vodnih tokov v mestni občini Ljubljana.



1. Rakovnik; 2. London; 3. Gornji Rudnik; 4. Spodnji Rudnik I; 5. Spodnji Rudnik II; 6. Spodnji Rudnik (Hudourniška pot); 7. Dolgi potok (Zgornja Hrušica); 8. Graben (Spodnja Hrušica); 9. Bizoviški potok; 10. Rastučnik; 11. Podmolniški graben; 12. Podmolnik; 13. Brezniški potok; 14. Javorska reka; 15. Kižlovka; 16. Betežica; 17. Šivnik; 18. Besnica; 19. Gradolski potok; 20. Gostinca; 21. Črnušnica; 22. Mostec; 23. Pržanec; 24. Glinščica

Podlaga: državne topografske karte v merilu 1 : 25.000. Geodetska uprava Republike Slovenije.

Preglednica 12: Izračunani maksimalni pretoki na malih vodnih tokovih v mestni občini Ljubljana.

Porečje	Maks. nadm. višina (m)	Min. nadm. višina (m)	Površina (km <sup>2</sup> )	Q <sub>20</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Rakovnik	430	295	0,70	3,18	8,80
London	410	295	0,14	0,64	1,77
Gornji Rudnik	395	295	0,27	1,24	3,42
Spodnji Rudnik I	420	295	0,31	1,41	3,90
Spodnji Rudnik II	430	300	0,51	2,32	6,43
Spodnji Rudnik (Hudourniška pot)	420	295	0,47	2,13	5,90

Porečje	Maks. nadm. višina (m)	Min. nadm. višina (m)	Površina (km <sup>2</sup> )	Q <sub>20</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Dolgi potok	410	295	1,21	4,54	12,56
Graben	430	295	0,71	3,19	8,83
Bizoviški potok	440	285	2,83	12,77	35,34
Rastučnik	420	275	1,97	8,88	24,58
Podmolniški graben	495	285	2,59	9,75	26,98
Podmolnik	530	295	1,24	5,61	15,54
Brezniški potok	545	300	7,47	28,10	77,77
Javorska reka	620	300	13,99	52,67	145,78
Kižlovka	540	300	1,85	8,37	23,17
Betežica	530	285	1,24	5,60	15,50
Šivnik	540	285	1,14	5,16	14,28
Besnica	750	265	23,41	35,25	97,56
Gradolski potok	670	265	3,60	16,24	44,95
Gostinca	780	265	11,39	51,46	142,41
Črnušnica	610	290	5,51	20,74	57,41
Mostec	420	305	0,64	2,40	6,64
Pržanec	510	325	1,32	5,95	16,47
Glinščica	580	325	1,62	7,30	20,19

# Opisi stanja in poplavne ogroženosti ob malih vodotokih na območju mestne občine Ljubljana

*Karel Natek*

Opisi porečij malih vodotokov so v tem poglavju predstavljeni po naslednjem vrstnem redu: najprej na južni strani Golovca od severozahoda proti jugovzhodu do Rudnika, nato porečja na severni strani hriba. V nadaljevanju so obravnavani vodni tokovi v vzhodnem delu mestne občine, okrog Podmolnika, Sadinje vasi in Sostrega ter Podgrada, vključno z Besnico, in na koncu še Črnušnica ter Glinščica in dva potoka z območja Rožnika.

Pri poimenovanju vodnih tokov smo uporabili imena iz splošne rabe, ki so večinoma navedena tudi na temeljnih topografskih načrtih v merilu 1 : 5000. V nekaterih primerih smo imena poiskali v domoznanski literaturi (Krajevni leksikon Slovenije, 1971), za nekaj majhnih vodotokov pa imen nismo našli in smo jih poimenovali po kakšnem drugem ledinskem imenu (npr. London na jugozahodnem pobočju Golovca ali nekaj potokov na Rudniku).

## Rakovnik

Porečje se nahaja na južni strani skrajnega severozahodnega dela Golovca. Spodnji del obravnavanega dela porečja smo omejili s prepustom potoka pod Potjo k ribniku.

Velikost obravnavanega porečja Rakovnika je 0,7 km<sup>2</sup>, obseg je 3,43 km, dolžina porečja je 0,91 km in širina 1,23 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 3,18 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 8,8 m<sup>3</sup>/s.

Strma pobočja v zgornjem delu porečja so v celoti pod gozdom, v spodnjem širšem delu doline je bila v 70. letih 20. st. nad Dolenjsko cesto zgrajena nova stanovanjska soseska, v zgornjem delu obeh povirnih dolin pa so imeli lastniki rakovniškega gradu že v preteklosti ribnike. Rakovniški primer lahko velja kot uspešen primer varovanja nove soseske pred poplavami na okoljsko povsem sprejemljiv način. Mokrišča in ribniki v zgornjem delu doline so bogati habitati, obenem so rekreacijsko območje za stanovalce in hkrati zadržujejo vodo ter varujejo pred poplavami (slika 10).





(foto: K. Natek)

Slika 10:

Mokroten gozd črne jelše v dnu doline nad naseljem Rakovnik.

Zahodna dolina je pregrajena s 40 m dolgim in 2 m visokim nasipom, za njim je večji ribnik, zlasti na zahodnem bregu je bujno močvirsko rastje. Sicer je območje nekoliko zanemarjeno, a ima trojno funkcijo (varovanje pred visokimi vodami + mokrotni habitati + bližnja rekreacija). Problem v takem okolju je lahko nedovoljeno odlaganje gradbenih odpadkov – primer tik nad igriščem na Rakovniku. Dodatno zaščito rakovniške soseske pred poplavami predstavlja do 3 m visok nasip prečno čez dolino, tik nad nogometnim igriščem.

Tudi v vzhodni dolini je manjši ribnik (Suhi bajer), ki pa je bolj urejen za obiskovalce (poti, klopc). Namenjem je sprehajalcem in ribičem, medtem ko je prejšnji ribnik bolj namenjen varovanju pred poplavami in naravi (slika 11). Med Suhim bajerjem in spodnjim delom doline je v celotnem dnu doline mokrišče, večinoma zaraščeno z zlato rozgo in posameznimi vrbovimi grmiči, ob potočku so mlada drevesa črne jelše. Na obrobju doline so stanovanjske hiše, dno doline bi moralo še naprej ostati v sedanjem stanju.



(foto: K. Natek)

Slika 11:

Suhi bajer v manjši, vzhodni dolini nad naseljem Rakovnik.

## London

Okoli 600 m dolga dolina se nahaja na južni strani Golovca nad stanovanjsko hišo Dolenjska cesta 105. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili s prepustom potoka pod Dolenjsko cesto.

Velikost obravnavanega dela porečja je 0,14 km<sup>2</sup>, obseg je 1,54 km, dolžina porečja je 0,61 km in širina 0,27 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 0,64 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 1,77 m<sup>3</sup>/s.

Po dolini navzgor vodi makadamska cesta na Golovec in po njej PST, namenjena bližnji rekreaciji. V zgornjem delu je dolina prava grapa, s strmimi pobočji in poraščena z gozdom, v spodnjem delu je na zahodni strani deformirana zaradi neurejenega izkopa in nasipanja ob gradnji ceste.

Malo nad prvo hišo je narejena manjša, 5 m dolga betonska pregrada, tik pred vtokom v kanal je manjši zadrževalni bazen za presežek vode (slika 12). Ta bazen je bil pred kratkim očiščen, tudi vtok v kanal (premer = 110 cm) je zavarovan z rešetko in očiščen. Zaradi velikega rekreacijskega pomena doline bi bilo potrebno sanirati neurejeno stran doline ob cesti. Sicer ne bi bilo nujno potrebno, da je vtok v celoti v betonu, zaradi močno obiskane poti na Golovec bi bila zaželjena prijaznejša ureditev vodotoka.

Slika 12:

*Do roba napolnjen zadrževalnik tik pred vtokom v podzemni kanal (30.3.2009).*



(foto: K. Natek)

## Gornji Rudnik

Preučeni del porečja se nahaja na južni strani Golovca, sestavljata ga dve kratki dolini, ki sta v zgornjem delu v gozdu, v spodnjem je mestni del Gornji Rudnik z nepravilnim vzorcem stanovanjskih hiš v dnu in na pobočjih. Na spodnji strani smo ga omejili s prepustom potoka pod Dolenjsko cesto. Porečje ima površino 0,27 km<sup>2</sup>, obseg znaša 2,1 km, dolžina je 0,68 km in širina 0,33 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 1,24 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 3,42 m<sup>3</sup>/s.

V dnu spodnjega dela doline (ulica Gornji Rudnik III) je na novo nasuto obsežno območje za trgovino z avtomobili in druge poslovne zgradbe. Vodo so pod gradbiščem improvizirano speljali po plastični cevi ( $\Phi = 20$  cm). Vtok je narejen improvizirano in povsem nefunkcionalno, čeprav se tod steka večji del vode iz vzhodnega dela doline in z bližnjih pobočij. Neposredno nad gradbiščem je nekakšna ograda z malimi domačimi živalmi, kjer je še prostor za zastajanje vode, vendar z novogradnjo izzivajo nevarnost poplav, saj so povsem zaprli odtok iz doline (slika 13).

Kakšnih 150 m višje je na zahodni strani doline pod zadnjima hišama (Gornji Rudnik III, št. 18) še nekaj prostora za zadrževanje vode, tu je tudi še manjše mokrišče v dnu, ki pa ga zasipljejo z gradbenimi odpadki.

Nekaj deset metrov proti severozahodu je ok. 300 m dolga ozka dolina s precejšnjim strmcm in strmimi pobočji (Gornji Rudnik I; slika 14). Dolina je prav do zgornjega konca povsem zazidana, hiše stojijo tako na vzhodnem pobočju kot v dnu, zahodna stran doline je ostala pod gozdom. V dnu doline struge sploh ni videti, saj je vse preoblikovano, voda je speljana pod dvorišči, v zgornjem delu tudi na novo nasipljejo. V tej dolini so razmere tako spremenjene, da ni možno izvajati nobenih sanacijskih ukrepov, vendar v primeru hudega naliva obstaja resna nevarnost zemeljskih plazov in blatnega toka.



(foto: K. Natek)

Slika 13:

*Že v veliki meri zasuto dno doline; pogled po dolini navzgor.*



Slika 14:

*Povsem zazidana ozka dolina (Gornji Rudnik I) od vtoka v kanal pri transformatorski postaji navzgor.*



(foto: K. Natek)

Pri transformatorski postaji v spodnjem delu doline (za hišo Dolenjska cesta 111) je tik nad vtokom v kanal na desni strani majhnega potočka ok. 30 m dolg in do 10 m širok travnik, na levi strani potoka segajo hiše z utami in plotovi prav do potoka. Tik ob vtoku (65 x 55 cm) stoji delno v pobočje vkopana hiša, med njo in transformatorjem je 1 m visok nasip, ki zapira odtok poplavne vode. Ob poplavi bo voda zalila mdr. transformatorsko postajo, bližnjo hišo in verjetno še kaj. Voda teče od tega vtoka naprej podzemno, pride pri dolenjski železnici na kratki razdalji spet na površje, naprej je znova speljana po podzemnem kanalu.

## Spodnji Rudnik I

Ta del mesta se nahaja v ok. 600 m dolgi dolini na južni strani Golovca. Na zgornjem koncu se dolina začne z dvema ozkima in z gozdom poraščenima grapama, ki segata prav do vršnega slemena Golovca, v spodnjem delu ima dolina ravno, v celoti pozidano dno. Na spodnji strani smo porečje omejili s prepustom potoka ob ulici Spodnji Rudnik I.

Obravnavano porečje je veliko 0,31 km<sup>2</sup>, obseg je 2,52 km, dolžina porečja je 0,98 km in širina 0,45 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 1,41 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 3,9 m<sup>3</sup>/s.



(foto: K. Natek)

Slika 15:

*Strma gozdnata grapa nad zadnjimi hišami na Ulici bratov Martinec.*

Severovzhodna povirna dolina je ozka grapa s strmimi pobočji, tudi grapa sama ima precejšen strmec (slika 15). V njenem spodnjem koncu je tik nad hišo (Ulica bratov Martinec 55) ok. 30 m dolga in do 5 m široka ravnica, kjer bi se lahko zadržalo nekaj vode pred vtokom v podzemni kanal. Ta vtok je povsem neustrezen, zavarovan samo s kosom odpadne kovinske ograje in nevzdrževan, spodaj pa je celo stanovanjsko naselje. Niže po dolini teče voda iz obeh grap po ozkih podzemnih ceveh pod stanovanjskim naseljem. Podobno neurejen vtok je tudi iz severozahodne grape, kjer teče voda naravnost v podzemno cev, brez vsake zaščite in vsakega vzdrževanja. Že ob zmernih padavinah 30.3.2009 je bil vtok povsem zamašen in je voda tekla po cesti in navzdol proti stanovanjskim hišam.

Voda pride na dan tik ob Dolenjski cesti, kjer se stekata dve betonski cevi ( $\Phi = 80$  cm), nato teče pod Dolenjsko cesto skozi obokan kanal (širina 2 m). Tu je nastal majhen bazenček, v njem se je zarasel rogoz in manjša vrba. Na dan pride potok spet na drugi strani Dolenjske ceste pri Semenarni in naredi ovinek mimo nje.



(foto: K. Natek)

Slika 16:

*Zanemarjeno betonsko korito v spodnjem delu potoka, ki priteka iz Spodnjega Rudnika I.*

Južno od dolenske železnice teče potok proti jugu po zanemarjenem betonskem koritu, ki je na tem mestu povsem nepotrebno (slika 16). Ta del bi lahko brez velikih težav sanirali, biološko očistili (voda zdaj zaudarja), urejen potok bi lahko bil tudi popestritev te enolične in degradirane poslovno-obrtno cone. Tu se srečamo tudi z nesmotrnim načrtovanjem: zgoraj pod naseljem teče potok po ozkem podzemnem kanalu, na novejši, še nedokončani cesti Ob dolenski železnici, ki poteka tik južno od dolenske železnice, pa so postavili most s 4 m široko odprtino. Tudi naprej proti Barju teče potok po betonskem koritu, kar je povsem nepotrebno, saj je tu dovolj prostora, da bi ga lahko uredili drugače in s tem popestrili pusto in dolgočasno okolje trgovsko-poslovne območja na Rudniku.

## Spodnji Rudnik II

Takoj jugovzhodno od prejšnjega porečja je na južni strani Golovca mestni del Spodnji Rudnik II. Na spodnji strani smo porečje omejili s prepustom potoka pod istoimensko ulico. Tudi ta del Ljubljane stoji v dnu te kratke doline izpod Golovca. Ok. 500 m spodnjega, širšega dela doline je pozidanega, v zgornjem delu sta v gozdnata pobočja Golovca vrezani dve izraziti, ok. 700 m dolgi grapi.

Obravnavano porečje ima površino 0,51 km<sup>2</sup> in obseg 3,01 km; dolžina porečja je 0,47 km in širina 1,09 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 2,32 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 6,43 m<sup>3</sup>/s.

Prva hiša pod severozahodno grapo stoji v lepi legi, na meji med mestom in 'divjino'. Lastniki so si sami uredili vtok vode v kanal na svojem dvorišču. Sicer je od hiše navzgor grapa z zelo strmimi pobočji (v strugi so tudi večje veje in plavje), niže doli nad hišami je lep mokroten vršaj, poraščen s črnimi jelšami. V grapi so lepo vidni recentni geomorfni procesi, ki jih pri načrtovanju spodaj ležeče soseke nihče ni niti opazil, kaj šele upošteval (močna denudacija na strmih pobočjih, intenzivna globinska erozija v zgornjem delu grape, prenašanje proda, mulja in različnega plavja po strugi v dnu grape, odlaganje tega materiala na vršaju nad prvo hišo). Tu imamo lep primer nerazumevanja narave, saj ob močnem nalivu ne bo možno spraviti vse vode (vključno s plavjem) iz celotne grape v ozek podzemni kanal.

Tu bi bilo potrebno zavarovati spodnji del naselja z nizko pregrado nad prvo hišo, saj lahko naselje ob močnem nalivu ogrozijo hudourniške poplave. To bi bilo možno izpeljati na diskreten način, da bi se ohranilo sedanje mokrišče s črnimi jelšami.

Podobna je situacija pri severovzhodni grapi, ki prihaja izpod Mazovnika. Tudi ta je 'divja', v njej je ohranjeno 'naravno' stanje in to tik ob mestu (slika 17). V grapi je opaziti izrazito globinsko erozijo, čeprav ima manjši strmec kot severozahodna. Vtok potoka v podzemni kanal je na severozahodnem vogalu hiše (Spodnji Rudnik II, št. 60), izrazito premajhen, prekrit z izrabljenimi železniškimi pragovi. Hudourniška voda ima sicer nekaj prostora na vršaju, za varovanje soseke bi povsem zadoščal nizek zemeljski nasip nad hišo.



(foto: K. Natek)

Slika 17:

Vršaj na spodnjem koncu severovzhodne grape, tik nad hišo Spodnji Rudnik II, št. 60.

Kam odteka ta voda in kje prečka Dolenjsko cesto ter dolenjsko železnico, nismo mogli ugotoviti, saj sta južno od železnice nakupovalna centra E. Leclerc in Supernova. To je zamujena priložnost, saj bi lahko majhen, urejen potok ob ustrežnejšem in človeku prijaznejšem načrtovanju prinesel 'košček narave' v to povsem razčlovečeno, umetno okolje nakupovalnih centrov. Kljub temu bi bilo morda potrebno razmišljati o vsaj delni povrnitvi potoka na površje in o njegovi vključitvi v ponudbo nakupovalnih centrov (rekreacijske površine?).

## Spodnji Rudnik (Hudourniška pot)

Naslednja proti jugovzhodu je nekoliko širša dolina med Hudourniško potjo na severozahodni strani in cesto na Orle. Porečje smo na spodnji strani omejili s prepustom potoka pod Dolenjsko cesto, veliko je 0,47 km<sup>2</sup>, obseg 3,01 km, dolžina porečja 0,44 km in širina 1,04 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 2,13 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 5,9 m<sup>3</sup>/s.

Dolina ima ok. 100 m široko ravno dno in je v večjem delu pod travniki. V zgornjem delu, kakšnih 550 m nad Dolenjsko cesto, se vanjo stekata dve dolini z majhnima potokoma. Vzhodnejša dolina ima navzgor še nekaj časa travnike v dnu, malo više se razveji v dve gozdnati grapi. Nekoliko niže v skupni dolini teče potok prečno prek doline na zahodno stran in tam se mu pridruži manjši potoček iz zahodne grape. Na njenem izstopu v glavno dolino je bil nekoč ok. 3 m visok nasip (ribnik?), v katerega se je potoček zdaj zarezal. Na spodnjem koncu, tik nad Dolenjsko cesto, je dolina pregrajena z večjo kmetijo in nekaj stanovanjskimi hišami, za katerimi je razmeroma obsežen retenzijski bazen za hudourniške vode (slika 18). Navzdol ob tem potoku je vse do roba mesta mokrotan pas s črnimi jelšami, ostali del doline so negovani travniki. Tu ni nobene potrebe po sanaciji, je pa takšno okolje na robu mesta 'neuporabljen' vrednota.



Slika 18:

*Nekoliko širša naplavna  
ravnica za kmetijo ob  
Dolenjski cesti.*



(foto: K. Natek)

Potok teče pod Dolenjsko cesto nasproti hišnih števil 153 in 157, ok. 50 m vzhodneje je ob Dolenjski cesti bencinska črpalka. Na kratkem odseku med cesto in dolenjsko železnico teče po površini, vendar je struga zanemarjena, tudi voda je precej onesnažena, na bregovih rastejo črne jelše. Onstran železnice je spet obsežno, na novo nasuto območje, kjer so potok ponovno speljali pod površjem. Tudi to je zamujena priložnost v poslovni coni Rudnik, saj bi lahko ta in še druge potoke uporabili za poživitev tamkajšnjega okolja, namesto da so jih zakopali v zemljo.

## Dolgi potok (Zgornja Hrušica)

Zgornji del porečja Dolgega potoka se nahaja v skrajnem severozahodnem delu Golovca, južno od Štepanjskega naselja in Zgornje Hrušice. Spodnji del obravnavanega porečja smo omejili z začetkom vršaja, ki se prične na območju z imenom Gmajna. Velikost obravnavanega porečja je 1,21 km<sup>2</sup>, obseg 4,7 km, dolžina porečja je 1,34 km in širina 1,18 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 4,54 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 12,56 m<sup>3</sup>/s.

Tudi ta potok se začne na jugu z razvejenimi gozdnatimi grapami, vrezanimi v severno pobočje glavnega slemena Golovca. Ta del je v povsem naravnem stanju, vendar so tu na prvi pogled opazni razmeroma močni geomorfni procesi. Kakšnih 130 m nad gostilno Pod Golovcem je na potoku zgrajena 5 m visoka betonska pregrada za zadrževanje plavja in poplavne vode. Za njo se v dnu grape nabira plavje, na njem je nastalo majhno mokrišče z vrbovim grmičjem in črnimi jelšami (slika 19).



(foto: K. Natek)

Slika 19:

Betonska pregrada na Dolgem potoku nad Zgornjo Hrušico.

To je eden od primerov, ki nam nazorno kažejo, da lahko pravilno zastavljeni ukrepi na manjših vodotokih zmanjšajo nevarnost hudourniških poplav, hkrati pa ne pomenijo prehudih posegov v naravno okolje. Omenjena pregrada na Dolgem potoku bi sicer lahko bila manj 'umetna', vendar dobro služi osnovnemu namenu. Vsekakor bi bilo treba pri sanacijah razlikovati med zgornjimi deli porečij, kjer je naravno okolje (gozd, grape, strma pobočja, mokrišča v dnu dolin) in bi bilo treba le tu in tam poskrbeti za ustrezno upočasnitev odtoka hudourniških vod, ter spodnjimi deli porečij. Tu so struge večinoma povsem preoblikovane in vodam je odvzet ves prostor. V teh delih porečij ni druge možnosti kot poskrbeti za protipoplavno varnost, vendar bi bilo treba obenem nujno popraviti umetne kanale, jih oživiti in hkrati vzgojiti ljudi, da bodo v njih videli vrednoto in ne zgolj odtočne kanale.

Nasproti gostilne Pod Golovcem Dolgi potok dobesedno trešči v visoko betonsko steno, nad katero je avtoservis Kranjec Avto, potok pa teče pod njim po cevi s premerom 90 cm. Kakšnih 100 m dolvodno pride potok za nekaj metrov ponovno na dan (pri mostu in hiši Ob potoku 52), nato ga 'pogoltno' zemlja. V nadaljevanju njegovega toka ni možno spremljati, saj je območje povsem pozidano, pojavi pa se spet na križišču ulic Ob potoku in Ob mejašu (hiša Ob potoku 23A). Od tu naprej teče potok po betonskem kanalu po vzhodni strani ceste Ob potoku, kjer se lepo vidi, kako ljudje skrbno negujejo svoje vrtičke ob hišah, potok pa je odtočni kanal (slika 20). Ker je struga tu umetno spremenjena v betonsko korito s prepusti  $\Phi = 80$  cm, obstaja velika poplavna ogroženost.

Na spodnjem koncu ulice (pri hiši Ob potoku 9) teče potok ponovno v podzemni kanal, vtok ima premer en meter in je zavarovan z betonsko mrežo. Od tu naprej potoku ni moč več slediti, saj se na površju pojavi šele tik pred izlivom v Ljubljano.

Slika 20:

*Umetni kanal Dolgega potoka vzdolž ulice Ob potoku v Zgornji Hrušici.*



(foto: K. Natek)

## Graben (Spodnja Hrušica)

Povirje potoka Graben se nahaja na severni strani Golovca, južno od nekdanje vasi Spodnja Hrušica. V spodnjem delu smo porečje omejili s prepustom, po katerem teče potok pod Hruševsko cesto. Porečje je veliko 0,71 km<sup>2</sup>, obseg je 3,43 km, dolžina porečja je 0,95 km in širina 1,0 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 3,19 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 8,83 m<sup>3</sup>/s.

Ker je spodnji del potoka urejen v neustreznih prepustih, so v naselju Spodnja Hrušica poplavno ogroženi objekti v spodnjem delu doline. Poplave se zaradi neustreznih prepustov dogajajo že pri višjih vodah s krajšo povratno dobo od 20 let, npr. leta 1996.

V povirnem delu Grabna je več strmih gozdnatih grap, zajedenih v osrednje sleme Golovca. V dnu teh grap je močna erozija, zato je potok v spodnjem delu doline precej nasipal. Struga potoka je v tem zgornjem delu povsem naravna. Na robu gozda je 50 m nad prvimi hišami 4 m visoka betonska pregrada – zadrževalnik plavja. Pod njo so še v nekoliko razširjenem dolinskem dnu ostanki nekdanjega mokrišča, v njem pa je prav v dnu doline novozgrajena hiša, pri kateri so potok speljali v podzemno cev ( $\Phi = 50$  cm) in okrog zasejali travo (slika 21). Hiša je povsem v višini tal, kar kaže, da ob gradnji niso pomislili na nevarnost hudourniške poplave. Še malo nižje je druga hiša v še nižji legi, kjer pa so prostor zanjo pridobili tako, da so jo deloma postavili kar nad potok, tega pa po cevi speljali pod njo (slika 22).



(foto: U. Stepišnik)

Slika 21:

Novozgrajena hiša v zgornjem delu Spodnje Hrušice z 'inovativno' ureditvijo potoka.



(foto: U. Stepišnik)

Slika 22:

Nad potokom postavljena stanovanjska hiša v zgornjem delu Spodnje Hrušice.

Potok Graben je skozi celotno naselje Spodnja Hrušica speljan večinoma pod zemljo, nekje pod stanovanjskimi hišami, na dan pride le malo nad mostom na Hruševski cesti. Od mostu navzdol teče po izrazitem izgonu, ki je dvignjen za ok. 2 m nad okolico, a tudi tu teče potok povsem po nepotrebem v betonskem koritu. Desno tik ob mostu in potoku je transformatorska postaja, levo ob potoku v nižji legi tik ob njem vrtec (slika 23).



Slika 23:

Izgon potoka Graben pod Hruševsko cesto; levo otroški vrtec.



(foto: K. Natek)

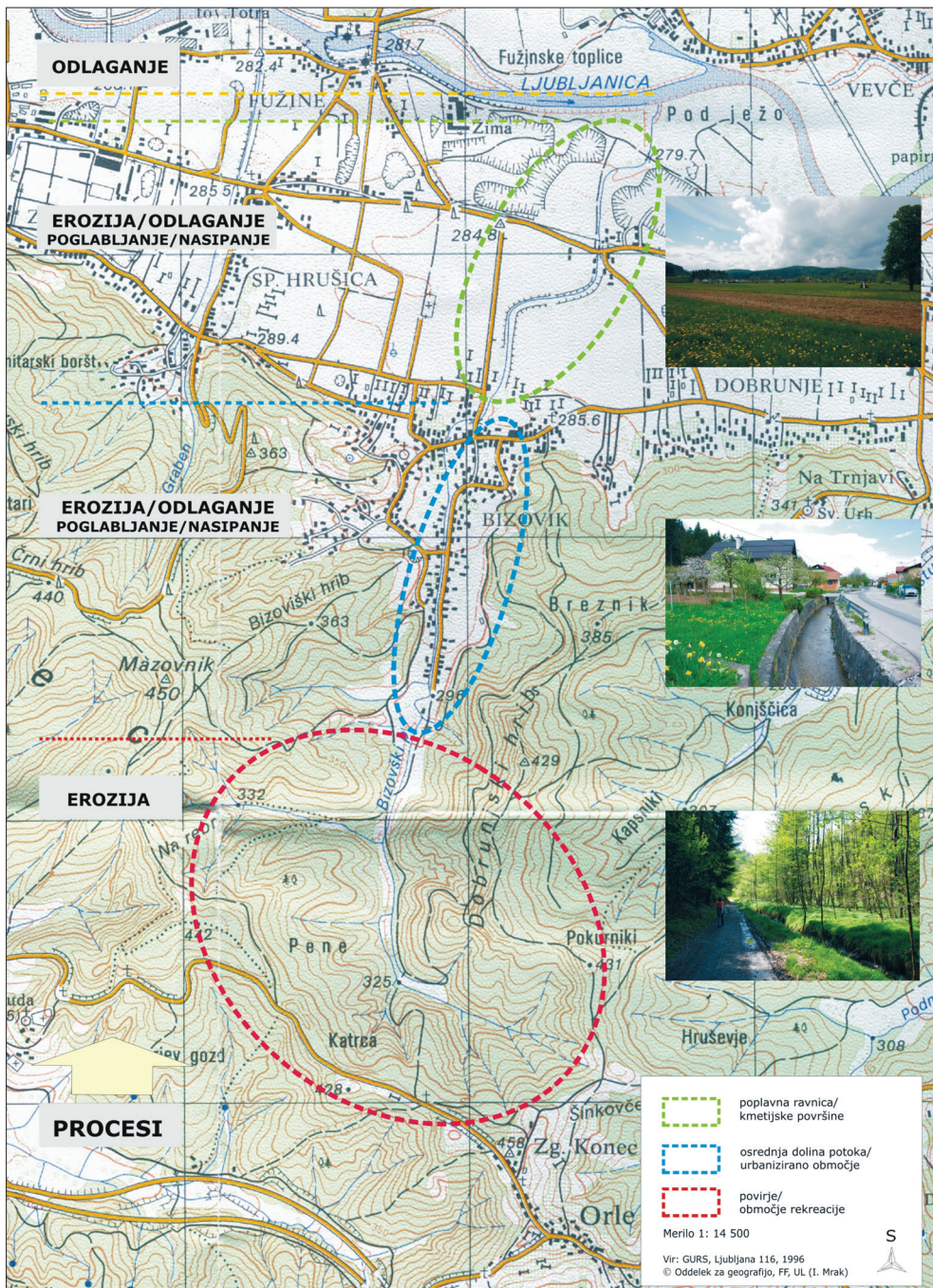
## Bizoviški potok

Naslednji proti vzhodu je Bizoviški potok (tudi Bizovski potok; Krajevni leksikon Slovenije, 1971), ki izvira na severni strani Golovca in teče skozi naselje Bizovik proti severu. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili z začetkom vršaja v naselju Bizovik, kjer Bizoviški potok teče v prepustu pod Bizoviško cesto. Meri 2,83 km<sup>2</sup>, obseg je 7,55 km, dolžina porečja je 1,28 km in širina 2,41 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 12,77 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 35,34 m<sup>3</sup>/s. Zaradi premajhnega umetnega korita potoka z dimenzijami 2,2 x 1,3 m pod prepusti je del naselja Bizovik ob potoku poplavno ogrožen.

Porečje Bizoviškega potoka lahko razdelimo na tri dele, in sicer povirni del, osrednjo dolino ter poplavno ravnico pred izlivom v Ljubljano (slika 24). Vsak del porečja zaznamujejo različni geomorfni procesi, človekovi vplivi (raba tal) in spremembe samega vodnega toka.

V povirnem delu so struge vodotokov, ki se združijo v Bizoviški potok, večinoma nespremenjene, neregulirane in imajo naravni tok. V teh grapah s strmimi pobočji in precejšnjim strmecem se lahko ob močnih nalivih v kratkem času zbere velika količina vode in steče navzdol po dolini, kar se pri urejanju voda v spodnjem toku skozi naselje ni upoštevalo. Na zelo strmih pobočjih je ob močnih padavinah tudi precejšnja možnost proženja zemeljskih plazov in nastanek blatnega toka. Z odtekanjem vode so povezani močni geomorfni procesi, tako akumulacija naplavin v dnu dolin kot erozija tekoče vode. Še preden doseže dolina viadukta na vzhodni ljubljanski obvoznici, je dolinsko dno široko že ok. 50 m in tu je v dnu lepo ohranjeno mokrišče s črnimi jelšami.

Slika 24: Funkcijska opredelitev območij porečja Bizoviškega potoka.





Struga glavnega potoka in njegovih pritokov so neočiščene, v okolici prevladuje gozd. Z vidika rabe je območje zelo primerno za bližnjo rekreacijo prebivalcev Bizovika in drugih sosednjih delov Ljubljane. Rekreacijska infrastruktura ni urejena, vendar v prihodnje niti ne bi bila potrebna, saj je doživljajska vrednost pokrajine kljub avtocesti v sedanjem stanju velika, uporabljati pa je mogoče obstoječ kolovoz ter steze.

Osrednja dolina se začne pri manjšem rekreacijskem objektu (igrišče, gostišče), kjer je struga potoka že regulirana in obzidana, pretežno z večjimi skalnimi bloki, v samem naselju Bizovik pa je struga pravzaprav betonski kanal, ki je na mnogih mestih premoščen za potrebe dostopa do stanovanjskih objektov. Današnja, povsem preoblikovana struga je zgolj odtočni kanal, v katerem se hitrost vodnega toka poveča, še posebej ob nalivih in neurjih (slika 25). Ob tovrstnih dogodkih so potencialno ogrožena vsa zemljišča na območju poplavne ravnice, saj se bo ob hudourniških poplavalah tu odložila večina plavja iz strmih grap v gorvodnem delu. To je tudi najbolj urbaniziran del porečja, kjer so prisotne številne novogradnje. Starejši objekti so zgrajeni v neposredni bližini vodotoka, novejše in najnovejše stavbe pa ok. 100–200 m stran, nekatere na območju stranskih pritokov. Glede na razpoložljiv prostor je maksimalna stopnja urbanizacije že dosežena.

Poplavna ravnica se nadaljuje vse do izliva Bizoviškega potoka v Ljubljano. Naravni proces na tem območju je v prvi vrsti odlaganje gradiva in v manjši meri erozija/poglabljanje struge. Struga je regulirana, vendar so bregovi le utrjeni in ne gre za popolnoma obzidan kanal. Med Bizovikom in Litijsko cesto so na obeh straneh potoka obdelovalne površine, kar bi bilo koristno obdržati tudi v prihodnje. Med Litijsko cesto in Ljubljano teče potok po umetnem koritu prek degradiranega in deloma saniranega območja nekdanjih gramoznih jam.

Slika 25:

*Bizoviški potok ob cesti  
Pot v dolino, v betonskem  
koritu in brez življenja.*



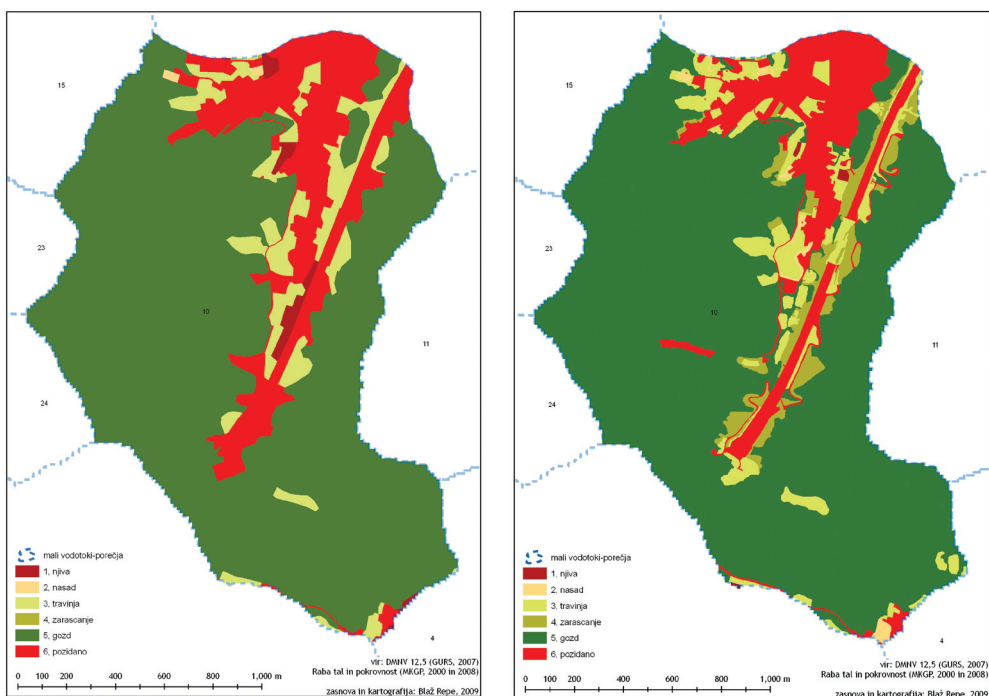
(foto: I. Mrak)

Pred gradnjo nove ceste skozi naselje je bila struga Bizoviškega potoka precej plitvejša in je potok ob vsaki večji vodi poplavljal, zdaj zgoraj v vasi ne poplavlja več, niže v vasi pa še. Pred kakšnimi 20–25 leti (1980–85?) je po izjavah domačinov potok poplavljal celotno dolino, vendar takrat v njej ni bilo toliko hiš kot sedaj. Še nekaj let nazaj je ob močnih padavinah voda segla vse do mostičkov prek struge, v spodnjem delu vasi pa se je tudi razlila.

Bizoviški potok bi lahko preuredili kot vzorčen primer sanacije degradiranih vodnih tokov v urbanem okolju: zgornji del doline je nekoliko zanemarjen, vendar ima vrednost za bližnjo rekreacijo (kljub avtocesti). Spodaj v vasi je nekdanji potok spremenjen v umetni kanal, zato ne preseneča, da nimajo prebivalci nikakršnega odnosa do njega, spodaj pod vasjo (pod Bizoviško cesto) pa teče potok po lepem izgonu.

Primerjava rabe tal na območju porečja Bizoviškega potoka leta 2000 in 2008 kaže, da se je sicer zmanjšal delež pozidanih površin, kar pa je zgolj na račun ureditve površin ob avtocesti, ki je bila leta 2000 še v izgradnji. Takrat je gradbišče obsegalo večje površine, ki so bile ob zajemu podatkov prepoznane kot pozidane (slika 26).

Slika 26: Raba tal v porečju Bizoviškega potoka leta 2000 in 2008.



Na mestu, kjer potok prečka Bizoviško cesto, stoji nekdanja gostilna in diskoteka Super Li. Da bi zanjo dobili prostor, so del gostilne enostavno postavili nad potok, tega pa spravili pod zemljo (slika 27). Med Bizoviško cesto in Potjjo v dolino teče potok 140 m daleč po močno zoženi umetni strugi, stisnjeni med vaške hiše; na najožjem

mestu znaša širina korita manj kot 1,5 m, kar absolutno ne zadošča, da bi skozi stekle poplavne vode iz celotne doline z vsem plavjem vred.

*Slika 27:*

*Nad Bizoviški potok postavljena nekdanja gostilna Super Li.*



*(foto: K. Natek)*

Tik pod vasjo (nasproti odcepa Hruševske ceste) teče potok po lepem izgonu. Struga je v tem delu bolj ali manj naravna, le mestoma so improvizirano utrjeni bregovi, na bregove tudi odlagajo odpadno travo in listje. Izgon je nad okoliško naplavno ravnico dvignjen do 1,5 m, struga potoka v njem je globoka do 1 m, kar pomeni, da potok teče višje od naplavne ravnice – jasen dokaz močne akumulacije potoka v spodnjem toku (slika 28). Vzdolž potoka raste drevje in grmovje, a bregove vse bolj prerašča japonski dresnik.

*Slika 28:*

*Izgon Bizoviškega potoka, v ozadju Bizovik.*



*(foto: K. Natek)*

## Rastučnik

To je ok. 3 km dolg potok, ki nastane iz več strmih grap na severnih pobočjih Golovca pri vasi Orle, teče v glavnem proti severovzhodu in se pri Zadvoru izliva v Ljubljaničo. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili s prepustom pod Cesto II. grupe odredov. Velikost obravnavanega dela porečja je 1,97 km<sup>2</sup>, obseg je 5,95 km, dolžina porečja je 1,17 km in širina 2,36 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 8,88 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) pa 24,58 m<sup>3</sup>/s.

Na zgornjem koncu je dolina sprva ozka, a se v dnu kmalu pojavi naplavna ravnica s travniki. Kjer se začne širši del doline, teče potok sprva povsem po vzhodni strani, kamor ga je potisnil levi pritok iz grape na zahodni strani doline, ki je v dolino nasul manjši vršaj. Malo niže se glavni potok spet vrne na sredino naplavne ravnice in teče naprej prek mokrotnih travnikov po strugi, obraščeni s črnimi jelšami (slika 29).



(foto: K. Natek)

Slika 29:

*Slikovita pokrajina  
mokrotnih travnikov v  
srednjem delu doline ob  
Rastučniku.*

Potok Rastučnik prečka Cesto II. grupe odredov kakšnih 200 m severozahodno od bencinske črpalke, vendar so že 60 m prej potok speljali v umetni kanal in podzemno mimo hiše (slika 30). Tudi od mostu navzdol teče potok po 1,5 m globoki umetni strugi. Ta del potoka so po navedbah domačinov 'uredili' leta 1984 v okviru melioracij travnikov višje gori v dolini. Na travnikih so skopali osuševalne jarke in poglobili strugo potoka, v spodnjem delu pa so potok poglobili še bolj in speljali po betonskih kinetah. Enako so naredili še ok. 150 m dolvodno od mostu, od tam naprej pa je struga spet naravna. In to je po mnenju domačinov problem, ker se tam vodni tok ob visoki vodi zaustavi. Sicer je vtok v podzemni kanal dovolj velik (3 x 1,5 m) in se ne maši, vendar se vodni tok pred njim upočasni in odlaga plavje (od melioracij do danes več kot 0,5 m).



Slika 30:

Vtok Rastučnika v kanal, zadaj Cesta II. grupe odredov in most na njej.



(foto: K. Natek)

Ta del doline Rastučnika je izrazito poplavno območje in mokrotni travniki bi morali tudi vnaprej ohraniti funkcijo naravnih zadrževalnikov poplavne vode. Celotna ravnina ob potoku je bila mdr. poplavljena leta 1955 in tudi med leti 1965–70 je voda enkrat že tekla čez cesto. V preteklosti se je del poplavne vode stekal v opuščeni glinokop malo južneje od tod, velik 80 x 50 m, a so ga pred kakšnimi 15 leti v celoti zasuli!

## Podmolniški graben

Porečje tega manjšega potoka se nahaja v skrajnem vzhodnem delu Golovca, zahodno od vasi Podmolnik. Potok se začneja s številnimi ozkimi grapami tik severno od vasi Orle, teče proti severovzhodu in se pri Sostrem izliva v potok Gobovšek. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili s prepustom pod Mareško potjo med Žabjo vasjo in zaselkom Pri Mohtu na severnem vznožju hriba Marenček.

Velikost obravnavanega dela porečja je 2,59 km<sup>2</sup>, obseg je 7,92 km, dolžina porečja je 2,61 km in širina 0,95 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 9,75 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 26,98 m<sup>3</sup>/s.

V zgornjem delu je dolina v povsem naravnem stanju: na pobočjih gozd, v spodnjih delih pobočij in v dnu doline travniki (v dnu zmerno mokrotni). Tudi potok je v naravnem stanju, rahlo vijuga po dolinskem dnu in dela na notranji strani zavojev majhna prodišča; vzdolž njega rastejo večinoma črne jelše. Podobno stanje je tudi nekoliko nižje, kjer se v glavno dolino z leve strani steka manjša dolinica.

Ob spodnjem toku potoka je ok. 200 m široka naplavna ravnica, v celoti v travnikih – lepa agrarna pokrajina, le ob potoku bi lahko bilo več grmičja in drevja (slika 31). Dolinsko dno se na obeh straneh rahlo dvigne v pobočje. V dnu doline ni nobene hiše, vse se lepo držijo nekoliko višjega roba in niso izpostavljene poplavam. Zaenkrat v tej dolini tudi ob izjemno veliki poplavi ne bi bilo težav, saj je v dnu dovolj prostora za



vodo, treba je samo ohraniti ta prostor v sedanji rabi (travniki, bližnja rekreacija). To se lahko zelo hitro spremeni, saj je lahko takšna široka ravnica tik ob mestu zelo vabljiva za novogradnje, kar je nujno potrebno preprečiti.



(foto: K. Natek)

Slika 31:

*Podmolniški graben z mostu na Podmolniški cesti, zadaj hiše na nekoliko dvignjenem svetu nad poplavno ravnico.*



(foto: K. Natek)

Slika 32:

*Poplavljanje Podmolniškega grabna ob zmerno močnih padavinah (30.3.2009).*

Med Žabjo vasjo in Sostrim se Podmolniški graben združi s potokom Gobovšek v Dobrunjščico in dolinsko dno je tu široko do 600 m (slika 33). Tu je ob Cesti 13. julija pri Žabji vasi v nekdanjem glinokopu ostal celo manjši ribnik, obdan z vrbovim grmovjem in jelševjem. Ta ravninski svet ima izjemno pomembno vlogo pri zadrževanju poplavnih voda, saj se tu proti Ljubljani stekajo številni hudourniški potoki, zato je nujno potrebno, da se z ustreznim prostorskim načrtovanjem zagotovi njegova naravna funkcija (zadrževanje hudourniških poplavnih voda) in z njo skladne sekundarne funkcije (kmetijstvo, rekreacija).

Slika 33:

Široko dolinsko dno med  
Žabjo vasjo in Sostrim.



(foto: K. Natek)

## Podmolnik

Tako smo poimenovali manjše porečje ob malem potoku južno od vasi Podmolnik. Na spodnji strani smo ga omejili s prepustom pod makadamsko cesto (Mareška pot) med kmetijo Rifelj in vasjo Podmolnik. Sestavlja ga nekaj razmeroma plitvih grap, ki se zajedajo v dolomitna pobočja Molnika (582 m) in so skoraj v celoti pod gozdom, pri vasi Podmolnik pa se stekajo v nekoliko širšo dolino z njivami in travniki v dnu. Ta dolina se steka v širšo dolino potoka Gobovšek nasproti Sadinje vasi in ne predstavlja nobene poplavne nevarnosti, niti ni potrebe po kakršnih koli sanacijah.

Velikost obravnavanega dela porečja znaša 1,24 km<sup>2</sup>, obseg je 4,63 km, dolžina porečja je 1,1 km in širina 1,6 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 5,61 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 15,54 m<sup>3</sup>/s.

## Brezniški potok

Južno od vasi Podlipoglav priteka od juga ok. 4 km dolg Brezniški potok (tudi Brezovska voda; Krajevni leksikon Slovenije, 1971). Izvira v več strmih grapah v dolomitnem svetu pod Malim Lipoglavom in Repčami, teče proti severu in se pri Podlipoglavu izliva v Javorsko reko. Na spodnji strani smo obravnavani del porečja omejili s prepustom pod cesto Podlipoglav–Šentpavel nekaj deset metrov pred izlivom potoka. Območje je večinoma neposeljeno, tudi mokrotno dolinsko dno, zato je ostalo v razmeroma naravnem stanju, struga potoka je regulirana le malo pred izlivom v Javorsko reko (slika 34). Zaradi naravnega stanja v tem delu niso potrebne nobene sanacije, vendar ta sicer majhen potok prispeva kar precejšen delež visokih voda v Javorsko reko, ki se ob visoki vodi razliva po široki naplavni ravnici med Podlipoglavom in Sostrim.

Porečje Brezniškega potoka je veliko 7,47 km<sup>2</sup>, obseg meri 12,22 km, dolžina porečja je 3,2 km in širina 3,5 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 28,1 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 77,77 m<sup>3</sup>/s.



(foto: K. Natek)

Slika 34:

Reguliran Brezniški potok tik pred izlivom v Javorsko reko.

## Javorska reka

Iz zahodnega dela Posavskega hribovja med Javorjem in Velikim Lipoglavom teče proti zahodu Javorska reka (tudi Reka). Od Sadinje vasi navzdol se potok preimenuje v Gobovšek, od Sostrega naprej teče kot Dobrunjščica in se pri Zavogljah izliva v Ljubljano. V zgornjem delu teče potok po izraziti grapi, v katero se z obeh strani stekajo številne manjše grape s strmimi pobočji (v podlagi so večinoma neprepustni skrilavi glinovci, le v najzgornejšem delu porečja triasni dolomit). Že kmalu pod izlivom levega pritoka (Rekarjeva reka) izpod vasi Pance se v dnu doline pojavi ozka naplavna ravnica, a je ostala skoraj v celoti neposeljena, saj se po njej razmeroma pogosto razlijejo kratkotrajne hudourniške vode.

Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili z mostom čez Javorsko reko na cesti Podlipoglav–Brežje pri Podlipoglavu tik južno od Podlipoglava. V tem obsegu je porečje veliko 13,99 km<sup>2</sup>, ima obseg 16,31 km, dolgo je 3,55 km in široko 5,0 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 52,67 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 145,78 m<sup>3</sup>/s.

Če izvzamemo velike reke na območju mestne občine Ljubljana (Sava, Ljubljana, Gradaščica), je Javorska reka za Besnico drugi največji hudournik v mestni občini, ki lahko ob močnejših nalivih v zelo kratkem času prinese velike količine vode v spodnji del doline, kjer je ob njem do 300 m široka poplavna ravnica. Ker je, razen nekaj izjem, ostala skoraj povsem neposeljena, kljub velikim količinam hudourniških voda poplavna ogroženost spodnjega dela doline zaenkrat ni preča, lahko pa se razmere hitro spremenijo, če bi se dovolilo širjenje naselij na poplavno območje.

Ena redkih izjem je kmetija Dolenc (Podlipoglav 25) ob izlivu Žagarskega potoka, desnega pritoka Javorske reke, ki je v dolino nasul manjši vršaj in glavni potok potisnil tik pod južno pobočje. Hiša stoji sicer tik ob potoku, vendar je dvignjena en meter od tal, tako da poplavne vode ne morejo vstopiti vanjo (slika 35). Poplave so sicer bile v 20. in 70. letih prejšnjega stoletja, ko je bilo v dnu doline tudi do 2 m vode. V preteklosti



je bilo v tem delu Javorske reke 14 mlinov, po njihovi opustitvi pa voda odteka še hitreje, zato se spodaj pri Sadinji vasi in Sostrem v kratkem času nabere veliko več vode kot nekoč.

*Slika 35:*

*Kmetija Dolenc v dolini Javorske reke.*



*(foto: K. Natek)*

Dober kilometer niže po dolini se Javorska reka prestavi na južno stran ceste, nato teče proti jugozahodu v povsem ravni, umetno narejeni strugi po travnikih proti Podlipoglavu (slika 36). Takšna umetna ureditev je povsem neustrezna in nepotrebna, saj teče voda po takšni strugi veliko hitreje, namesto da bi se omogočilo naravno zadrževanje hudourniške vode na okoliških travnikih. Zaenkrat je ugodno le, da so hiše vse od tu do Sostrega dosledno odmaknjene na nekoliko višji svet na robu poplavne ravnice.

*Slika 36:*

*Umetna struga Javorske reke in široka poplavna ravnica ob potoku navzdol proti Podlipoglavu.*



*(foto: K. Natek)*

V Podlipoglavu v zadnjih desetletjih ni bilo poplav, se pa občasno voda razlije po travnikih pod vasjo. Pomembna funkcija ravnice je lepo vidna na sliki 37, kjer v ravnici zaradi obilnih padavin zastaja voda (padavinska voda, ne poplavna), vendar pa so hiše na nekoliko višjem in varnem severnem obrobju doline. Podlipoglava torej poplave zaenkrat ne ogrožajo, bi bilo pa tu nujno potrebno zavarovati poplavno ravnico v njeni naravni funkciji in preprečiti širjenje naselja vanjo, saj bi to po nepotrebnem povečalo poplavno ogroženost. Grobo izvedene regulacije potokov bi bilo tu možno brez večjih težav z ekoremediacijami vrniti v ustrežnejše naravno stanje.



(foto: K. Natek)

Slika 37:

*Voda zastaja na poplavni ravnici ob Javorski reki pri Podlipoglavu.*

Tudi Sadinja vas je skoraj v celoti na nekoliko višjem svetu na severni strani doline Javorske reke, vendar pa je tu že prisotno širjenje naselja na poplavno ravnico pod vasjo. Takšen primer je kmetija V Karlovce 15, ki sicer stoji na nekoliko višjem desnem bregu, imajo pa velik hlev z gospodarskim poslopjem prav v poplavni ravnici na levem bregu. Malo nad kmetijo dela Javorska reka izrazit zavoj v desno in tu je struga zelo plitva ter hitro prestopi bregove.

Dolvodno od mostu na cesti proti kamnolomu teče Gobovšek (Javorska reka) po globlji strugi (ok. 3 m), tako da široka poplavna ravnica na obeh straneh potoka ni zelo izpostavljena poplavam, pač pa imajo pogosto vodo v kletih hiše v neposredni okolici cerkve v Sostrem. Kljub temu je nujno potrebno, da se ta široka ravnica ohrani v obstoječem stanju in prepreči širjenje poselitve na potencialno nevarno poplavno območje.

Pri Sostrem teče Gobovšek tik mimo vasi in cerkve, a je kljub temu ostal v skoraj povsem naravnem stanju. Na desnem bregu so hiše tik ob bregu, zato so ga mestoma utrdili, a levi breg pustili poraščenega s črnimi jelšami. Na levem bregu je široka ravnica v travnikih (slika 38), le med lokalno cesto proti Žabji vasi in Cesto II. grupe odredov je nekaj hiš tudi na tej strani. Pomembno je, da se tu prepreči širjenje poselitve na ta 'prazen' prostor, na katerem so predvsem travniki in je pomemben tudi za bližnjo rekreacijo tukajšnjega prebivalstva.

Slika 38:

*Široka poplavna  
ravnica na levem bregu  
Gobovška od Sostrega  
navzgor, v celoti pod  
travniki.*



(foto: K. Natek)

Med Cesto II. grupe odredov in Litijsko cesto teče Dobrunjščica po povsem naravni strugi in mestoma tudi precej vijuga, na obeh bregovih pa jo spremlja ozek pas drevja in grmovja. Poplavna ravnica ob njej je neposeljena in pod travniki – stanje, kakršnega je nujno potrebno ohraniti in varovati, saj so takšna območja na obrobju Ljubljane zelo vabljiva za nadaljnje urbanistično načrtovanje. Da je pritisk na poplavne ravnine velik, kaže npr. novozgrajeni avtoservis Bitenc (Litijska cesta 329; slika 39) ob Litijski cesti tik na desnem bregu Dobrunjščice.

Slika 39:

*Tik na desnem bregu  
Dobrunjščice zgrajen  
avtoservis Bitenc in  
močno degradirana  
brežina.*



(foto: K. Natek)

Pod Litijsko cesto se začne Dobrunjščica postopoma prilagajati izlivu v Ljubljano, zato se navzdol proti Zavogljam na obeh straneh potoka pojavita ježi višje terase. Ta je najbolj izrazita na levem bregu, kjer je pod njo ostala povsem nedotaknjena poplavna ravnica. Na nasprotnem bregu pa se je naselje razširilo že povsem do desnega brega potoka, tako da tukaj skoraj ni nobenega praznega prostora več. Kljub temu je potok zaenkrat ostal še v razmeroma dobrem stanju.

## Kižlovka

Kižlovka je izrazita grapa v zahodnem delu Posavskega hribovja, desni pritok Javorske reke v Podlipoglavu. Preučeni del porečja leži severno od Podlipoglava, na spodnji strani smo ga omejili s prepustom pod cesto v vasi Podlipoglav. Veliko je 1,85 km<sup>2</sup>, obseg znaša 6,33 km, dolgo je 2,4 km in široko 1,02 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 8,37 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 23,17 m<sup>3</sup>/s.

V dnu doline so večinoma mokrotni travniki, ki poleg skromne kmetijske opravljajo še zelo pomembno ekološko funkcijo in omogočajo zadrževanje hudourniških voda ob močnih nalivih.

## Betežica

Dolina potoka Betežica (tudi Beteščica) je zarezana v zahodne obronke Posavskega hribovja, vzhodno od naselja Sostro; po severnem pobočju doline poteka Litijska cesta proti Trebeljevemu. Večinoma gozdnato porečje sega na vzhodni strani do slemena Babna gora–Gradišče, je iz permokarbonskih skrilavih glinovcev in peščenjakov ter močno razčlenjeno. vzdolž potoka je nekaj deset metrov široka, mestoma mokrotna poplavna ravnica. Na izstopu iz doline je potok v ravnino nasul manjši vršaj z zaselkom Betežica, po katerem teče proti severozahodu in se v spodnjem delu Sostrega izliva v Dobrunjščico.

Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili z prepustom Betežice pod Litijsko cesto. Velikost tega dela porečja je 1,24 km<sup>2</sup>, obseg 4,75 km, dolžina porečja je 1,61 km in širina 1,02 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 5,6 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 15,5 m<sup>3</sup>/s.

Dolinsko dno je večinoma v mokrotnih travnikih, ki poleg skromne kmetijske opravljajo še pomembno ekološko funkcijo in zadržujejo hudourniške vode ob močnih nalivih, tako da sanacijski posegi tu niso potrebni.

## Šivnik

Šivnik je manjša grapa na zahodnih obronkih Posavskega hribovja, ki priteka izpod Babne gore in se pri zaselku Podgorje steka v ravnino na desnem bregu Ljubljaniče. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili s prepustom pod makadamsko cesto Sostro–Podgorje. Skoraj povsem gozdnato in neposeljeno porečje se začinja na jugovzhodu pod Babno goro, je v celoti izdelano v permokarbonskih skrilavih glinovicah in peščenjakih ter močno razčlenjeno. Le ob srednjem toku potoka je nekaj deset metrov široka, mokrotna poplavna ravnica, ki se navzdol nadaljuje v manjši vršaj, nasut ob izstopu potoka v ravnino.

Obravnavani del porečja je velik 1,14 km<sup>2</sup>, obseg znaša 4,6 km, dolžina 1,5 km in širina 1,09 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 5,16 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 14,28 m<sup>3</sup>/s.



Skoraj celotno porečje je v dobrem naravnem stanju (gozdovi, mokrotni travniki), zato v njem niso potrebni nikakršni sanacijski posegi, tudi hudourniške vode ne predstavljajo nobene nevarnosti.

## Besnica

Besnica je največji vodotok v vzhodnem delu ljubljanske mestne občine in za Gradaščico drugi največji hudournik. Izrazito podolgovata oblika porečja, ki ga poleg glavnega potoka sestavljajo še številne kratke in strme grape, povzročajo, da se ob močnih padavinah v porečju zbere velika količina vode, ki lahko povzroči poplave. Velik del porečja je v neprepustnih skrilavih glinovcih in kremenovih peščenjakih, le v zgornjem delu porečja pod Trebeljevimi je površje v dolomitu, vendar prav tako ali še strmeje kot v neprepustnih kamninah. Tudi ime potoka kaže na njegovo hudourniško naravo, pogostnost poplav je razvidna tudi v sedanji pokrajini, saj je poplavam izpostavljeno dolinsko dno ostalo večinoma neposeljeno. Velik del poti teče potok tudi po izrazitem naravnem nasipu, kar kaže poleg hudourniške narave tudi na intenzivnost recentnih geomorfnih procesov.

Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili s prepustom Besnice pod železniško progo Ljubljana–Zidani Most. Od tod navzgor je porečje veliko 23,41 km<sup>2</sup>, ima obseg 29,36 km, dolgo je 10,38 km in široko 1,9 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 35,25 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 97,56 m<sup>3</sup>/s.

V Zgornji Besnici je nekaj hiš v dnu doline, kjer se odcepi proti jugu cesta na Javor. Ok. 700 m niže je ob potoku ok. 40 m široka poplavna ravnica s travnikom, domačija je odmaknjena na severno stran v pobočje. Ker Besnica ob visoki vodi prenaša velike količine proda, ga zlasti v fazi upadanja vode odlaga v lastni strugi, finejše plavje pa v grmovje ob bregovih. Tako nastaja naravni nasip na bregovih potoka, zato se struga potoka dvigne nad poplavno ravnico. Kadar potok prestopi bregove, se voda razlije po večjem delu ravnice, tam se iz poplavne vode useda najfinejši material in zato je površje mokrotno. Ob nekem poplavnem dogodku se to stanje poruši in potok prestavi strugo v najnižji del poplavne ravnice. To še povečuje nevarnost poplav, kar je človek v preteklosti večinoma upošteval in svoje domove odmaknil od potokov na spodnje dele pobočij (slika 40) in to bi morali znati upoštevati tudi v sedanjem času.



(foto: K. Natek)

Slika 40:

Poplavna ravnica in naravni nasip Besnice v Zgornji Besnici.

V Spodnji Besnici zgoraj omenjeno pravilo 'ne velja' več. Na odcepu ceste proti Sostremu je dolina široka ok. 50 m in tu sta tik ob vodi žaga ter gostilna Alauf na nasprotni strani ceste (slika 41). Stanovanjska hiša ob žagi ima celo teraso postavljeno dobesedno nad strugo potoka. Takšne zožitve so posebno kritične ob hudourniških poplavlach in bi se jim bilo treba za vsako ceno izogibati.



(foto: K. Natek)

Slika 41:

Zožena struga Besnice in hiše tik ob potoku v Spodnji Besnici.

V soteski med Spodnjo Besnico in Podgradom sta dolina in potok v skoraj povsem naravnem stanju in lepo ohranjeni, neustrezni posegi v strugo in poplavno ravnico pa se spet pojavijo v Podgradu. Že nekdanja tovarna ARBO je bila postavljena prečno na poplavno ravnico in tik na levi breg Besnice. 200 m pod nekdanjo tovarno so si ljudje postavili novo hišo in delavnico (cementni izdelki Coston) spet tik ob Besnico, tako da je odtok vode po poplavni ravnici v celoti preprečen in lahko poteka zgolj po zoženi rečni strugi (slika 42).

Slika 42:

Stanovanjska hiša  
in poslovni objekti v  
Podgradu tik na desnem  
bregu Besnice.



(foto: K. Natek)

Pred izlivom Besnice v Ljubljanico se spet pokaže razlika v upoštevanju naravnih danosti pri načrtovanju posegov: železniški most na progi Zidani Most–Ljubljana (proga zgrajena 1849) je zgrajen s tremi oboki, ki so ok. 4 m nad strugo potoka, tako da ima Besnica tudi ob največji poplavi dovolj prostora za odtok. Tik ob železnici poteka cesta Zalog–Laze, ki se na obeh straneh spusti navzdol proti strugi, most sam pa je visok samo en meter (slika 43). Obstaja velika verjetnost, da hudournik ob poplavi zalije ta most in prekine cestno povezavo, železniško povezavo pa lahko prekine zgolj teoretično. Od mostov proti izlivu so hiše v Podgradu tik na obeh straneh potoka, ki je ujet v ozko korito med hišami.

Slika 43:

Razlika v višini med  
železniškim (v ospredju)  
in cestnim mostom (v  
ozadju) v Podgradu.



(foto: K. Natek)



## Gradolski potok

Gradolski potok (tudi Gradoljski graben; Krajevni leksikon Slovenije, 1971) teče po ozki gozdnati grapi, zarezani v permokarbonske skrilave glinovce in peščenjake vzhodno od spodnjega toka Besnice. Vodotok nastane z združitvijo več globoko zarezanih in zelo strmih povirnih grap pod vasjo Vnajarje, teče večinoma proti severu in se malo pod Podgradom izliva v Savo. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili z železniškim mostom prek Gradolskega potoka.

Velikost obravnavanega dela porečja znaša 3,6 km<sup>2</sup>, obseg 10,61 km, dolžina porečja je 3,56 km in širina 1,41 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 16,24 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 44,95 m<sup>3</sup>/s.



(foto: U. Stepišnik)

Slika 44:

Železniški most prek  
Gradolskega potoka.

Most pod železnico (slika 44) ima dimenzije 7 x 1,5 metra in je dovolj velik tudi za prevajanje večjih količin poplavne vode. V srednjem in spodnjem delu doline je tudi ožja, povsem neposeljena poplavna ravnica. V celotnem porečju je ena sama manjša kmetija, ki pa stoji na nekoliko višjem svetu in ni poplavno ogrožena. Tudi sicer je porečje v bolj ali manj naravnem stanju in hudourniške poplave ne bi povzročile večje škode.

## Gostinca

Potok Gostinca ima nekoliko večje porečje od sosednjega Gradolskega potoka in teče po podobno ozki gozdnati grapi, prav tako zarezani v permokarbonske skrilave glinovce in peščenjake vzhodno od spodnjega toka Besnice.

Potok nastane z združitvijo več globoko zarezanih in zelo strmih povirnih grap pod Jančami in Gabrjem, teče večinoma proti severu in se malo pred Lazami izliva v Savo. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili z železniškim in cestnim mostom prek Gostince tik pred izlivom. Dolina je tako ozka, da je ostala skoraj povsem

neposeljena, nekaj hiš je le v spodnjem delu tik pred izlivom, tako da je ogroženost zaradi poplav v sami grapi neznatna. Tako potok kot dolina sta ostala bolj ali manj v povsem naravnem stanju.

Porečje Gostince je veliko 11,39 km<sup>2</sup>, obseg znaša 14,12 km, dolžina porečja je 3,78 km in širina 3,05 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 51,46 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 142,41 m<sup>3</sup>/s. Kljub majhnosti doline lahko pride zaradi izjemnih strmin in izoblikovanosti porečja ob močnih padavinah do zelo velikih maksimalnih pretokov, tako da bi lahko 50-letni in 100-letni pretoki celo krepko prekašali pretoke v povprečju veliko večje Besnice.

Tudi v primeru izjemnih padavin bi bila ogroženost zaradi poplav v večjem delu doline majhna, saj je dolinsko dno neposeljeno in tudi sicer je v dolini le nekaj objektov, ki pa so večinoma v nekoliko dvignjeni legi in izven dosega poplav (slika 45).

Slika 45:

*Spodnji del poplavne  
ravnice potoka Gostinca  
v istoimenskem zaselku.*



(foto: U. Stepišnik)

Pri izstopu potoka iz ozke doline so enako neugodne razmere kot pri Besnici v Podgradu: most na železniški progi Ljubljana–Zidani Most je visok, položen 4 m nad strugo potoka, cestni most tik ob njem pa je čisto nizek in tik pred njim je še betonski prag, ki ob visoki vodi dodatno zadržuje plavje (slika 46). Cestni most je bistveno prenizek in ob izjemno močnih padavinah ne bo mogel prevajati vse vode in plavja, tako da bo voda preplavila in poškodovala cesto.



(foto: K. Natek)

Slika 46:

Železniški most čez Gostinco z velikim prepustom in nizek cestni most na lokalni cesti Zalog-Laze.

## Črnušnica

Dolina Črnušnice leži v severnem delu mestne občine med Rašico na severu in Črnučami na jugu. Obravnavani del porečja smo na spodnji strani omejili z mostom čez Črnušnico pod Dunajsko cesto v naselju Črnuče. V tem obsegu je porečje veliko 5,51 km<sup>2</sup>, ima obseg 10,91 km, dolžino 4,3 km in širino 1,55 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 20,74 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 57,41 m<sup>3</sup>/s.

Potok izvira v permokarbonskih skrilavih glinovcih pod Rašico, kjer je pod izrazito strukturno stopnjo močno razčlenjeno in plazovito območje s plitvo zajedenimi povirnimi dolinami. Zelo hitro se ob potoku pojavi 100–300 m široka, mestoma mokrotna poplavna ravnica, ki je v precejšnji meri pod travniki in vse do spodnjega dela neposeljena. Ta del doline je namenjen kmetijski rabi (travniki, gozd), zelo pomembna je rekreacijska funkcija doline, posebno za prebivalce Črnuč. Kljub nekaterim neželeznim posegom sta dolina in potok ostala v dobrem stanju, na široki poplavni ravnici se lahko tudi ob močnih padavinah zadržijo zadostne količine vode.

Tik nad severnim robom Črnuč začne potok na ok. 300 m dolgem odseku zelo močno meandrirati in ta del predstavlja šolski primer rečnih geomorfni procesov (bočna erozija, prestavljanje meandrov, nastajanje prodišč) in bi ga bilo moč uporabiti za naravoslovno učno pot (slika 47).



Slika 47:

Meandriranje in bočna erozija Črnušnice v gozdu tik nad Črnučami.



(foto: K. Natek)

Črnuče stojijo na visoki savski terasi, v katero se je Črnušnica že v preteklosti globoko zarezala. Del struge je še v razmeroma dobrem stanju, spodnji del potoka skozi naselje in naprej po naplavni ravnici do izliva v Savo pod tomačevskim mostom pa je neustrezno spremenjen v ravno betonsko korito in bi ga bilo potrebno ponovno vrniti naravi. Regulacija v tem delu je bila povsem nepotrebna, saj korito v večjem delu poteka po neposeljeni 'črnuški gmajni'.

## Mostec

Mostec je največja dolina v krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib v zahodnem delu zavarovanega območja. Po njej teče manjši potok, ki odteka v Koseški bajer in naprej v potok Pržanec. Večji del doline in tudi potok sta v razmeroma dobrem stanju, večinoma v gozdu, in dolina predstavlja izjemno pomembno rekreacijsko območje za okoliško mesto. V zgornjem delu je manjše športno središče Smučarskega kluba Ilirija s smučarskimi skakalnicami, nekoliko nižje je v gozdu gostilna, celotna dolina je preprežena s sprehajalnimi potmi.

Obravnavali smo samo zgornji del porečja in ga omejili s prepustom potoka pod Večno potjo. Ta del meri 0,64 km<sup>2</sup>, ima obseg 3,31 km, dolg je 1,2 km in širok 0,56 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 2,4 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 6,64 m<sup>3</sup>/s.

Ker sta dolina in potok v dobrem naravnem stanju, je v dnu doline tudi dovolj retenzijskih površin za presežke padavinske vode, tako da tu glede poplavne ogroženosti niso potrebni nobeni posegi. Tudi potok, ki nekoliko vijuga po dolinskem dnu, lahko ostane v sedanjem dobrem naravnem stanju.

## Pržanec

Potok Pržanec je manjši levi pritok Glinščice in izvira v skrajnem severovzhodnem delu Polhograjskega hribovja nad naseljem Pržanj. Obravnavali smo samo zgornji del porečja nad mostom pod avtocesto, tik pred njenim vstopom v šentviški predor. Velikost tega dela porečja je 1,32 km<sup>2</sup>, obseg 4,57 km, dolžina porečja 0,96 km in širina 1,49 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 5,95 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 16,47 m<sup>3</sup>/s.

V povirnem delu teče Pržanec po ozki grapi, zarezani v permokarbonske skrilave glinovce, vanjo se steka še več manjših gozdnatih grap. Ob izstopu v ravnino je potok nasul manjši vršaj, nato pa teče večinoma proti jugu po dnu pretržja med Rožnikom in Polhograjskim hribovjem. V tem delu ima zelo majhen strmec in je zaradi širjenja mesta ter gradnje zahodne obvoznice povsem antropogeno preoblikovan. Tudi pod Kosezami, kjer potok prehaja v lepo ohranjeno kmetijsko pokrajino, pomembno rekreacijsko območje prebivalcev Ljubljane (PST in druge sprehajalne poti, proge za tek na smučeh ipd.), je potok povsem spremenjen v umetni kanal in bi ga bilo nujno potrebno z ekoremediacijskimi ukrepi povrniti v bolj naravno stanje. Poplavna ogroženost je razmeroma majhna, saj je ob potoku še dovolj naravnih retenzijskih površin.

## Glinščica

Potok Glinščica je levi pritok Gradaščice in izvira v več strmih grapah vzhodno od Toškega Čela. Z vidika poplavne ogroženosti smo obravnavali samo zgornji del porečja do prepusta pod Cesto Andreja Bitenca med Dolnicami in Glincami. Velikost tega dela porečja je 1,62 km<sup>2</sup>, obseg 5,53 km, dolžina 1,86 km in širina 0,92 km. Za poplave s povratno dobo 20 let ( $Q_{20}$ ) so bili izračunani maksimalni pretoki 7,3 m<sup>3</sup>/s, za poplave s povratno dobo 100 let ( $Q_{100}$ ) 20,19 m<sup>3</sup>/s.

Od Podutika navzdol teče Glinščica po širokem ravnem dnu pretržja med Rožnikom in Polhograjskim hribovjem in je skoraj v celoti antropogeno preoblikovana, tudi v delih, kjer teče po kmetijski pokrajini s travniki, ki jih lahko potok brez težav porabi za kratkotrajno zadrževanje presežkov poplavne vode. Poleg teh dveh funkcij opravlja ta del doline še pomembno rekreacijsko funkcijo (PST in druge sprehajalne poti), mestoma so ohranjene tudi še manjše zaplate mokrotnih tal (pod Podutikom, zahodno od zahodne ljubljanske obvoznice). Nekdanji naravni vodotok je vse od Podutika navzdol speljan po betonskem koritu, skoraj brez vsakršnega življenja (slika 48). Takšen je potok tudi v delu mimo Biološkega središča in Biotehniške fakultete ter naprej vse do izliva v Gradaščico ob Jamovi cesti. Hkrati z načrtovanjem širjenja univerzitetnega kampusa okrog obstoječih univerzitetnih poslopij bi bilo potrebno hkrati s protipoplavno zaščito razmišljati tudi o možnostih povrnitve vsaj dela umetnega korita Glinščice v ustrežnejše, naravnemu bližje stanje.

Slika 48:

*Betonsko korito Glinščice  
poleg Biološkega  
središča.*



(foto: K. Natek)

# Predlog ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti ob malih vodotokih s poudarkom na evidentiranih točkah

*Aleš Bizjak, Petra Repnik Mah*

## Vodnonačrtovalska izhodišča

Načrtovanje in upravljanje voda je z Direktivo 2000/60ES (vodno direktivo) dobilo nove smernice ter predvsem zahteve po celovitem in trajnostnem načrtovanju z namenom doseganja osrednjega cilja, t.j. dobrega stanja voda do leta 2015. Vodna direktiva se osredotoča predvsem na preprečevanje slabšanja, oziroma na izboljšanje stanja voda, dotika pa se tudi poplavne problematike, ki je sicer podrobneje obravnavana v Direktivi 2007/60ES (poplavna direktiva) o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti. Slednja državam članicam narekuje pripravo načrtov za obvladovanje poplavne ogroženosti ter opozarja na ohranjanje in/ali obnovo poplavnih območij, kar pa je hkrati tudi smernica v okviru izvajanja vodne direktive.

Medtem ko je bil prvi načrt upravljanja voda že sprejet v avgustu 2011, so roki za izdelavo načrtov za obvladovanje poplavne ogroženosti kasnejši in bodo pripravljene do konca leta 2015. Države članice sicer najkasneje do 22.12.2011 opravijo predhodno oceno poplavne ogroženosti ter najkasneje do 22.12.2013 na podlagi predhodnih ocen še karte poplavne nevarnosti in karte poplavne ogroženosti, ki bodo izhodišče za pripravo načrtov za obvladovanje poplavne ogroženosti.

Načrti za obvladovanje poplavne ogroženosti morajo upoštevati tudi vidike, kot so stroški in koristi, obseg poplav ter odtočne poti poplavnih voda in območja, kjer bi se poplave lahko zadržale (npr. naravna poplavna območja), okoljske cilje iz vodne direktive, upravljanje tal in voda, prostorsko načrtovanje, rabo tal, ohranjanje narave ter plovbo in pristaniško infrastrukturo. V načrtih morajo biti obravnavani vsi vidiki obvladovanja poplavne ogroženosti, s poudarkom na preprečevanju, varstvu, pripravljenosti, vključno z napovedovanjem poplav in sistemi za zgodnje opozarjanje, in upoštevajo značilnosti posameznega povodja ali porečja. Načrti lahko vključujejo tudi spodbujanje praks trajnostne rabe tal, izboljšanje zadrževanja voda ter nadzorovano poplavljanje nekaterih območij.

Sodobne vodnonačrtovalske smernice usmerjajo k celovitejšemu, interdisciplinarnemu upravljanju z vodami ter iskanju sinergijskih rešitev med različnimi direktivami, saj morajo vse direktive skupno doprinesti k doseganju osrednjega cilja – to je dobremu stanju voda.

## Problemska izhodišča

Mestni vodotoki so po številnih študijah med najbolj privlačnimi javnimi prostori v mestnem okolju, saj predstavljajo površine z vegetacijo in vodo, ki sta ključnega pomena za zadovoljevanje posameznikovih potreb po naravnem okolju (Doležal, 1991). Zaradi privlačnosti in številnih koristi, ki jih vodotoki prinašajo, je človek v preteklosti in deloma tudi danes neprimerno posegal v vodni in obrečni prostor ter s tem povzročil številne negativne posledice. Med najpomembnejše hidromorfološke obremenitve mestnih vodotokov uvrščamo zacevljene in togo regulirane struge, poseljene obrečne in poplavne površine ter uravnavanje hidrološkega režima.

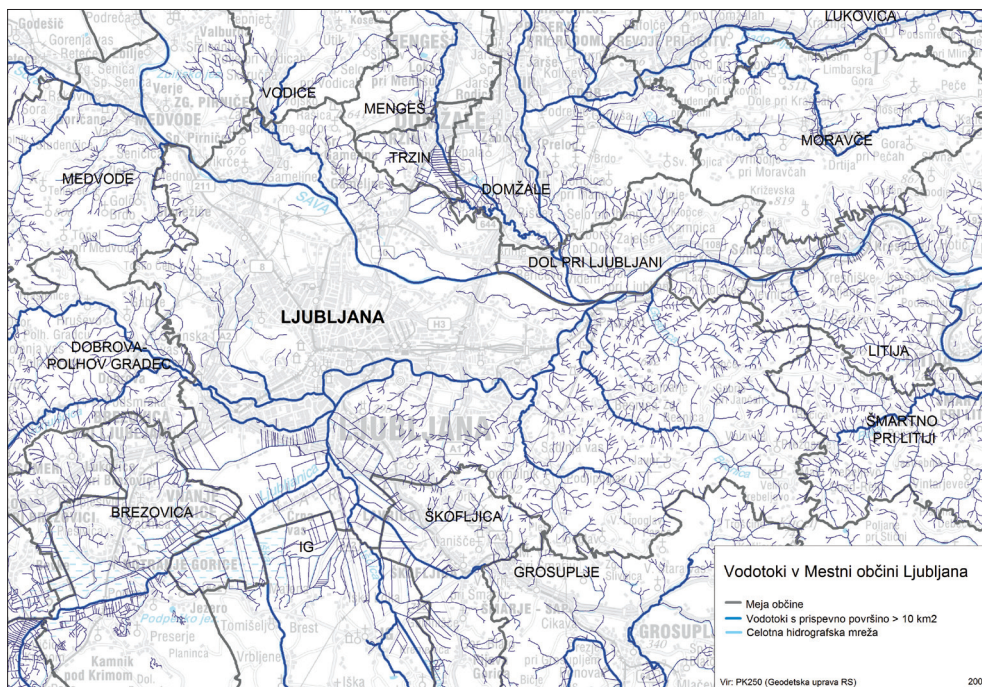
Obremenitve povzročajo na eni strani degradirano vodno okolje, oziroma ogrožajo habitate, ki so življenjski prostor številnim rastlinskim in živalskim vrstam, na drugi pa povečujejo poplavno ogroženost, saj so vodnim tokovom odvzete različne oziroma poplavne površine, ki so imele v preteklosti vlogo naravnega zadrževalnika visokih voda. S tovrstno problematiko se srečujejo številna urbana središča oziroma naselja, med njimi nedvomno tudi naselja v ljubljanski mestni občini.

## Vodotoki na območju mestne občine Ljubljana

Hidrografska mrežo mestne občine sestavljajo Sava in Ljubljana, kot vodotoka prvega reda po Zakonu o vodah (2002), in vodotoki drugega reda: Glinščica, Gradaščica, Pržanec, Horjulka, Mali graben, Mestna Gradaščica, Mestna Ljubljana in Gruberjev prekop, barjanski odvodniki, Veliki Galjevec, Dolgi potok, Bizoviški potok, Rastučnik, Breska, Gobovšek, Dobrunjščica, Betežica, Šivnik, Besnica s pritoki, Bajer, Stara voda, Črnušnica in Gameljšica ter nekateri manjši potoki (Bizjak, Mikoš, 2001) (slika 49). Skupna dolžina vodotokov znaša 609,2 km (po topografski karti 1 : 25.000). Glede na površino mestne občine, ki meri 274,99 km<sup>2</sup>, znaša gostota rečne mreže 2,23 km/km<sup>2</sup>, kar je nad povprečno gostoto rečne mreže v Sloveniji (1,33 km/km<sup>2</sup>). Največja gostota rečne mreže je v vzhodnem in jugovzhodnem delu občine, kjer so številni majhni pritoki Ljubljanice. Slednji so bili z vidika poplavne problematike podrobneje obravnavani tudi v okviru raziskovalnega projekta.



Slika 49: Vodotoki v mestni občini Ljubljana.



Vir: Inštitut za vode RS, 2009.

## Poplavna problematika mestne občine Ljubljana

V analizi poplavne ogroženosti mestne občine (Dobravec, 2003) je bilo ugotovljeno, da je največ poplavnih površin v jugozahodnem delu, kjer poplavljata Mali graben in Ljubljanica s pritoki, večje poplavne površine so tudi ob Savi v severnem delu občine ter ob Ljubljanici s pritoki v vzhodnem delu. Medtem ko je bila poplavna problematika južnega in jugozahodnega dela mestne občine zaradi poplavne ogroženosti vitalnejših delov mestnega jedra poglobljeno analizirana, poplavna problematika jugovzhodnega dela ni posebej izpostavljena, čeprav je prav tako pereča. V nadaljevanju so predstavljeni analiza stanja vodotokov v jugovzhodnem delu občine ter ukrepi, ki so ključnega pomena za celovito reševanje problematike.

## Specifika poplav vodotokov jugovzhodnega dela mestne občine

Na celotnem območju mestne občine se pojavljata dva tipa poplav, in sicer hudourniški in kraški tip. Hudourniške poplave, ki so tudi predmet te monografije, so zelo silovite. Vode zelo hitro narastejo in v nekaj urah upadejo, imajo veliko rušilno moč in erozijo v hribovju in gričevju, na ravnini pa je značilno odlaganje erodiranega materiala (Dobravec, 2003; Natek, 2005). Tovrstne poplave so značilne za domala vse

hudourniške potoke v mestni občini, ki so bili zaradi nepremišljene prostorske politike togo regulirani oziroma zacevljeni. Zadrževanje vode v zaledju je na tovrstnih vodotokih v splošnem premajhno, razlivne površine so urbanizirane ter tako izpostavljene poplavnim dogodkom.

## Analiza evidentiranih kritičnih točk glede na vrsto poplavne problematike

V jugovzhodnem delu mestne občine so številni vodotoki zacevljeni in speljani pod urbaniziranimi površinami. Izmed analiziranih vodotokov so bili daljši odseki zacevljenih vodotokov evidentirani na južni oziroma jugozahodni strani Golovca, od Gruberjevega prekopa do Malenc. Grape oziroma dolinsko dno je urbanizirano do zatrep, vodotoku je odvzeto tako vodno kot priobalno zemljišče (slike 50–53). Opazna je širitev naselij gorvodno ter krčenje zadrževalnih površin. Vtočni objekti pri zacevljenih vodotokih so v splošnem premajhni ter glede na gozdnato zaledje izpostavljeni nenadni zamašitvi, saj hudourniške vode prinesejo tudi velike količine plavnega lesa, ki se zagozdi na vtočnih objektih. Antropogene obremenitve so prisotne tudi na iztokih zacevljenih vodotokov, kjer je prav tako prisotno intenzivno poseganje v poplavna območja, ki se zasipajo z gradbenimi odpadki ter mestoma meliorirajo. S tem se še dodatno povečuje hiter odtok visoke oziroma zmanjšuje zadrževanje vode na mestu iztoka, kar povzroča poplave na dolvodnih odsekih. Na terenu je bilo evidentirano tudi neurejeno kanalizacijsko omrežje, oziroma neposreden izpust odpadne vode v zacevljene vodotoke. V splošnem je gradnja neurejena in mestoma vprašljivo legalna.

*Slika 50:*

*Iztok zacevljenega vodotoka na Rudniku.*



*(foto: P. Repnik Mah)*





(foto: P. Repnik Mah)

Slika 51:

Zaraščena regulirana struga vodotoka na Rudniku.



(foto: P. Repnik Mah)

Slika 52:

Zacevljen vodotok na Rudniku.



(foto: P. Repnik Mah)

Slika 53:

Vtok vodotoka v zacevitev.

Togo regulirani in mestoma zacevljeni vodotoki so prisotni tudi na severni strani Golvca. Antropogeni posegi so evidentni predvsem na Dolgem potoku, Rastučniku, Bizoviškem potoku in Grabnu. Toge regulacije z izravnano ali premaknjeno rečno traso ter spremenjenim (trapeznim ali pravokotnim) profilom so prisotne tako v naseljih kot na kmetijskih zemljiščih, saj so bile nekatere izvedene v okviru melioracijskih del. Vodotokom je odvzet priobalni pas oziroma vodno zemljišče ter posledično preprečeno zadrževanje voda. Značilne so tudi številne premostitve zaradi goste poselitve priobalnega pasu, ki so mestoma prenzike in problematične v času visokih voda, saj jih ne morejo prevajati (sliki 54–55).

Slika 54:

Številne premostitve prek Bizoviškega potoka.



(foto: P. Repnik Mah)

Slika 55:

Neprimerna raba priobalnega zemljišča ob Bizoviškem potoku.



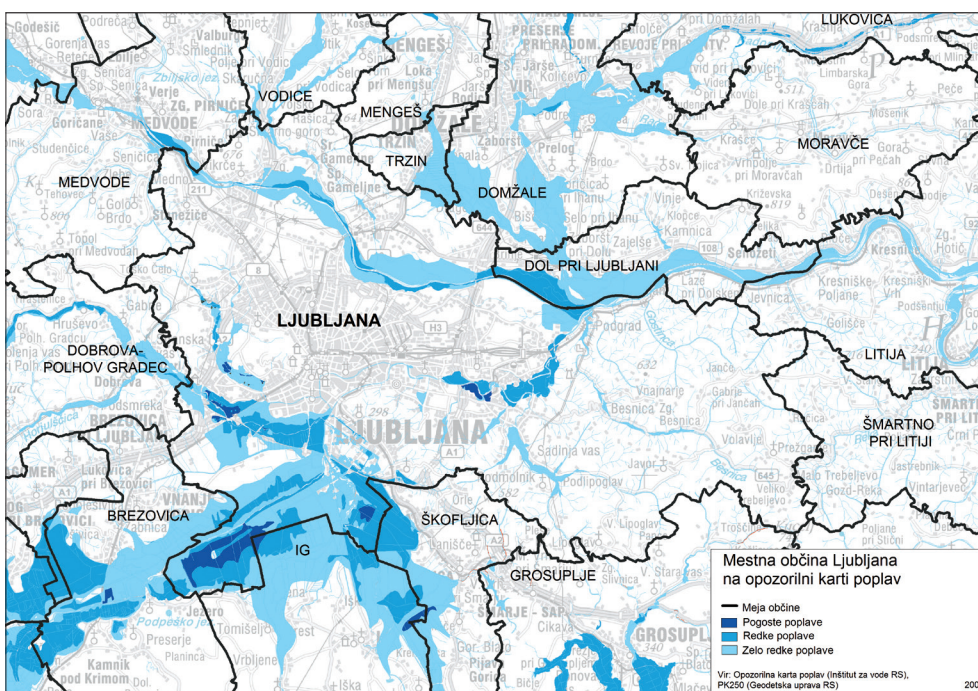
(foto: P. Repnik Mah)



## Analiza evidentiranih kritičnih točk glede na opozorilno karto poplav

Od uradnih podatkovnih slojev, ki se navezujejo na poplavno problematiko, razpolagamo trenutno v Sloveniji z opozorilno karto poplav, ki je bila zasnovana že pred več kot desetletjem (Anzeljc in sod., 1995) in pozneje nadgrajena do današnje vsebine (slika 56). Karta prikazuje obseg območij poplavljanja glede na pogostost pojava z namenom opozarjanja na poplavno nevarnost, prav tako služi kot strokovna podlaga v procesu pridobitve vodnega soglasja. Opozorilna karta poplav razlikuje tri vrste poplav, in sicer zelo redke s povratno dobo več kot 50 let, redke s povratno dobo 10–20 let in pogoste s povratno dobo 2–5 let. Na karti so posamezna območja zarisana z določeno stopnjo zanesljivosti. Lahko so prikazana v prevelikem ali premajhnem obsegu, kar se glede na to, da se karta stalno nadgrajuje, sprotno korigira.

Slika 56: Poplavne površine v mestni občini Ljubljana.



Vir: Inštitut za vode RS, 2009.

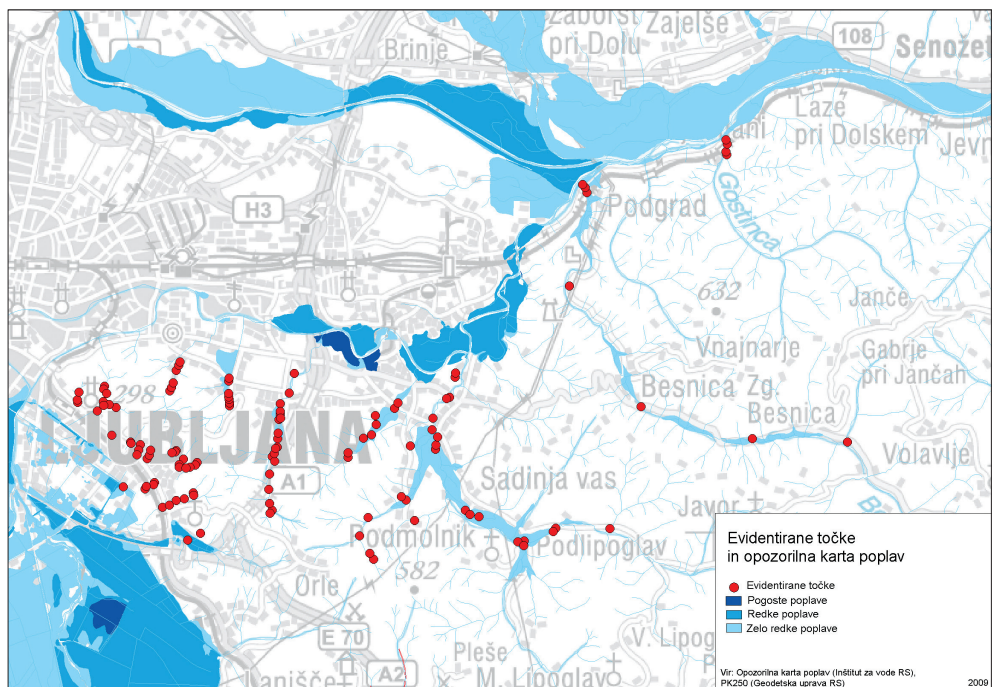
Prisotnost poplavne nevarnosti oziroma ogroženosti je bila poleg ekspertne ocene za evidentirane kritične točke preverjena tudi z opozorilno karto poplav. Podrobneje so bili obravnavani sledeči vodotoki: Dolgi potok, Graben, Bizoviški potok, Rastučnik, Dobrunjščica (Podmolniški graben in Gobovšek), Besnica, Gostinca ter vodotoki brez imena na južni oziroma jugozahodni strani Golovca (slika 57).



Ugotovljeno je, da evidentirane kritične točke (z izjemo ene) ležijo na območju zelo redkih poplav, katerih povratna doba je večja od 50 let. Poplavna nevarnost je prisotna na Grabnu, Bizoviškem potoku, Rastučniku, Dobrunjščici (Gobovšku) in Besnici, medtem ko poplavne nevarnosti glede na opozorilno karto poplav ni na Dolgem potoku ter na vodotokih, ki pritečejo z južne oziroma jugozahodne strani Golovca, kar pa ne pomeni, da poplavna nevarnost oziroma ogroženost na teh lokacijah realno ni prisotna.

Glede na oceno ogroženosti (Dobravec, 2003) so z zelo redkimi poplavami ogrožena sledeča urbana območja: Besnica ogroža del naselij Štefan, Prek, Balant in Špan v srednjem ter del Podgrada v spodnjem toku. Bizoviški potok ogroža del naselja Bizovik, Rastučnik ogroža del Zadvora, Graben del Spodnje Hrušice, Gobovšek pa del naselij Podlipoglav, Sadinja vas, Škrjan in Sveti Lenart. Zelo redke poplave sicer preplavljajo nepozidana oziroma neurbanizirana območja, predvsem kmetijske površine med Zgornjo in Spodnjo Hrušico, med Žabjo vasjo in Zadvorom ter kmetijske površine južno od vasi Sveti Lenart. Zelo redko so poplavljeni tudi kmetijske površine pri Sadinji vasi in Podlipoglavu ter kmetijske površine oziroma priobalni pas ob potoku Besnica.

Slika 57: Evidentirane kritične točke in opozorilna karta poplav.



Vir: Inštitut za vode RS, 2009.

## Generični seznam ukrepov za zagotavljanje poplavne varnosti

Glede na analizo stanja so za celovito reševanje poplavne problematike jugovzhodnega dela mestne občine potrebni tako negradbeni kot gradbeni ukrepi (preglednici 13 in 14). V splošnem velja, da je potrebno prioriteto začeti z izvajanjem negradbenih ukrepov ter jih po potrebi nadgrajevati z gradbenimi.

Preglednica 13: Seznam negradbenih ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti.

	Ukrep	Opis ukrepa
Negradbeni ukrepi	Ozaveščanje ljudi	Ozaveščanje ljudi o naravnih procesih, o njihovi pojavnosti in potrebnem ravnanju na območjih nevarnosti
	Izboljšanje hidrometeorološkega napovedovanja	Spremljanje in beleženje poplavnih dogodkov
		Stalno opozarjanje in informiranje javnosti o nevarnostih poplav na območju (zgodnje alarmiranje, obveščanje in ukrepanje v kritičnih razmerah)
		Povečanje števila vodomernih in padavinskih postaj za izboljšanje napovedovanja dogodkov
	Ohranjanje retenzijskih površin in mokrišč	Ohranjanje oziroma omejitev širjenja urbanizacije na območja poplavne nevarnosti in mokrišča ter preprečevanje melioriranja zemljišč
	Ustrezna urbanizacija območij	Ustrezno urbaniziranje območij, prilagojeno tako razpoložljivim količinam vode kot tudi nevarnostim pred poplavami
	Priprava predpisa za protipoplavno gradnjo	Priprava pravilnika o načinih gradnje in opremi stavb na območju poplav s ciljem zmanjšanja ranljivosti
	Ureditev zemljiškega katastra	Uskladitev katastrskih meja z dejanskim stanjem na terenu in odkup zemljišč
	Ureditev katastra vodnogospodarske infrastrukture	Ureditev katastra za potrebe lažjega urejanja in pregleda nad stanjem vodne infrastrukture
	Določitev vodnega zemljišča	Določitev vodnega zemljišča in nadalje priobalnega pasu ter preprečitev poseganja
	Poostren nadzor nad posegi	Izboljšanje delovanja inšpekcijskih služb ter preprečitev nelegalnih gradenj ali drugih posegov v vodno in priobalno zemljišče
	Dopolnitev opozorilne karte poplav	Dopolnitev z namenom pravilnejše usmeritve pri pripravi projektnih pogojev v okviru pridobitve vodnega soglasja
	Izobraževanje upravnih delavcev	Izboljšanje izobraženosti upravnih delavcev, ki sodelujejo v postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja
	Izboljšanje sodelovanja med strokovnimi ustanovami	Izboljšanje sodelovanja z namenom doseganja trajnostnih rešitev protipoplavne problematike
Drugi ukrepi	Povišanje zavarovalne premije, sprememba namembnosti poplavno ogroženih območij idr.	

Vir: Inštitut za vode RS, 2008.

Preglednica 14: Seznam gradbenih ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti.

Ukrep		Opis ukrepa
Gradbeni ukrepi	Zadrževanje voda na mestu nastanka	Uporaba gradbenega materiala, ki omogoča prepuščanje vode, zasaditev rastlin z daljšimi koreninami za boljše infiltracijo vode, namensko zbiranje vode in njena kasnejša uporaba za zalivanje, ribniki s padavinsko vodo, mokrišča, infiltracijski jarki/vodnjaki, peščeni filtri, bioretenzijska območja/vrtovi, obrežni blažilci, površine, ki ob pojavu povečanih količin lahko služijo kot zadrževalniki (nogometna igrišča, parki, itd.)
	Pridobivanje novih retenzijskih površin (poplavnih ravnin)	Pridobivanje površin za zadrževanje oziroma upočasnitev odtoka padavinske vode
	Urejanje povirij in urbanih površin	Izvajanje terasiranja, pogozdovanja, oranja prečno na padec terena, idr.
	Izgradnja in vzdrževanje objektov vodne infrastrukture	Izgradnja objektov za varstvo pred škodljivim delovanjem voda (zadrževalniki, pregrade in jezovi, stabilizacijski objekti, nasipi, obrežno zavarovanje, jezbece, razbremenilniki idr.)
	Redno vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč	Zavarovanje bregov, uravnavanje prekomerno odloženih naplavin, košnja in odstranjevanje zarasti na urejenih odsekih in naravnih odsekih z zmanjšano pretočnostjo struge, odstranjevanje plavja, odpadkov in drugih opučenih in odvrženih predmetov, varstvo naravnih vrednot po predpisih o ohranjanju narave
	Redno vzdrževanje gozdov	Vzdrževanje z namenom preprečitve dolvodnega odnašanja plavnega lesa ter posledične zamašitve mostnih odprtih oziroma vtokov v zacevljene vodotoke
	Povečanje in čiščenje mostnih odprtih	Povečanje in čiščenje z namenom preprečitve zamašitve ter posledične gorvodne zajezbe
	Sanacija zacevlenih in prekritih vodotokov	Odpiranje zacevlenih vodotokov ter preprečitev nadaljnjih tovrstnih posegov
Obnova toga reguliranih rečnih koridorjev	Obnavljanje z namenom ponovne vzpostavitve povezav med reko in njenimi povirnimi deli, poplavnimi območji ter območji podzemnih voda, kar prispeva k večjemu zadrževanju voda na mestu nastanka kot tudi k doseganju zadanih okoljskih ciljev	

Vir: Inštitut za vode RS, 2008.

## Primeri dobrih praks v evropskem prostoru

Poplavna problematika mestnih vodotokov je bila podrobneje obravnavana tudi v okviru evropskih projektov URBEM (Urban River Basin Enhancement Methods) in SMURF (Sustainable Management of Urban Rivers and Floodplains), primeri dobre prakse so bili pripravljene tudi v okviru delovne skupine za vodno direktivo (Good practice ..., 2006).

## Sklep

Poplavna problematika v mestni občini Ljubljana je v precejšnji meri posledica preteklega necelovitega urejanja prostora in voda. Gradnje, ki so se širile na poplavna območja ter vodna in priobalna zemljišča, so pogojevale tudi ureditev vodotokov in s tem delno zmanjševanje poplavne ogroženosti. Glede na to, da se je poplavna problematika reševala le lokalno in ne celovito, so urejanja pogosto privedla le do dolvodnega premika problematike in nastajanja novih poplavno ogroženih površin. Specifično za zacevljene vodotoke je tudi povečevanje poplavne ogroženosti gorvodno od zacevljenih odsekov, saj vtočni objekti ne morejo prevajati hitrega površinskega odtoka, oziroma visokih voda.

Vse bolj se uveljavlja pravilo, da se je pri reševanju poplavne problematike potrebno usmerjati predvsem k preventivnemu delovanju ter v največji možni meri najprej izvajati negradbene in šele nato gradbene ukrepe. Ta način predvideva tudi Direktiva 2007/60/ES o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti, ki naj bi z uvedbo načela preventivnega delovanja z zmanjševanjem tveganj namesto zagotavljanja določene stopnje varnosti, izboljšala stanje na tem področju, saj je usmerjena zlasti v preprečitev bodočih gradenj, zaščito obstoječih območij poplavljanja in v pripravljenost na poplavne dogodke (Anzeljc, Đurović, Grčar, 2010). Direktiva vpeljuje celovite preventivne metode in ukrepe obvladovanja poplavne ogroženosti, zlasti s pomočjo negradbenih ukrepov obveščanja in ozaveščanja, prostorskega načrtovanja, pravočasnega alarmiranja, zaščite in reševanja ter zavarovalništva, kakor tudi gradbenih ukrepov in standardov gradnje na poplavnih območjih.

Poplavna problematika bo v prihodnje celovitejše obravnavana tudi zaradi sprejete uredbe o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Uredba o pogojih ..., 2008). V splošnem velja, da je potencialna tveganja potrebno obvladovati s prostorskimi omejitvami, in sicer z usmerjanjem razvoja izven območij poplavne nevarnosti ter preusmerjanjem obstoječih dejavnosti izven območij, ki so ogrožena zaradi naravnih in drugih nesreč, oziroma z izboljševanjem zaščite pred posledicami (Đurović, Mikoš, 2004).

# Sanacija malih vodnih tokov in ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti Ljubljane – ekoremediacija malih vodotokov

*Danijel Vrhovšek, Darja Istenič*

## Uvod

Ekoremediacije (ERM) so metode, s katerimi na trajnosten način in z naravnimi elementi varujemo in obnavljamo (čistimo) okolje. Z ERM v okolju izboljšamo ali vzpostavimo različne ekosistemske funkcije, med katerimi so najpomembnejše zadrževanje vode, samočistilna sposobnost in biodiverziteteta. Z njimi lahko zadržujemo vodo v rečnem sistemu, melioracijskih jarkih in čistilnih sistemih ter tako preprečujemo ali omilimo poplave. V sušnem obdobju pa lahko tako zadržano vodo uporabljamo za zalivanje, oziroma bogatenje vodotokov in podtalnic.

Naravna struga oziroma približek njenemu naravnemu stanju ima prednosti pred regulirano, umetno strugo. Regulirani, oziroma kanalizirani vodotoki imajo prekinjeno povezavo med vodnim in kopenskim ekosistemom, spremenjeno hidrologijo in geomorfologijo ter zmanjšano rastlinsko in živalsko pestrost. Spremembe se med drugim kažejo tudi v poslabšanju kakovosti vode v samem vodotoku ter posledično v drugih površinskih in podzemnih vodah. Zaradi pospešenega odvodnjavanja se poveča obseg in pogostost poplav dolvodno ter suš gorvodno. Vse to ima vpliv tudi na človeka, saj se zmanjša količina kakovostne pitne vode, zaradi suše in pomanjkanja vode je okrnjena tudi pridelava kmetijskih pridelkov oziroma hrane. Z revitalizacijo (ekoremediacijo) se v vodotoku ponovno vzpostavijo ekosistemske funkcije zadrževanja vode, habitata, samočistilnih sposobnosti idr. Posledično se zmanjša temperaturno nihanje vode, zmanjša se vpliv in obseg poplav, izboljša se kakovost vode, izboljšajo, oziroma vzpostavijo se rečni in obrečni habitati, stabilizirajo brežine, poveča se razgibanost struge, omogoča infiltracija padavin, poveča količina rib in izboljša estetika.

Mali vodotoki na območju mestne občine Ljubljana so bili v preteklosti v veliki meri regulirani, predvsem za potrebe pridobivanja uporabnih zemljišč. To je povečalo ogroženost zaradi hudourniških poplav in temeljito zmanjšalo njihovo ekosistemsko, estetsko, rekreacijsko, doživljaljsko idr. vrednosti. S celovitim pristopom k sanaciji teh malih vodotokov je možno istočasno izvesti njihovo sanacijo v smeri naravnejšega stanja vodnega okolja, načrtovati in postopoma izvesti ekološko sprejemljivejšo ureditve (ekoremediacije) in hkrati zmanjšati nevarnost pred hudourniški poplavami.

Osnovni namen ERM objektov je vzpostavitev treh osnovnih funkcij vodnega in obvodnega ekosistema: zadrževanje vode, samočistilna sposobnost in biodiverziteteta.



Glede na stanje vodotoka, oziroma željene cilje sanacije se da različen poudarek na posamezno od naštetih funkcij. V primeru ERM na malih vodotokih smo dali poudarek predvsem na povečanju zadrževanja vode v zgornjih delih vodotokov ter povečanju samočistilne funkcije sistema in biodiverzitet v spodnjih delih vodotokov. S tem bi dosegli večjo protipoplavno zaščito, višje estetske in rekreacijske vrednosti vodotokov (izboljšanje kakovosti bivanja prebivalstva).

## Ugotovitve in predlogi

Številni vodotoki so spremenjeni v tolikšni meri, da sanacija skoraj ni več mogoča, oziroma je omejena na obstoječo strugo (npr. znotraj naselij). Med obravnavanimi vodotoki na območju mestne občine smo definirali šest odsekov, kjer bi bila možna sanacija vodotokov, oziroma ERM ureditev v večjem obsegu. Gre predvsem za vodotoke v nižinskem delu, ki so izgubili skoraj vse svoje funkcije v bivalnem okolju. To so:

- vodotok pri Londonu (ureditev grape v rekreacijske namene),
- vodotoki na Spodnjem Rudniku,
- Bizoviški potok,
- Rastučnik,
- potok Graben v Spodnji Hrušici in
- Javorska reka pri Podlipoglavu.

Predlagane ERM ureditve za posamezne vodotoke na območju mestne občine Ljubljana so podane v nadaljevanju. Nekateri vodotoki, kot so Podmolnik, Brezniški potok, Šivnik in Mostec, so v razmeroma naravnem stanju. V teh primerih je potrebno zgolj ustrezno vzdrževanje naravnega stanja in preprečevanje morebitnih posegov, ki bi to uničili.

### Rakovnik

- Potrebna je ohranitev mokrišča, saj ima funkcijo zadrževanja vode, veliko samočistilno sposobnost in predstavlja pomemben habitat.
- Predlagamo, da se vzpostavi povezava med potokom in poplavno ravnico pred zadnjo hišo, s čimer se bo povečalo zadrževanje vode (ERM ureditev s suhim zadrževalnikom).
- Ribnike je potrebno ohraniti v obstoječem stanju ali njihove ekosistemske funkcije celo izboljšati z ERM (zasaditev golih brežin, potencialna postavitev plavajočih otokov za izboljšanje kakovosti vode in povečanje biodiverzitet).
- Predlagamo postavitev opozorilnih tabel, ki prepovedujejo odlaganje odpadkov.
- Potrebna je tudi ohranitev mokrišča dolvodno, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja pomemben habitat. Potrebno je odstraniti zlato rozgo ter njeno razraščanje preprečiti, oziroma omejiti z zasaditvijo avtohtonih vrst, ki rastejo v okolici.

### **Gornji Rudnik**

- Potrebno je zagotoviti poplavne ravnice in mokrišča za zadrževanje poplavnih voda. Pri tem se lahko uporabijo manjši odseki ob potoku, ki jim omogočimo boljše povezovanje s potokom (znižanje brežine in usmerjanje vode na poplavno ravnico), ter travnik pri transformatorski postaji.

#### **GORVODNO:**

- Potrebna je ohranitev mokrišča, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja habitate.
- Poleg tega je potrebno izkoristiti dodatne prostore ob potoku za zadrževanje vode, kjer je to mogoče.
- Z opozorilnimi tablami je potrebno prepovedati odlaganje odpadkov in gradbenega materiala.

#### **DOLVODNO:**

- Vtok pod zgradbo je treba funkcionalno urediti in omogočiti ustrezno pretočnost.
- Območje ograde za poslovnimi zgradbami ob Dolenjski cesti se predvidi za poplavno ravnico v primeru visokih voda.

### **Spodnji Rudnik I**

- V severovzhodni grapi je potrebno izkoristiti ravnico pred zadnjo hišo za zadrževanje vode.
- Potrebno je popraviti vtok iz severovzhodne grape in ga ustrezno vzdrževati.
- Prav tako je potrebno narediti funkcionalen vtok iz severozahodne grape.
- V spodnjem delu naj betonsko korito zamenja z ERM metodami urejena struga, še posebno ob železnici in proti Barju, saj bi z naravnim urejanjem lahko zagotovili čistejši potok in človeku prijaznejše okolje, primerno za sprostitev in rekreacijo.

### **Spodnji Rudnik II**

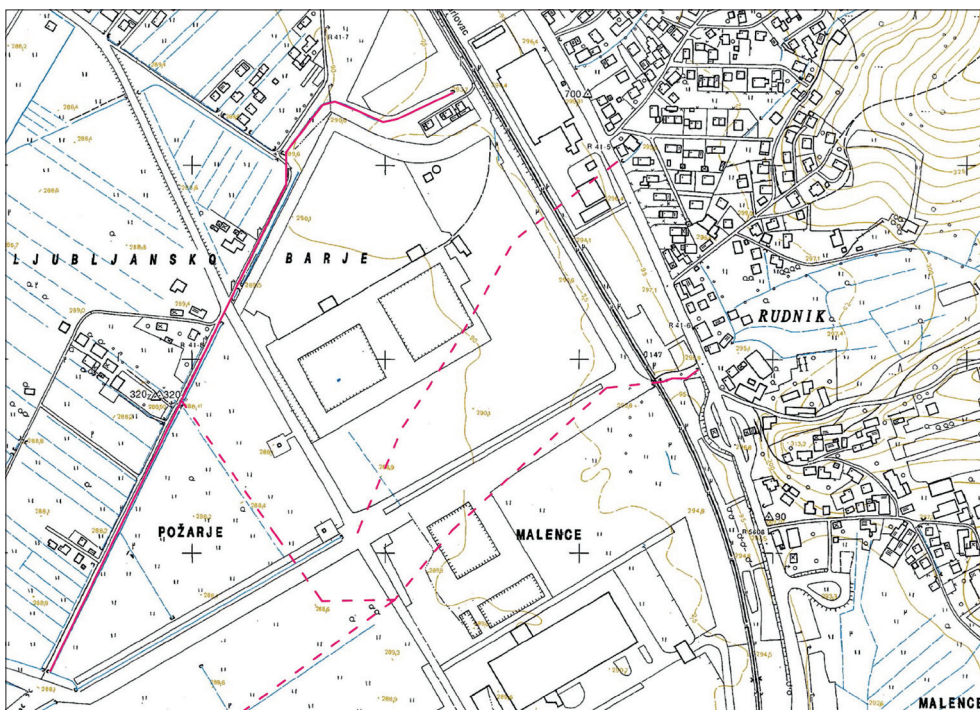
- V zgornjem delu obeh grap je potrebno omejiti denudacijo in erozijo ter omejiti transport plavja z uporabo tehnik za zmanjšanje padca struge.
- Nujna je ohranitev mokrišča na vršaju, saj ima funkcijo zadrževanja vode in pomembne samočistilne sposobnosti.
- Za omejevanje hudourniških poplav je mogoče urediti tudi manjšo pregrado.
- Potrebno je urediti vtok in ga redno vzdrževati.

## Spodnji Rudnik (Hudourniška pot)

- Nujna je ohranitev travnikov, mokrišč in drugih ustreznih prostorov za razlivanje hudourniških voda. Na posameznih odsekih se lahko nekoliko zniža brežina, kar omogoča usmerjanje vode na poplavno ravnico, oziroma na željena mesta zadrževanja.
- Na kratkem odseku med cesto in dolensko železnico je potrebno strugo urediti in povečati samočistilno sposobnost z vzpostavitvijo čistilne grede.
- Del potoka, ki teče po cevi, je možno z večjim posegom revitalizacije speljati na površje in s sonaravnimi ukrepi vzpostaviti naraven ekosistem, ki bi močno poživil tamkajšnje okolje.
- V dolini Malence (Rudnik III) je potrebno ohraniti travnike, mokrišče in prostore za izlivanje hudourniških voda.

Revitalizacija vodotokov na Spodnjem Rudniku bi lahko lokalnemu prebivalstvu prinesla košček narave v industrializirano oziroma urbano okolje brez naravnih vrednot. S povrnitvijo potokov na površino in njihovo sonaravno ureditvijo bi lahko pridobili pomembne površine za rekreacijo in sprostitvev, izboljšala pa bi se tudi mikroklima, saj površinska voda in obrežna vegetacija znižujeta poletne in zvišujeta zimske temperature.

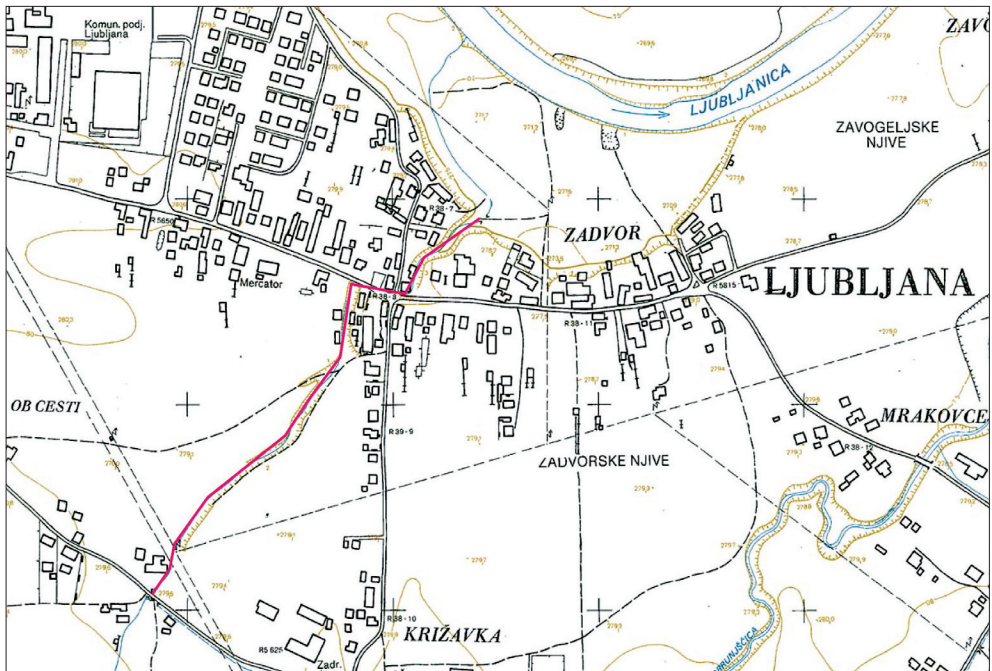
Slika 58: Možni odseki ERM ureditve vodotokov na Spodnjem Rudniku.



## Potok Rastučnik

- Ker je območje potoka izrazito poplavno in struga večinoma močno degradirana, je potrebno umetno strugo potoka sonaravno urediti z ERM na vseh mestih, kjer je to prostorsko izvedljivo, in usposobiti čim več poplavnih ravníc za zadrževanje visokih voda na željenih mestih.

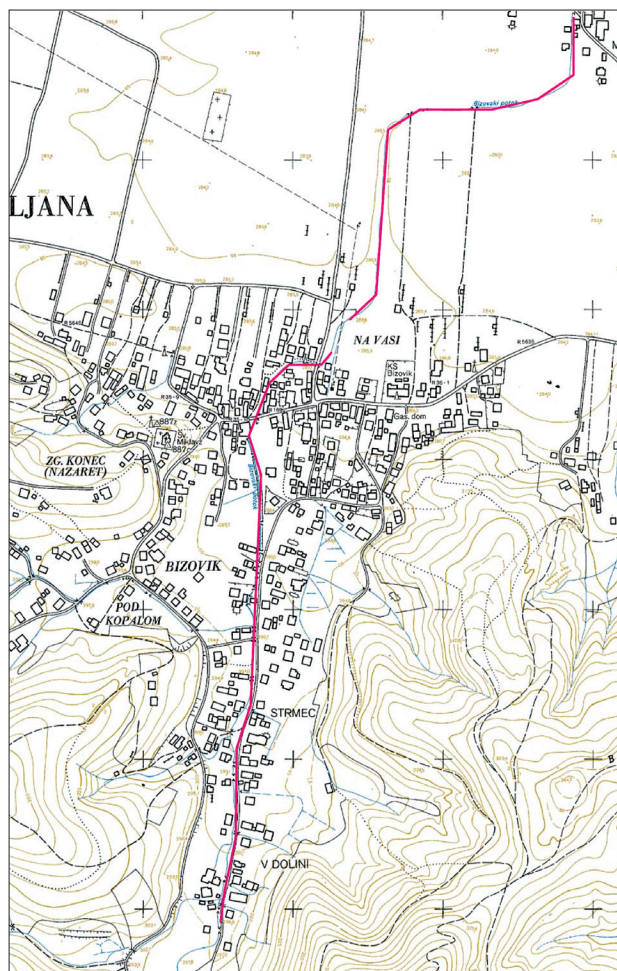
Slika 59: Odsek ERM ureditve potoka Rastučnika.



## Bizoviški potok

- Za zmanjševanje poplav je potrebno povečati zadrževalni čas vode v grapah, oziroma zmanjšati padec npr. s kaskadami ali pragovi ali zgraditi manjše sonaravne pregrade.
- Nižje v naselju je potrebno vodotok sonaravno urediti z ERM ukrepi, ki se lahko implementirajo v obstoječo strugo.
- Pomembna je ohranitev obstoječega mokrišča s črnimi jelšami, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja habitate.
- Z opozorilnimi tablamí je potrebno prepovedati odlaganje odpadkov.
- Potrebno je sanirati prepuste in mostičke, ki zmanjšujejo prevodnost v primeru visokih voda.

Slika 60: Odsek ERM ureditve Bizoviškega potoka.

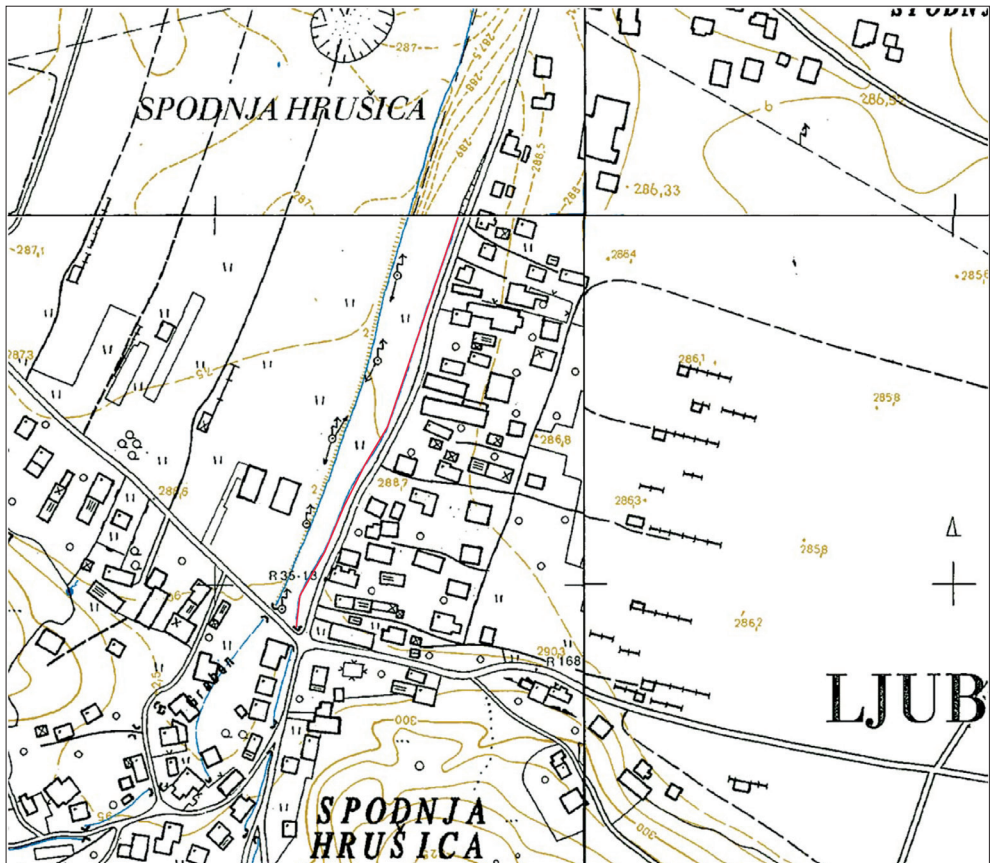


### Potok Graben v Spodnji Hrušici

- V zgornjem toku je potrebno omiliti erozijo z vzpostavitvijo kaskad in pragov.
- Prav tako je v zgornjem delu potrebno ohraniti naravno stanje vodotoka, vključno z ohranitvijo mokrišča.
- Predlagamo zamenjavo betonskega korita s sonaravno ureditvijo vodotoka z ERM ukrepi, ki bodo povrnili naravni izgled potoka in povečali sposobnost zadrževanja vode.
- Ob izgonu potoka se lahko uredijo manjše poplavne ravnice/kotanje za zadrževanje visokih voda.



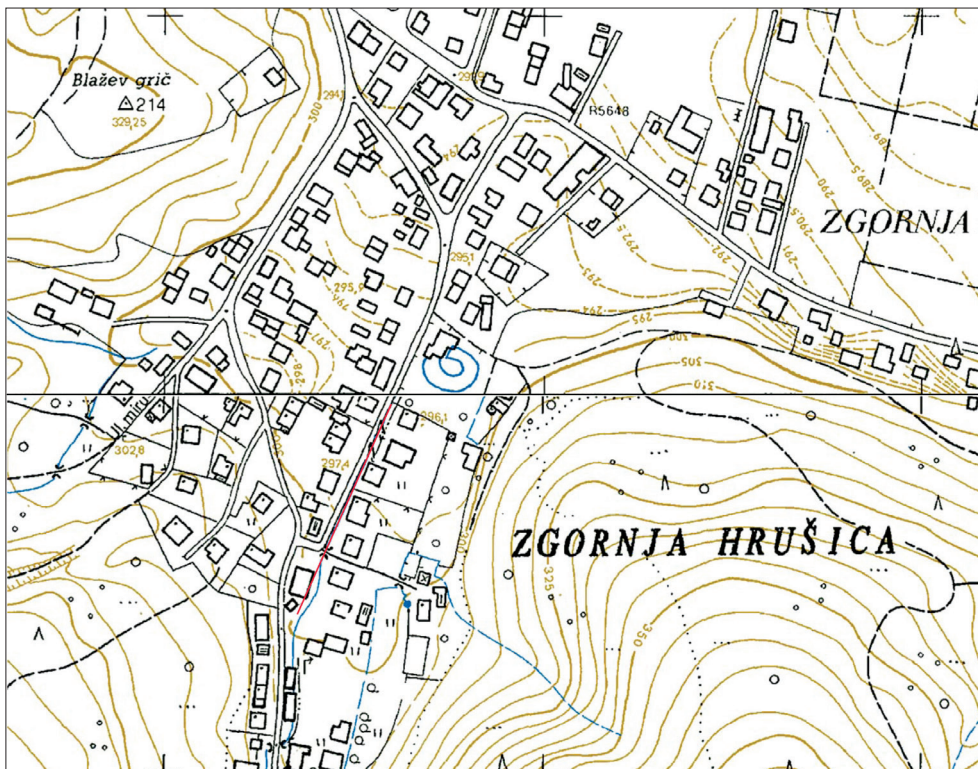
Slika 61: Odsek ERM ureditve vodotoka Graben v Spodnji Hrušici.



### Dolgi potok v Zgornji Hrušici

- Erozijo v zgornjem delu se lahko omili z vzpostavitvijo kaskad in pragov.
- Nujna je ohranitev mokrišča, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja habitate.
- Potrebno je redno vzdrževanje že postavljenih objektov (odstranjevanje plavja za pregrado).
- Betonsko korito, po katerem teče potok, je potrebno revitalizirati z ukrepi znotraj struge, ki bodo povečali predvsem samočistilno sposobnost vodnega telesa (čistilna prodišča, trstične grede).

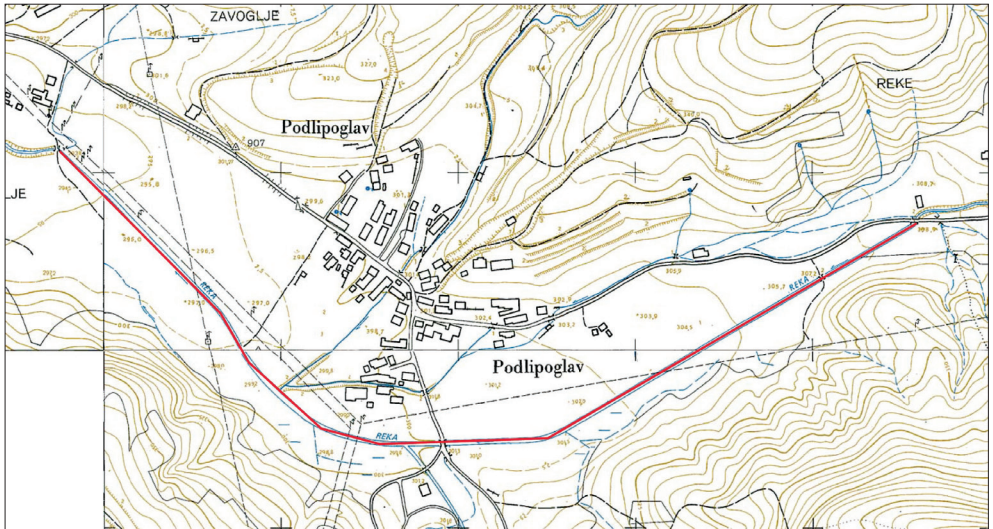
Slika 62: Odsek ERM ureditve Dolgega potoka v Zgornji Hrušici.



### Javorska reka

- Nad vasjo Podlipoglav je na voljo dovolj prostora za revitalizacijo kanalizirane struge z ERM ukrepi za povečanje zadrževanja vode. Možna je vzpostavitev meandrov, stranskih in mrtvih rokavov, poplavnih ravnin itd.
- Smiselna je tudi sočasna revitalizacija odsekov opuščeni mlinščic, ki bi pomembno prispevale k povečani kapaciteti zadrževanja vode.
- Pri Podlipoglavu in pod vasjo je potrebno ohraniti obstoječe poplavne ravnice.

Slika 63: Odsek ERM ureditve vodotoka pri Podlipoglavu.



### Besnica

- Ker je potok hudourniški in pogosto poplavlja, je za povečanje zadrževanja vode in preprečevanje poplav dolvodno potrebno vzpostaviti boljšo povezavo med potokom in poplavno ravnico. S kontroliranim razlivanjem vode po poplavni ravnici zaščitimo spodaj ležeče naselje.

### Črnušnica

- Vzdrževanje naravnih meandrov.
- ERM ukrepi znotraj betonskega korita, po katerem teče potok skozi naselje (pragovi, odbijači).

### Pržanec in Glinščica

- Ker sta potoka močno preoblikovana/degradirana in ker tečeta po priljubljenih lokacijah za rekreacijo, je smiselna revitalizacija/renaturacija v večjem obsegu (meandri, brzice, tolmeni, zajede, obrežna vegetacija).

Obravnavane vodotoke na območju mestne občine lahko načeloma razdelimo na zgornji del, kjer prevladujejo grape, na srednji – urbanizirani del, kjer je večinoma vse pozidano, in na spodnji del, kjer je vodotok bodisi naraven bodisi povsem degradiran – speljan po umetnem kanalu, brežine vodotoka pa so povsem pozidane.

V zgornjih delih vodotokov sanacija večinoma ni potrebna, potrebno je predvsem ohranjanje obstoječega stanja in vzdrževanje obstoječih objektov (npr. pregrad) ter odstranjevanje naplavljenega materiala. Potrebno je ohraniti mokrišča, saj imajo številne funkcije in so pomembna tako z ekološkega kot družbenega in gospodarskega vidika. So naravni vodni zbiralniki (zmanjševanje vpliva poplavnega vala) in viri pitne vode, poleg tega bogatijo podtalnico. Mokrišča imajo pomembno vlogo pri prečiščevanju onesnaženih voda, saj delujejo kot naravne čistilne naprave (presnova, zadrževanje hranilnih snovi in sedimentov). Ustvarjajo tudi ustrezne habitate za številne rastlinske in živalske vrste. Z ustreznimi ukrepi v zgornjih delih vodotokov lahko omilimo padce oziroma erozijo (npr. s kaskadami ali pragovi), upočasnimo hudourniške vode z izgradnjo sonaravnih pregrad in s tem omilimo posledice hudourniških poplav. Poleg tega je zaželeno izkoristiti poplavne ravnice za razlivanje hudourniških voda in preprečiti njihovo pozidavo, odlaganje odpadkov in druge aktivnosti, ki preprečujejo/omejujejo funkcijo poplavne ravnice.

Na prehodu iz zgornjega dela v urbanizirani del je potrebno zagotoviti funkcionalne vtoke/prepuste, ki morajo biti redno vzdrževani. V poseljenem delu je potrebno vodotoke sonaravno urediti na vseh odsekih, kjer je to prostorsko možno. V prihodnje bi se bilo potrebno izogniti vsesplošni pozidavi, podzemni izpeljavi vodotoka ter umetnim (betonskim) kanalom in koritom, ki so pogosto premajhni za odtok hudourniških voda, oziroma ne omogočajo zadrževanja vode in zgolj povečujejo poplavni val.

Kjer je več razpoložljivega prostora, so spodnji deli vodotokov primerni za večje posege v smislu sonaravnih ureditev. Pri tem betonska korita nadomestimo z naravno urejeno strugo, ki vključuje različne hidromorfološke strukture (spreminjanje hitrosti toka in globine, meandri, mrtvi in stranski rokavi, poplavne ravnice, mokrišča, pestra obrežna vegetacija, manjša prodišča ipd.), s čimer bi veliko pridobili na estetski in rekreacijski vrednosti okolja kot tudi na kakovosti vode in uravnavanju vodnih količin na lokalni ravni. V tem predelu onesnažena voda v strugah pogostokrat zaudarja, zato bi z ERM ureditvami (ukrepi za povečanje samočistilne sposobnosti) izboljšali kvaliteto in biološko stanje vode ter s tem kakovost bivalnega okolja prebivalcev mestne občine Ljubljana.

## Možni revitalizacijski ukrepi

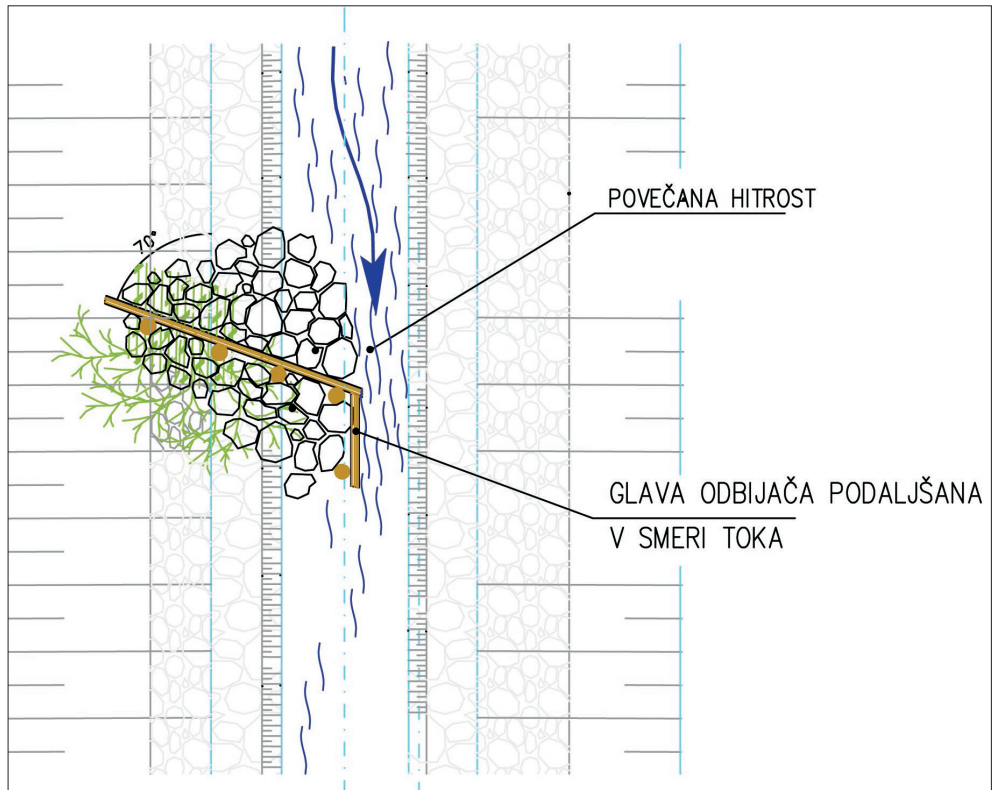
### Deflektorji/odbijači

Regulirane struge imajo pogosto preširoko dno, zaradi katerega voda ob nizkih pretokih teče prepočasi, vodni tok je monoton. Odbojniki toka so objekti (plitvine), ki jih postavimo na robu struge, da ustvarimo ob srednjem pretoku vijugasto strugo – pri tem je plitvina rahlo nad gladino vode. To je primerno predvsem za izravnane struge v urbanih predelih, kjer nimamo dovolj prostora za spreminjanje poteka struge. Takšni objekti rahlo dvignejo pretočno višino nizkih pretokov, zožijo dno struge, pospešijo vodni tok, ustvarijo vrtince, omogočijo boljše navzemanje s kisikom, ustvarijo se različni substrati na dnu zaradi izmenjavanja sedimentacije in erozije, na samih objektih pa se ustvarijo manjši mokrotni habitati. Poveča se samočistilna sposobnost



vodotoka, hkrati pa se obdrži poplavna varnost visokih voda. Priporočena zožitev vodnega toka je za 1/3 trenutne širine dna aktivne struge, kot, pod katerim so nameščeni odbojniki toka, pa je 30–45 stopinj glede na smer toka. Izvedeni so lahko iz lesa, ki se nato sam napolni z rečnimi sedimenti, ali pa tudi v celoti iz proda ustrezno velikih frakcij.

Slika 64: Skica odbijača v kanaliziranem vodotoku.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

## Zamenjava betonskega korita/kanala z 'naravnim' kanalom

Betonska korita oziroma kanali so primeri najbolj degradiranih vodotokov, ki so izgubili skoraj vse ekosistemske funkcije. Večinoma delujejo zgolj kot odvodni kanali, kamor se nemalokrat stekajo tudi ilegalni izpusti komunalnih odpadnih vod.

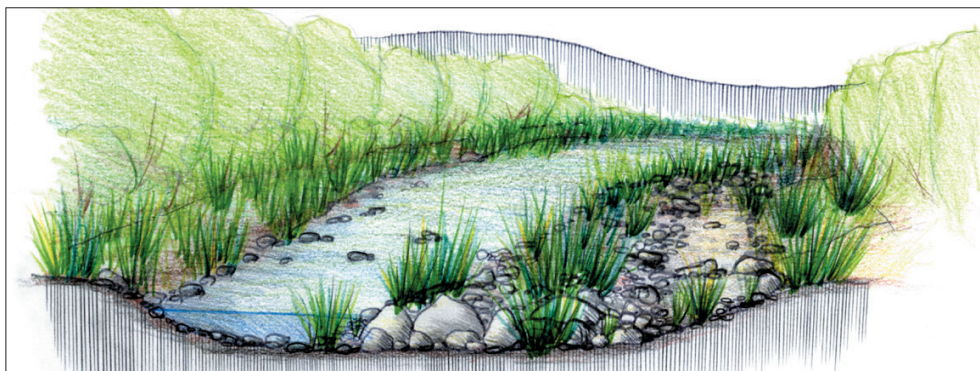
Kanaliziranje rečnih strug zaradi različnih potreb zmanjša ekosistemske funkcije rečnih ekosistemov, spremeni hidravlični režim, osiromaši vodne in obvodne habitate. Zaradi manjših samočistilnih sposobnosti se poslabša kvaliteta vode. Voda, ki se manj časa zadržuje, ima manj časa, da odloži svoj tovor (sedimente, hranila in druge polutante), ki bi se sicer odstranili v samočistilnih procesih, kar se pozna na kvaliteti vode. Princip 'vodo



čim hitreje speljati dolvodno povzroči v prispevni površini nekega vodotoka nemalo težav. Voda, ki jo v nekem delu porečja zaradi regulacij hitreje odvajamo, lahko povzroči poplave dolvodno in hkrati sušo gorvodno. Melioriran vodotok je osiromašen tudi s stališča biodiverzitete in estetike. Značilno je namreč, da bolj kot je vodotok morfološko raznolik, torej vsebuje sončne in senčne, hitre in počasne, plitve in globoke odseke, večja je njegova biotska pestrost in sposobnost samoočiščenja. Vzroki za slabo stanje vodotokov niso samo pretekle regulacije rek in potokov, temveč tudi današnja raba tal, kmetijstvo in urbanizacija. Kmetijstvo onesnažuje s kemičnimi snovmi in finimi delci, urbanizacija pa zaradi neprepustnih površin (ceste, strehe) slabša hidrološki režim in kvaliteto vode. Revitalizacije vodotokov blažijo tudi posledice omenjenih dejavnosti. Revitalizacija ali tudi renaturacija vodotokov pomeni obnovev ekološkega ravnotežja in vzpostavitev ekoloških funkcij v degradiranem vodotoku.

Najučinkovitejša revitalizacija kanaliziranih strug je renaturacija, oziroma popolna nadomestitev kanala z novo strugo, ki kar se da posnema strukturo in delovanje naravnega vodotoka. V primeru renaturacije je potrebno presoditi ugodnejšo rešitev, pogosto je namreč enostavneje in ceneje novo strugo speljati po novi trasi kot rušiti obstoječi betonski kanal. Novo strugo oblikujemo v skladu z značilnostmi naravnih vodotokov na dani lokaciji. V renaturirani strugi vzpostavimo nove habitate (brzice, tolmane, prodišča, skrivališča v obrežni vegetaciji), razgibamo vodni tok ter vzpostavimo povezavo z močvirskimi in kopenskimi ekosistemi. Z renaturacijo vodotokov ponovno vzpostavimo njihove ekosistemske funkcije, jim dodamo doživljajsko vrednost in izboljšamo kakovost lokalnega okolja.

*Slika 65: Primerjava kanaliziranega in revitaliziranega vodotoka.*



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

## Umetne zajede

Zalivi, razširitve, zajede in podobne strukture so namenjene popestritvi habitatne strukture vodotoka, zmanjšanju poplavne vode ter kot zatočišče za ribe v času visokih voda, saj je tu vodni tok počasnejši. Zalivi so običajno polkrožne razširitve struge, ki popestrijo naklon brežin trapezoidnih kanaliziranih vodotokov. Med drugim omogočajo tudi bolj raznoliko vegetacijo. Na drugi strani zaliva lahko s položnimi mesti, prodišči in plitvinami zagotovimo dostop človeku in živalim do vode.

Slika 66: Skica zajede.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

Slika 67:

Zajeda.



(foto: Arhiv LIMNOS d.o.o.)

Z umetno zajedo dodatno popestrimo strugo, saj je v tolmunu voda globlja in mirnejša kot v plitvejših delih s hitrejšim tokom. Na ta način zagotovimo tudi delno meandriranje vodnega toka.

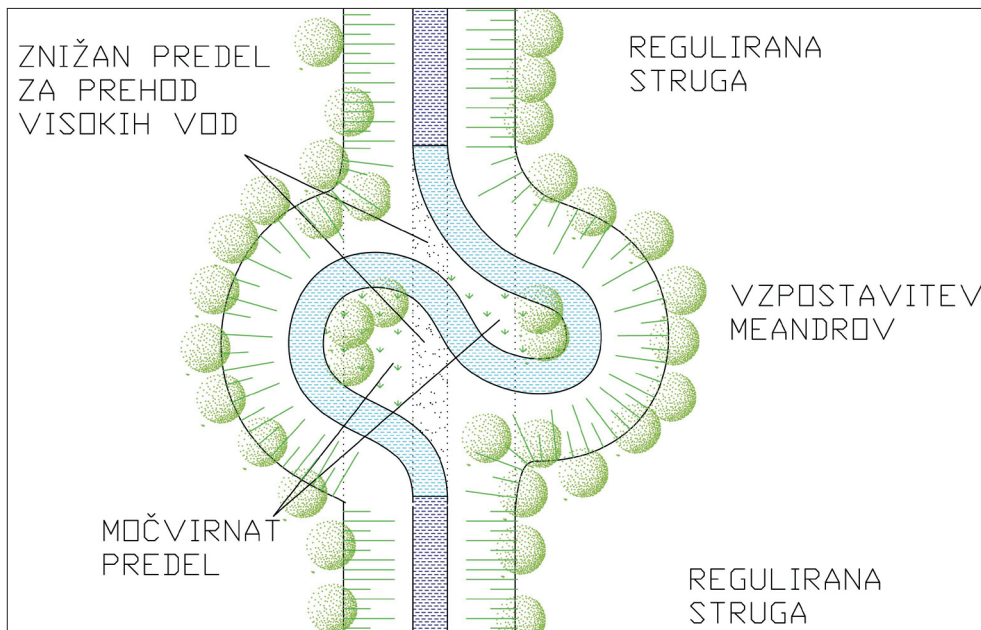
## Meandriranje

Kjer teče voda po pokrajini z majhnim naklonom, je najnaravnejša oblika poteka vodotoka meander. Vodotok si z meandri podaljša pot, zmanjša padec, upočasni se tok vode, poveča se globina vode in količina vode v pokrajini ter podtalnici. Povečan zadrževalni čas omogoča tudi boljše čiščenje vode, saj je ta dlje časa v stiku z nosilci čiščenja (mikroorganizmi, rastline). Pri meandrirajoči strugi se poveča oziroma podaljša tudi obrežni pas, ki je ekosistemsko bogat del pokrajine s pomembnimi biodiverzitetnimi in samočistilnimi funkcijami. Povečana površina stika med vodo in prstjo povzroči efekt, podoben gobi: voda se počasi izceja iz pokrajine in poveča nizke poletne pretoke. Meandrirajoči vodni tok ima tudi manjšo moč vode in s tem manjšo transportno moč.

Rekonstrukcija meandrov na degradiranih vodotokih je večkrat otežena, bodisi zato, ker je degradirana struga preveč poglabljena, ali ker za vijuganje potoka ni ustreznega prostora ob strugi, saj je ta ob melioracijah prešel v kmetijsko rabo ali bil uporabljen za gradbene in druge infrastrukturne namene (npr. ceste).

Poleg prej opisanih funkcij lahko z vzpostavitvijo meandrov ustvarimo tudi nove habitate in popestrimo okolje ter doživljajsko vrednost vodotoka.

Slika 68: Skica meandra.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.



## Pragovi

Pragovi so razmeroma preprosta in cenovno ugodna tehnika za povečanje samočistilne sposobnosti in razgibanosti vodotoka. Za njihovo postavitev ne potrebujemo dodatnega prostora. Pragovi povečajo zadrževanje vode gorvodno in omogočajo dobro prezračenje vode, kar pospeši mikrobno razgradnjo organskih snovi ter oksidacijo amonija in nitrita. Pri prehodu čez prag se vodni tok zoži, pospeši in skoncentrira; voda se premeša in navzame kisika. Pod pragom se ustvari manjši tolmun, če to omogoča posteljica dna.

Glavne funkcije pragov so:

- povečanje samočistilne sposobnosti vodotoka,
- oksidiranje vode,
- zmanjšanje vodne energije in potenciala za erozijo,
- kombinacija tolmunov in pragov poveča število habitatov,
- dvig nivoja nizkih voda,
- utrjevanje posteljice dna in ustavljanje poglobljanja vodotoka.

Poleg tega pragovi, enako kot ostali ERM ukrepi, poživijo strugo in povečajo njeno doživljajsko vrednost. Še posebej priljubljen učinek pragov je ponovno žuborenje vode, ki se pri monotonih kanaliziranih strugah ne pojavlja.

Slika 69:

Prag.

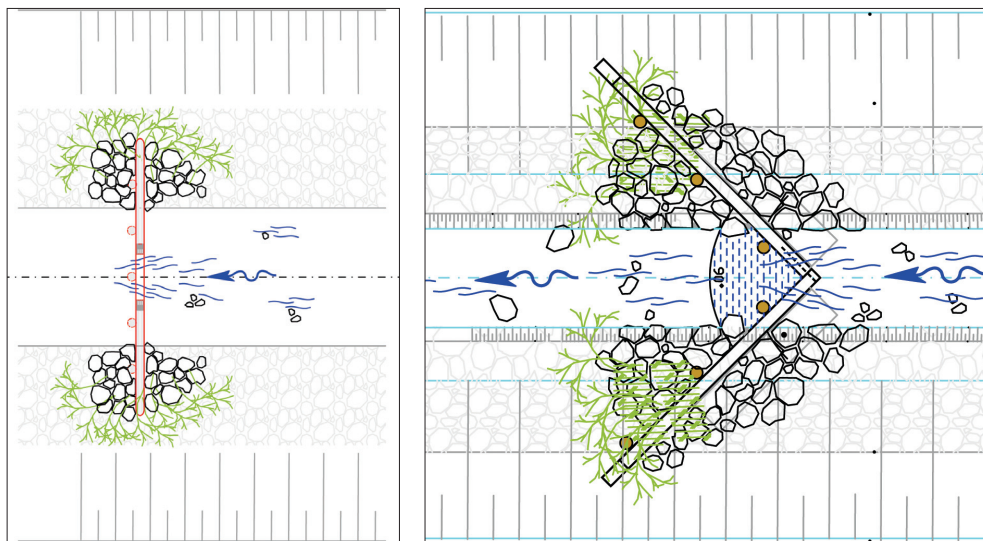


(foto: Arhiv LIMNOS d.o.o.)

Prag je zasnovan kot prečni objekt z višino preliva do nekaj 10 cm, kar povzroči lokalno zaježbo pri nizkih in srednjih vodah. Pred pragom imamo zaradi hitrejšega vodnega toka lokalno poglobitev do nekaj 10 cm. Na mestu zaježitve je potrebno zasaditi vegetacijo, ki bo senčila stoječo vodo in tako preprečila segrevanje, evtrofikacijo in razrast makrofitov, ki bi predčasno zapolnili zaježitev.

Nizke pragove izvedemo z uporabo lesa, kamna ali kombinacije obeh. Pri izvedbi moramo biti pozorni na vodotesnost pragu. Vodotesnost zagotovimo s tesno prilegajočimi se lesenimi elementi ali s filcem, ki se kmalu zamulji in zadrži vodo.

Slika 70: Sheme pragov različnih oblik.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

Pragovi so različnih oblik. Položaj osi preliva je lahko glede na vodni tok pravokoten, poševen, vzporeden (bočni preliv) ali sestavljen (npr. V-prag). Zaradi koncentracije nizkih pretokov imajo ponavadi del prelivne krone znižan. Mesto koncentriranega preliva lahko na delih ravne struge, kjer imamo več zaporednih pragov, izmenično postavimo na levi in desni breg, da dobimo vijugajočo matico vodnega toka.

## Mokrišča/poplavne ravnice

Ob strugi lahko, v kolikor nam dopušča prostor, vzpostavimo manjša mokrišča ali poplavne ravnice. Predvsem je primerno, če postavimo mokrišče ob dotoku vode, naj bo to melioracijski kanal, manjši potok ali pa drenaža s cest in drugih urbanih površin. Na takšnih lokacijah mokrišča pomembno prispevajo k zmanjšanju vnosa hranil in drugih onesnažil s kmetijskih in urbanih površin. Mokrišče je torej raven nižinski del, ki ima ob srednjem pretoku talno vodo tik pod površjem. Substrat, iz katerega je zgrajen, naj ima dovolj veliko hitrost filtracije vode. Tak objekt služi kot manjša rastlinska čistilna naprava, nudi različne habitate, hidrološko pa deluje kot vodni rezervoar in manjši razbremenilnik poplavnega vala ob visokih vodah. Ker je substrat, iz katerega je mokrišče narejeno, manjših frakcij in torej podvržen eroziji, ga je potrebno ob robovih zaščititi pred neposrednim vodnim tokom. Lokacija mokrišč je lahko tudi izven struge, to je na poti poplavnih voda, na notranji strani meandrov.



Ob nizkem vodostaju so poplavne ravnice suhe. Poplavne ravnice lahko vključujejo nekoliko nižje predele, kjer se površinska voda zadržuje dlje časa in ustvarja manjše mokrišče. Poleg zadrževanja vode in zmanjševanja poplavnega vala imajo poplavne ravnice pomemben prispevek k čiščenju vode. Zaradi povečanega zadrževalnega časa ter pestre združbe rastlin in živali lahko tu potekajo biološki ter fizikalno-kemijski procesi razgradnje in pretvorbe organskih snovi, hranil in drugih onesažil.

Poplavna ravnica mora biti oblikovana tako, da omogoča dotok vode na ravnico v času povišanega vodostaja. V ta namen so lahko določeni odseki brežine med strugo in poplavno ravnico nižani in oblikovani v dotočne kanale. Poplavne ravnice se običajno oblikujejo na predelih, kjer vodotok občasno poplavlja, pogostost poplavljanja na izbranem odseku pa se poveča z znižanjem terena poplavne ravnice. S povečanjem frekvence poplavljanja na izbranih odsekih, oziroma oblikovanih poplavnih ravnica, se zmanjša obseg in pogostost poplavljanja na predelih dolvodno.

*Slika 71: Shematski prikaz poplavne ravnice (razmejuje jo vegetacija, označena z zelenimi krogi) ob kanaliziranem potoku (zeleni linija).*



## Zasaditev obrežne vegetacije

Poleg objektov v strugi vodotoka ter ukrepov preoblikovanja struge, predstavlja pomemben del revitalizacije tudi ustrezna zasaditev brežin vodotoka. Pas vegetacije ob vodotoku služi kot prehod med vodnimi in kopenskimi ekosistemi in je bistvenega pomena za ekološko zdravje vodnega telesa. Nudi zaščito pred netočkovnim onesnaženjem vodotoka, kot je na primer kmetijstvo, osenčuje vodotok, kar pomembno omejuje rast alg, je vir detritusa, varuje brežine pred erozijo in nudi življenjski prostor mnogim živalskim vrstam. Korenine utrdijo brežine, nadzemni deli vegetacije pa zmanjšajo prevodnost struge ob visokih vodah in delujejo kot sito, na katerem se nabira plavje, kar je potrebno upoštevati v hidroloških izračunih. Praviloma imajo vegetacijski pasovi večji pozitiven vpliv na manjše vodotoke v gornjem delu toka kot na večje vodotoke v nižinah. Manjši vodotoki so namreč bolj občutljivi na bočni površinski dotok, saj imajo manjše razmerje med vodnim telesom in obrežjem.

Eden on pogostih načinov zasadnje, katerega glavni namen je stabilizacija brežin, so vrbovi popleti. To je plast prepletenih živih vej na brežini, ki je na dnu ponavadi utrjena s kamenjem in fašini. Poplet nemudoma upočasni vodni tok ob brežinah in začne zadrževati sedimente ter tako prispeva k čiščenju vode. Skupaj s poganjajočimi rastlinami in koreninami se razvije močna zaščita pred erozijo. Poplet nudi dodaten habitat pticam, insektom in malim sesalcem. Služi tudi kot zaščita pred netočkovnim onesnaženjem, saj zadrži sedimente.



(foto: Arhiv LIMNOS d.o.o.)

Slika 72:

Vrbov poplet.

## Sklep

Z namenom zagotavljanja poplavne varnosti, pridobivanja kmetijskih in gradbenih površin ter za zaščito infrastrukture so bili številni vodotoki na območju mestne občine Ljubljana močno spremenjeni. Enosmerni posegi za zagotavljanje zgolj enega cilja so onemogočili potek ekosistemskih funkcij vodnega telesa, kot so samočistilna sposobnost, zadrževanje vode in zagotavljanje habitatov. Številni vodotoki, oziroma njihovi odseki, so vkleščeni v betonska korita, brežine pa so povsem pozidane. V takih primerih so ukrepi revitalizacij usmerjeni v obstoječo strugo. Že z manjšimi posegi, kot so odbijači toka in pragovi, lahko vodotoku povrnemo nekaj osnovnih funkcij. Kjer pa je ob vodotoku na voljo več prostora, so za revitalizacijo smiselni večji ukrepi, kot so vzpostavljanje meandrov, nadomestitev betonskega kanala z novo, sonaravno urejeno strugo, bočne zajede ipd.

Za zmanjševanje poplav na območju mestne občine je predvsem pomembno ohranjanje obstoječih in vzpostavljanje novih poplavnih ravníc. Pomembno je strogo preprečevanje novogradenj na poplavnih ravníc, priporočamo pa tudi izogib pozidavi celotne doline, saj s tem izgubimo na kakovosti bivalnega okolja ter izgubimo prostor za zadrževanje voda. S človekovimi posegi v prostor se je potrebno prilagajati vodotoku in ne obratno. Revitalizacij malih vodotokov na območju mestne občine Ljubljana za zmanjševanje poplavne ogroženosti se je zaradi velikega števila malih vodotokov potrebno lotiti celostno in na več porečjih hkrati, s čimer se lahko dosežejo najboljši rezultati.

## Povzetek

Poleg splošne potresne ogroženosti celotnega ozemlja mestne občine Ljubljana so nekateri deli močno izpostavljeni tudi poplavam, kar zahteva ustrezne zaščitne in predvsem preventivne ukrepe. Najizrazitejša je poplavna ogroženost v južnem delu mesta Ljubljane, kjer poplave Ljubljanice in Gradaščice ogrožajo veliko število ljudi ter stanovanjskih, poslovnih in drugih objektov. Precejšnjo grožnjo zaradi poplav predstavljajo tudi manjši vodotoki, ki lahko ob intenzivnih lokalnih nalivih zelo hitro narastejo ter poplavijo bližnje dele mesta tik ob strugah, predvsem na vršajih ob severnem in južnem vznožju Golovca ter v vzhodnih delih mestne občine, v manjši meri tudi na vznožju Polhograjskega hribovja ter Rožnika.

Zaradi velikih potreb po zazidalnih in drugih urbanih površinah je bilo v preteklosti potrebno številne vodotoke hidravlično in hidrotehnično 'urediti', prvenstveno s ciljem čim hitrejšega odvajanja vode in pridobivanja dragocenih zemljišč za individualno stanovanjsko gradnjo. S tem je prišlo do precejšnje hidromorfološke degradacije in onesnaženosti teh vodotokov na odsekih skozi naselja, tako da smo izgubili dragocene vodne in obvodne habitate, bistveno se je zmanjšala tudi njihova rekreacijska, estetska in doživljajska vrednost.

Ker bo potrebno nekatere najbolj kritične točke sanirati z vidika ogroženosti zaradi hudourniških poplav, je pri načrtovanju sanacije nujno potrebno izbrati pristop, ki bo hkrati omogočil iskanje možnosti vračanja vodotokov oziroma njihovih delov v naravnejše stanje (ekoremediacije) in izboljšal kvaliteto bivalnega okolja. Kljub sedanji degradiranosti in ekološki fragmentiranosti ti majhni vodotoki znotraj naselij še vedno vsaj deloma delujejo kot koridorji med povirnimi deli, ki so v veliki meri ostali v bolj ali manj naravnem stanju in pod gozdom, ter izlivom v večji vodotok, na kar bi lahko ponovno navezali njihov velik ekološki in rekreacijski potencial.

Zlasti ob vodotokih v vzhodnem delu mestne občine (Javorska reka, Podmolniški graben, Rastučnik), ob Črnušnici in ob Glinščici še vedno obstajajo kar obsežne poplavne ravnice v razmeroma naravnem stanju (travniki), ki uspešno delujejo kot naravni zadrževalniki hudourniških poplavnih vod. V prostorskih dokumentih mestne občine je treba zagotoviti ohranitev takšnega stanja in preprečiti vsakršno širjenje urbanizacije na ta območja.

Hudourniške poplave ob malih vodotokih lahko povzročijo že zelo kratkotrajna in lokalno omejena neurja. Na osnovi podatkov meteorološke postaje Ljubljana-Bežigrad za obdobje 1990–2007 lahko v Ljubljani pričakujemo naslednje maksimalne količine padavin: v eni uri 61 mm dežja s povratno dobo 50 let in 54 mm dežja s povratno dobo 25 let; v šestih urah 92 mm dežja (povratna doba 50 let) oziroma 80 mm (povratna doba 25 let), v 24 urah 134 mm padavin (povratna doba 50 let) oziroma 122 mm (povratna doba 25 let).

Kljub pomanjkanju natančnejših podatkov o specifičnih odtokih za majhna porečja na območju mestne občine Ljubljana je možno z zadovoljivo natančnostjo izračunati njihove maksimalne pretoke za različne povratne dobe. Zaskrbljujoča je ugotovitev,



da obstoječi antropogeni posegi v male vodotoke (prepusti, vtoki v podzemne kanale, velikost podzemnih kanalov ipd.) ne omogočajo sprotnega odtekanja velikih pretokov in da lahko na najbolj kritičnih mestih v prihodnje pričakujemo sicer lokalno omejene hudourniške poplave, ki utegnejo povzročiti veliko materialno škodo in v skrajnem primeru tudi človeške žrtve (pojavljanje blatnih tokov zaradi zemeljskih plazov v povirnih delih).

Z vidika poplavne ogroženosti so najbolj kritični naslednji mali vodotoki: Graben (Spodnja Hrušica), Bizoviški potok in Besnica, zaradi neustreznih antropogenih posegov so nevarni tudi mali vodotoki na južnem vznožju Golovca, predvsem Gornji Rudnik in Spodnji Rudnik I.

Zgornji deli malih vodotokov so večinoma v dobrem stanju, zato sanacija ni potrebna, je pa potrebno ohraniti obstoječe stanje. Na prehodu iz zgornjega dela v urbanizirani del vodotoka je potrebno zagotoviti funkcionalne vtoke, ki morajo biti redno vzdrževani. Srednji deli vodotokov so večinoma povsem pozidani, zato je na tem delu potrebno sonaravno urediti vodotoke, kjer je to prostorsko možno. Spodnji deli vodotokov so bodisi naravni bodisi povsem zazidani, oziroma so ujeti v umetne kanale. V spodnjih delih vodotokov je voda pogostokrat tudi onesnažena in zaudarja, zato bi morali z ekoremediacijskimi ureditvami izboljšati njihovo kvaliteto in biološko stanje vode ter s tem kakovost bivalnega okolja okoliških prebivalcev.

Ekoremediacijski posegi, ki bi jih izvedli hkrati s sanacijami, ne predstavljajo velikega dodatnega finančnega bremena, saj je na razpolago obsežen nabor razmeroma blagih ukrepov z dolgotrajnimi in raznovrstnimi učinki, mdr. deflektorji (odbijači), umetne zajede, pragovi različnih oblik, manjša mokrišča, zasaditev obrežne vegetacije ipd.

Načrtovanje in upravljanje voda je z evropsko vodno direktivo dobilo nove smernice ter predvsem zahteve po celovitem in trajnostnem načrtovanju z namenom doseganja osrednjega cilja, t.j. dobrega stanja voda do leta 2015. Vodna direktiva se sicer osredotoča predvsem na preprečevanje slabšanja oziroma izboljšanje stanja voda, poplavna problematika je podrobneje obravnavana v t.i. poplavni direktivi. Slednja članicam EU narekuje pripravo načrtov za obvladovanje poplavne ogroženosti ter opozarja na ohranjanje in/ali obnovo poplavnih območij, kar pa je hkrati tudi smerica v okviru vodne direktive.

V naseljih na območju mestne občine so številni vodotoki zacevljeni in speljani pod urbaniziranimi površinami. Dolinsko dno je urbanizirano do zatrepa doline, vodotoku je odvzeto tako vodno kot priobalno zemljišče. Opazna je širitev naselij gorvodno ter krčenje zadrževalnih površin. Vtočni objekti pri zacevljenih vodotokih so v splošnem premajhni ter glede na gozdnato zaledje izpostavljeni nenadni zamašitvi, saj hudourniške vode prinesejo tudi velike količine plavja, ki se zagozdi na vtočnih objektih. Antropogene obremenitve so prisotne tudi pod iztoki zacevljenih vodotokov, kjer je prav tako prisotno intenzivno poseganje v poplavna območja (zasipanje z gradbenimi odpadki ter mestoma melioracije), s čemer se še dodatno povečuje hiter odtok visoke oziroma zmanjšuje zadrževanje vode na mestu iztoka, kar povzroča poplave na dolvodnih odsekih. Na terenu je bilo evidentirano tudi neurejeno kanalizacijsko omrežje, oziroma neposredno izpuščanje odpadne vode v zacevljene vodotoke. V splošnem je gradnja neurejena in mestoma vprašljivo legalna.



S poplavno direktivo EU se uveljavlja pravilo, da je reševanje poplavne problematike potrebno usmerjati predvsem k preventivnemu delovanju ter v največji možni meri najprej izvajati negradbene ter šele nato gradbene ukrepe. Z uveljavitvijo načela preventivnega delovanja z zmanjševanjem tveganj namesto zagotavljanja določene stopnje varnosti naj bi se izboljšalo stanje na tem področju, zlasti s preprečevanjem bodočih gradenj in zaščito obstoječih poplavnih območij ter s pripravljenostjo na prihodnje poplavne dogodke. Posebno mesto pri doseganju teh ciljev ima prostorsko načrtovanje na neposrednih vplivnih območjih malih vodotokov, saj je potrebno potencialna tveganja obvladovati predvsem s prostorskimi omejitvami, in sicer z usmerjanjem razvoja izven območij poplavne nevarnosti ter preusmerjanjem obstoječih dejavnosti izven območij, ki so danes ogrožena zaradi poplav.

# Small Catchments and Flood Risk in Ljubljana

## Summary

Besides the general seismic threat on the entire territory of the municipality of Ljubljana, some areas are heavily exposed to floods, what requires appropriate protective and, in particular, preventive measures. Most crucial is the risk of flooding in the southern parts of Ljubljana, where the flood waters of Ljubljanica and Gradaščica rivers can affect large number of people, residential, commercial and other facilities. However, significant flood risk is also present along small streams which at the time of intense local rainfall can rise very rapidly and flood the neighboring areas, especially on alluvial fans along northern and southern foot of Golovec hill, in eastern parts of the municipality and, to a lesser extent, at the foot of Polhov Gradec Hills and Rožnik.

Due to high demand of building and other urban areas, several watercourses were hydraulically and hydrotechnically reconditioned or 'improved' in the past, with the main goal of rapid drainage of rainwater and acquisition of valuable land for individual housing development. This has caused significant hydromorphological degradation of watercourses and water pollution in the settled areas, and therefore we lost valuable aquatic and riparian habitats and significantly reduced their recreational, aesthetic and emotional values as well.

As some of the most critical points urgently need improvement to reduce the imminent flood risk, it is necessary to seek the approach that will simultaneously allow the restoration of watercourses or parts of thereof into a more natural state (ecoremediation) and the amelioration of living environment for local population. Despite the current ecological degradation and fragmentation, these small streams within the settlements are still, at least partially, acting as corridors between headwaters areas which have remained largely in more or less natural state and under the forest, and confluences with larger streams. This function could be the starting point for the renovation of their great ecological and recreational potential.

Particularly along the streams in the eastern part of the municipality (Javorska reka, Podmolniški graben, Rastučnik) and along Črnušnica and Glinščica there are still quite extensive flood plains in a relatively natural state (meadows), which are effectively acting as natural reservoirs for torrential flood waters. The spatial documents of the municipality must ensure the continuation of this situation and prevent any spread of urbanization into these areas.

Even very short and localized storms can cause flash floods in small catchment areas. Based on data from meteorological station Ljubljana-Bežigrad for the period 1990–2007, in Ljubljana we can expect the following maximum amounts of rainfall: in one hour 61 mm of rain with a return period of 50 years and 54 mm of rain with a return

period of 25 years, in six hours 92 mm of rain ( 50-year return period) or 80 mm (return period 25 years), in 24 hours 134 mm of precipitation (return period 50 years) and 122 mm (return period 25 years).

Despite the lack of accurate data for specific discharge from small catchment areas, it is possible to calculate with sufficient accuracy the maximum discharges for different return periods. It is alarming that the current anthropogenic interventions in some of small streams (culverts, water-intake openings, the size of underground sewers, etc.) do not allow the drainage of all potential amount of rainwater. Therefore, we can expect localized flash flooding, which may cause major property damage and in extreme cases even human victims (occurrence of mudflows due to landslides in the headwaters areas).

In terms of flood risk, the most critical are the following small streams: Graben (Spodnja Hrušica), Bizoviški potok and Besnica. Due to inadequate anthropogenic interference, some small streams at the southern foot of Golovec hill are also perilous, especially the Gornji Rudnik I and Spodnji Rudnik I.

The upper parts of most small streams are generally in good condition (forested) and remediation is not required, but it is necessary to maintain the status quo. At the transition points from the upper parts into the settled areas, it is necessary to ensure the functional water-intake openings, which must be regularly maintained. The middle reaches of many small streams are situated in completely built-up areas and there the sustainable restoration of streams is necessary, wherever possible. The lower parts of streams are either natural or changed into completely artificial channels. In these lower parts the water is also polluted, so the appropriate ecoremediation arrangements should be introduced to improve the quality and biological state of water and thus the quality of living environment for local residents.

Ecoremediation interventions that would be carried out simultaneously with the flood protection do not present an additional financial burden, since it is available a comprehensive set of relatively mild measures with long-term and varied effects, e.g. deflectors (bumpers), artificial indentations, different types of thresholds, small wetlands, planting of riparian vegetation and the like.

With the European Water Framework Directive, the planning and water management received new guidelines and in particular the purpose for integrated and sustainable planning to achieve the central objective of the directive – good water status by 2015. The Water Framework Directive is focused primarily on preventing deterioration and improving the status of waters, while the flooding issues are addressed in detail in European Floods Directive (Directive on the assessment and management of flood risks). The latter requires from EU member states the preparation of flood risk management plans and points out the preservation and/or restoration of floodplains, which is also a guideline in the Water Framework Directive.

In built-up areas of Ljubljana municipality, many small streams have been changed into underground sewers. Their valley-floors are urbanized up to the headwaters, the streams have lost all the aquatic and riparian lands. There is a continuing process of spreading of built-up lands into headwaters areas and shrinking of flood water retention areas. Water-intake openings are generally too small for torrential water and can

be easily choked with wood, leaves and other debris from upstream forested areas. Large alterations of flood areas have occurred also downstream from sewers outflows (construction waste landfill and land reclamation), further increasing the runoff and reducing flood water retention capacities, with the deterioration of flood situation downstream as a consequence. In the field, unregulated sewage networks and direct discharges of waste water into underground sewers have been documented as well. In some places, the construction of sewers and waste water systems seems to be completely unregulated and probably illegal.

The European Floods Directive's approach to the problem of floods is mainly by prevention and points out the implementation of non-structural measures first, wherever possible. By enforcing the principle of preventive action by reducing the risks instead of guaranteeing a certain level of security, the situation in flood areas should be improved, especially by the prevention of urbanization of flood areas, the protection of existing retention and flood areas and preparedness for future flood events.

A special significance in achieving these objectives has the spatial planning in the areas of direct influence on small streams. It is necessary to manage potential risks in particular by setting spatial limitations to urbanization, by directing development away from hazardous areas and redirecting existing activities away from areas at risk from flooding.

*(Translated by Karel Natek)*

## Viri in literatura

- Anzeljc, D., 2000. Vodnogospodarska problematika Mestne občine Ljubljana. Zaščita pred škodljivim delovanjem voda. Ljubljana, Vodnogospodarski inštitut, 64 str.
- Anzeljc, D., 2007. Načrtovanje celovite ureditve povodja Gradaščice. Zagotovitev poplavne varnosti. Elaborat. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Direktorat za okolje, 13 str.
- Anzeljc, D., Burja, D., Muck, P., Zupančič, B., 1995. Poplavna ogroženost Slovenije. Ujma, 9, str. 148–155.
- Anzeljc, D., Đurovič, B., Grčar, G., 2010. Priprava načrtov za obvladovanje poplavne ogroženosti. V: Naravne nesreče 1. Od razumevanja do upravljanja. Ljubljana, Založba ZRC, str. 197–209.
- Arhiv ARSO. Podatki o maksimalnih nalivih za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad v obdobju 1990–2007. Ljubljana.
- ARSO, 2007. Opozorilna karta poplav. URL: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja> (Citirano 15.9.2011).
- Balant, M., 2006. Usmerjanje urejanja reguliranih vodotokov v primestnem in mestnem prostoru – primer urejanja doline Glinščice. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo, 101 str..
- Bizjak, A., 2008a. Vodno načrtovanje in načrti upravljanja voda. Dela, 30, str. 101–121.
- Bizjak, A., 2008b. Je Kamnik res mesto ob reki in Kamniška Bistrica res mestna reka? Urbanističnim delavnicam o ureditvi vodnega in obvodnega prostora Kamniške Bistrice ob rob. Kamniški občan, 47, 2, str. 7.
- Bizjak, A., Mikoš, M., 2001. Obnova in rehabilitacija koridorjev mestnih vodotokov. Urbani izziv, 12, 2, str. 51–57.
- Brilly, M., Bizjak, A., Povž, M., 2003. Revitalisation of the Ljubljanica River. Projekt UR-BEM. URL: [http://www.urbem.net/WP2/WP2\\_Slovenia\\_case\\_study.pdf](http://www.urbem.net/WP2/WP2_Slovenia_case_study.pdf) (Citirano 12.2.2009).
- Buh, Š., 2004. Ekstremne padavine v Sloveniji med obdobjema 1961–1990 in 1991–2002. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 79 str.
- Cegnar, T., 2003. Padavine. V: Vodno bogastvo Slovenije. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, str. 13–25.
- Chow, V. T., 1964. Handbook of applied hydrology. New York, Mc Graw Hill, 1418 str.
- Ciepielowski, A., Dąbkowski, S. L., 2006: Metody obliczeń przepływów maksymalnych w małych zlewniach rzecznych. Bydgoszcz, Projprzemeko, 312 str.
- Cunder, T., 1984. Ogroženost Ljubljanskega barja po poplavih in potresih s posebnim ozirom na južni rob Ljubljane. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 75 str.



- Digitalni model nadmorskih višin 12,5. Geodetska uprava Republike Slovenije, 2007. URL: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja> (Citirano 15. 3.2009).
- Dobravc, M., 2003. Poplavna ogroženost doline ob spodnjem toku Gradaščice in severnega dela Ljubljanskega barja. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 142 str. URL: <http://www.ljubljana.si/file/412265/Ocena+o+grozenosti+MOL+zaradi+poplav.pdf> (Citirano 15. 3. 2009).
- Dobravc, M., 2007: Ocena ogroženosti mestne občine Ljubljana zaradi poplav. Elaborat. Ljubljana, Mestna občina Ljubljana. URL: [http://www.ljubljana.si/file/405358/ogrozenost\\_mol\\_poplave\\_dobravc\\_2007.pdf](http://www.ljubljana.si/file/405358/ogrozenost_mol_poplave_dobravc_2007.pdf) (Citirano 10. 8. 2011).
- Doležal, M., 1991. Pregled zelenih površin in možnost njihove povezave v sistem na ožjem območju mesta Ljubljane. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 57 str.
- Dolinar, M., 1999. Obilne padavine ob poplavah jeseni leta 1998. *Ujma*, 13, str. 151–159.
- Đurović, B., Mikoš, M., 2004. Preventivno obvladovanje tveganj zaradi naravnih nevarnosti – postopki v alpskih državah in Sloveniji. *Acta hydrotechnica*, 22, 36, str. 17–35.
- Đurović, B., Mikoš, M., 2006. Ali smo ogroženi kadar tvegamo? Pojmi in izrazje teorije tveganj zaradi naravnih nesreč, geološko pogojenih nevarnosti. *Geologija*, 49, 1, str. 151–161.
- Ekstremni dogodki. URL: <http://www.arso.gov.si/cd/klima1/Zaslon/PDF%20Zaslon/15-Povratne%20dobe%20ekstremnih%20nalivov%20in%20temperatur.pdf> (Citirano 20. 4. 2009).
- Gašperič, P., 2004. Širitev Ljubljane na Ljubljansko barje. *Acta geographica Slovenica*, 44, 2, str. 7–33.
- Good practice in managing the ecological impacts of hydropower schemes, flood protection works and works designed to facilitate navigation under the Water Framework Directive. Version 4.2, case studies potentially relevant to the improvement of ecological status/potential by restoration/mitigation measures. 2006. Berlin, 65 in 201 str.
- Gregory, K. J., 2006. The human role in changing river channels. *Geomorphology*, 79, 172–191.
- Gumbel, E. J., 1958. *Statistics of extremes*. New York, Columbia University Press, 375 str.
- Jeriha, Ž., 2007. Poplave v urbanem okolju – protipoplavna gradnja. Seminarska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 69 str.
- Knapič, M., 2007. Vpliv zadrževalnika Brezje na poplavne vode reke Horjulščice. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 64 str.
- Kolman, G., 2006. Poplave v urbanem okolju – zadrževanje voda. Seminarska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 86 str.

- Komac, B., Natek, K., Zorn, M., 2008. Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Geografija Slovenije 20. Ljubljana, Založba ZRC, 180 str.
- Koprivšek, M., 2006. Ekohidrološke raziskave na potoku Glinščica. Diplomski naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 100 str.
- Krajevni leksikon Slovenije, 1971. Knj. 2. Savnik, R. (ur.). Ljubljana, Državna založba Slovenije, 705 str.
- LIFE Programme. European Commission. URL: <http://ec.europa.eu/environment/life/> (Citirano 20.3.2009).
- Manual of river restoration techniques. The River Restoration Centre URL: [http://www.therrc.co.uk/rrc\\_manual.php](http://www.therrc.co.uk/rrc_manual.php) (Citirano 15.3.2009).
- Markošek, J., 1997. Razvoj vremena v septembru 1997. V: Mesečni bilten, 4, 9, str. 14–16. Hidrometeorološki zavod, Ljubljana.
- Markošek, J., 1998. Razvoj vremena v novembru 1998. V: Mesečni bilten, 5, 11, str. 17–23. Hidrometeorološki zavod, Ljubljana.
- Markošek, J., 2005. Razvoj vremena v septembru 2005. V: Mesečni bilten, 12, 9, str. 20–25. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.
- Mesečni bilten oktober 1994. Hidrometeorološki zavod, Ljubljana, 22 str.
- Mikoš, M., 2007. Upravljanje tveganj in nova evropska direktiva o poplavnih tveganjih. Gradbeni vestnik, 56, str. 278–284.
- Mikoš, M., Kavčič, I., 1998. Majhni vodotoki v mestnem okolju – njihov pomen. Gradbeni vestnik, 47, str. 159–169.
- Mikoš, M., Kavčič, I., 2000. Vodotoki kot del naravne krajine v urbanem prostoru. V: Narava v mestu – med načrtovanim in spontanim. Ljubljana, Društvo krajinskih arhitektov Slovenije, str. 72–78.
- Mikoš, M., Kavčič, I., Muck, P., 1997. Ureditev izgubljenih površinskih odvodnikov v Ljubljani. Elaborat. Ljubljana, Vodnogospodarski inštitut, 99 str.
- Mikoš, M., Kavčič, I., Smolar-Žvanut, N., Muck, P., Zor, B., 1999. Ureditev izgubljenih površinskih odvodnikov v Ljubljani – II. faza. Končno poročilo o razvojno-raziskovalnem projektu. Elaborat. Ljubljana, Vodnogospodarski inštitut, 94 str.
- Mišmaš, B., 1998. Ocena poplavne varnosti ob Glinščici pod sotočjem s Pržancem. Diplomski naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 55 str.
- Nagode, B., 2008. Geografsko vrednotenje možnih posledic suhih zadrževalnikov v porečju Gradašnice. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 102 str.
- Natek, K., 2005. Poplavna območja v Sloveniji. Geografski obzornik, 52,1, str. 13–18.
- Natek, K., Mrak, I., Ogrin, D., Stepišnik, U., Bizjak, A., Repnik Mah, P., Vrhovšek, D., 2009. Sanacija malih vodnih tokov in ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti Ljubljane. Elaborat za mestno občino Ljubljana, 132 str.

- Osnovna geološka karta SFRJ. List Ljubljana. 1982. 1:100.000. Beograd, Zvezni geološki zavod.
- Podnebne razmere v Sloveniji (obdobje 1971–2000). 2006. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, 27 str. URL: [http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne\\_razmere\\_Slo71\\_00.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf) (Citirano 1.10.2008).
- Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi. 2009. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, 67 str.
- Povzetek posvetovalnega srečanja »Priprava strokovnih predlogov ukrepov za področja urejanja in rabe voda ter varstvenih vidikov upravljanja voda na podporečju srednje Save«. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, 12.9.2008.
- Premru, U., 1980. Osnovna geološka karta SFRJ. Tolmač za list Ljubljana. Beograd, Zvezni geološki zavod, 72 str.
- Pristov, J., 1991. Razpored padavin in njihov vpliv na poplave 1990. Ujma, 5, str. 10–15.
- Register prebivalcev Slovenije. 2005. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije.
- Steinacker, R., 1999. Strawman scenario for MAP SOS events. MAP Newsletter, 10 (April 1999), str. 2–5.
- Stibilj, U., 2003. Presoja poplavne varnosti s predlogom ureditve Malega grabna v Ljubljani. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 80 str.
- Stream corridor restoration principles, processes and practices. 2001. The Federal Interagency Stream Restoration Working Group. URL: [http://www.usda.gov/stream\\_restoration](http://www.usda.gov/stream_restoration) (Citirano 15.3.2009).
- Strokovne podlage za pripravo načrta upravljanja voda. Interno gradivo. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije, 2008.
- Škrbec, G., 2005. Hidrološki model Gradaščice z Glinščico. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 99 str.
- Štajdohar, M., 2005. Analiza vpliva urbanizacije na režim odtoka Glinščice. Diplomaska naloga. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 92 str.
- Trontelj, M., 1997. Kronika izrednih vremenskih dogodkov XX. stoletja. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, 135 str.
- Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja. 2008. Uradni list RS, 89.
- Vertačnik, G., Markošek, J., Pavčič, B., Dolinar, M., 2010. Izjemne padavine od 16. do 19. septembra 2010. Naše okolje, Bilten Agencije Republike Slovenije za okolje, 17, 9, str. 32–36. URL: [http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/NASE%20OKOLJE\\_2010\\_09.pdf](http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/NASE%20OKOLJE_2010_09.pdf) (Citirano 15.9.2011).
- Vrbajnsčak, M., 2008. Spremljanje delovanja ekoremediacijskega objekta (ERM) za čiščenje onesnaženega dotoka Glinščice. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 122 str.

Vrhovec, T., 2002. Padavine. V: Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana, Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, str. 42–46.

Vrhovšek, D., Griessler Bulc, T., Berden Zrimec, M., Zrimec, A., Zupančič Justin, M., Vrhovšek, M., Bidovec, M., Ameršek, I., 2003. Zaščita in revitalizacija vodotokov na območju Viča (Gradaščica, Glinščica, Pržanec) s pomočjo ekoremediacij. Končno poročilo. Ljubljana, Limnos, d.o.o., 44 str.

Vrhovšek, D., Vovk Korže, A., 2007. Ekoremediacije. Maribor, Filozofska fakulteta, Mednarodni center za ekoremediacije in Limnos d.o.o., 128 str.

Zakon o vodah. 2002. Uradni list RS, 67.

Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o vodah. 2008. Uradni list RS, 89.

## Seznam preglednic

Preglednica 1: Razredi maksimalnih pretokov in števila prebivalcev v porečjih.....	13
Preglednica 2: Površina, maksimalni pretoki in število prebivalcev po porečjih.....	14
Preglednica 3: Vzroki in posledice nekaterih najpogostejših človekovih posegov v območju malih vodotokov.....	16
Preglednica 4: Padavinski ekstremi v Ljubljani v obdobju 1900–2000 .....	21
Preglednica 5: Maksimalni nalivi (v mm) v Ljubljani v obdobju 1990–2007 .....	23
Preglednica 6: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih urnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007 .....	23
Preglednica 7: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih šesturnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007 .....	24
Preglednica 8: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih dvanajsturnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007 .....	25
Preglednica 9: Frekvenčna porazdelitev maksimalnih mesečnih 24-urnih nalivov v Ljubljani v obdobju 1990–2007 .....	26
Preglednica 10: Povratne dobe za ekstremne padavine za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad (1948–2007) .....	26
Preglednica 11: Mali vodni tokovi v mestni občini Ljubljana .....	28
Preglednica 12: Izračunani maksimalni pretoki na malih vodnih tokovih v mestni občini Ljubljana .....	29
Preglednica 13: Seznam negradbenih ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti .....	74
Preglednica 13: Seznam gradbenih ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti .....	75



## Seznam slik

Slika 1: Območja pogostih (temno modro) in katastrofalnih poplav (svetlo modro) na območju mestne občine Ljubljana .....	12
Slika 2: Velikost porečij malih vodotokov v mestni občini Ljubljana .....	13
Slika 3: Število prebivalcev po porečjih malih vodotokov v mestni občini Ljubljana leta 2005 .....	13
Slika 4: Spremembe obsega pozidanih površin v obravnavanih porečjih po letu 2005 .....	15
Slika 5: Vprašanja v povezavi s človekovimi vplivi na rečne struge, skupaj s poudarki na pristopih in metodah preučevanja, ki se gibljejo v smeri holističnega pristopa .....	18
Slika 6: Že ob zmerno močnih padavinah 'urejeni' mali vodotoki ne zmorejo sproti prevajati padavinske vode; neznaten potok teče čez Dobrunjsko cesto in poplavlja spodaj ležeče kmetijske površine (30.3.2009) .....	20
Slika 7: Zaradi izjemno obilnih padavin septembra 2010 so južni rob Ljubljane in Ljubljansko barje prizadele katastrofalne poplave. Na sliki so poplave v Črni vasi 19.9.2010 .....	22
Slika 8: Ob močnih nalivih, ki v topli polovici leta spremljajo plohe in nevihte, lahko v eni uri pade tudi več kot 50 mm padavin .....	25
Slika 9: Lokacije preučevanih delov porečij malih vodnih tokov v mestni občini Ljubljana .....	29
Slika 10: Mokrotlen gozd črne jelše v dnu doline nad naseljem Rakovnik .....	32
Slika 11: Suhi bajer v manjši, vzhodni dolini nad naseljem Rakovnik .....	32
Slika 12: Do roba napolnjen zadrževalnik tik pred vtokom v podzemni kanal .....	33
Slika 13: Že v veliki meri zasuto dno doline; pogled po dolini navzgor .....	34
Slika 14: Povsem zazidana ozka dolina (Gornji Rudnik I) od vtoka v kanal pri transformatorski postaji navzgor .....	35
Slika 15: Strma gozdnata grapa nad zadnjimi hišami na Ulici bratov Martinec .....	36
Slika 16: Zanemarjeno betonsko korito v spodnjem delu potoka, ki priteka iz Spodnjega Rudnika I .....	36
Slika 17: Vršaj na spodnjem koncu severovzhodne grape, tik nad hišo Spodnji Rudnik II, št. 60 .....	38
Slika 18: Nekoliko širša naplavna ravnica za kmetijo ob Dolenjski cesti .....	39
Slika 19: Betonska pregrada na Dolgem potoku nad Zgornjo Hrušico .....	40
Slika 20: Umetni kanal Dolgega potoka vzdolž ulice Ob potoku v Zgornji Hrušici .....	41

Slika 21: Novozgrajena hiša v zgornjem delu Spodnje Hrušice z 'inovativno' ureditvijo potoka .....	42
Slika 22: Nad potokom postavljena stanovanjska hiša v zgornjem delu Spodnje Hrušice.....	42
Slika 23: Izgon potoka Graben pod Hruševsko cesto; levo otroški vrtec .....	43
Slika 24: Funkcijska opredelitev območij porečja Bizoviškega potoka.....	44
Slika 25: Bizoviški potok ob cesti Pot v dolino, v betonskem koritu in brez življenja .....	45
Slika 26: Raba tal v porečju Bizoviškega potoka leta 2000 in 2008 .....	46
Slika 27: Nad Bizoviški potok postavljena nekdanja gostilna Super Li .....	47
Slika 28: Izgon Bizoviškega potoka, v ozadju Bizovik .....	47
Slika 29: Slikovita pokrajina mokrotnih travnikov v srednjem delu doline ob Rastučniku.....	48
Slika 30: Vtok Rastučnika v kanal, zadaj Cesta II. grupe odredov in most na njej .....	49
Slika 31: Podmolniški graben z mostu na Podmolniški cesti, zadaj hiše na nekoliko dvignjenem svetu nad poplavno ravnico .....	50
Slika 32: Poplavljanje Podmolniškega grabna ob zmerno močnih padavinah (30.3.2009) .....	50
Slika 33: Široko dolinsko dno med Žabjo vasjo in Sostrim.....	51
Slika 34: Reguliran Brezniški potok tik pred izlivom v Javorsko reko .....	52
Slika 35: Kmetija Dolenc v dolini Javorske reke .....	53
Slika 36: Umetna struga Javorske reke in široka poplavna ravnica ob potoku navzdol proti Podlipoglavu .....	53
Slika 37: Voda zastaja na poplavni ravnici ob Javorski reki pri Podlipoglavu .....	54
Slika 38: Široka poplavna ravnica na levem bregu Gobovška od Sostrega navzgor, v celoti pod travniki .....	55
Slika 39: Tik na desnem bregu Dobrunjščice zgrajen avtoservis Bitenc in močno degradirana brežina .....	55
Slika 40: Poplavna ravnica in naravni nasip Besnice v Zgornji Besnici .....	58
Slika 41: Zožena struga Besnice in hiše tik ob potoku v Spodnji Besnici .....	58
Slika 42: Stanovanjska hiša in poslovni objekti v Podgradu tik na desnem bregu Besnice .....	59
Slika 43: Razlika v višini med železniškim (v ospredju) in cestnim mostom (v ozadju) v Podgradu .....	59
Slika 44: Železniški most prek Gradolskega potoka .....	60
Slika 45: Spodnji del poplavne ravnice potoka Gostinca v istoimenskem zaselku .....	61

Slika 46: Železniški most čez Gostinco z velikim prepustom in nizek cestni most na lokalni cesti Zalog–Laze .....	62
Slika 47: Meandriranje in bočna erozija Črnušnice v gozdu tik nad Črnučami .....	63
Slika 48: Betonsko korito Glinščice poleg Biološkega središča .....	65
Slika 49: Vodotoki v mestni občini Ljubljana .....	68
Slika 50: Iztok zacevljenega vodotoka na Rudniku .....	69
Slika 51: Zaraščena regulirana struga vodotoka na Rudniku .....	70
Slika 52: Zacevljen vodotok na Rudniku .....	70
Slika 53: Vtok vodotoka v zacevitev .....	70
Slika 54: Številne premostitve prek Bizoviškega potoka .....	71
Slika 55: Neprimerna raba priobalnega zemljišča ob Bizoviškem potoku .....	71
Slika 56: Poplavne površine v mestni občini Ljubljana .....	72
Slika 57: Evidentirane kritične točke in opozorilna karta poplav .....	73
Slika 58: Možni odseki ERM ureditve vodotokov na Spodnjem Rudniku .....	80
Slika 59: Odsek ERM ureditve potoka Rastučnika .....	81
Slika 60: Odsek ERM ureditve Bizoviškega potoka .....	82
Slika 61: Odsek ERM ureditve vodotoka Graben v Spodnji Hrušici .....	83
Slika 62: Odsek ERM ureditve Dolgega potoka v Zgornji Hrušici .....	84
Slika 63: Odsek ERM ureditve vodotoka pri Podlipoglavu .....	85
Slika 64: Skica odbijača v kanaliziranem vodotoku .....	87
Slika 65: Primerjava kanaliziranega in revitaliziranega vodotoka .....	88
Slika 66: Skica zajede .....	89
Slika 67: Zajeda .....	89
Slika 68: Skica meandra .....	90
Slika 69: Prag .....	91
Slika 70: Sheme pragov različnih oblik .....	92
Slika 71: Shematski prikaz poplavne ravnice (razmejuje jo vegetacija, označena z zelenimi krogi) ob kanaliziranem potoku (zelena linija) .....	93
Slika 72: Vrbov poplet .....	94

## Imensko in stvarno kazalo

Številka v polkrepkem tisku = stran, kjer je tema podrobneje obdelana  
 Črka f ob številki strani = stran s fotografijo

### A

akumulacija, 19, 43, 47  
 alpsko-dinarska pregrada, 19, 20, 21

### B

Babna gora, 56  
 Bajer, 67  
 Besnica, 12, 14, 28, 29, 30, 31, 52, **57–59f**, 67, 72, 73, **85**, 97  
 Beteščica, 56  
 Betežica, 14, 28, 29, 30, **56**, 67  
 betonski kanal, 40, 45, 86, 88, 95  
 betonsko korito, 9, 36f, 37, 40, 42, 45f, 63, 64, 65f, 79, 82, 83, 85, 86, 87, 95  
 biodiverziteteta, 77, 78, 88  
 Bizovik, 43, 45, 47, 73  
 Bizoviška cesta, 43, 46  
 Bizoviški potok, 12, 14, 28, 29, 30, **43–47f**, 67, 71f, 72, 73, 78, **81–82f**, 97  
 Bizovski potok, 43  
 blatni tok, 19, 34, 43, 97  
 bližnja rekreacija, 32, 33, 45, 46, 50, 54  
 Breska, 67  
 Brezje pri Podlipoglavu, 52  
 Brezniški potok, 14, 28, 29, 30, **51–52f**, 78  
 Brezovska voda, 51  
 brežina, 55f, 77, 78, 79, 80, 85, 89, 93, 94, 95  
 brzica, 85, 88

### C

Cesta 13. julija, 50  
 Cesta Andreja Bitenca, 64  
 Cesta II. grupe odredov, 48, 49, 54, 55  
 ciklonalne padavine, 20

### Č

črna jelša, 32, 37, 38, 39, 43, 48, 49, 54, 81  
 Črna vas, 22f  
 Črni Vrh nad Polhovim Gradcem, 26  
 Črnuče, 14, 62, 63

Črnušnica, 12, 14, 28, 29, 30, 31, **62–63f**, 67, 85, 96

### D

deflektor, **86**, 97  
 deforestacija, 15, 17  
 denudacija, 37, 79  
 Direktiva 2007/60/ES, 66, 76  
 dobro stanje voda, 66, 97  
 Dobrunjska cesta, 20f  
 Dobrunjščica, 50, 52, 55f, 56, 67, 72, 73  
 Dolenjska cesta, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 79  
 dolenska železnica, 35, 37, 38, 39, 80  
 Dolgi potok, 14, 28, 29, 30, **39–41f**, 67, 71, 72, 73, **83–84f**  
 dolinsko dno, 41, 43, 49, 50, 51f, 56, 57, 61, 63, 69, 97  
 Dolnice, 64  
 doživljajska vrednost, 7, 45, 77, 88, 90, 91, 96  
 Dunajska cesta, 62  
 dvanajsturni naliv, 23, **24–25**

### E

ekološka fragmentiranost, 7, 96  
 ekološka funkcija, 56, 88  
 ekološki potencial, 7, 96  
 ekološko ravnotežje, 88  
 ekoremediacija, 8, 9, 54, **77**, 96  
 ekosistemska funkcija, 77, 78, 87, 88, 95  
 ekosistemska vrednost, 77  
 ekstremne padavine, 19, 20, **21**, 22, **26**  
 enourni naliv, **22–23**  
 ERM (ekoremediacija), **77–78**, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 91  
 erozija, 16, 19, 37, 41, 43, 45, 62, 63f, 68, 76, 79, 82, 83, 86, 91, 92, 94  
 erozijski jarek, 17  
 estetska vrednost, 7, 77, 78, 86, 96

## F

frontalne padavine, 24

## G

Gabrje, 60

Gameljšica, 67

genovski ciklon, 20, 25

Glince, 64

glinokop, 49, 50

Glinščica, 9, 14, 28, 29, 30, 31, **64–65f**,  
67, 85, 96

globinska erozija, 37

Gobovšek, 49, 50, 51, 52, 54, 55f, 67, 72,  
73

Golovec, 7, 8, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35,  
37, 39, 40, 41, 43, 48, 49, 69, 71, 72,  
73, 96, 97

Gornji Rudnik, 14, 28, 29, **34–35f**, **79**, 97

Gostinca, 12, 14, 28, 29, 30, **60–62f**, 72

Graben, 14, 28, 29, 30, **41–43f**, 71, 72,  
73, 78, **82–83f**, 97

Gradaščica, 7, 9, 11, 25, 52, 57, 64, 67, 96

Gradišče, 56

Gradoljski graben, 60

Gradolski potok, 14, 28, 29, 30, **60f**

gramozna jama, 45

grapa, 33, 35, 36f, 37, 38, 39, 40, 41, 43,  
45, 48, 49, 51, 52, 56, 57, 60, 64, 69,  
78, 79, 81, 85

Gruberjev prekop, 67, 69

Gumbelova metoda, 20

## H

habitat, 7, 31, 32, 67, 77, 78, 79, 81, 83,  
86, 87, 88, 90, 91, 92, 94, 95, 96

hidromorfološka degradacija, 7, 96

hidromorfološka struktura, 86

hladna fronta, 19, 24, 25

Horjulka, 67

Hruševska cesta, 41, 42, 43, 47, 51

hudournik, 8, 52, 57, 59

hudourniška poplava, 7, 8, 37, 40, 41, 45,  
58, 60, 68, 77, 79, 86, 96, 97

Hudourniška pot, 14, **38–39**, **80**

hudourniška voda, 11, 17, 37, 38, 40, 50,  
52, 53, 56, 57, 69, 80, 86, 96, 97

hudourniški potok, 50, 69, 85

## I

infiltracija padavin, 77

infiltracija vode, 75

infiltracijski jarek, 75

intenzivna kmetijska raba, 15

intenzivnost padavin, 19, 20, 27

izgon, 7, 11, 42, 43f, 46, 47f, 82

## J

Jamova cesta, 64

Janče, 60

japonski dresnik, 47

Javor, 57, 64

Javorska reka, 12, 14, 28, 29, 30, 51,  
**52–54f**, 56, 78, **84–85**, 96

jez, 15, 16, 75

jezbica, 75

## K

kakovost bivalnega okolja, 8, 78, 86, 95, 97

kakovost vode, 77, 78, 86

kanalizacija, 19

kanalizacijsko omrežje, 69, 97

karta poplavne nevarnosti, 66

karta poplavne ogroženosti, 66

kaskada, 81, 82, 83, 86

katastrofalne poplave, 11, 12, 22, 25

Kižlovka, 14, 28, 29, 30, **56**

kmetija, 38, 39f, 51, 52, 53f, 54, 60

kmetijska funkcija, 8, 56

kmetijska pokrajina, 64

kmetijska površina, 73, 92, 95

kmetijska raba, 15, 62, 90

kmetijsko zemljišče, 71

kmetijstvo, 17, 50, 88, 94

koridor, 7, 75, 96

Koseški bajer, 63

Koseze, 64

krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski  
hrib, 63

kvaliteta bivalnega okolja, 8, 96

kvaliteta bivanja, 8

kvaliteta vode, 87, 88, 97

## L

Laze, 59, 60,

letna višina padavin, **21**



LIFE, 8

Litijska cesta, 45, 55, 56

Ljubljana, 7, 11, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 37, 55, 96

Ljubljana-Bežigrad (meteorološka postaja), 20, 22, 26, 96

Ljubljana, 7, 11, 40, 43, 45, 48, 50, 52, 55, 56, 59, 67, 68, 96

Ljubljansko barje, 7, 11, 22f, 37, 79

Ljubljansko polje, 7

London, 14, 28, 29, 31, **33f**, 78

## M

maksimalne možne padavine, **19–26**, 27

maksimalni odtok, 14

maksimalni pretok, 12, 13, **14**, **27–30**, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 43, 48, 49, 51, 52, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 96

Mali graben, 11, 67, 68

Mali Lipoglav, 51

mali vodni tok, 9, 28, 29, 77

mali vodotoki, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 77, 78, 96, 97, 98

mestni vodotok, 9, **67**, 75

Marenček, 49

Mareška pot, 49, 51

Mazovnik, 37

meander, 62, 84, 85, 86, 90f, 92, 95

meandriranje, 63f, **90**

melioracije, 48, 90, 97

melioracijski jarek, 77

melioracijski kanal, 92

Mestna Gradaščica, 67

mestna občina Ljubljana, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 31, 52, 57, 67, 68, 72, 76, 77, 78, 86, 95, 96

mliščica, 84

mokrišče, 31, 32, 34, 37, 39, 40, 41, 43, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, **92–93**, 97

mokrotni habitat, 32, 86

mokrotni travnik, 48f, 49, 56, 57

Molnik, 51

most, 16, 37, 42, 46, 48, 49, 52, 54, 59f, 60f, 61, 62f, 75, 81

Mostec, 14, 28, 29, 30, **63**, 78

## N

načrt upravljanja voda, 66

načrt za obvladovanje poplavne ogroženosti, 66, 97

naliv, 19, 20, **21–26**, 34, 37, 43, 45, 52, 56, 96

naplavina, 16, 43, 75

naplavna ravnica, 39f, 47, 48, 49, 51, 52, 63

naravne nesreče, 7, 20, 76

naravni nasip, 57, 58f

naravni zadrževalnik, 53, 75

nasip, 32, 35, 37, 38, 75

nasipanje, 16

neurje, 17, 22, 45, 96

nevarnost poplav, 7, 34, 40, 41, 57, 74

nevihta, 19, 20, 22, 24, 25

nevihtna celica, 19

## O

Ob dolenjski železnici, 37

Ob mejašu, 40

Ob potoku, 40

obrečni habitat, 77

obrečni prostor, 67

obrežna vegetacija, 80, 85, 86, 88, **94**, 97

obrežni blažilec, 75

obrežni pas, 90

obvodni ekosistem, 77

obvodni habitat, 7, 87, 96

obvodni prostor, 8

odbijač, 85, **86–87f**, 95, 97

odbojnik toka, 86, 87

odlaganje (fluvialno), 16, 37, 45, 68

odlaganje gradbenega materiala, 17, 32, 79

odtočna drenaža, 16, 17,

odtočni kanal, 40, 45

odtočni koeficient, 27

ogroženost, 7, 8

onesnaženost vodotokov, 7, 96

opozorilna karta poplav, 72, **73f**, 74

Orle, 38, 48, 49

## P

padavine, 7, 8, 11, **19–26**, 20, 27, 36, 43, 46, 50, 54, 57, 61, 62, 96

padavinski ekstrem, **21–26**

- Pance, 52  
 paša, 17  
 plavje, 37, 39, 41, 45, 47, 48, 57, 61, 75, 79, 83, 94, 97  
 Podgorje, 56  
 Podgrad, 31, 58, 59, 60, 61, 73  
 Podlipoglav, 51, 52, 53, 54f, 56, 73, 78, 84, 85f  
 Podmolnik (naselje), 31, 49, 51  
 Podmolnik (potok), 14, **51**, 78  
 Podmolniška cesta, 54  
 Podmolniški graben, 14, 28, 29, 30, **49–51f**, 72, 96  
 Podutik, 64  
 podzemni kanal, 8, 9, 33, 35, 36, 37, 40, 48, 97  
 poglabljanje, 12, 14  
 poglabljanje struge, 16, 17, 45, 91  
 pogozdovanje, 16, 17, 75  
 Polhograjsko hribovje, 7, 25, 27, 64, 96  
 poplava, 7, 8, 10, 11, 12, 19, 22, 25, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 48, 49, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 85, 86, 88, 95, 96, 97, 98  
 poplavna direktiva, 66, 97, 98  
 poplavna nevarnost, 51, 72, 73, 74, 76, 98  
 poplavna ogroženost, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 26, 40, 52, 54, 63, 64, 66, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 95, 96, 97  
 poplavna ravnica, 7, 8, 43, 45, 50, 52, 53f, 54f, 55f, 56, 57, 58f, 60, 61f, 62, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 92, 93f, 95, 96  
 poplavna voda, 7, 8, 11, 27, 35, 39, 47, 49, 50, 52, 57, 60, 64, 66, 79, 89, 92, 96  
 poplavni val, 86, 92, 93  
 poplavno območje, 7, 9, 11, 49, 52, 54, 66, 69, 76, 97  
 Posavsko hribovje, 7, 27, 52, 56  
 poslovna cona Rudnik, 39  
 poslovno-obrtna cona, 37  
 pospešena erozija, 16  
 Pot v dolino, 45f, 46  
 povratna doba, 20, 21, 22, 23, 24, **26**, 27, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 43, 48, 49, 51, 52, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 72, 73, 96  
 pozidane površine, 15f, 46  
 požar, 15, 17  
 prag, 37, 61f, 81, 82, 83, 85, 86, **91–92f**, 95, 97  
 pregrada, 16, 33f, 37, 39, 40f, 41, 75, 79, 81, 83, 86  
 prehod hladne fronte, 19, 24  
 prepust, 19, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 48, 49, 51, 56, 57, 62, 63, 64, 81, 86, 97  
 Pri Mohtu, 49  
 priobalni pas, 71, 73, 74  
 priobalno zemljišče, 69, 71, 74, 75, 76, 97  
 prodišče, 49, 62, 83, 86, 88, 89  
 prostorske omejitve, 76, 98  
 prostorsko načrtovanje, 15, 50, 66, 76, 98  
 Pržanec, 9, 14, 29, 29, 30, 63, **64**, 67, 85  
 Pržanj, 64  
 PST, 33, 64
- R**  
 raba prostora, 17  
 raba tal, 15, 17, 27, 43, 46f, 66, 88  
 Rakovnik, 14, 28, 29, **31–32f**, **78**  
 Rastučnik, 14, 28, 29, 30, **48–49f**, 67, 71, 72, 73, 78, **81f**, 96  
 Rašica, 7, 27, 62  
 razbremenilnik, 75, 92  
 rečna mreža, 67  
 rečna struga, 15, 18, 58, 87  
 rečni breg, 11, 16, 17, 39, 45, 47, 54, 55, 57, 59, 75  
 regulacija, 54, 63, 71, 88  
 Rekarjeva reka, 52  
 rekreacijska funkcija, 8, 62, 64  
 rekreacijska vrednost, 7, 77, 78, 86, 96  
 rekreacijski potencial, 7, 96  
 rekreacijsko območje, 31, 63, 64  
 renaturacija, 85, 88  
 Repče, 51  
 retenzijska površina, 14, 63, 64, 74, 75  
 retenzijska sposobnost, 27  
 retenzijski bazen, 38  
 revitalizacija, 9, 77, 80, 84, 85, 88, 94, 95

ribnik, 31, 32, 38, 50, 75, 78  
Rožnik, 7, 8, 9, 27, 31, 63, 64, 96

## S

Sadinja vas, 31, 51, 52, 53, 54, 73  
samočistilna sposobnost, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 86, 87, 91, 95  
sanacija, 8, 10, 38, 40, 46, 51, 75, 77, 78, 86, 96, 97  
sanacijski ukrepi, 8, 34  
Sava, 7, 52, 60, 63, 67, 68  
sediment, 16, 17, 86, 87, 94  
SMURF, 9, 75  
sonaravna pregrada, 81, 86  
sonaravna ureditev, 80, 82, 86  
sonaravni razvoj, 8  
Sostro, 31, 49, 50, 51f, 52, 53, 54, 55, 56, 58  
specifični odtok, 96  
Spodnja Besnica, 58f  
Spodnja Hrušica, 29, 41, 42f, 73, 78, **82–83f**, 97  
Spodnji Rudnik, 78, 80f  
Spodnji Rudnik I, 14, 28, 29, **35f**, 36f, **79**, 80f, 97  
Spodnji Rudnik II, 14, 28, 29, **37–38f**, **79**  
sredozemska ciklogeneza, 20, 26  
stabilizacija bregov, 16, 94  
Stara voda, 67  
struga, 7, 8, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 34, 37, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 51, 53f, 54, 55, 57, 58f, 59, 61, 63, 67, 70f, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96  
Suhi bajer, **32f**

## Š

Šentpavel, 51  
šesturni naliv, 23, **24**  
Šivnik, 14, 28, 29, 30, **56**, 67, 78  
štiriindvajseturni naliv, 23, **25–26**

## T

terasiranje, 75  
Toško Čelo, 64  
trajnostna raba tal, 66

trajnostni razvoj, 8  
trajnostno načrtovanje, 66, 97  
transport sedimentov, 16, 17, 79  
Trebeljevo, 56, 57

## U

Ulica bratov Martinec, 36  
umetna struga, 46, 48, 53f, 77, 81  
umetni kanal, 40, 41f, 46, 48, 64, 85, 86, 97  
umetno korito, 43, 45, 64  
urbanistično načrtovanje, 55  
urbanizacija, 7, 8, 15, 17, 45, 74, 88, 96  
urbanizirane površine, 69, 97  
urbanizirano okolje, 19  
URBEM, 9, 75  
urejanje voda, 8, 43, 76  
urejanje vodotokov, 15  
urni naliv, 19, 20, **22–23**  
usad, 19

## V

Večna pot, 63  
Veliki Galjevec, 67  
Veliki Lipoglav, 52  
Vnajnarje, 60  
vodna direktiva, 66, 75, 97  
vodna infrastruktura, 74, 75  
vodni ekosistem, 77, 94  
vodni prostor, 67  
vodno zemljišče, 71, 74, 76, 97  
vrbov poplet, 94f  
vršaj, 7, 11, 37, 38f, 39, 43, 48, 52, 56, 64, 79, 96  
vtok, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 48, 49f, 70f, 75, 79, 86, 97

## Z

zacevljen vodotok, 69f, 70f, 71, 75, 76, 97  
zadrževalni bazen, 33  
zadrževalnik, 33f, 41, 67, 75, 78  
zadrževalnik poplavne vode, 8, 49, 96  
Zadvor, 48, 73  
zajeda, 85, **89–90f**, 95, 97  
zajetje, 16  
Zavogljje, 52, 55

zemeljski plaz, 19, 34, 43, 97

Zgornja Besnica, 57, 58f

Zgornja Hrušica, 29, 39, 40, 41f, 73, 83, 84f

zlata rozga, 32, 78

## Ž

Žabja vas, 49, 50, 51, 54, 73

Žagarski potok, 52

## Avtorji

Dr. Aleš Bizjak, Inštitut za vode Republike Slovenije, Hajdrihova ul. 28c, 1000 Ljubljana, e-mail: ales.bizjak@izvrs.si

Dr. Darja Istenič, LIMNOS Podjetje za aplikativno ekologijo, d.o.o., Požarnice 41, 1351 Brezovica pri Ljubljani, e-mail: darja@limnos.si

Dr. Irena Mrak, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Aškerčeva c. 2, 1000 Ljubljana, e-mail: irena.mrak@siol.net

Dr. Karel Natek, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Aškerčeva c. 2, 1000 Ljubljana, e-mail: karel.natek@guest.arnes.si

Dr. Darko Ogrin, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Aškerčeva c. 2, 1000 Ljubljana, e-mail: darko.ogrin@ff.uni-lj.si

Petra Repnik Mah, univ. dipl. inž. v. k. i., Inštitut za vode Republike Slovenije, Hajdrihova ul. 28c, 1000 Ljubljana, e-mail: petra.repnik@izvrs.si

Dr. Uroš Stepišnik, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Aškerčeva c. 2, 1000 Ljubljana, e-mail: uros.stepisnik@gmail.com

Dr. Danijel Vrhovšek, LIMNOS Podjetje za aplikativno ekologijo, d.o.o., Požarnice 41, 1351 Brezovica pri Ljubljani, e-mail: dani@limnos.si





## Doslej izdane publikacije iz zbirke GeograFF

### **GeograFF 1 – 2008**

Matej Ogrin: Prometno onesnaževanje ozračja z dušikovim dioksidom v Ljubljani

### **GeograFF 2 – 2008**

Barbara Lampič: Kmetijstvo v Mestni občini Ljubljana: relikv ali razvojni potencial

### **GeograFF 3 – 2008**

Marijan M. Klemenčič, Barbara Lampič, Irma Potočnik Slavič: Življenjska (ne)moč obrobni podedželskih območij v Sloveniji

### **GeograFF 4 – 2009**

Katja Vintar Mally: Države v razvoju – med okoljevarstvom in razvojnimi težavami

### **GeograFF 5 – 2009**

Več avtorjev: Okoljski učinki prometa in turizma v Sloveniji

### **GeograFF 6 – 2010**

Andrej Černe, Simon Kušar: The System of Indicators for Regional Development, Structure and Potentials

### **GeograFF 7 – 2010**

Irma Potočnik Slavič: Endogeni razvojni potenciali slovenskega podedželja

### **GeograFF 8 – 2010**

Marko Krevs, Dejan Djordjević, Nataša Pichler-Milanović (ur.): Challenges of spatial development of Ljubljana and Belgrade

### **GeograFF 9 – 2011**

Barbara Lampič, Dejan Rebernik (ur.): Spodnje Podravje pred izzivi trajnostnega razvoja

