

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Britovšek, N., 2016. Predlog ureditve reke Mislinje med Dovžami in Slovenj Gradcem. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Mikoš, M.): 74 str.

Datum arhiviranja: 09-09-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Britovšek, N., 2016. Predlog ureditve reke Mislinje med Dovžami in Slovenj Gradcem. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Mikoš, M.): 74 pp.

Archiving Date: 09-09-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO**

Kandidatka:

NEJA BRITOVŠEK

**PREDLOG UREDITVE REKE MISLINJE MED
DOVŽAMI IN SLOVENJ GRADCEM**

Diplomska naloga št.: 308/VKI

**PROPOSAL FOR THE MISLINJA RIVER REGULATION
BETWEEN DOVŽE AND SLOVENJ GRADEC**

Graduation thesis No.: 308/VKI

Mentor:

prof. dr. Matjaž Mikoš

Somentorica:

dr. Lidija Globevnik

Ljubljana, 05. 09. 2016

Spodaj podpisana študentka NEJA BRITOVŠEK, vpisna številka 26106933, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Predlog ureditve reke Mislinje med Dovžami in Slovenj Gradcem.

IZJAVLJAM

1. Obkrožite eno od variant a) ali b)
 - a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
 - b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programske opreme za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega študija.

V Ljubljani

Datum: _____

Podpis študenta/-ke: _____

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	556.536 (497.4)(043.2)
Avtor:	Neja Britovšek
Mentor:	prof. dr. Matjaž Mikoš
Naslov:	Predlog ureditve reke Mislinje med Dovžami in Slovenj Gradcem
Tip dokumenta:	Diplomsko delo – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	X + 74 str., 59 sl., 11 pregl., 19 pril.
Ključne besede:	urejanje vodotokov, hidravlična analiza, rečne inženirsko-biološke ureditve

Izvleček

Reke so v preteklosti s korenitimi posegi v vodni in obvodni prostor izgubljale samočistilno in zadrževalno funkcijo, zmanjšala se je biotska pestrost in število habitatov, spremenile so se morfološke in hidrološke značilnosti vodotoka. Šestintrideset kilometrov dolga reka Mislinja, ki izvira pod Roglo, teče skozi Mislinjo in Slovenj Gradec ter se pri Dravogradu izlije v reko Mežo, pri tem ni bila izjema. V nalogi je obravnavana hidravlična analiza odseka Mislinje med naseljema Dovže in Slovenj Gradcem. Predlagani so sonaravni ukrepi, ki bi izboljšali stanje vodotoka in povezanost ljudi z reko. Pri tem so bile upoštevane tako hidravlične, kot ekološke zahteve. Za pripravo topografskih podatkov, je bilo uporabljeno programsko orodje ArcGIS ter njegova razširitev HEC-GeoRAS za vnos podatkov o vodotoku (potek rečnega kanala, rečnih linij, bregov ter prečnih profilov). V programu HEC-RAS je bila s pripravljenim hidravličnim modelom opravljena hidravlična analiza za obstoječe in novo stanje za različne pretoke.

BIBLIOGRAFIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 556.536 (497.4)(043.2)
Author: Neja Britovšek
Supervisor: prof. Matjaž Mikoš, Ph.D.
Title: Proposal for the Mislinja river regulation between Dovže and Slovenj Gradec
Document type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: X + 74 p., 59 fig., 11 tab., 19 ann.
Keywords: river engineering, hydraulic analysis, river soil-bioengineering works

Abstract

Rivers have been losing its self-cleaning and holding function in the past, because of radical interventions to water and waterside areas, biotic diversity and the number of habitats decreased and morphological and hydrological characteristics of watercourses have also changed. Thirty-six kilometers long river Mislinja that springs under Rogla runs through Mislinja and Slovenj Gradec and flows into river Meža at Dravograd is no exception. In the thesis is presented the hydraulic analysis of Mislinja section between settlement Dovže and Slovenj Gradec and natural measures that would improve waterside condition and connection of people with the river are proposed. Hydraulic and ecological needs were taken into consideration. For topographical data preparation ArcGIS was used and its expansion HEC-GeoRAS for watercourse data entry (river canal, river lines, riverbanks and cross profile course). Hydraulic analysis for existing and new condition of different currents was made with program HEC-RAS and a prepared hydraulic model.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Matjažu Mikošu za pomoč in potrpežljivost ter podjetju TC Vode d.o.o. in dr. Lidiji Globevnik, da sem se jim lahko pridružila na terenu.

Rada bi se zahvalila staršem, bratu in sestri za vso vzpodbudo ter tistim prijateljem, ki so mi v tem obdobju brez dvomov stali ob strani. Največja zahvala pa gre Vorancu in Nelki, ker bi bilo brez njiju vse skupaj še težje in ostajata najboljša motivacija tudi v prihodnje.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM.....	III
BIBLIOGRAFIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA.....	V
1 UVOD	1
2 UREJANJE VODNEGA IN OBVODNEGA PROSTORA	2
2.1. Urejanje voda v preteklosti.....	2
2.2. Zakonodaja	3
2.2.1. Slovenska zakonodaja.....	3
2.2.2. Organizacija upravljanja z vodami v Sloveniji.....	7
2.2.3. Evropska zakonodaja.....	8
2.3. Sonaravno urejanje in njegov pomen	10
3 MISLINJSKA DOLINA	15
3.1. Povodje Mislinje in njene hidrološke značilnosti.....	15
3.2. Morfološke značilnosti Mislinjske doline	19
3.3. Geološke značilnosti.....	22
3.4. Biološke značilnosti.....	23
3.5. Dejavnosti, ki vplivajo na vodni in obvodni prostor reke Mislinje	26
3.5.1. Kmetijstvo	26
3.5.2. Poselitev in prometna infrastruktura.....	28
3.5.3. Energetika.....	29
3.5.4. Gospodarjenje z obvodno drevnino.....	33
3.6. Ohranjenost naravnega vodnega režima in težave na reki Mislinji	34
4 MATEMATIČNI HIDRAVLICNI MODEL	36
4.1. Programsko orodje HEC-RAS.....	37
4.2. Tlorisna situacija	39
4.3. Prečni profili.....	39
4.4. Določanje Manningovega koeficienta hrapavosti	39
5 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA ODSEKA.....	41
6 PREDLAGANI UKREPI.....	45
6.1. Ukrepi v vodotoku.....	45
6.1.1. Ribja skrivališča	45
6.1.2. Jezbice	46
6.1.3. Umetni otok.....	48

6.1.4.	Zalivi in zajede	48
6.2.	Ukrepi na brežini	49
6.2.1.	Kamnomet s potaknjenci	49
6.2.2.	Ureditev brežin v mestnem prostoru	50
6.2.3.	Sonaravno vzdrževanje brežin.....	50
6.2.4.	Stabilizacija brežin	51
7	LOKACIJE PREDLAGANIH UKREPOV	55
7.1.	Odsek med Dovžami in Turiško vasjo	55
7.2.	Odsek v Turiški in Tomaški vasi.....	56
7.3.	Odsek Šmartno pri Slovenj Gradcu.....	58
7.4.	Odsek v Slovenj Gradcu.....	62
8	POSLEDICE NEVZDRŽEVANE OBREŽNE ZARASTI NA CELOTNEM OBRAVNAVANEM ODSEKU REKE MISLINJE	66
9	ZAKLJUČEK.....	67
VIRI	69

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Seznam vodomernih postaj z nad pet letnim delovanjem na reki Mislinji (ARSO, 2014)	17
Preglednica 2: Seznam ribjih vrst, živečih v Mislinji in njihova ogroženost (Globevnik et al., 2014)	24
Preglednica 3: Inštalirana moč in proizvedena energija MHE v državah EU (Podvratnik, 2011)	30
Preglednica 4: Kemijsko stanje reke Mislinje v obdobju od leta 2006 do 2010 (ARSO, 2015)	35
Preglednica 5: V izračunih uporabljeni koeficienti n_g (Chow, 1959)	39
Preglednica 6: Pretoki z različnimi povratnimi dobami, določeni po statistični metodi (ARSO, 2013)	41
Preglednica 7: Razdalja med fašini (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008)	53
Preglednica 8: Strižne napetosti pri pretoku s povratno dobo 50 let na prvem odseku z jezbicami	59
Preglednica 9: Strižne napetosti pri pretoku s povratno dobo 50 let na drugem odseku z jezbicami	60
Preglednica 10: Primerjava učinka različnih vrednosti Manningovega koeficienta na odseku z jezbicami	61
Preglednica 11: Stanje po umeščenih ukrepih v Slovenj Gradcu pri Q100	65

KAZALO SLIK

Slika 1: Regulacija Ljubljanice leta 1913 (Gazvoda, 2005).....	3
Slika 2: Slovenija se deli na dva povodja (SURSO, 2007)	4
Slika 3: Organigram ARSO (ARSO, 2015)	7
Slika 4: Razlika med tokom naravnega in degradiranega vodotoka (Steinman, 2010).....	11
Slika 5: Spreminjanje pretoka v strugi z mokrišči (naravni) in brez mokrišč (kanalizirani) (Sajovic, 2010)	12
Slika 6: Sonaravno urejen odsek reke Soče v Trenti (Avtor: R. Fazarinc, vir: Repnik Mah, 2010).....	13
Slika 7: Remeandrirana ali sonaravno urejena reka Kissemmee po uspešni obnovi (Geography Hunter, 2011)	13
Slika 8: Vrbov poplet (NCHRP, 2005)	14
Slika 9: Živi plot (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008).....	14
Slika 10: Povodje Mislinje (Vir: ARSO, avtor: Britovšek, N.).....	15
Slika 11: Graf povprečnih mesečnih padavin v obdobju od leta 1981 do 2010 v Šmartnu pri Slovenj Gradcu (ARSO, 2014).....	16
Slika 12: Graf srednjih mesečnih pretokov Qs v obdobju od leta 1970 do 2012 (ARSO, 2014).....	17
Slika 13: Graf največjih zabeleženih pretokov Qvk v obdobju od leta 1970 do 2012 (ARSO, 2014).....	18
Slika 14: Graf najmanjših zabeleženih pretokov Qnk v obdobju od leta 1970 do 2012 (ARSO, 2014).....	18
Slika 15: Podolžni profil reke Mislinje (Cokan, 2012)	19
Slika 16: Hidromorfološki odseki Mislinje, dolžina struge in povprečni padec (Globevnik et al., 2014)	20
Slika 17: Mislinja v zgornjem toku (Britovšek, 2015).....	20
Slika 18: Srednji tok reke Mislinje poteka med naseljema Mislinja in Slovenj Gradcem (Geopedia, 2014)	21
Slika 19: Srednji tok reke Mislinje med Mislinjo in Slovenj Gradcem	21
Slika 20: Hidrogeološke enote porečja Mislinje (VGI, 1991; Globevnik et al., 2014).....	23
Slika 21: Registrirana drstišča v porečju reke Mislinje (RD koroška ribiška družina; Globevnik et al., 2014)	25
Slika 22: Vodni zadrževalnik Vogršček napaja namakalno omrežje v spodnji Vipavski dolini (Primorske novice, 2016)	27
Slika 23: Cesta bi morala slediti liniji vodotoka (Marušič et al., 1997).....	29
Slika 24: Male hidroelektrarne na porečju reke Mislinje (Vir: ARSO, avtor: Britovšek, N.).....	32
Slika 25: Ohranjenost naravnega vodnega režima na porečju reke Mislinje (Globevnik et al., 2014) ..	34
Slika 26: Struga z majhnim pretokom v Mislinjskem grabnu.....	35
Slika 27: Digitalni model terena v programskem orodju ArcGIS.....	36
Slika 28: Parametri energijske enačbe (Hydrologic Engineering Center, 2010).....	37
Slika 29: Profil 36 v kraju Brde pri pretoku z 20 – letno povratno dobo	42
Slika 30: Odsek reke Mislinje v Turiški in Tomaški vasi pri pretoku s 50 - letno povratno dobo.....	43
Slika 31: V centru kraja Šmartno struga ponekod prevaja pretoke s 100 - letno povratno dobo	43
Slika 32: Odsek reke Mislinje skozi Šmartno pri pretoku z 20 - letno povratno dobo	44
Slika 33: Odsek Mislinje v Slovenj Gradcu prevaja pretok s 100-letno povratno dobo (74,4 m ³ /s).....	44
Slika 34: Podvodni spodmol (Vernon County, 2012)	45
Slika 35: Izdelava spodmolov za nizke gladine vode v vznožju brežin z oblicami (Globevnik et al., 2014)	46
Slika 36: Zaporedno postavljeni odbijači toka v reki Ruhr (Ruhr, 2015)	47
Slika 37: Različne možnosti postavitve jezbic (Florineth, 2004).....	47
Slika 38: Umetni otok (Globevnik et al., 2014)	48

Slika 39: Zajeda (Sajovic, 2010)	49
Slika 40: Zaježitve na vodotoku imajo tudi funkcijo zadrževanja vode (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008).....	49
Slika 41: Vrbovi potaknjenci (NCHRP, 2005).....	50
Slika 42: Primera urejenih mestnih brežin (ArchDaily, 2015 in Divisare, 2014)	50
Slika 43: Žive fašine nameščene pod kotom (Lewis, 2000).....	52
Slika 44: Prikaz namestitve živih fašin (Lewis, 2000)	52
Slika 45: Poraščeni geotekstil ali geotekstil "sendvič" (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008).....	54
Slika 46: Lokacija kamnometa s potaknjenci	55
Slika 47: Lokacija kamnometa s potaknjenci v Turiški vasi	56
Slika 48: Vpliv potaknjencev na gladino vode pri pretoku z 20 – letno povratno dobo	57
Slika 49: Reka Mislinja v Tomaški vasi	57
Slika 50: Profil 57 v Tomaški vasi po umestitvi otoka pri različnih pretokih	58
Slika 51: Lokacija zajede oziroma zaliva v kraju Šmartno pri Slovenj Gradcu	59
Slika 52: Primerjava vodne gladine pred in po umestitvi jezbic v vodotok pri pretoku $v_{Qs} = 2,791 \text{ m}^3/\text{s}$ (Profil 139) pri 10 % povečanju Manningovega koeficienta.....	60
Slika 53: Obstoječi kamnomet med naseljema Šmartno in Slovenj Gradcem	61
Slika 54: Profil v Slovenj Gradcu po umestitvi otoka in stopnišča pri srednjem pretoku.....	62
Slika 55: Profil v Slovenj Gradcu po umestitvi predlaganih ukrepov pri pretoku s 100 - letno povratno dobo	63
Slika 56: Predlagani ukrepi na mestnem odseku reke Mislinje	64
Slika 57: Primera informacijskih panojev (Krško, 2012 in Ljubljansko barje, 2011).....	65
Slika 58: »Interaktivna« tabla iz Zlatorogove pravljичne dežele v Bohinju	65
Slika 59: Razlika v gladini vode v primeru vzdrževane in nevzdrževane vegetacije, profil 151 pri pretoku z 20 – letno povratno dobo	66

1 UVOD

V preteklosti sta bila glavna cilja upravljanja z vodami zagotavljanje pretočne sposobnosti pri visokih vodah ter s tem varovanje objektov in stabilizacija dna ter brežin. Pri sodobnem urejanju vodotokov se je tem ciljem pridružil še ekološki vidik. Vse manj je togih posegov v vodna telesa, v praksi pa se vedno bolj uveljavljajo revitalizacije vodotokov. Njihov cilj je doseči prvotne naravne značilnosti in sonaravno oblikovati vodno telo. S tem načinom se v vodotoku spet vzpostavi ravnovesje, poveča se samočistilna sposobnost, biodiverziteteta, uravna se kroženje hranil, izboljša se habitatna sposobnost okolja ter se poveča estetska vrednost vodotoka.

Reka Mislinja je 36 kilometrov dolga reka v severovzhodnem delu Slovenije. Sprva teče po Mislinjskem grabnu, potem po Mislinjski dolini, na koncu pa se pri Dravogradu izlije v reko Mežo. V preteklosti tudi reka Mislinja ni bila izjema. S človekovimi posegi v vodno telo je izgubila raznolikost, na mnogih mestih je povsem izravnana in regulirana. Življenja v vodi je malo, saj lahko tu najdemo le še ostanke nekdanjih velikih drstišč potočne postrvi.

Velik problem na reki Mislinji predstavljajo preveliki odvzemi vode za potrebe malih hidroelektrarn. Na celotnem porečju jih je kar enaindvajset. Ob reki je veliko kmetijskih površin in naselij, ki bi lahko bila vzrok potencialnega onesnaženja. Mislinja ima skozi Slovenj Gradec in naselje Mislinjo urbani značaj in slabo naravno ohranjenost. Sicer je tok bolj naraven, vendar naravni izgled kvarijo občasne toge regulacije ter enoličen tok brez tolmunov in razširitev. Povezanost krajev ob Mislinji z reko je slaba, ob poti ni rekreativnih poti, ljudje se ob reki ne zadržujejo. Reka sicer ima ta potencial, vendar ni izkoriščen.

V prihodnosti je želja, tudi za to pristojnih, da se reka uredi s sonaravnimi ukrepi, da se okrepi samočistilna sposobnost, prepreči erozija, obogati biotska pestrost in podaljša čas zadrževanja vode, kar bi pomenilo manjši poplavni val in bogatejšo podtalnico. Z bolj naravnim izgledom bi bila reka tudi bolj privlačna za ljudi in njihovo preživljanje prostega časa.

V nalogi je izbranih nekaj predlogov, ki bi utegnili izboljšati stanje reke in odnos ljudi do nje.

2 UREJANJE VODNEGA IN OBVODNEGA PROSTORA

2.1. Urejanje voda v preteklosti

Ljudje so se v vsej zgodovini naseljevali vzdolž vodotokov (Mikoš, 2000). Prve visoke civilizacije so nastale ob velikih rekah in porečjih zaradi ugodnih pogojev za razvoj kmetijstva. Reke so bile tudi plovne in najbolj pomembne prometne poti. Območja na gričevnatih predelih, kjer so na začetku živeli ljudje, so zaradi naraščajočega števila prebivalstva kmalu postala premajhna in takrat je človek začel izsuševati močvirja, intenzivneje izrabljati poplavne ravnice in se naseljevati v neposredno bližino vodotokov. Potreba po poseganju v vodno okolje je bila zmeraj večja.

V dobi industrializacije kmetijstva in širitve naselij, industrije ter infrastrukture, so vodotoki postali neke vrste ovira za nemoten razvoj dejavnosti. S širjenjem naselij se je povečal delež neprepustnih površin in s tem površinski odtok vode, zmanjšal se je nivo podtalnice, obvodna vegetacija je bila v veliki meri odstranjena, reke so postale vedno bolj omejene le na strugo vodotoka. Hidrološki režim se je zaradi spremenjenih razmer spremenil in poplave so postajale vse pogostejše. V tem obdobju je bil zabeležen razmah velikih hidrotehničnih posegov po celotnem srednjeevropskem prostoru. Ljudje so zaradi zaščite pred poplavami in osuševanja poplavnih ravnin za potrebe kmetijstva in širjenja naselij začeli izravnati in poglobljati struge ter graditi nasipe, vodne zadrževalnike, hidromelioracijske jarke in odstranjevati pasove obrežne vegetacije (Just et al., 2003). Skupni cilj teh ureditev je bil, razen zagotavljanja poplavne varnosti, doseči stabilno strugo vodotoka z maksimalno sposobnostjo za premeščanje plavin. Pogosto se je težilo k temu, da je imel vodotok ravno dno in so se tako lahko objekti za zavarovanje zmanjšali na minimum. Posledica takega pristopa pri urejanju vodotokov je bilo njihovo reguliranje (Mikoš, 2000).

V preteklosti so bili vodotoki spremenjeni tudi z namenom pridobivanja električne energije. Prva hidroelektrarna pri nas je bila zgrajena že leta 1918. V tem obdobju se je začela povečevati tudi uporaba umetnih gnojil in kemičnih sredstev za zatiranje škodljivcev v kmetijstvu, ki se izpirajo v površinske vodotoke in podtalnico. Vsi ti posegi in vplivi na vodni in obvodni prostor pomenijo grožnjo za ekološko stabilnost vodnega okolja, izgubljajo se osnovne funkcije vodnih ekosistemov, spreminja pa se tudi videz kulturne krajine.

Z razvojem betona so v preteklosti gradili betonska korita predvsem v mestnem okolju in reke so pridobile izrazito antropogen, tehnično urejen videz. S tem in s poslabšanjem kakovosti vode, so reke v mestih izgubile svojo privlačnost. Regulacije pa kmalu niso bile omejene samo na mestni prostor

ampak se je začelo urejati tudi vodotoke na podeželju, kjer pa imajo toge ureditve še bolj izrazito izstopajočo, umetno podobo (Gazvoda, 2005).



Slika 1: Regulacija Ljubljanice leta 1913. Naravno korito je bilo zabetonirano, bregovi utrjeni in reka je dobila povsem drugačen značaj (Gazvoda, 2005).

2.2. Zakonodaja

2.2.1. Slovenska zakonodaja

Slovenija je zelo bogata z vodnimi viri. Po njenem ozemlju se v rekah in potokih, ki jih je skupno okoli 28000 kilometrov, letno pretoči 34 milijard m³ vode. To jo uvršča med najbolj vodnate države v Evropi, saj po skupni količini vode na prebivalca skoraj štirikrat presega evropsko povprečje (SURS, 2014).

Ozemlje Slovenije se deli na dve vodni območji. Prvo je povodje Donave, ki ga sestavljajo porečje Mure, Drave in Save s Kolpo. Obsega kar 81 % vodnega ozemlja. Drugo je povodje Jadranskega morja, ki ga sestavljajo porečje Soče in jadranskih rek ter obsega 19 % ozemlja.



Slika 2: Slovenija se deli na dva povodja (SURS, 2007)

V Sloveniji je urejanje z vodnim in obvodnim prostorom urejeno z zakoni, strategijami in uredbami na področju različnih upravnih in gospodarskih sektorjev. Veljavna zakonodaja določa dovoljene posege in in tudi to, kdo lahko v prostor posega.

Ustava Republike Slovenije že v splošnih določbah prvega poglavja vsebuje ustavna izhodišča in normative za urejanje varstva okolja, kamor je uvrščeno tudi gospodarjenje z vodami (Kocuvan Polutnik in Globevnik, 2002).

Ustavne določbe zakonodajalca zavezujejo, da z zakoni uredi:

- način pridobivanja in koriščenja lastnine tako, da se ohranja njena ekološka funkcija,
- pogoje rabe zemljišč,
- pogoje za izkoriščanje naravnih bogastev,
- pogoje pridobivanja posebne pravice uporabe na javnem dobru, katerega del je tudi naravno javno dobro,
- način uresničevanja pravice do zdravega življenjskega okolja,

- pogoje in načine opravljanja gospodarskih in drugih dejavnosti za uresničevanje obveznosti države za zdravo življenjsko okolje,
- pogoje in obseg škode, ki jo je dolžan poravnati povzročitelj škode v življenjskem okolju ter
- način varovanja naravnih znamenitosti in redkosti.

Zakon o vodah je temeljni zakon za upravljanje z vodami v Republiki Sloveniji. Ureja upravljanje z morjem, površinskimi in podzemnimi vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči.

Upravljanje z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči obsega varstvo voda, urejanje voda in odločanje o rabi voda. Zakon o vodah ureja tudi javno dobro in javne službe na področju voda, vodne objekte in naprave ter druga vprašanja, povezana z vodami. Posegi zaradi urejanja voda morajo biti načrtovani in izvedeni tako, da bistveno ne poslabšajo lastnosti vodnega režima in bistveno ne porušijo naravnega ravnovesja vodnih in obvodnih ekosistemov. Urejanje voda obsega skrb za ohranjanje in uravnavanje vodnih količin, varstvo pred škodljivim delovanjem voda, vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč ter skrb za hidromorfološko stanje vodnega režima.

Cilj upravljanja z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči je doseganje dobrega stanja voda in drugih, z vodami povezanih ekosistemov, zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje in uravnavanje vodnih količin in spodbujanje trajnostne rabe voda, ob upoštevanju dolgoročnega varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti. Pri opredelitvi ciljev upravljanja z vodami in z njimi povezanih programih ukrepov se upoštevajo vplivi podnebnih sprememb.

Pomembno določilo tega zakona je razdelitev celinskih voda v dva reda. Priobalno zemljišče celinskih voda je opredeljeno kot zemljišče, ki neposredno meji na vodno zemljišče. Zunanja meja priobalnih zemljišč sega na vodah 1. reda vsaj 40 metrov od meje vodnega zemljišča, na vodah 2. reda pa pet metrov od meje vodnega zemljišča. Vlada lahko določi drugačno zunanjo mejo priobalnih zemljišč, če je to potrebno. V priobalnem pasu so možni le določeni posegi, ki so določeni v zakonu, ne glede na lastništvo. Namen je omogočiti dostop javnim službam, ki izvajajo sanacijska ali vzdrževalna dela na vodotoku, zagotoviti zaščito brežin in varnost pred pojavom erozije.

Na vodnem in priobalnem zemljišču se sme v prostor posegati le v primeru, ko gre za (37. člen):

- gradnjo objektov javne infrastrukture,
- gradnjo objektov grajenega javnega dobra,
- ukrepe, ki se nanašajo na izboljšanje hidromorfoloških in bioloških lastnosti površinskih voda,

- ukrepe, ki se nanašajo na ohranjanje narave,
- gradnjo objektov, potrebnih za rabo voda, zagotovitev varnosti plovbe in varstva pred utopitvami na naravnih kopališčih,
- gradnjo objektov, namenjenih varstvu voda pred onesnaženjem,
- gradnjo objektov, namenjenih obrambi države, zaščiti in reševanju ljudi, živali in premoženja ter izvajanju nalog policije.

V 71. členu Zakona o vodah je opredeljen ekološko sprejemljivi pretok. To je tista količina vode, ki ob dovoljeni rabi ne poslabšuje stanja vode oziroma ne preprečuje njenega izboljšanja ter ohranja zgradbo in delovanje vodnega in obvodnega ekosistema.

Pri posebni rabi površinskih voda, zaradi katere bi se lahko zmanjšal njen pretok ali znižala gladina ali poslabšalo stanje voda, mora biti v vseh letnih obdobjih zagotovljen ekološko sprejemljivi pretok. Imetnik vodne pravice mora zagotavljati spremljanje ekološko sprejemljivega pretoka.

Zakon o varstvu okolja ureja varovanje celotnega okolja pred obremenitvami z namenom trajnostnega razvoja. Pokriva več različnih sektorjev, med njimi tudi področje upravljanja z vodami. Temeljni cilji varstva okolja po zakonu so trajno ohranjanje narave, biotske raznovrstnosti in ekološkega ravnotežja, raznovrstnosti in kakovosti naravnih dobrin, rodovitnosti zemljišč, estetske vrednosti krajine in zmanjševanje ter optimizacija naravnih virov, snovi in energije. Zakon opredeljuje vodo kot naravni vir.

Iz Zakona o varstvu okolja izhaja **nacionalni program varstva okolja** (v nadaljevanju NPVO), ki je strateški dokument, v katerem so opredeljeni cilji, usmeritve in strategije razvoja okolja in rabe naravnih virov. Ker je NPVO osredotočen na okoljske probleme, ki jih povzroča človek, obravnava le kakovost vode, ne pa tudi količine, dinamike ali bioloških značilnosti (Kocuvan Polutnik in Globevnik, 2002).

Zakon o ohranjanju narave določa ukrepe, s katerimi se ohranja biotska raznovrstnost in sistem varstva naravnih vrednot z namenom prispevati k ohranjanju narave. Po zakonu je treba ohranjati in razvijati biotsko pestrost, posegi v prostor pa se morajo izvajati tako, da se ohranjajo naravne značilnosti krajine. V 4. členu so naravne vrednote opredeljene kot vsa naravna dediščina na območju Republike Slovenije. Med njih se uvrščajo tudi številni vodni ali z vodo povezani pojavi, kot so: kraški pojavi, soteske, ledeniki in oblike ledeniškega delovanja, izviri, slapovi, brzice, jezera, barja, potoki in reke z obrežji ter morska obala. V zakonu pa niso obravnavani vsi vodni pojavi, temveč le tisti, ki imajo status naravnih vrednot.

2.2.2. Organizacija upravljanja z vodami v Sloveniji

Upravljanje z vodami je pri nas urejeno s predpisi na področju voda in okolja in je primerljivo z evropskim. Obravnava področja rabe, varstva in urejanja voda. Podlage za ureditev so evropski pravni akti, smernice in strategije s področja voda in okolja ter tudi naravne danosti Slovenije, ki so pod stalnim vplivom naravnih procesov in človeka. Upoštevati se mora heterogenost področja, nujno je poznavanje značilnosti območij in možnost stalnega spremljanja dinamike procesov. To zahteva stalen stik z dogajanjem in ljudmi na območju (Grčar, 2004).

Ministrstvo za okolje in prostor (v nadaljevanju MOP) je pristojno za področja varstva, rabe ter urejanja voda in naloge v zvezi z izvajanjem javnih služb, kamor spada tudi oskrba s pitno vodo ter odvajanje in čiščenje komunalne ter padavinske odpadne vode. Naloge so razdeljene med ožjim ministrstvom in njegovimi organi v sestavi. To pa so predvsem Agencija RS za okolje, Direkcija RS za vode in Inšpektorat RS za okolje in prostor ter območne pisarne.

MOP je odgovorno za pripravo temeljnih dokumentov za izvajanje politike upravljanja z vodami in proces vključevanja javnosti. Poleg tega pripravlja tudi predpise, vladne akte za rabo vode, varstvo voda (vodovarstvena območja, območja kopalnih voda) in urejanje voda v povezavi z vodnimi in priobalnimi zemljišči, vodno infrastrukturo, ogroženimi območji ter izvajanjem javnih služb urejanja voda. Ministrstvo skrbi tudi za usklajevanje politike s področja voda na ravni institucij Evropske komisije (MOP, 2016).

Agencija RS za okolje (v nadaljevanju ARSO), ustanovljena leta 2001, je upravni organ MOP. Opravlja strokovne, upravne in analitične naloge s področja okolja na državni ravni. Vodi in predstavlja jo generalni direktor, ki je za svoje delo in delo ARSO odgovoren ministru.



Slika 3: Organigram ARSO (ARSO, 2015)

Naloga ARSO je spremljanje, analiziranje in napovedovanje naravnih pojavov ter s tem zmanjševanje naravne ogroženosti ljudi in njihovega premoženja. Agencija s spremljanjem stanja okolja zagotavlja javne okoljske podatke, varuje okolje, ohranja naravne vire in biotsko raznovrstnost ter zagotavlja trajnosten razvoj države (Koren, 2004). Pomembno vlogo ima tudi pri izvajanju okoljske zakonodaje, saj na agenciji vodijo upravne postopke z zavezanci za plačevanje okoljskih dajatev (vodna povračila, takse za obremenjevanje voda, takse za obremenjevanje okolja zaradi odlaganja odpadkov in takse za obremenjevanje zraka z emisijami ogljikovega dioksida), izdajajo okoljevarstvena dovoljenja, vodijo evidence emisij ter odredajo in spremljajo izvajanje sanacijskih programov. Obravnavajo pa tudi problematiko na področju podnebnih sprememb, spremljajo njihove posledice in pripravljajo programe za prilagajanje tem spremembam (Cegnar, 2011).

Direkcija RS za vode (v nadaljevanju DRSV) je organ v sestavi Ministrstva za okolje in prostor. Ustanovljena je bila leta 2015, delovati pa je začela januarja naslednjega leta. DRSV je nastala s ciljem vzpostavitve sistema, ki omogoča celostno upravljanje z vodami. Direkcija je od ARSO prevzela naloge v zvezi s podeljevanjem koncesij za vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč tistim družbam, ki izpolnjujejo vse zahtevane pogoje. Koncesionarji, ki so izbrani na podlagi koncesijske pogodbe, se v pogovornem jeziku imenujejo tudi vodnogospodarska podjetja (VGP) (Hidrotehnik, 2016).

Inšpektorat RS za okolje in prostor (IOP) opravlja naloge inšpekcijskega nadzora nad izvajanjem predpisov z delovnega področja Ministrstva za okolje in prostor. Inšpektorat nadzoruje izvajanje zakonov, drugih predpisov in splošnih aktov.

Inšpekcijski nadzor nad izvrševanjem določb in predpisov, izdanih na podlagi Zakona o vodah, izvajajo inšpektorji, ki so pristojni za vode. Na notranjem območju vodovarstvenega območja, neposredno ob zajetju pa nadzor izvajajo zdravstveni inšpektorji (IOP, 2016).

2.2.3. Evropska zakonodaja

Področje voda urejajo številni mednarodni dokumenti, ki poudarjajo vzdržno rabo, učinkovitejše varstvo vodnega in obvodnega prostora, omejevanje in odpravo onesnaževanja voda ter vračanje vodotokov v naravno stanje. Poleg tega uvajajo načelo vzdržnega in trajnostnega razvoja, ki temelji na ohranjanju naravnih virov, narave in naravnih značilnosti. Slovenija je ratificirala večino mednarodnih konvencij in pogodb, ki urejajo vprašanja s področja vodnega in obvodnega prostora (Kocuvan Polutnik in Globevnik, 2002).

Vodna direktiva Evropske Unije (Water Framework Directive 2000/60/EC) je bila sprejeta leta 2000, s ciljem izboljšati vodno okolje v Evropski Uniji. Ukvarja se s površinskimi vodami, morjem in podtalnico. V direktivi je določeno, da se ekološko stanje vodnih teles ocenjuje na osnovi petih kakovostnih razredov (zelo dobro, dobro, zmerno dobro, slabo in zelo slabo) (Marušič et al., 2005). Uvaja pa tudi celostno upravljanje z vodami, kar pomeni ravnanje z vodnimi viri tako, da se gospodarstvo in družba razvijata na način, ki ne ogroža obstoja življenjsko pomembnih ekosistemov. Cilj celostnega upravljanja z vodnim in obvodnim prostorom je vzpostaviti ravnotežje med rabo in varovanjem vira na način, da se ohranijo njegove funkcije in značilnosti.

Namen Vodne direktive je postavitev okvira za preprečevanje slabšanja stanja vodnih ter kopenskih ekosistemov in močvirij, vzpodbujati trajnostno rabo vode, zagotoviti postopno zmanjševanje onesnaženosti podzemne vode in preprečiti njeno nadaljnje onesnaževanje ter prispevati k blažitvi učinkov ekstremnih pojavov, kot so poplave in suše.

Ramsarska konvencija (Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat (Ramsar), No. 15/1992) je konvencija o mokriščih, ki je bila sprejeta leta 1971 v iranskem mestu Ramsar. To je bila prva globalna mednarodna pogodba o ohranjanju in trajnostni rabi naravnih dobrin. Države podpisnice so se obvezale vzdrževati takšno politiko razvoja, ki ne bi ogrozila obstoja mokrišč, njihovih funkcij in biotske raznovrstnosti ter da bodo med drugim ohranjale ter vzdrževale njihovo ekološko ravnovesje, načrtovale celostno upravljanje povodij ob spoštovanju načela trajnostne rabe in podpirale razvojno politiko ohranjanja mokrišč na svojem ozemlju. Na seznam Ramsarske konvencije so v Sloveniji vpisane Sečoveljske soline, Škocjanske jame in Cerknjsko jezero z okolico (Kocuvan Polutnik in Globevnik, 2002).

Helsinška konvencija (Convention on the Protection and use of Transboundary Watercourses and International Lakes) je dokument o varstvu in uporabi čezmejnih vodotokov in mednarodnih jezer, ki je bil sprejet leta 1992 v Helsinkih.

Splošni cilj konvencije je preprečevanje, nadzor in zmanjšanje onesnaževanja čezmejnih vodotokov in mednarodnih jezer ter pospeševanje mednarodnega sodelovanja na področju varstva in uporabe čezmejnih vodotokov (Kocuvan Polutnik in Globevnik, 2002).

Donavska konvencija (Convention on Cooperation for the Protection and Sustainable use of the Danube River) je bila podpisana leta 1994 v Bolgariji in je v veljavo stopila štiri leta kasneje. Države podpisnice se zavezujejo, da bodo trajno omejevale onesnaževanje (kemično, biološko, toplotno),

skupaj načrtovale posege v vodni in obvodni prostor ter nadzorovale odtekanje voda, poplavljanje in erozijo (Kocuvan Polutnik in Globevnik, 2002).

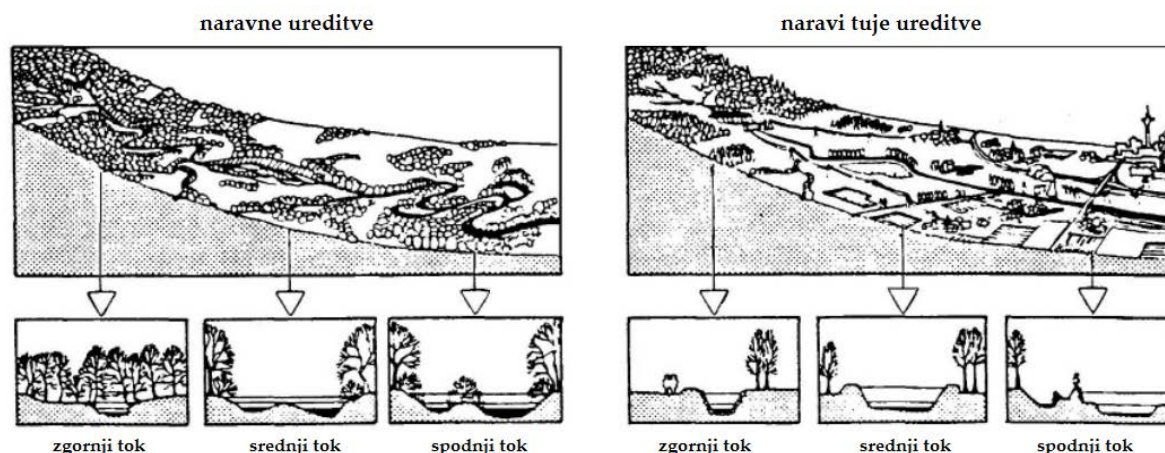
Agenda 21 (Rio Declaration on Environment and Development) je mednarodni dokument, ki je bil sprejet na svetovni konferenci OZN o okolju in razvoju leta 1992 v Riu de Janeiru. Določa načine ter vsebino planiranja in upravljanja z naravnimi viri. Dokument opredeljuje glavne okoljske težave, ukrepe, ki so potrebni za uresničevanje trajnostnega razvoja in vsebuje priporočila za zmanjševanje negativnih vplivov na okolje. Za naše območje so predvsem pomembna priporočila za sonaravno upravljanje z morjem in obalnim prostorom ter varovanje virov pitne vode (Kocuvan Polutnik in Globevnik, 2002).

Direktiva o obvladovanju poplavne ogroženosti (Direktiva 2007/60/ES Evropskega Parlamenta in Sveta) je stopila v veljavo konec novembra 2007. Njen cilj je zmanjšati ogroženost in škodljive posledice poplav v Evropski Uniji. Državam članicam nalaga, da morajo določiti poplavno ogrožena povodja in obalna območja, oceniti poplavno ogroženost ter izdelati karte poplavne ogroženosti in načrte za zmanjševanje verjetnosti poplav in njihovih posledic.

Direktiva predpisuje tudi čezmejna pogajanja glede poplavne ogroženosti. Države članice morajo svoje dejavnosti v skupnih povodjih uskladiti z drugimi državami in ne smejo izvajati ukrepov, ki bi lahko povečali poplavno ogroženost gor- ali dolvodno (razen, če je bilo tako dogovorjeno). Preglednost in vključenost državljanov sta pomembni prednosti te direktive, saj države članice zavezuje, da na območjih, ki so potencialno ogrožena, obveščajo svoje državljane in jih vključujejo v proces načrtovanja (MOP, 2007).

2.3. Sonaravno urejanje in njegov pomen

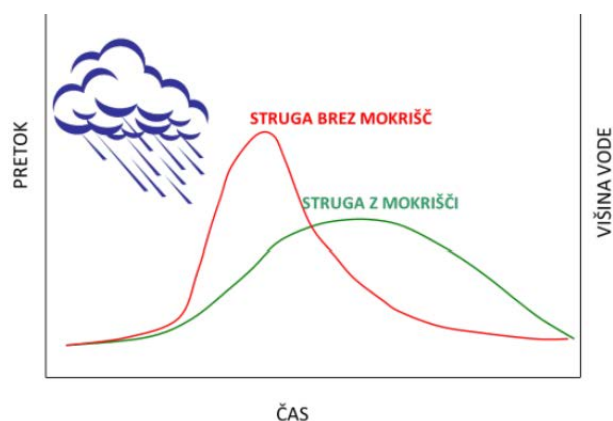
Za potrebe kmetijstva, tehnološkega napredka, poselitve in poplavne varnosti je človek skozi zgodovino močno spreminjal vodotoke. V preteklosti se je problem urejanja voda reševal s klasičnimi regulacijskimi posegi v vodno telo. Posegi so bili v glavnem usmerjeni v izsuševanje obvodnega prostora, uravnavanje strug in odstranjevanje vegetacije zaradi povečanja pretočnih sposobnosti, zato je obrežna vegetacija reguliranih odsekov ponavadi zelo osiromašena. Predvsem manjkajo lesne vrste (dren, jelša, vrba).



Slika 4: Razlika med tokom naravnega in degradiranega vodotoka (Steinman, 2010)

Mnoge reke in potoki so izgubili izgled in funkcije (samočistilna, zadrževalna in velika biodiverziteteta) naravnih vodotokov. Zmanjšala se je biotska pestrost in število habitatov. Prišlo je tudi do spremenjenih fizikalnih in kemijskih parametrov vode, morfoloških in hidroloških značilnosti vodotoka. Ureditve strug in krčenje poplavnih ravnin so prinesle vrsto težav, saj so se pojavile neugodne spremembe pretočnega in sedimentnega režima, hitrejši tok je povzročil manjšo stabilnost strug. Zaradi izgube vzdolžne in prečne razgibanosti struge in skrajšanega časa pretoka, se je zmanjšala samočistilna sposobnost vodotoka. Izgled struge je slabši, ljudje slabše in težje dojemajo vodno telo kot sestavni del krajine (Just et al., 2003). S kanaliziranjem reke ali potoka se je pretrgala povezava med kopenskim in vodnim okoljem, s čimer se je porušilo naravno ravnovesje vodotoka (Vovk Korže in Vrhovšek, 2008).

Sposobnost vodnega telesa za blaženje vodnih viškov se je zaradi prekinitve povezave s poplavno ravnico zmanjšala. Ob nalivih v kanaliziranih vodotokih voda prehitro odteka dolvodno, kar lahko v spodnjem delu reke povzroča poplave, v zgornjem delu pa sušo poleti. Zaradi prehitrega odtoka vode se manjšajo zaloge podtalnice, saj se voda ne zadržuje na območju. To povzroča tudi veliko ekonomsko in ekološko škodo.



Slika 5: Spreminjanje pretoka v strugi z mokrišči (naravni) in brez mokrišč (kanalizirani) (Sajovic, 2010)

Na območju regulirane struge pride do spremenjenega vrstnega sestava organizmov (Vrhovšek, 2003), biotska pestrost se zmanjša ali pa občutljive vrste celo izginejo. Zaradi prečnih objektov v vodotoku ali neugodnih pretočnih razmer, je otežena ali onemogočena migracija živali. Okolje v reki je bolj monotono, kar pomeni, da je bolj monoton tudi vodni živelj. Avtohtone vrste rastlin in živali nadomestijo bolj prilagodljive invazivne (Just et al., 2003). Na območjih, predvsem v mestih, kjer imajo vodotoki betonske brežine in rečno dno (kanal), je prisotnost rib odvisna od možnosti prehajanja rib med vodotoki. V reguliranih vodotokih, ki niso kanali, je naseljenost in vrstna sestava rib revna. Pojavljajo se limnofilne (ribe počasi tekočih ali stoječih voda) in indiferentne ribe, ki so se sposobne bolje prilagoditi na različne hidrološke pogoje (Šumer et al., 2004).

Danes družba, predvsem v Evropi in Združenih državah Amerike, vse bolj prepoznava vodotoke kot ekološke koridorje ter prostore za rekreacijo in sprostitev. Širi se družbena praksa, po kateri postajajo vodni pojavi deležni največje pozornosti in varovalnega ravnanja. To še posebej velja za vodotoke, ki so najbolj dinamični prostorski sistemi. Leta 2000 je bila sprejeta Vodna direktiva, ki uvaja celostno upravljanje z vodami, kar pomeni ravnanje z vodnimi viri tako, da se gospodarstvo in družba razvijata na način, ki ne ogroža obstoja življenjsko pomembnih ekosistemov (Marušič et al., 2005). Osnovnim nalogam pri urejanju vodotokov v preteklosti, to je predvsem zagotavljanju pretočne sposobnosti pri visokih vodah in stabilizaciji dna in brežin ter objektov, se je pri sodobnem oblikovanju in oskrbi vodotokov pridružil še ekološki vidik (Juvan, 1991). Ta način urejanja je doživel hitrejši razvoj v 70. letih 20. stoletja kot poskus obnove poškodovanih krajin in ponovne vzpostavitve stanja, ki je bližje naravnim razmeram (Just et al., 2003).

Ob sonaravnem urejanju se pogosto pojavljata tudi pojma renaturacija in revitalizacija. Revitalizacija in renaturacija sta si na prvi pogled zelo podobni. Med njima pa je ključna razlika ta, da je cilj

renaturacije povrnitev vodotoka v prvotno, naravno stanje, ki pa v večini primerov ni možno. Takrat se lahko izvede revitalizacija, ki pomeni povrnitev vodotoka v stanje, ki je podobno prvotnemu, naravnemu. V obeh primerih je cilj ponovno doseči ekološko ravnovesje in izboljšati videz krajine (Balant, 2006).

Ključni cilj pri sonaravnem preurejanju že reguliranih vodotokov je vzpostaviti naravno stabilnost reke ali potoka. Poleg osnovne hidravlične prevodnosti in celotne dinamične stabilnosti bodo s tem dani pogoji za razvoj biotske pestrosti, kar vpliva na samočistilnost vodotoka (Vrhovšek, 2003), podaljšal se bo čas zadrževanja vode in preprečila erozija. Tovrstno urejanje vodotokov prepušča kroženju vode bistveno več prostora. Temelji na uravnavanju naravnih procesov odtoka voda in plavin in ne njihovem utesnjevanju ter ustreza medsebojnim vplivom med vodotokom in obvodnim prostorom (Mikoš, 2000). Poleg tega imajo naravni in neokrnjeni vodotoki tudi velik krajinski pomen.



Slika 6: Sonaravno urejen odsek reke Soče v Trenti (Avtor: R. Fazarinc, vir: Repnik Mah, 2010)



Slika 7: Remeandrirana ali sonaravno urejena reka Kissemsee po uspešni obnovi (Geography Hunter, 2011)

Najpomembnejši učinki, ki jih lahko prinese revitalizacija, oziroma obnova vodotokov, so (Just et al., 2003):

- zadrževanje vode v krajini in uravnoteženje odtočnih razmer. Najpomembnejše je zadrževanje vode v tleh, mokriščih, travnikih in rečnih strugah, zaradi česar voda počasneje odteka in ima večjo samočistilno sposobnost;
- blažitev učinka delovanja visokih voda – razlivanje po ravnici in upočasnitev napredovanja visokovodnega vala ter izkoriščanje retenzijske površine;
- obnovljeni in izboljšani vodni ter obvodni, močvirnati biotopi in tisti, ki so z njimi povezani ter ohranjanje in varovanje značilnih lokalnih živalskih in rastlinskih skupnosti, zlasti redkih ali dragocenih organizmov;
- izboljšanje kvalitete vode – podpora samočistilnim procesom.

Pri sonaravnem urejanju se uporabljajo različne revitalizacijske ali sonaravne tehnike, ki posnemajo stanja in procese v naravi in so ravno tako raznolike kot naravni procesi. Izbiramo jih z namenom vzpostavitve določene funkcije in vrednote ekosistema. Pri tem se oziramo na primere iz odsekov v bližini, ki so še v naravnem stanju (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008). Zelo pomembna je uporaba naravnih materialov. Revitalizacijski ukrepi vključujejo izdelavo prodišč, tolmunov, brzic, čistilnih gred, povezovanje vodnega telesa s kopenskim ekosistemom (poplavne ravnice, mokrišča), zasaditve brežin, utrjevanje erodiranih brežin z vrbovimi popletmi, plotovi in drugimi sonaravnimi pristopi, izdelavo odbijačev toka, zajed, protitoka za ustvarjanje raznolikih habitatov, urejanje brežin stoječih vodnih teles, čiščenje dotoka v jezera ter izdelavo plavajočih otočkov. (Istenič in Zupančič Justin, 2012).



Slika 8: Vrbov poplet (NCHRP, 2005)



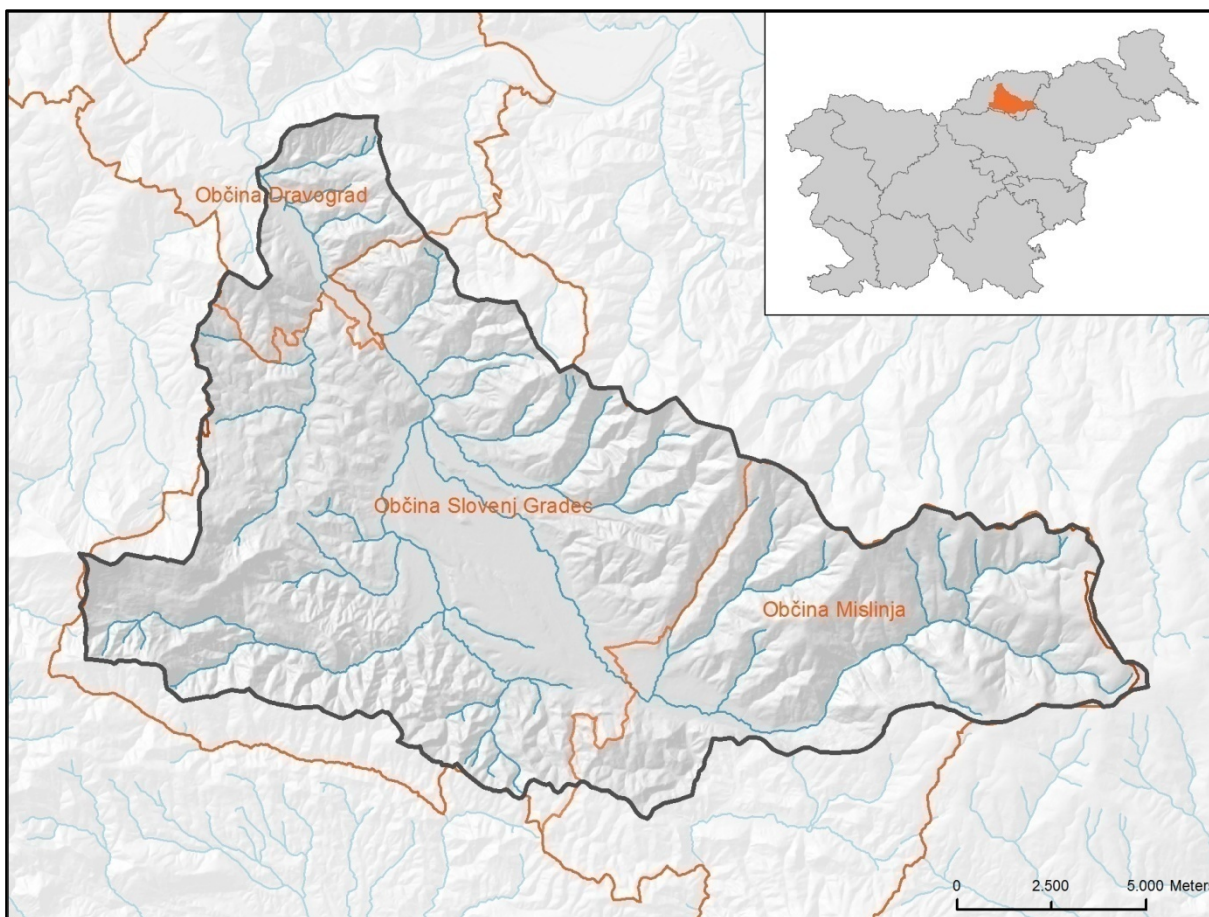
Slika 9: Živi plot (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008)

3 MISLINJSKA DOLINA

Mislinjska dolina je pokrajina v porečju reke Mislinje, ki izvira pod Roglo. Iz Mislinjskega grabna se v zgornjem delu med Pohorjem in vzhodnimi Karavankami razširi v Slovenjgraško kotlino, ki pa se spet zoži med Slovenj Gradcem in Dravogradom. Največja občina v dolini je Mestna občina Slovenj Gradec (Gams, 1993).

3.1. Povodje Mislinje in njene hidrološke značilnosti

Reka Mislinja leži v severovzhodnem delu Slovenije, njeno porečje administrativno pripada trem občinam: Mislinji, Dravogradu in Mestni občini Slovenj Gradec.



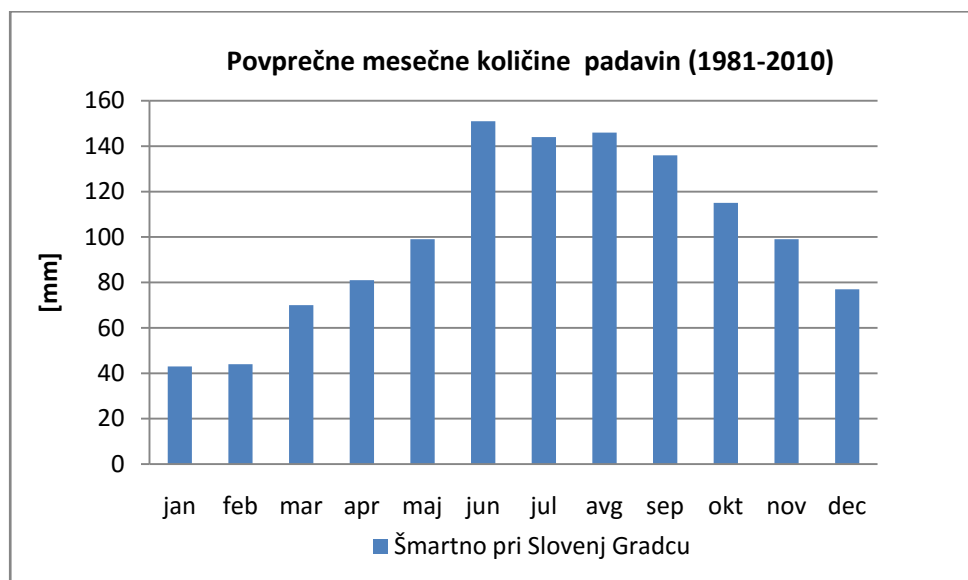
Slika 10: Povodje Mislinje (Vir: ARSO, avtor: Britovšek, N.)

Mislinja je desni pritok reke Drave, dolg 36 kilometrov, ki izvira pod pohorskim vrhom Ostruščica (1498 m). Njeni povirni deli so vključeni v mrežo posebej varovanih območij Natura 2000. Struga

reke Mislinje je v najdaljši pohorski globači, ki je zgrajena iz različnih metamorfnih kamnin. Glavni pritok v tem delu je Glažuta s povirjem v pohorskih barjih (Črna mlaka, Lovrenška jezera). Mislinja sprva teče po Mislinjskem grabnu, pod naseljem Mislinja pa se njeno porečje (238 km²) razširi. Z desnega brega ji vodo dovajajo pritoki Estrama, Brložnica in Dovžanka s Turičnico, z levega pa Mevlja. Iz severnih pobočij vzhodnih Karavank vanjo pritekata Selčnica in Suhodolnica, ki je tudi njen največji pritok. Na koncu Mislinjske doline se izliva v Mežo, ta pa po enem kilometru pri Dravogradu v Dravo (Potočnik et al., 2010). Mislinja teče v smeri zahod-vzhod in na jugu meji na porečji rek Velunje in Pake (ki je pritok reke Savinje).

Glavni pritok reke Mislinje je Suhodolnica, ki izvira na južni strani Plešivice z najvišjim vrhom Uršlja gora. Dolga je 13,2 kilometra, njeno porečje pa je veliko 70,6 km². V Mislinjo se izliva iz leve strani, v Slovenj Gradcu. Iz Uršlje in Graške gore pritečejo še Jenina, Nevljica in Selčnica, ki se v Mislinjo izliva v bližini Bukovske vasi. Glavni pritoki reke Mislinje, ki pritečejo s Pohorja so Glažuta, Turičnica, Dovžanka in Barbara.

Padavine, ki so pomembne za določanje padavinskih in odtočnih lastnosti porečja, se merijo na štirih lokacijah, ki ležijo na porečju reke Mislinje (Gradišče, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Mislinja in Vernerica pod Uršljo goro) ter na štirih lokacijah izven porečja oziroma na njegovem robu (Dravograd, Kotlje, Spodnji Dolič in Rogla) (Globevnik et al., 2014).



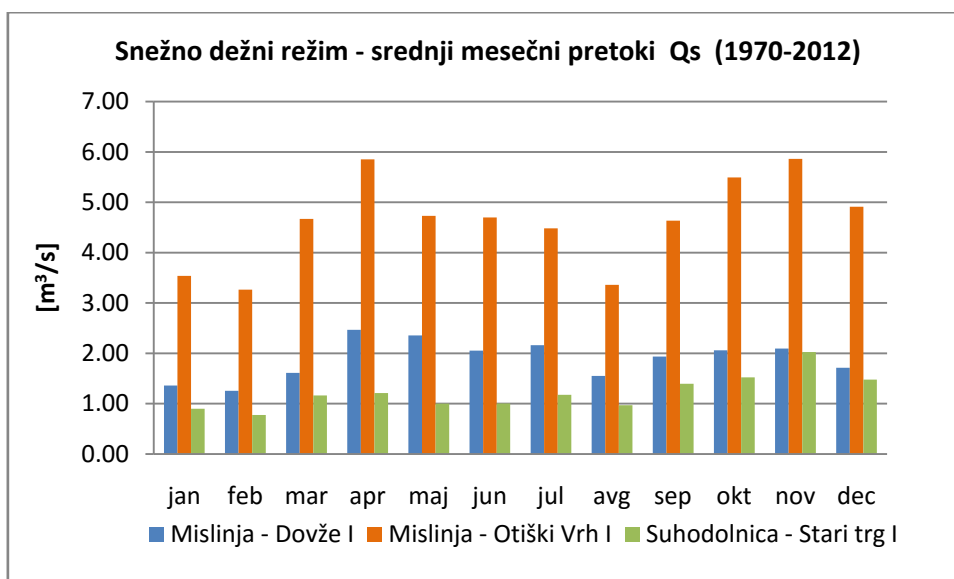
Slika 11: Graf povprečnih mesečnih padavin v obdobju od leta 1981 do 2010 v Šmartnu pri Slovenj Gradcu (ARSO, 2014)

Pretoki se na reki Mislinji redno merijo v Dovžah in Otiškem Vrhu, na Suhodolnici pa pri Starem trgu.

Preglednica 1: Seznam vodomernih postaj z nad pet letnim delovanjem na reki Mislinji (ARSO, 2014)

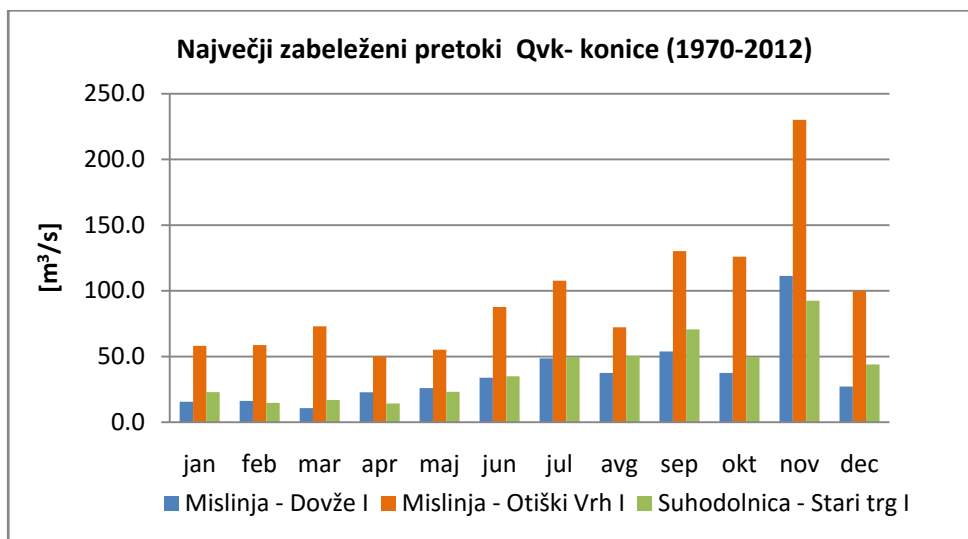
Postaja	Vodotok	Zaledje F [km ²]	Stacionaža [km]	Začetek opazovanja	Konec opazovanja
Mislinja	Mislinja	27,62	28,35	1956	1982
Dovže	Mislinja	71,6	19,6	1946	1968
Dovže I	Mislinja	72,59	19,19	1970	
Slovenj Gradec	Mislinja	183,86	8,35	1954	1982
Otiški Vrh I	Mislinja	230,89	1,68	1973	
Otiški Vrh	Mislinja	233,2	1,17	1954	1973
Podgorje	Suhodolnica	43,45	5,81	1974	1982
Stari trg	Suhodolnica	56,66	2,62	1968	1988
Stari trg I	Suhodolnica	59,21	1,68	1980	

Snežno dežni režim imajo reke visokogorskega sveta Slovenije in njihovega predgorja (Julijske Alpe, Pohorje, Karavanke) in mednje spada tudi Mislinja. Za ta režim sta značilna dva maksimuma in dva minimuma. Prvi pretočni višek nastopi aprila ali maja, drugi pa novembra. Najnižji pretoki so zimski (januar, februar) in poletni (avgust) (Slika 12).



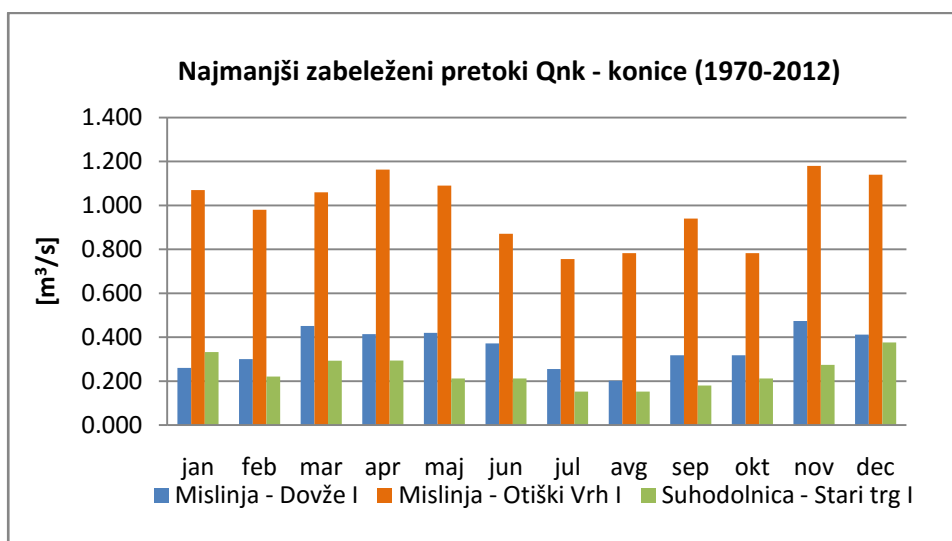
Slika 12: Graf srednjih mesečnih pretokov Qs v obdobju od leta 1970 do 2012 (ARSO, 2014)

Podatki za pretoke na Mislinji in Suhodolnici so bili pridobljeni na Agenciji RS za okolje (ARSO). Najvišji pretoki na Mislinji in Suhodolnici so bili izmerjeni 5. novembra 2012, ko so Mislinjsko dolino prizadele večje poplave.



Slika 13: Graf največjih zabeleženih pretokov Qvk v obdobju od leta 1970 do 2012 (ARSO, 2014)

Na postaji Dovže I je bil izmerjen pretok $111,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (pretok s tisočletno povratno dobo znaša $103 \text{ m}^3/\text{s}$ (ARSO, 2013), v Otiškem Vrhju $230,1 \text{ m}^3/\text{s}$, na Suhodolnici, v Starem trgu pa $92,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Poplave so takrat v treh občinah povzročile za 15,2 milijona evrov škode, od tega v Slovenj Gradcu 7,9 milijona evrov. Skupna popisana škoda na vodni infrastrukturi pa je v občinah preseгла 8 milijonov evrov (Globevnik et al., 2014).

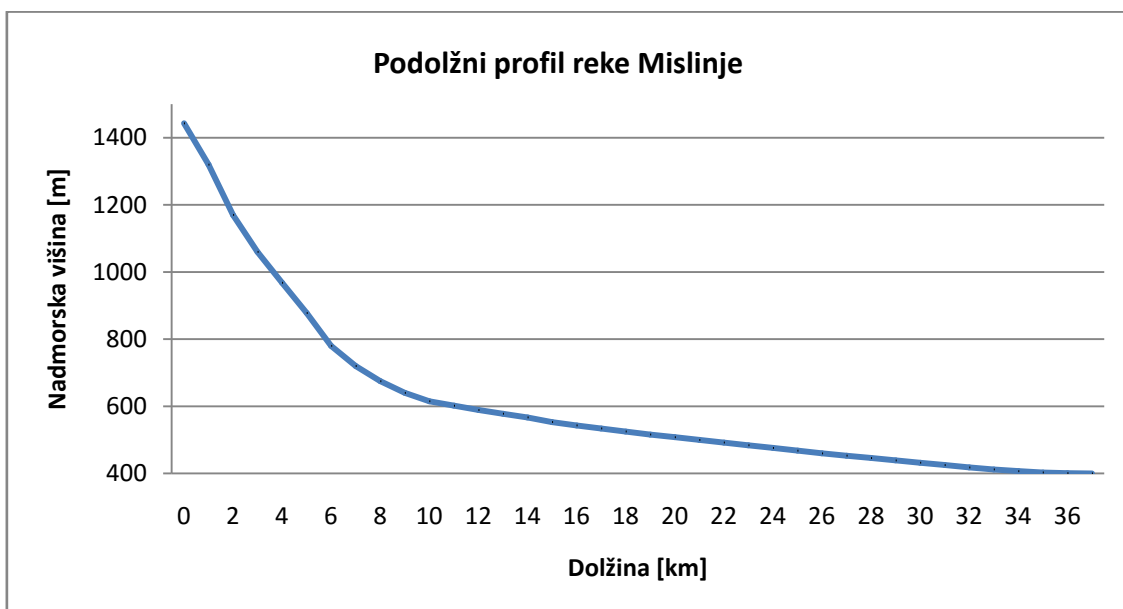


Slika 14: Graf najmanjših zabeleženih pretokov Qnk v obdobju od leta 1970 do 2012 (ARSO, 2014)

Najnižji pretok na Mislinji je bil izmerjen avgusta 1993 na postaji Dovže I. Znašal je 0,202 m³/s. Do takrat je bil najmanjši izmerjen pretok septembra 1977, in sicer 0,21 m³/s na postaji Mislinja, ki danes ne obratuje več. Na Suhodolnici je bil najmanjši pretok 0,12 m³/s, izmerjen oktobra 1973.

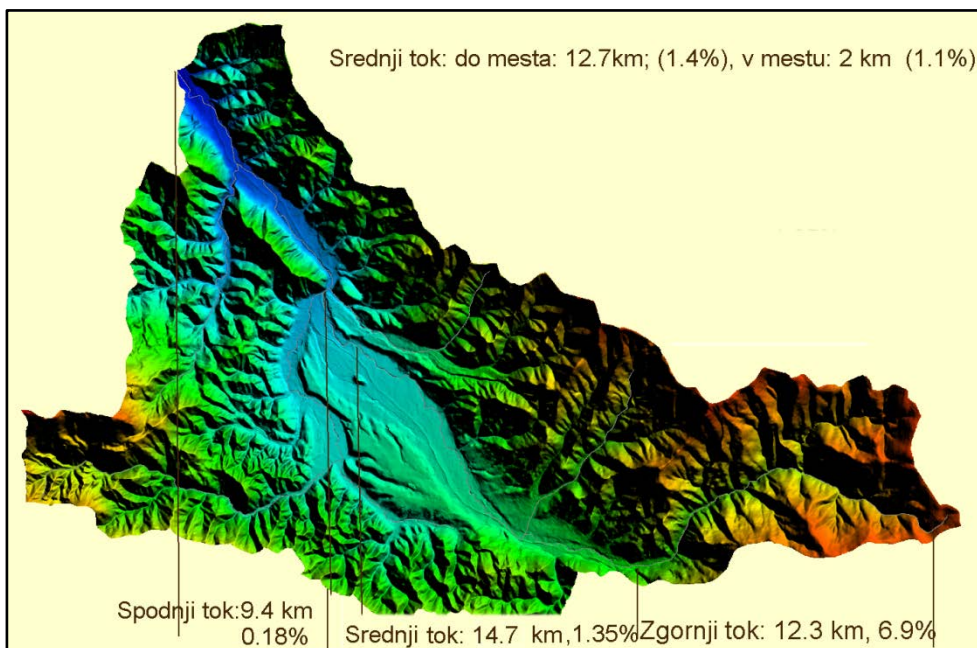
3.2. Morfološke značilnosti Mislinjske doline

Rečni relief Mislinje kaže na to, da je tipična hudourniška reka. V svojem povirnem delu, v Mislinjskem grabnu, ima zelo velik padec, saj se v desetih kilometrih spusti iz 1443 metrov na 600 metrov nadmorske višine. V srednjem in spodnjem delu, ko teče po dnu Mislinjske doline, pa se njen padec zmanjša. V sedemindvajsetih kilometrih se spusti le za 200 metrov (Cokan, 2012).



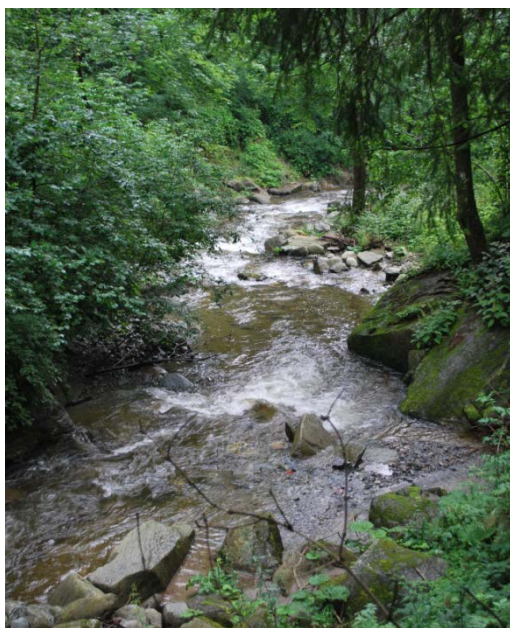
Slika 15: Podolžni profil reke Mislinje (Cokan, 2012)

Po Globevnik et al., 2014, lahko reko Mislinjo, glede na tipične padce in vodni režim, razdelimo na tri glavne odseke in dva pod-odseka. Zgornji tok sega od izvira do naselja Mislinja, odsek srednjega toka, ki ima še dva pod-odseka (srednji tok od Mislinje do Slovenj Gradca in srednji tok skozi Slovenj Gradec) ter odsek spodnjega toka do izliva v Mežo.



Slika 16: Hidromorfološki odseki Mislinje, dolžina struge in povprečni padec (Globevnik et al., 2014)

Zgornji tok reke Mislinje je tam, kjer teče reka po Mislinjskem grabnu, ima gorski značaj in veliko pritokov, ki se napajajo iz pohorskih močvirij. V tem delu je Mislinja primerna za izrabo vodne energije, saj ima zaradi zakasnelega topljenja snega, neprepustnih kamnin in gozdnih površin stabilno vodnatost. Povprečni padec Mislinje v tem delu je 6,9 %, dolžina od izvira, do mostu v naselju Mislinja pa je 12,3 kilometre. Velikost porečja znaša 36 km² (Globevnik et al., 2014).



Slika 17: Mislinja v zgornjem toku (Britovšek, 2015)

V zgornjem toku reke se nahajajo štiri hidroelektrarne, ki si sledijo hitro ena za drugo. Za potrebe hidroelektrarn je več delov struge reguliranih. Veliko težavo predstavlja neupoštevanje ekološko sprejemljivega pretoka, odvzemi vode so preveliki in zato je vodnatost reke slaba. Velikokrat je struga tudi povsem suha.

Srednji tok poteka od naselja Mislinja, do sotočja s Suhodolnico v Slovenj Gradcu. Razdelimo ga lahko na dva dela: srednji tok do mesta Slovenj Gradec in srednji tok skozi Slovenj Gradec. Povprečni padec je 1,35 %, velikost porečja 88 km², dolžina reke v tem delu pa je 27 kilometrov (Globevnik et al., 2014).



Slika 18: Srednji tok reke Mislinje poteka med naseljema Mislinja in Slovenj Gradcem (Geopedia, 2014)

Srednji tok od Mislinje do Slovenj Gradca ima regulirano strugo, vendar tok kljub temu na skoraj celotnem odseku ohranja naravne lastnosti. Reko izven naselij obkrožajo kmetijske površine, predvsem gojeni travniki. Na tem odseku reko obrašča tudi obrežna vegetacija, ki je ponekod brez razloga prekinjena. Reka teče v blagih zavojih in je skupaj s Pohorjem in Uršljo goro zelo atraktivna za razvoj prostočasnih dejavnosti, vendar ta potencial ni izkoriščen.



Slika 19: Srednji tok reke Mislinje med Mislinjo in Slovenj Gradcem (Britovšek, 2015)

Tudi na tem delu obratujejo hidroelektrarne, in sicer tri, ki ravno tako kot v zgornjem toku, negativno vplivajo na vodnatost reke. Težavo predstavlja tudi nerazgibana struga ter preširoko dno, saj je v sušnih obdobjih vodostaj zelo nizek. Posledično je lahko prekinjen hidrobiološki kontinuum.

Srednji tok skozi Slovenj Gradec, do sotočja s Suhodolnico ima urbani značaj. Struga je regulirana, vendar ureditev brežin ni enotna, kar daje vtis neurejenosti. Največji problem tega dela je, da je struga ljudem nedostopna. Reka je vidna in živi s krajem le ob trgovskem centru Mercator. Tam je ob njej speljana tudi peš oziroma kolesarska pot, kasneje pa je obdana z ograjami, nedostopna, enolična in neprivlačna.

Krila mostov so hidravlično neprimerna in se oblikovno ne povezujejo z brežinami. Struga reke pod mostovi ni stabilna. Na brežinah rastejo invazivne vrste rastlin, ki so neprimerne za vodni prostor (Globevnik et al., 2014). Ureditve reke kaže na to, da se je mesto v preteklosti odvrčalo od obrečnega prostora. Ob reko so umeščali manj atraktivne dejavnosti. Ker pa se danes družba vse bolj zaveda pomena reke v prostoru, predstavlja Mislinja pomemben, še neodkrit potencial za razvoj Slovenj Gradca.

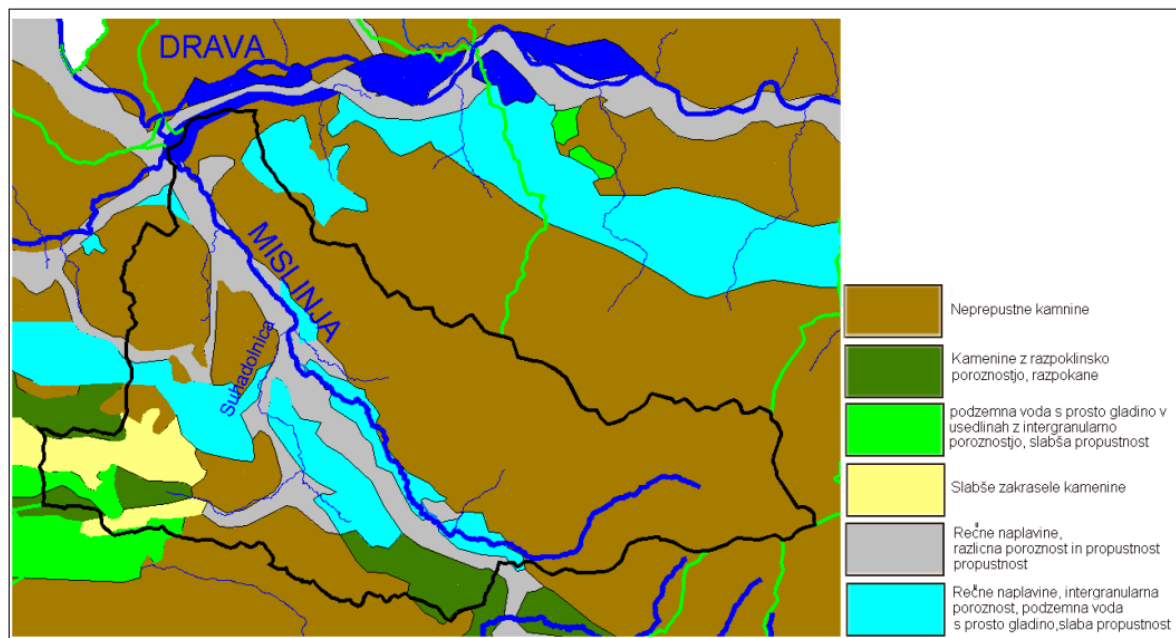
Spodnji tok Mislinje poteka med sotočjem s Suhodolnico v Slovenj Gradcu in sotočjem z Mežo. Povprečni padec struge je 0,18 %, reka je na tem odseku dolga 9,4 kilometre. V tem delu je Mislinja še bolj kot v Slovenj Gradcu umaknjena od ljudi. Skoraj na celotnem odseku je obzidana z delavnicami, malimi tovarnami, skladišči in drugimi gospodarskimi objekti. Prehod ob strugi večinoma ni možen.

3.3. Geološke značilnosti

Metamorfne in magmatske kamnine povzročijo hiter površinski odtok padavinskih voda in to je močno povezano s hudourniškim značajem reke Mislinje. Nahajajo se na vzhodnem delu njenega porečja.

Porečje Mislinje pripada trem večjim morfološkim enotam: Karavankam, Centralnim Alpam in vmesnemu terciarnemu sinklinalnemu svetu. Slednji je v Slovenjgraški kotlini prekrit s kvartarnimi nanosi, v glavnem s prodrom iz Centralnih Alp. Prisotne so vse Pohorske kamnine, predvsem tonaliti, porfiriti, filiti, v zgornjem porečju tudi gnajs. Delež prepustnih karbonatnih kamnin je v porečju Mislinje majhen. Omejen je v glavnem na območje Uršlje gore oziroma povirji Suhodolnice in Selčnice ter nekaterih manjših karavanških pritokov. Tu najdemo tudi neprepustne skrilavce, peščenjake, magmatske ter metamorfne kamnine (Gams, 1976). Večji vodonosnik ali rezervoar

podzemne vode predstavljajo prepustne kvartarne naplavine na območju Slovenj Gradca (Globevnik et al., 2014). Na Sliki 20 so prikazane hidrogeološke enote porečja Mislinje.



Slika 20: Hidrogeološke enote porečja Mislinje (VGI, 1991; Globevnik et al., 2014)

3.4. Biološke značilnosti

Zaradi regulacij in drugih posegov v vodotok se spremenijo prostori za življenje in preživetje za vse vodne organizme. Negativne posledice se pojavijo takoj po posegu ali z večletno zakasnitvijo. Nekatere ribe so prizadete neposredno zaradi spremembe življenjskega prostora, druge zaradi otežene ali preprečene migracije, tretje zaradi spremenjenih fizikalnih in kemijskih pogojev v vodotokih (Globevnik et al., 2014).

V porečju Mislinje živi 15 vrst rib, ena vrsta piškurja in rak koščak (na Jenini), vendar jih je kar 12 na rdečem seznamu. To pomeni, da so ogrožene, ranljive ali pa obstaja možnost ponovne ogroženosti. Vse vrste, z izjemo amerikanke in potočne zlatovčice, so domorodne. Največ različnih vrst najdemo v reki Mislinji, v njenih pritokih je raznolikost vrst manjša, vse vrste rib se v porečju reke Mislinje tudi drstijo (Slika 21). Dominantni ribi sta potočna postrv in lipan (Globevnik et al., 2014). Vrste rib v reki Mislinji so predstavljene v Preglednici 2.

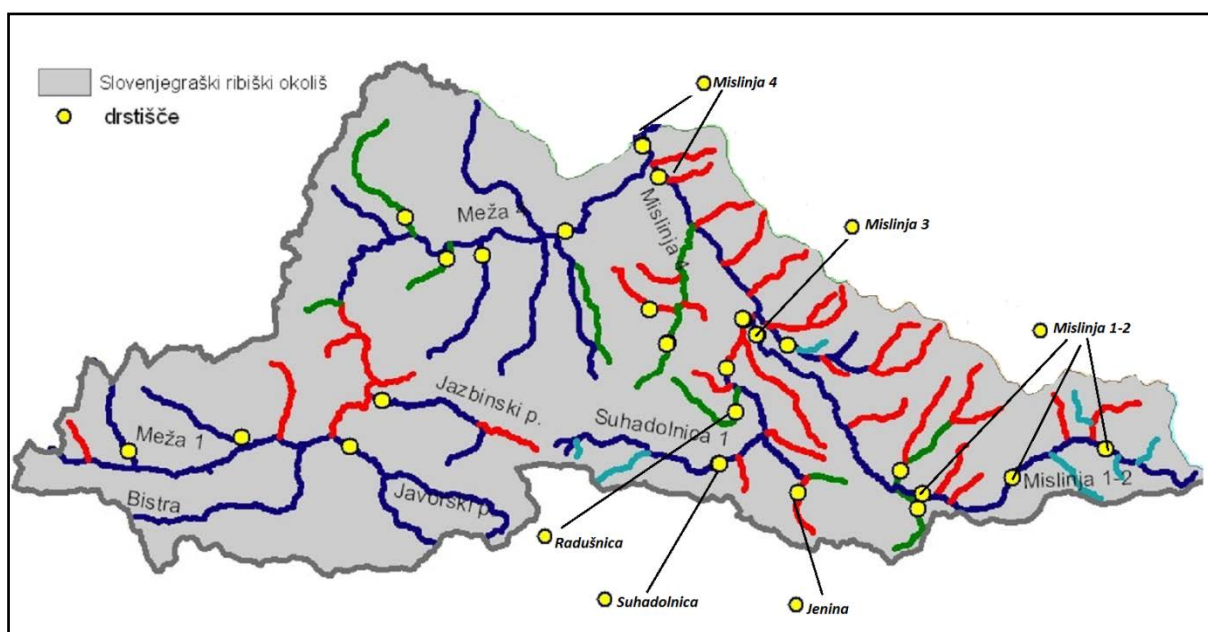
Preglednica 2: Seznam ribjih vrst, živečih v Mislinji in njihova ogroženost (Globevnik et al., 2014)

Ribe	Rdeči seznam : E - prizadeta vrsta V- ranljiva vrsta O1 - vrsta ni ogrožena, obstaja možnost ponovne ogrožnosti.	Mislinja
POTOČNA POSTRV salmo t. m. fario	E	+
SULEC hucho hucho	E	+
LIPAN thymallus thymallus	V	+
AMERIKANKA oncorhynchus mykiss		+
POTOČNA ZLATOVČICA salvelinus fontinalis		+
KLENIČ leuciscus leuciscus	E	+
KLEN squalius cephalus		+
PISANEC phoxinus phoxinus		+
PODUST chondrostoma nasus	E	+
MRENA barbus barbus	E	+
MENEK lota lota	E	+
POHRA barbus balcanicus		+
BLISTAVEC telestes souffia	E	+
BABICA barbatulla barbatulla	O1	+
KAPELJ cottus gobio	V	+
DONAVSKI PIŠKUR eudontomyzon vladykovi	E	+

Potočna postrv (*Salmo t. m. fario*) se drsti od oktobra do decembra v zgornjem toku reke ali potoka. Mladice se prvo leto zadržujejo v mirnejših in plitvejših vodah, potem pa se preselijo na predele z brzicami in tolmoni. Postrvi potrebujejo za življenje in preživetje čiste, hitrotekoče, s kisikom bogate vode, s temperaturo med 10 in 20 °C. Danes je ostalo še zelo malo nereguliranih postrvjih vodotokov, kjer živijo le še okrnjene populacije potočnih postrvi ali pa so celo povsem izginile. Na reki Mislinji je to dominantna vrsta povsod, razen na odseku, kjer dominira lipan.

Lipan (*Thymallus thymallus*) spada v družino postrvi in se drsti med februarjem in aprilom. Mladice se zadržujejo pod štori in za skalami in prezimijo v globljih tolmunih ter rokavih, kjer voda ne zmrzne. Odrasle ribe živijo v jezerih, rekah in večjih potokih, v rekah se najpogosteje zadržujejo v tolmunih. Lipan živi v hladnih delih rek, kjer temperatura vode poleti ne preseže 20 °C. Njihovo populacijo najbolj ogroža onesnaženje in regulacija vodotokov. Na reki Mislinji dominira na območju med naseljema Šmartno in Bukovsko vasjo in velja za ranljivo vrsto.

Sulec (*Hucho hucho*) je največja vrsta postrvi in v Mislinji naseljuje habitate v lipanskem pasu. Odrasel sulec lahko zraste tudi do 135 centimetrov in tehta do 35 kilogramov. Drstijo se med oktobrom in sredino februarja, ko samice s hrbtno plavutjo izkopljejo jamice, kamor odložijo ikre. Mlajše ribe sprva živijo v manjših potokih in se z rastjo selijo v večje vodotoke. Sulec je ena najbolj zavarovanih ribjih vrst v Sloveniji, ki jo ogroža onesnaževanje voda in regulacija ter pretiran izlov.



Slika 21: Registrirana drstišča v porečju reke Mislinje (RD koroška ribiška družina; Globevnik et al., 2014)

3.5. Dejavnosti, ki vplivajo na vodni in obvodni prostor reke Mislinje

3.5.1. Kmetijstvo

Kmetijstvo je največji porabnik vode na Zemlji, saj porabi kar 70 % vseh vodnih virov. Poraba vode je povezana z živinorejo, še veliko bolj pa s poljedelstvom, ki velikokrat zahteva namakanje ali izsuševanje kmetijskih zemljišč (Pintar, 2007).

Zaradi preurejanja agrarne krajine z agrarnimi operacijami so bili najprej prizadeti naravni vodotoki, saj so se zaradi želje po čim večjih kmetijskih površinah te premaknile k vodam, odstranjeni so bili logi in obrežna vegetacija. Z različnimi ukrepi je bilo treba preprečiti nevarnost visokih voda in obvarovati naselja in kmetijske površine pred poplavami (Prosen, 1993).

Agrarne operacije, ki so jih izvajali v sedemdesetih, osemdesetih in v začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja so melioracije (osuševanje, namakanje, agromelioracije) in komasacije (združevanje zemljišč) ter drugi posegi v urejanju kmetijskih zemljišč (arondacije, menjave zemljišč).

Kmetijska zemljišča in talne razmere se lahko izboljšuje z izsuševanjem ali namakanjem. Kadar je naravni tok vode v preteklosti omejeval smotrno rabo kmetijskih zemljišč, so naredili novo strugo ali pa poglobili ter izravnali že obstoječo, zajemali so vodne izvire, gradili naprave za regulacijo gladine podtalnice. Kjer je primanjkovalo kulturnih tal, so množično izsuševali močvirja, saj je bilo vlaganje v vodno gospodarstvo s kmetijskega vidika koristnejše kot drago širjenje kmetijskih površin na nekultivirana tla (Prosen, 1993). V agrarni krajini so s strojno prilagojeno strugo, izravnanim pretokom, pravilnim trapeznim profilom in izsuševalnimi jarki, reke in potoki izgubljali izgled in funkcije naravnih vodotokov.

V Sloveniji so bile melioracije usmerjene predvsem v osuševanje vlažnih zemljišč, vendar danes prištevamo močvirja k pomembnim biotopom. Že leta 1975 se je naša nekdanja država Jugoslavija s podpisom Ramsarske konvencije zavezala, da bo varovala in ohranjala močvirja ter njihove ekološke funkcije. V Sloveniji je bilo kljub temu, med letoma 1970 in 1990, izsušenih približno 10 % vseh obdelovalnih površin (Pintar, 2007). K ukrepom izsuševanja spadajo tudi regulacije vodotokov, ki povzročijo hitrejši odtok odvečne vode.

Z ozirom na klimatske spremembe, bo namakanje vedno pomembnejši ukrep v boju proti suši, kar je tudi razlog, da imajo nekatere države s podobno količino padavin, kot jih ima Slovenija, zgrajene obsežne namakalne sisteme (Avstrija pribl. 74.000 ha) (Pintar, 2007). V Sloveniji pa je z delujočimi

namakalnimi sistemi opremljenih le 7500 ha kmetijskih zemljišč, kar nas uvršča na rep Evrope (Zore, 2013). Kot vodni vir za namakanje se lahko izkoriščajo podtalnica, površinski vodotoki, velikokrat pa je raba vode za namakanje mogoča le preko vodnih zadrževalnikov (umetnih jezer) (Pintar, 2007).



Slika 22: Vodni zadrževalnik Vogršček napaja namakalno omrežje v spodnji Vipavski dolini (Primorske novice, 2016)

Z intenzivnim kmetijstvom in željo po čim večjem pridelku, se je v prejšnjem stoletju začela, ponekod tudi pretirana, uporaba pesticidov in umetnih gnojil, ki so močno obremenjujoča za vodno okolje. Količina spranih onesnaževal s kmetijskih površin je najbolj odvisna od širine obvodnega rastlinskega pasu, zato je kot blažilna ali varovalna cona vegetacija ob vodotoku za kvaliteto vode zelo pomembna. V skladu s trajnostnim razvojem se danes ob rečnih bregovih velikokrat opušča njive, na njihovem mestu pa se ponovno urejajo travniki. Uporaba nevarnih snovi v kmetijstvu je sicer zelo omejena, vendar je vprašljiv nadzor in upoštevanje določil. Kmetici morajo v Sloveniji upoštevati Uredbo o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Ur.l. RS št. 84/05), v kateri je določeno, da je zaradi varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati, celotno območje države določeno kot ranljivo območje (Strassberger, 2009).

Na porečju reke Mislinje sicer prevladuje gozd, ki zavzema kar 65 % površin, približno petino ozemlja predstavljajo trajni travniki, sledijo pozidane površine in njive. Samo v občini Slovenj Gradec je kar 632 kmetijskih gospodarstev. V preteklosti je tudi kmetijstvo pomembno vplivalo na spremembe toka reke Mislinje, saj so bili mnogi odseki zaradi lažje obdelave zemljišč izravnani, ljudje so z namenom povečevanja predelovalnih površin izsušili tudi veliko močvirnatih predelov. Ravno tako obremenitve iz kmetijstva vplivajo na kakovost voda v porečju Mislinje. V načrtu upravljanja z vodami (IZVRS, 2012) so bili določeni viški dušika in fosforja na hektar kmetijske površine na vodnih telesih VT Mislinja Slovenj Gradec – Otiški Vrh in VT Mislinja povirje – Slovenj Gradec (Globevnik et al., 2014).

3.5.2. Poselitev in prometna infrastruktura

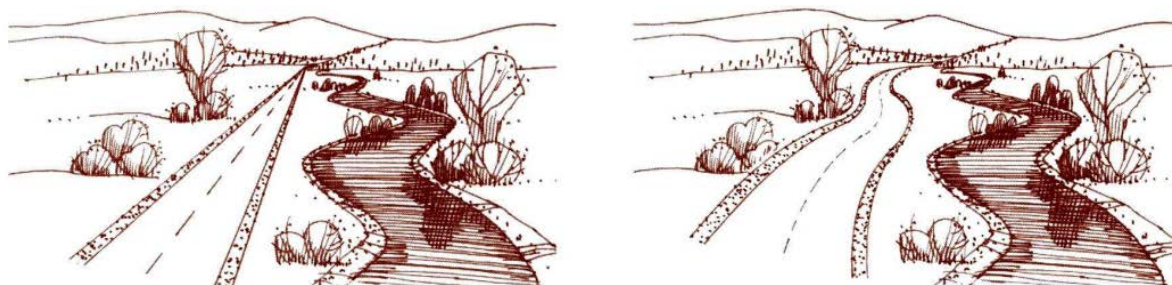
Poselitev vpliva na vodni in obvodni svet in ga močno spreminja. V preteklosti je nenačrtna gradbena politika posegala na poplavna območja in jih krčila. Posledica izsuševanja močvirij ter zmanjševanja zadrževalnih površin so bile še bolj obsežne poplave dolvodno.

Za Slovenijo je značilna razpršena poselitev z velikim številom razpršenih manjših naselij z nizko gostoto poselitve in le nekaj večjimi mesti. Razpršenost poselitve in konfiguracija terena je neugodna z vidika urejanja komunalne infrastrukture, saj zahteva večja finančna sredstva. Zaradi tega sistemi za odvodnjavanje komunalnih odpadnih vod in padavinskih voda marsikje, predvsem na podeželju, še niso zgrajeni ali pa so dotrajani. Stanovanjski objekti izven mest so velikokrat opremljeni z greznicami, za katere pa je vprašljiva njihova vodotesnost (Strassberger, 2009).

Vodotoki so bili v urbanih predelih mnogokrat tudi povsem prekriti ali vsaj togo regulirani in v večini izključeni iz ureditve naselij. Odnos ljudi do rek v mestih je bil negativen, saj so jim te predstavljale nevarnost poplav. Prevladovalo je mnenje, da so vodotoki le sistemi za odvodnjavanje odpadnih voda (Strassberger, 2009). Reke so v mestih pridobile izrazito antropogen, tehnično urejen videz.

Dostopnost do vode je bila slaba, ko pa se je poslabšala tudi kvaliteta vode, so reke v mestih nasploh izgubile svojo privlačnost in ostale izločene iz mestnega življenja (Gazvoda, 2005) in tako je tudi pri reki Mislinji. V Slovenj Gradcu je reka Mislinja nedostopna, brežine so neurejene, ljudje nimajo občutka prisotnosti reke v prostoru. Na delu toka reke skozi Slovenj Gradec dostop do vode preprečujejo ograje, ki so jih postavili prebivalci in vrtičkarji, sicer pa reko obdajajo cesta ali trgovska središča z velikimi parkirišči, ki še povečujejo neprivlačnost prostora. Povezanost ljudi z reko Mislinjo je minimalna, vendar je vedno več tistih, ki si želijo sprememb in se zavedajo, da je reka lahko zeleni koridor, ki predstavlja prostor za sprostitev in rekreacijo.

Razpršena poselitev prinese tudi zelo razvejano mrežo cest. Številne prometnice so bile v preteklosti speljane neposredno ob vodotokih. Temeljna zahteva sicer je, da se cesta v največji možni meri izogiba prečkanju ali vzporednemu poteku ob vodotokih ter je od vodotoka toliko odmaknjena, da zaradi stabilnosti cestnega odseka niso potrebni posegi v vodno telo, brežine in obrežno vegetacijo (Marušič et al., 1997).



Slika 23: Cesta bi morala slediti liniji vodotoka (Marušič et al., 1997)

Za zaščito vodotoka je pomembno tudi urejeno odvodnjavanje nevarnih snovi (maščobe, ostanki kovin) z obcestnih zemljišč, ki se ga lahko uredi z inženirsko biološkimi rešitvami, kot so: popleti, žive ščetke ali kordonska zasaditev.

Ravnanje z odpadnimi vodami

V občinah Mislinja in Slovenj Gradec delujeta dve čistilni napravi, ki jih ima v upravljanju Javno podjetje Komunala Slovenj Gradec d.o.o. Kanalizacijski sistem občine Mislinja se zaključi s čistilno napravo v Dovžah, na katero je priključenih 2025 prebivalcev, kar predstavlja 42 % delež vseh prebivalcev v občini. Predvidena obremenitev naprave je 2500 PE (populacijskih enot). V tej čistilni napravi poteka čiščenje odpadne vode s postopkom SBR (sekvenčni šaržni reaktor), kar pomeni, da se biološko čiščenje in usedanje blata izvaja v enem reaktorju. Na CCN Slovenj Gradec je priključenih 10236 prebivalcev, kar predstavlja 58 % delež vseh prebivalcev. To je klasična naprava za čiščenje komunalne odpadne vode, ki vključuje mehansko in biološko čiščenje odpadne vode (Dvorjak et al., 2016).

Ljudje, ki niso priključeni na javno kanalizacijsko omrežje, imajo po večini še vedno greznice, ki jim jih po novi Uredbi o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (UL RS, št. 98/15) tudi ni potrebno preurediti v male komunalne čistilne naprave. To morajo narediti šele ob prvi rekonstrukciji objekta. Ljudje pa se srečujejo tudi z nevšečnostmi pri priključevanju na javno kanalizacijsko omrežje, saj jim v nekaterih primerih sosedje ne dovolijo izkopa na svojem ozemlju. Tako greznice uporabljajo tudi tisti, ki bi morali biti že dlje časa priključeni na omrežje.

3.5.3. Energetika

Energetski potencial rek so ljudje izkoriščali že v preteklosti. Danes so mline in žage nadomestile male hidroelektrarne (MHE). V Sloveniji je bila v letu 2008 skupna inštalirana moč MHE 155 MW, proizvedene električne energije je bilo 457 GWh. V letu 2009 je bilo inštalirane moči MHE 159 MW,

proizvedene energije pa je bilo manj, kot leto prej, 378 GWh. Slovenija se po inštalirani moči in pridobljeni električni energiji malih hidroelektrarn uvršča na dvanajsto mesto v Evropi.

Preglednica 3: Inštalirana moč in proizvedena energija MHE v državah EU (Podvratnik, 2011)

Zap. št.	Država	Inštalirana moč MHE v letu 2008 [MW]	Inštalirana moč MHE v letu 2009 [MW]	Proizvedena el. energija v letu 2008 [GWh]	Proizvedena el. energija v letu 2009 [GWh]
1	Italija	2542	2588	9160	10382
2	Francija	2079	2082	6783	6344
3	Španija	1872	1909	7073	6119
4	Nemčija	1552	1590	4365	4632
5	Švedska	916	923	3233	3770
6	Avstrija	820	842	3789	3595
...
11	Bolgarija	230	230	525	525
12	Slovenija	155	159	457	378
13	Grčija	158	158	324	324
14	Slovaška	90	89	233	185

Vplivi hidroelektrarn na vodni obvodni prostor so izredno veliki, zato je določitev ekološko sprejemljivega pretoka in njegovo upoštevanje zelo pomembno. Ekološko sprejemljiv pretok (Q_{es}) je količina vode v vodotoku, ki zagotavlja ohranitev ekološkega ravnotežja v in ob vodotoku v zmanjšanem obsegu oziroma ne poslabšuje ekološkega stanja površinskih voda in ne preprečuje njegovega izboljšanja. V primeru, ko je pretok nižji od Q_{es} , se vode iz vodotoka ne bi smelo odvezovati.

Spreminjanje pretokov vode pod pregradami je stresni dejavnik, ki pomembno vpliva na vodni in obvodni ekosistem. Z odvzemom vode pride velikokrat do sprememb fizikalno-kemijskih parametrov vode, do zmanjšanja biodiverzitete vodne in obvodne flore ter sprememb lokalnih razmer, ki lahko povzročijo okoljske probleme (Smolar-Žvanut et al., 2005). Ekosistem je zmožen prenesti večino počasnih in majhnih sprememb, ki se pojavljajo v naravi. Če to ravnotežje prekinemo velike spremembe, sistem ni več stabilen in se nepovratno spremeni.

Z zaježitvami se spreminja dinamika pretokov vode pod pregradami, trajanje in pogostost pretokov vode, zmanjšajo se hitrosti in časovna enakomernost vodnega toka (Smolar-Žvanut, 2005). Spremenijo se tako hidrološke in morfološke značilnosti vodotoka, kot tudi fizikalni in kemijski parametri.

- **Spremembe pretokov in režima vodotoka**

Po Smolar-Žvanut et al. (2005) se lahko spremembe pretoka vode zaradi obratovanja hidroelektrarn razdelijo v 3 tipe:

- pretok vode v časovnih presledkih narašča in upada,
- hitre kratko-časovne spremembe v pretoku vode,
- konstantni pretok tekom leta.

Zaježitev vodotoka povzroči spremembe v rečnem režimu. Spremeni se vzorec sezonskih pretokov in navadno to pomeni izenačene pretoke skozi celo leto. Pretoki so v vlažnih obdobjih manjši, v sušnih pa zaradi povečanega izpusta večji kot normalno, kar ima velik vpliv na rečni in obrečni ekosistem (Stojič, 1996).

- **Spremembe v hitrosti vodnega toka**

Z zaježitvijo pride do počasnejšega toka vode gorvodno in začne se odlaganje sedimentov v akumulaciji, včasih pa se poveča tudi segrevanje vode (Stojič, 1996). Zaradi odvzema vode pride tudi na dolvodnem odseku do nizkih hitrosti vodnega toka in posledica tega je opazno zmanjšanje števila in velikosti brzic (Smolar-Žvanut et al., 2005).

- **Transport in nalaganje sedimentov**

Vodotoki transportirajo različne količine sedimentov, ki so odvisne od erozijskih razmer (Stojič, 1996). Antropogeni vplivi (regulacije), lahko povzročijo zmanjšanje odlaganja, zastajanja in spiranje drobnih sedimentov. V času nizkih pretokov se v vodotokih kopičijo drobni sedimenti in poveča se odlaganje organskih delcev, predvsem v tolmunih in na delih, kjer voda zastaja (Smolar-Žvanut et al., 2005).

- **Spremenjen režim podtalnice**

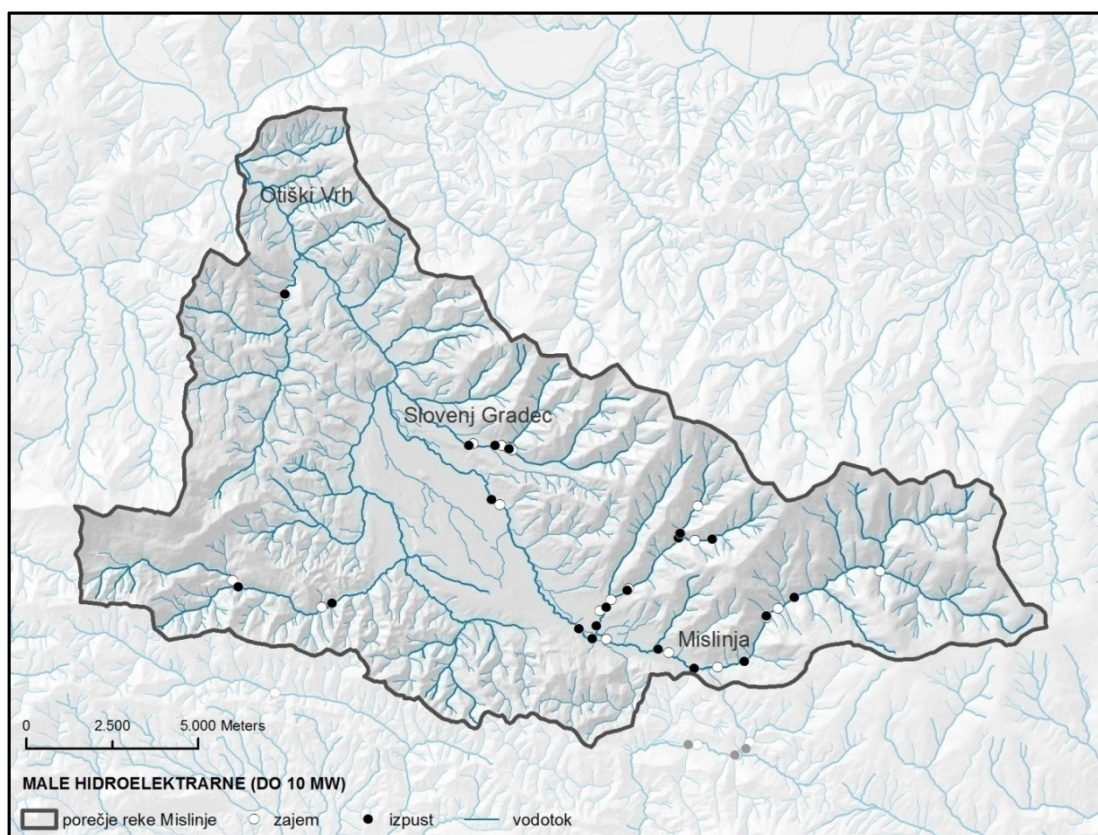
Podtalnica je v stalni izmenjavi z reko in predstavlja njen vodni zbiralnik. V času nizkih voda vodotok ohranja nivo vode s tem, da se polni s talno vodo, v času visokih voda pa odvečna voda iz reke odteka v podtalnico. Zaježitev reke lahko ima velik vpliv na to izmenjavo, saj jo lahko zatesnitev dna in

brežin prekine in nivo podtalnice se zniža. V primeru, ko pa akumulacija ni zatesnjena in se podtalnica iz nje napaja, se dvigne njen nivo in povzroči zamočvirjenost tal (Stojič, 1996).

- **Vplivi na vsebnost kisika v vodi**

V vodi je nasičenost s kisikom povezana z biološkimi procesi. Kisik se v vodotoku porablja za dihanje organizmov in mikrobne aktivnosti. Kadar je hitrost vodnega toka zmanjšana, se to odraža v majhni vsebnosti kisika, ki vstopa v vodo z difuzijskimi procesi. Na tistem odseku, kjer se iz vodotoka odvzema voda, pride zaradi nižje globine in odlaganja drobnih plavin do spremembe srednje letne temperature v vodi. Ob nizkih pretokih so bile izmerjene tudi višje koncentracije hranilnih snovi v vodotoku, kar povečuje vpliv onesnaženja na vodne organizme. Z umetnim spreminjanjem pretoka vode se lahko povečajo možnosti za pojav eutrofikacije (proces večanja količine biomase v vodi) (Smolar-Žvanut et al., 2005).

Na porečju reke Mislinje se nahaja 21 malih hidroelektrarn (do 10 MW). Od tega jih je osem na reki Mislinji, pet na Dovžanki in ena na njenem pritoku, Jamovici, štiri so v porečju Barbarskega potoka, dve na Suhodolnici in ena na Selčnici, v občini Dravograd.



Slika 24: Male hidroelektrarne na porečju reke Mislinje (Vir: ARSO, avtor: Britovšek, N.)

Največ električne energije proizvedeta MHE na reki Mislinji. Prva je last MHE-Elpro d.o.o. in proizvede 1591 MWh/leto, druga pa je last g. Ivana Grosa in proizvede 1371 MWh/leto. Obe se nahajata v Mislinjskem grabnu. Vse hidroelektrarne na porečju Mislinje skupaj letno proizvedejo 6253,4 MWh, kar je več kot šest milijonov kWh električne energije (ARSO, 2014).

3.5.4. Gospodarjenje z obvodno drevnino

Na obravnavanem območju reke Mislinje je obrežna vegetacija prisotna, vendar ponekod z nepotrebnimi prekinitvami. Ob naravnih vodotokih sicer najdemo tri pasove vegetacije. V akvatičnem pasu uspevajo dristavci, zlatice ter vodne leče. V amfibijskem pasu, kjer so rastline pol leta v vodi in pol leta na suhem, rastejo šaš, ločje in trst. Terestrični pas pa je pod vodo le kak teden v letu. Tam rastejo jelše, vrbe, jeseni ter obrežno grmovje, med njimi pa uspeva obrežno ščavje. Vsak vegetacijski pas ima svojo vlogo. Vodne rastline upočasnjujejo vodni tok, ki ob koreninah dreves izgublja svojo moč. Rastlinstvo je pomembno skrivališče, drstišče ali gnezdišče živalskim vrstam, tudi tistim, ki so sicer vezane na kopenske ekosisteme (Prosen, 1993). Zelo pomembno je za plazilce, dvoživke in sesalce, uničenje obrežne vegetacije pa lahko ogrozi tudi populacije ptic (Gaberščik, 1996).

Obrežni pasovi ob vodotokih imajo več različnih in zelo pomembnih funkcij.

Filtracijska sposobnost obrežne vegetacije je najbolj pomembna na območju intenzivnega kmetijstva (Prosen, 1993), saj predstavlja filter za hranila, ki se spirajo iz zaledja in tako vplivajo na kvaliteto vode (zmanjšajo količino hranil v reki ali potoku in tudi podtalnici, obrežni gozdovi in močvirja zadržijo 99 % nitrata) (Gaberščik, 1996).

Biodiverziteta vodnega ekosistema je v veliki meri odvisna od rastlinskega pasu ob reki, saj ta predstavlja pomemben habitat ter zavetje številnim organizmom (Gaberščik, 1996).

Zagotavljanje sence je prav tako pomembna vloga obrežnega rastlinstva. Veliko različnih potočnih živalskih vrst se namreč izogiba dnevni svetlobi (pršice, insekti, nekatere ribe in rakci). Ker naravni obvodni pas močno zmanjšuje vdor sončnih žarkov do vode, je omogočeno boljše uravnavanje temperature vode in zagotovljena je enakomerno visoka koncentracija kisika, senčenje pa omejuje tudi rast alg in makrofitov (Prosen, 1993).

Preprečevanje erozije ali stabilizacija brežin je vloga, ki jo opravlja vegetacija, ki raste na brežinah vodotokov, saj njen koreninski sistem utrjuje rečni breg.

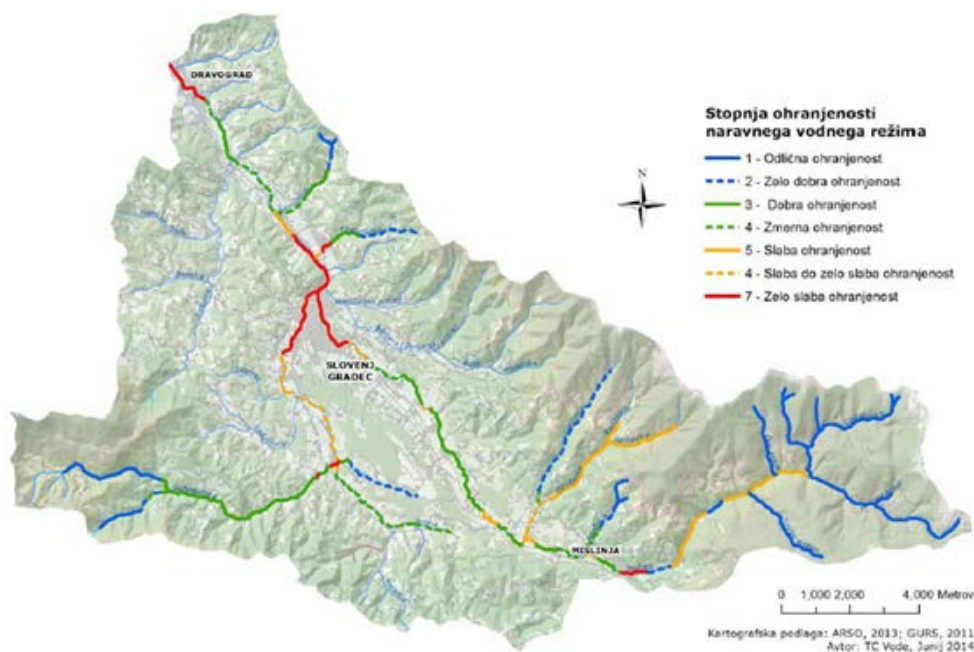
Vnos organskega materiala (odpadlo listje, vejice), ki je vir energije, je predvsem pomemben za populacije nevretenčarjev (Gaberščik, 1996). V primeru, če je organskega drobirja preveč, lahko sicer nastanejo težave, ker se ta useda na dno in se zaradi prevelike količine ne more v celoti vključiti v naravno kroženje snovi (Peterlin, 2002).

Zadrževanje vode v pokrajini je vloga rastlinske vegetacije, ki ima velik vpliv na boljšo poplavno varnost in bogatenje podtalnice.

3.6. Ohranjenost naravnega vodnega režima in težave na reki Mislinji

Reka Mislinja je regulirana, z nekaterimi prekinitvami, od izvira do izliva, naravna struga je ohranjena predvsem v zgornjem delu. Že pred naseljem Mislinja je reka regulirana in ta ureditev se nadaljuje praktično do izliva. Brežine v naseljih so strme in gole, obložene s kamni. Izven naselij jih obrašča grmovno rastlinje, ponekod drevesa. Struga je ravna, nerazgibana, bolj ali manj enakomerno globoka. V njej ni veliko plitvin ali globin in ni skrivališč za ribe ter vodne nevretenčarje.

Slika 25 prikazuje stopnjo ohranjenosti naravnega vodnega režima porečja reke Mislinje. Mislinja se v zgornjem toku uvršča v prvo stopnjo, kar pomeni, da je vodni režim odlično ohranjen. Zaradi slabše pretočne sposobnosti in slabše dostopnosti ta del reke ni uporabljen za pridobivanje hidroenergije. Padec struge je tu nadpovprečen, v bližini reke ni naselij ali cest. Med Mislinjo in Slovenj Gradcem teče reka po dnu doline, padci so manjši in pogoji za kmetijstvo in poselitev ugodnejši. Širši prostor ob reki pokrivajo travniki in njive. Na večjem delu tega odseka je stopnja ohranjenosti vodnega režima dobra, vendar je tam, kjer so odvzemi vode za male hidroelektrarne ali pa toge regulacije struge, ohranjenost slaba. Najslabšo naravno ohranjenost ima reka Mislinja na odsekih skozi naselje Mislinja in skozi Slovenj Gradec. Tu je reka povsem regulirana in urbanizirana.



Slika 25: Ohranjenost naravnega vodnega režima na porečju reke Mislinje (Globevnik et al., 2014)

Ljudje mnogokrat nimajo pravega odnosa do reke. Na brežinah so odlagališča ostankov po vrtovih odstranjenih rastlin, ki so v najslabšem primeru tretirane z umetnimi gnojili in pesticidi. Strupene snovi se ob vsakem deževju spirajo v vodotok. Poleg tega so si nekateri prebivalci, ki živijo neposredno ob reki, privoščili privilegij pridobivanja zemljišča z nasipavanjem rečnih brežin, nemalo pa je tudi tistih, ki sekajo obrežno zarast in jo uporabijo za kurjavo.

Vzdolž celotnega toka Mislinje so številni bolj ali manj skriti iztoki odpadnih voda v najrazličnejših izvedbah. Mnogi ljudje, ki živijo povsem ob reki, imajo še vedno stare greznice, katerih neprepustnost je vprašljiva. Na kakovost vode ima velik vpliv tudi kmetijska dejavnost. Kemijsko stanje reke Mislinje je sicer ocenjeno z oceno dobro, kar prikazuje Preglednica 4.

Preglednica 4: Kemijsko stanje reke Mislinje v obdobju od leta 2006 do 2010 (ARSO, 2015)

Ime vodnega telesa	Kemijsko stanje	Raven zaupanja	Leto meritev
VT Mislinja povirje - Slovenj Gradec	dobro	visoka	2006 - 2008
VT Mislinja Slovenj Gradec - Otiški Vrh	dobro	srednja (zaradi pogostosti vzorčenja pesticidov)	2006 - 2008
VT Mislinja Slovenj Gradec - Otiški Vrh	dobro	visoka	2009
VT Mislinja Slovenj Gradec - Otiški Vrh	dobro	srednja (zaradi pogostosti vzorčenja pesticidov)	2010

Težave predstavljajo tudi male hidroelektrarne. Na odsekih odvzema vode je vodni režim Mislinje in njenih pritokov nenaraven, poleg tega pa lastniki MHE ne upoštevajo ekološko sprejemljivih pretokov ali pa je ta celo nedoločen. Od enaindvajsetih hidroelektrarn na porečju reke Mislinje, jih ima le osem z odločbo predpisan ekološko sprejemljiv pretok (Globevnik et al., 2014). Struga ima zato ponekod zelo majhen pretok ali pa je celo brez vode (Slika 26), tudi tam, kjer so registrirana drstišča rib.

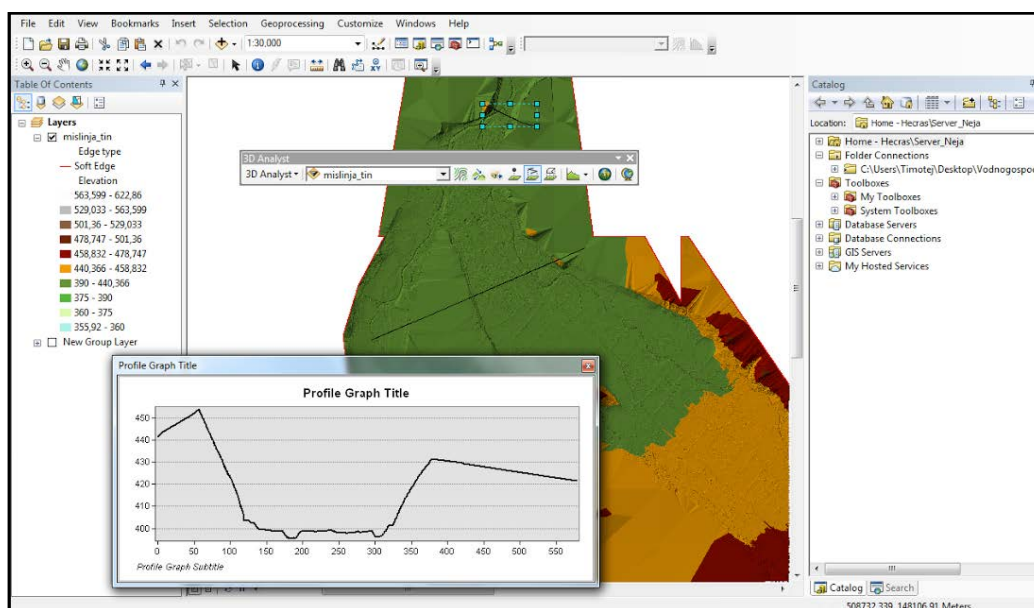


Slika 26: Struga z majhnim pretokom v Mislinjskem grabnu (Britovšek, 2015)

4 MATEMATIČNI HIDRAVLIČNI MODEL

Za izdelavo geometrije računskega modela smo uporabili LIDAR (Light Detection and Ranging) posnetke terena. Ta tehnologija je bila v prvi vrsti razvita za vojaške potrebe in temelji na daljinskem zaznavanju s pomočjo laserskega tipala, ki omogoča natančnost zajema podatkov tudi do 2 cm (Supej in Kovarič, 2006).

V našem primeru je bilo uporabljeno programsko orodje ArcGIS, ki ga je razvil ameriški inštitut ESRI (Environmental System Research Institute) in njegova razširitev HEC-GeoRAS, zasnovana posebej za obdelavo geoprostorskih podatkov za uporabo v programskem orodju HEC- RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System). Digitalni model terena mora biti v tem primeru za nadaljnjo obravnavo podan v obliki nepravilne triagonalne mreže (TIN – triangulated irregular network), ki jo izdelamo iz točk, posnetih s sistemom LIDAR (Slika 27). Ko je to pripravljeno, se lahko začne vnašanje podatkov vodotoka, vsakega v svoj sloj. To vključuje potek glavnega rečnega kanala, rečnih linij, nasipov in bregov ter prečnih profilov. Lahko se izrišejo tudi področja neefektivnega toka in področja, kjer voda zastaja in definirajo vrednosti Manningovega koeficienta. Nekateri sloji, kot je središčnica vodotoka ter prečni profili, so obvezni, drugi izbirni (Hydrologic Engineering Center, 2009). Te sloje najprej oblikujemo v 2D in se jih kasneje pretvori v 3D. Po tem, ko so vsi želeni sloji oblikovani, se pripravi datoteka z vsemi podatki za nadaljnjo obdelavo v programu HEC – RAS.



Slika 27: Digitalni model terena v programskem orodju ArcGIS

4.1. Programsko orodje HEC-RAS

Računalniški program HEC-RAS je razvila ameriška vojska, v centru za hidrologijo (Hydrologic Engineering Center, HEC). Namenjen je izračunom enodimenzionalnega stalnega in nestalnega toka odprtih vodotokov (s prosto gladino), računom transporta sedimentov in analizi temperature vode. Enodimezionalni tok pomeni, da so pri izračunu upoštevane le hitrosti vodnih delcev v smeri toka. Program HEC-RAS se lahko uporablja za izračune na naravnih ali umetnih odprtih strugah in lahko deluje v mirnem, mešanem ali deročem režimu toka.

Računanje stalnega toka med prečnimi profili temelji na iteraciji energijske enačbe (Hydrologic Engineering Center, 2010).

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Kjer je:

Z_1, Z_2 višina oziroma kota dna struge v posameznem prečnem profilu,

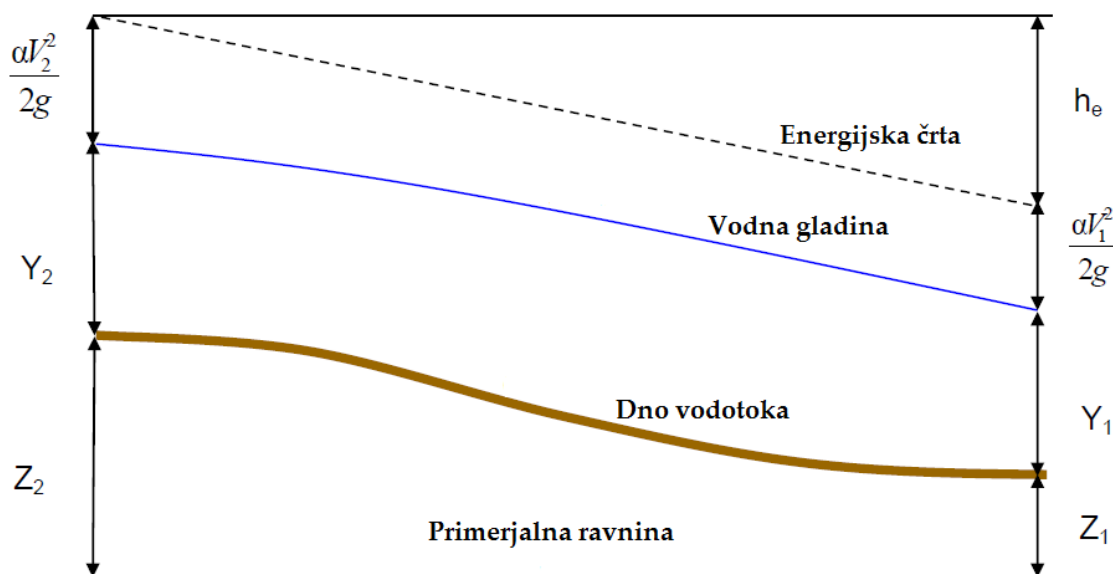
Y_1, Y_2 višina gladine vode v prečnem profilu,

a_1, a_2 utežni koeficient hitrosti,

g gravitacijski pospešek,

h_e višina energijskih izgub.

Parametre iz energijske enačbe prikazuje Slika 28.



Slika 28: Parametri energijske enačbe (Hydrologic Engineering Center, 2010)

HEC-RAS upošteva višino energijskih izgub (h_e) med dvema prečnima profiloma, ki jo sestavljajo trenjske izgube in izgube zaradi zožitve in razširitve prereza vodnega toka.

Višina energijskih izgub se izračuna po spodnji enačbi:

$$h_e = LS^*_f + C \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right|$$

Kjer je:

- L dolžina odseka,
 S^*_f trenje zaradi naklona med dvema profiloma,
 C koeficient izgub zaradi zožitve in razširitve.

Dolžino odseka izračunamo z izrazom:

$$L = \frac{L_{lob} Q^*_{lob} + L_{ch} Q^*_{ch} + L_{rob} Q^*_{rob}}{Q^*_{lob} + Q^*_{ch} + Q^*_{rob}}$$

Kjer je:

- L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} dolžine med profiloma v poplavnem območju (levem in desnem) ter v glavni strugi
 $Q^*_{lob}, Q^*_{ch}, Q^*_{rob}$ aritmetične sredine pretokov med profiloma v desnem in levem poplavnem območju ter v glavni strugi

Program HEC-RAS za račun hitrosti v pretočnem profilu stalnega toka uporablja vsesplošno Manningovo enačbo:

$$v = \frac{1}{n_g} R^{2/3} S^{1/2}, \text{ SI metrični sistem}$$

Kjer je:

- R hidravlični radij,
 S padec struge,
 n_g Manningov brezdimenzijski koeficient trenja

4.2. Tlorisna situacija

Na izrisanem terenu je potrebno določiti rečni sistem. Začeti je treba z risanjem osi vodotoka, vedno v smeri toka. Vodotok je potrebno poimenovati, ravno tako posamezen odsek. Pozorni moramo biti na dejansko stanje v naravi, kajti matica toka se ne nahaja vedno v sredini struge, v zavojih je denimo bližje zunanjemu robu, zato je najbolje, da preverimo situacijo še na letalskih posnetkih ali si jo ogledamo na terenu (Rak, 2006).

4.3. Prečni profili

Po tem, ko smo izrisali tlorisno situacijo, lahko začnemo vnašati podatke o prečnih prerezih na zelenih lokacijah. Prečni profili se vedno nanašajo od leve proti desni, gledano v smeri toka vode in se med seboj se ne smejo sekati. S profili se določa njihove lokacije in potek, ne pa tudi kote terena, kjer potekajo, saj je to določeno avtomatično na podlagi digitalnega modela terena. Prečni profili morajo biti zgoščeni (na krajših razdaljah) predvsem na mestih z nenadnimi spremembami v toku, hrapavosti, obliki ali padcu ter pri hidravličnih objektih, kot so mostovi, prelivni ali prepusti, ker ti predstavljajo motnjo v vodnem toku. V programu HEC-RAS lahko med že narisane prečne profile vstavimo interpolirane. To naredimo na mestih, kjer potrebujemo večjo gostoto prečnih profilov. V nadaljevanju so interpolirani prečni profili označeni drugače (primer: 156a, 156b).

4.4. Določanje Manningovega koeficienta hrapavosti

Pri hidravličnem modeliranju je pomemben podatek, ki ga je treba upoštevati, Manningov koeficient izgub zaradi hrapavosti. Določimo ga lahko na več načinov, najpogosteje se ga določa s pomočjo tabel, iz katerih, glede na obliko struge, odčitamo najprimernejšega za območje obdelave.

Preglednica 5: V izračunih uporabljeni koeficienti n_g (Chow, 1959)

Opis vodotoka	koeficient n_g
Izravnana struga, enotna s travo in plevelom na brežinah	0,027
Manjši vodotoki, ki so izravnani, občasno z večjimi kamni v strugi	0,030

Se nadaljuje...

...nadaljevanje Preglednice 5

Manjši vodotoki, ki niso povsem izravnani, občasno s plitvinami in globinami ter večjimi kamni	0,033 – 0,035
Kanali s kamnometi, ki so nepravilni in nazobčani	0,035
Manjši vodotoki z večjimi kamni v strugi in s travo ter grmičevjem na brežinah	0,038 in 0,04
Nevzdrževani kanali, z gostim grmičevjem na brežinah	0,075 in 0,08
Opis poplavnih ravníc	koeficient n_g
Nizka trava	0,035
Pašniki in visoka trava	0,05
Grmičevje in redka drevesa, poleti	0,06
Visoka drevesa, malo podrasti, poplavna voda ne seže do najnižjih vej	0,08

Na obravnavanem območju so bili uporabljeni, v tabeli predstavljeni, Manningovi koeficienti. Za vodotok je uporabljena vrednost n_g med 0,035 in 0,045. Mislinja ima skoraj ves čas podoben značaj, brez bistvenih sprememb. Vrednost koeficienta n_g na poplavnih ravnícah pa je na večini predelov 0,05, le na redkih odsekih reko obrašča gozd in tam je izbrana vrednost 0,08 ali pa so poplavne ravnícice bolj vzdrževane, z nizko travo (v naselijih) in tam je bila izbrana vrednost n_g 0,035. V nadaljevanju je z izračunom predstavljen tudi vpliv nevzdrževanja vegetacije, za kar je bila uporabljena vrednost Manningovega koeficienta n_g 0,075 in 0,08.

5 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA ODSEKA

Odsek reke Mislinje med Dovžami in Slovenj Gradcem je dolg 8,5 kilometra. Struga je na celotnem odseku približno enake širine, z nekaterimi prekinitvami jo obrašča obrežna zarast. Na tem odseku je 12 mostov, ki so ravno tako upoštevani v hidravličnem modelu. Poplavne ravnice so po večini pašniki in travniki, na krajših odsekih tudi gozd, v mestnem delu pa zelenice, peš poti ter asfaltirane površine. Pretočna sposobnost struge je na različnih mestih zelo različna, odvisna predvsem od rabe zemljišč v neposredni bližini reke in od tega odvisnih posegov ljudi v vodotok.

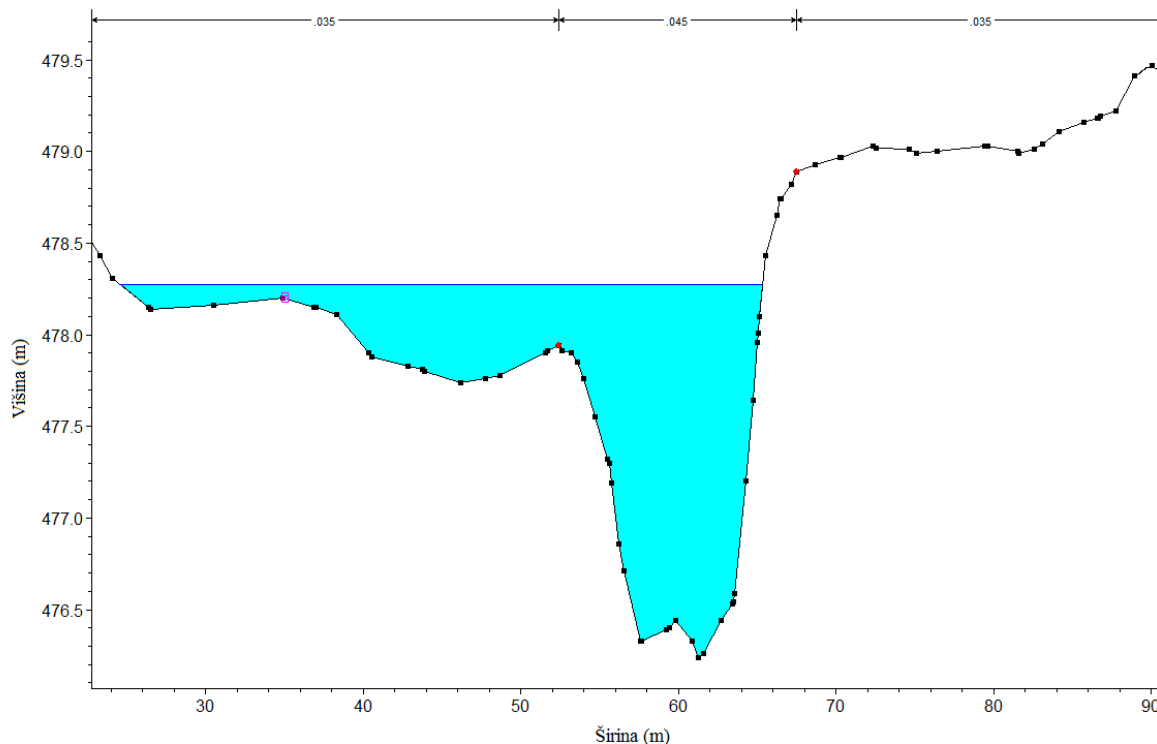
Za kasnejšo primerjavo med trenutnim stanjem in stanjem po umestitvi predlaganih ukrepov v reko Mislinjo, smo uporabili pretoke z različnimi povratnimi dobami, ki so predstavljeni v Preglednici 6. V izračunih pa so uporabljeni tudi nekateri pretoki iz mesečnih statistik ARSO (nizki in srednji pretoki).

Preglednica 6: Pretoki z različnimi povratnimi dobami, določeni po statistični metodi (ARSO, 2013)

Povratne dobe [leta]	Pretoki [m ³ /s]
2	24,3
5	37,3
10	46,2
20	54,8
50	66
100	74,4

V programu HEC-RAS smo določili pretočnost za obravnavani odsek in znaša 25 m³/s. To je tisti pretok pred poplavljanjem, pri katerem voda ravno doseže rob struge in se nikjer ne prelije. Struga sicer na različnih delih prevaja zelo različne pretoke. Na mestu, kjer voda doseže rob struge že pri pretoku 25 m³/s, so v okolici travniki in gozdni log. Sicer struga tam, kjer so kmetijske površine marsikje ne prevaja pretokov z 20 – letno povratno dobo. Z namenom varovanj stanovanjskih objektov pa so na mnogih mestih narejeni nasipi in regulacije in tam 20 – letne vode ne poplavlajo. Primer je predstavljen na Sliki 29. Na odseku v kraju Brde je dvignjena in regulirana desna brežina, saj so na tej strani stanovanjski objekti. Voda se pri pretoku z 20 – letno povratno dobo prelije na levo stran, kjer so travniki. Glede na urejenost ali neurejenost struge reke Mislinje je očitno, da so se posegov v

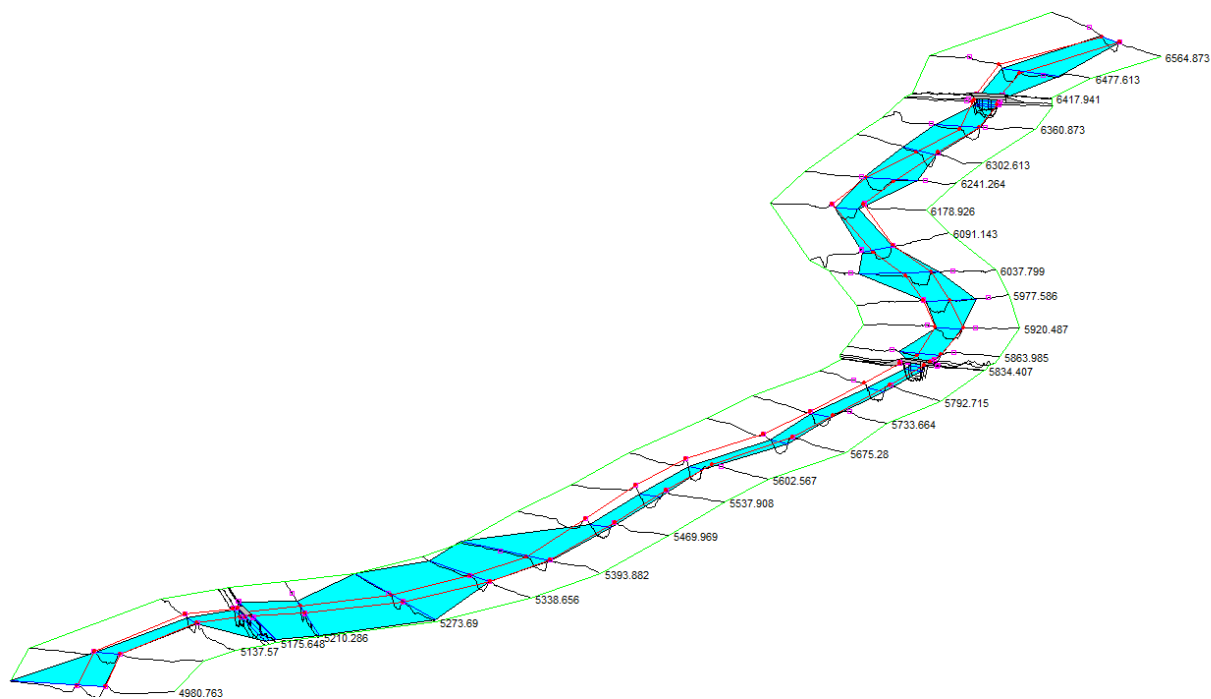
vodotok lotevali po krajših odsekih, predvsem z namenom dvigovanja pretočne sposobnosti in varovanja infrastrukture ter premoženja.



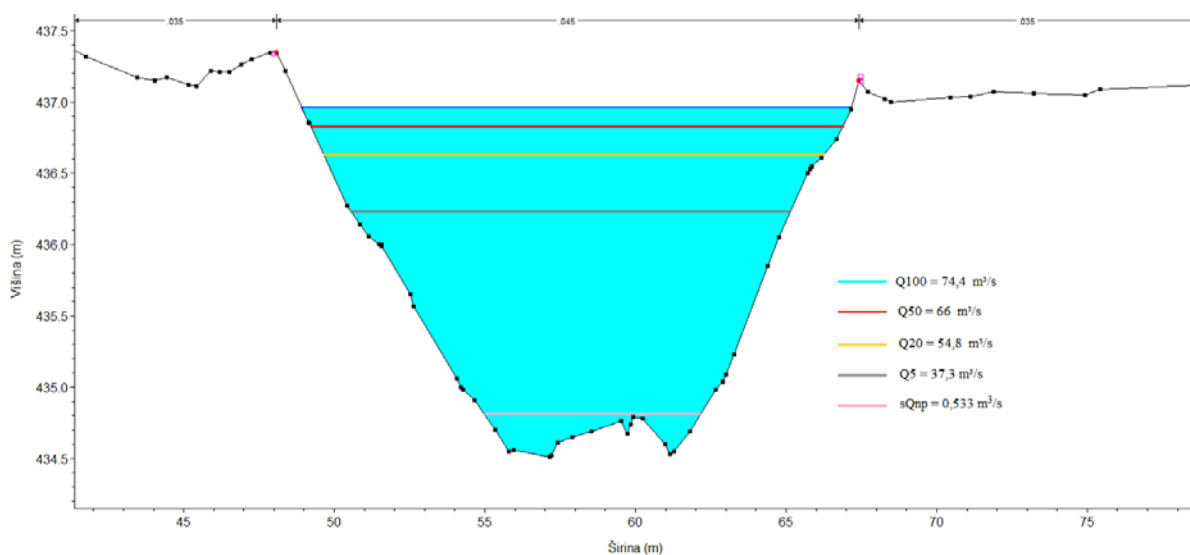
Slika 29: Profil 36 v kraju Brde pri pretoku z 20 – letno povratno dobo

V Prilogah C.1, C.2, C.3 in C.4 so predstavljeni vzdolžni profili in vodna gladina pri pretoku z 20 – letno povratno dobo, kjer je dobro vidno, kako se spreminja pretočna sposobnost struge. Na mestih, kjer reka pri tem pretoku poplavi so travniki in gozdovi, na predelih, kjer so neposredno ob vodotoku stanovanjski objekti pa je pretočna sposobnost struge višja.

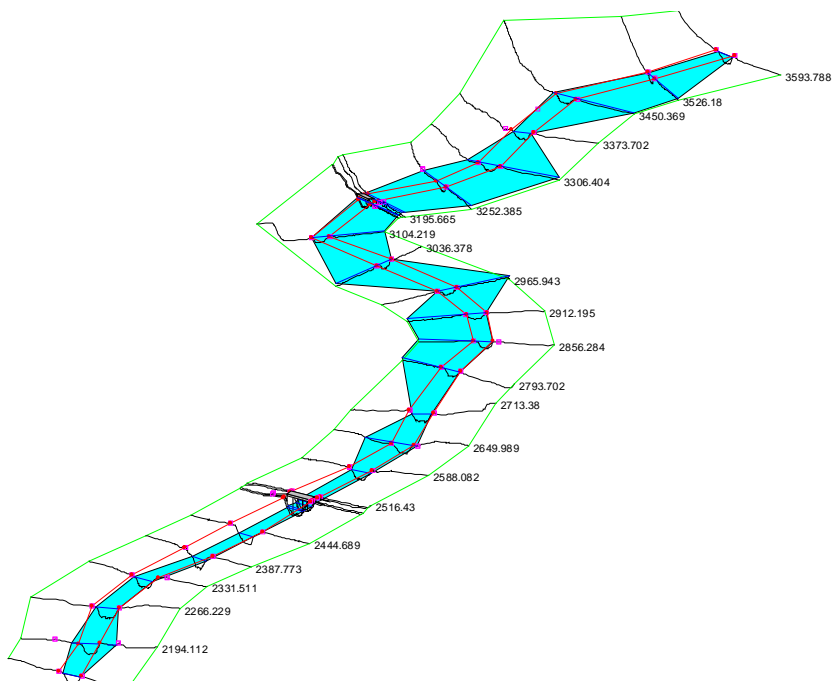
Na odseku v Turiški in Tomaški vasi struga na najbolj izravnanim predelu prevaja pretoke s 50 – letno (Slika 30), mestoma tudi s 100 –letno povratno dobo, kjer v bližini ni ogroženih hiš ali druge infrastrukture pa ponekod poplavijo že 20 –letne vode.



Slika 30: Odsek reke Mislinje v Turiški in Tomaški vasi pri pretoku s 50 - letno povratno dobo
V naselju Šmartno pri Slovenj Gradcu, ki je poleg Slovenj Gradca največji kraj na obravnavanem odseku, struga prevaja zelo različne pretoke. Na krajšem odseku (nekaj sto metrov) struga prevaja celo pretoke s 100 – letno povratno dobo (Slika 31), sicer pa pretoke s 50 – letno povratno dobo. Malo pred samim centrom kraja, kjer v bližini ni ogrožene infrastrukture pa ponekod poplavlja že 20 – letne vode (Slika 32).

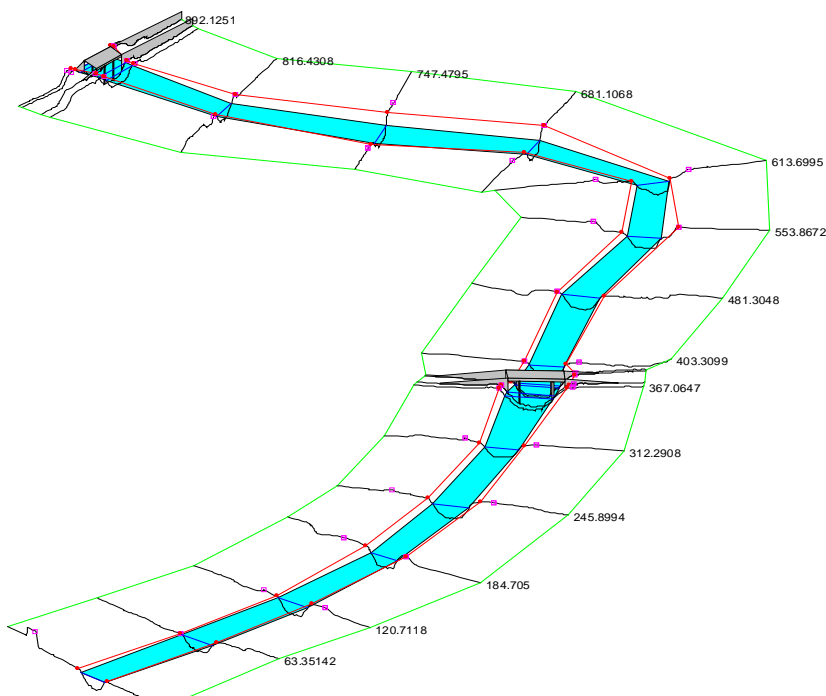


Slika 31: V centru kraja Šmartno struga ponekod prevaja pretoke s 100 - letno povratno dobo



Slika 32: Odsek reke Mislinje skozi Šmartno pri pretoku z 20 - letno povratno dobo

Bolj se pomikamo proti koncu obravnavanega odseka, večja je pretočnost struge. Kar je pričakovano, saj je ob reki vedno več urbaniziranih površin. Na celotnem obravnavanem odseku v Slovenj Gradcu struga prevaja pretok s 100 – letno povratno dobo, kar prikazuje Slika 33.



Slika 33: Odsek Mislinje v Slovenj Gradcu prevaja pretok s 100-letno povratno dobo (74,4 m³/s)

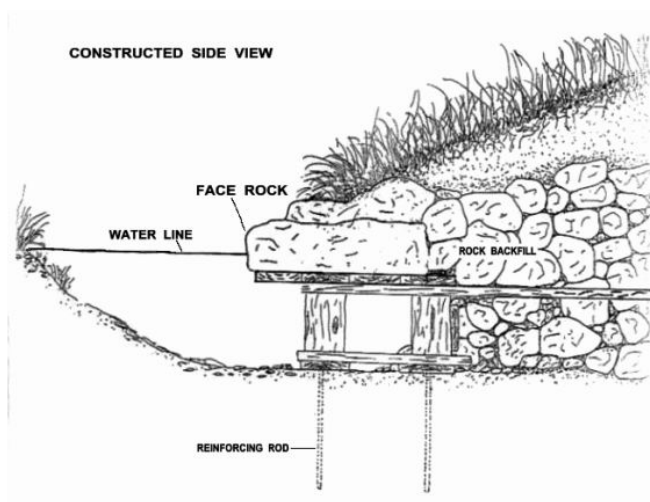
6 PREDLAGANI UKREPI

6.1. Ukrepi v vodotoku

6.1.1. Ribja skrivališča

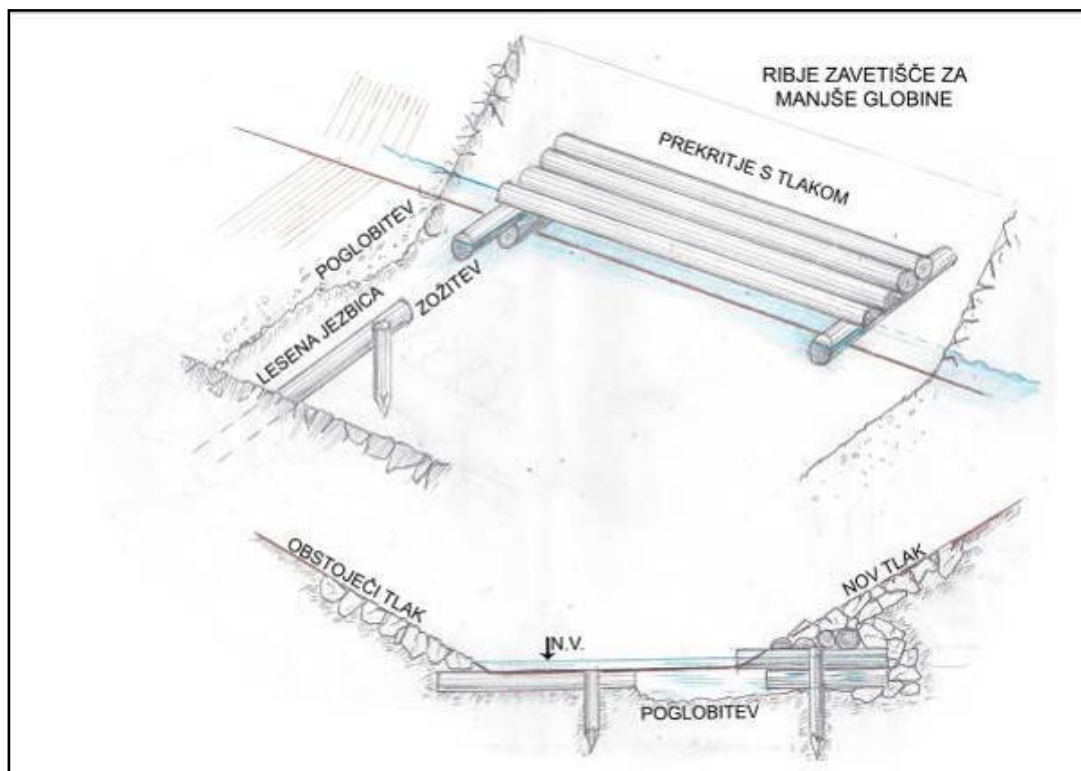
V Mislinji primanjkuje skrivališč za ribe in vodne nevretenčarje, poleg tega tudi ni primernih drstič in raznolikosti habitata, saj ribe v različnih starostnih obdobjih potrebujejo različne vrste habitatov.

Pri naravnih vodotokih so z drevjem in grmovjem zaraščene brežine običajno spodjedene in med potopljenimi koreninami imajo ribe svoja skrivališča. V reguliranih vodotokih je treba take izgubljene habitate nadomestiti in s tem zagotoviti tako nove prostore za ribe kot za ves ostali vodni živelj, ki predstavlja pomembno hrano zanje. Ena takih ureditev so umetno spodjedene brežine, kar imenujemo spodmol.



Slika 34: Podvodni spodmol (Vernon County, 2012)

Konstrukcija mora biti zavarovana z lomljencem in ugreznjena v brežino, da ne moti pretoka visokih voda. Na nasprotnem bregu se umesti jezbičo, ki leži tik nad zavetiščem, da se v spodmolu ne odlaga pesek in gramoz. Zaradi jezbič se prostor pred zavetiščem pogloblja in prod sproti odnaša. V primeru, če je spodmol na zunanji strani ovinka struge, problema z odlaganjem gramozu ni.



Slika 35: Izdelava spodmolov za nizke gladine vode v vzožju brežin z oblicami (Globevnik et al., 2014)

Poleg umestitve ribjih skrivališč v vodotok je zelo pomembna tudi prilagoditev vzdrževalnih in drugih posegov v vodotok v času drstitve posameznih ribjih vrst. Posege v vodotoke v času drsti prepoveduje tudi zakonodaja. Na Mislinji je dominantna vrsta potočna postrv, ki se drsti med oktobrom in decembrom, med naseljem Šmartno pri Slovenj Gradcu in Bukovsko vasjo pa prevladuje lipan, ki se drsti med februarjem in aprilom.

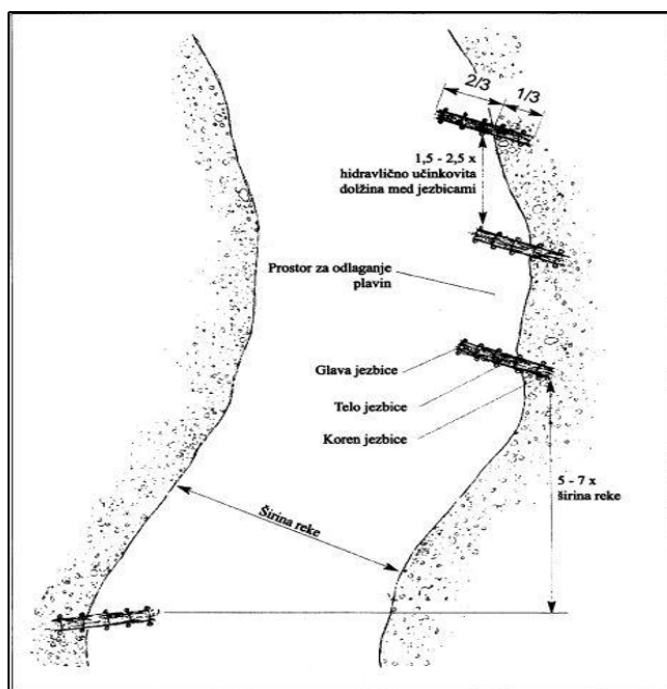
6.1.2. Jezbice

Jezbice so preproste vodne zgradbe, ki stisnejo in preusmerijo vodni tok (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008). Temeljene so v brežino vodotoka. Namenjene so varovanju brežin pred erozijo (s preusmeritvijo toka), popestritvi vodnega toka na izravnanih strugah, lahko pa tudi spremembi tlorisnega poteka vodotoka (Mikoš, 2000).



Slika 36: Zaporedno postavljeni odbijači toka v reki Ruhr (Ruhr, 2015)

Odbijači toka so lahko narejeni iz lesa, kamna ali obojega in ne smejo presegati srednjega toka vode za več kot 15 cm. Izvedeni morajo biti tako, da zožijo dno korita na največ $\frac{1}{2}$, odvisno od velikosti vodotoka. Večji kot je kanal, krajši mora biti odbijač (glede na širino kanala). Večja kot je pretočna hitrost, manjši mora biti kot, pod katerim je jezbrica postavljena na brežino. Kot ne sme presegati 40 stopinj, v nasprotnem primeru lahko povzroči erozijo na nasprotnem bregu. Oblikovani morajo biti tako, da ne zaustavljajo glavnega toka vode in povzročajo spodjedanja ali erozije na nasprotni brežini. Če se to dogaja, je potrebno brežino dodatno stabilizirati. Navadno so postavljeni zaporedoma, na razdalji, ki znaša 2,5-kratnik dolžine odbijača (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008). Na nestabilnih tleh je potrebno konstrukcijo podpreti z lomljencem, da ne pride do porušitve. Tehnika je dokaj poceni in enostavna za izvedbo, potreben je le manjši izkop brežine, ki se lahko izvede ročno.

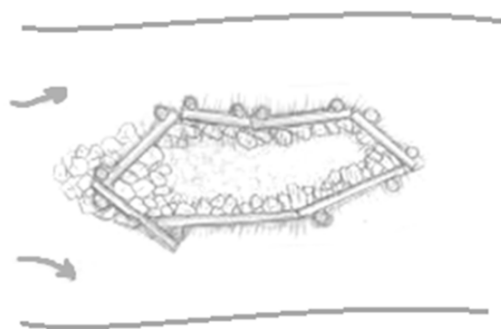


Slika 37: Različne možnosti postavitve jezbic (Florineth, 2004)

Jezbice pospešijo hitrost vode in so primerne za vodotoke, kjer je korito preširoko in se zaradi počasnega toka vode nabirajo sedimenti. Na robu odbijača se izdolbe manjši tolmun, nastanejo vrtinci in vnos kisika v vodo se poveča. Zaradi tega se poveča samočistilna sposobnost vodotoka in izboljšajo pogoji za vodni živelj, hkrati pa poplavna varnost ni ogrožena, saj opravljajo svojo funkcijo pri nizkih in srednjih vodostajih, ob visoki vodi pa so preplavljene (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008).

Za tolmane so značilne večje globine vode in nižje hitrosti vode. Upočasnen tok vode povzroča usedanje finih delcev (s polutanti in hranili) in nastanek novih habitatov. Zaradi tega je povečan čas zadrževanja vode v vodotoku, kar pomeni tudi bogatejši sušni vodostaj, poveča se stik med vodo in brežino ter se izboljša estetska vrednost in raznolikost vodotoka (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008). Tolmuni so ključnega pomena za preživetje rib v času nizkega vodostaja.

6.1.3. Umetni otok



Slika 38: Umetni otok (Globevnik et al., 2014)

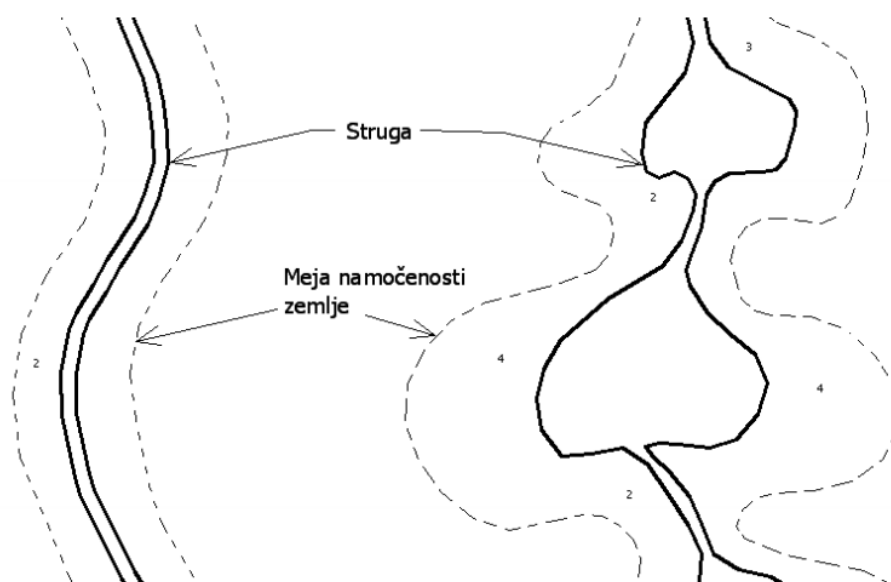
Namen otokov je popestriti tok vode, ustvariti zatočišče za živali in izboljšati samočistilne sposobnosti vodotoka. To dosežemo s filtriranjem skozi objekt in boljšim navzemanjem kisika zaradi povečane turbulentnosti. Otok je sestavljen iz kamnitih blokov, ki so napolnjeni s substratom in vegetacijo, na njem uspeva hidrofilna zarast. Dobrodošla je dodatna zaščita brežine pred erozijo, ki jo je najbolje izvesti z inženirsko biološkimi metodami (Vrhovšek, Vovk Korže, 2008).

6.1.4. Zalivi in zajede

Zalivi v vodotoku opravljajo vlogo zadrževanja vode, habitata in pribežališča ter imajo samočistilno in zadrževalno funkcijo. Delno lahko prevzamejo funkcije mrtvic. Rečni zalivi se lahko uredijo na poplavnih vodotokih z namenom, da se zmanjša poplavne vode (Vovk Korže in Vrhovšek, 2006). Zalivi lahko popestrijo naklon brežin, kar prinaša bolj raznoliko vegetacijo in nudijo zatočišče za ribe v času visokih voda, saj je tu vodni tok počasnejši (Sajovic, 2010).



Slika 39: Zajeda (Sajovic, 2010)



Slika 40: Zajezitve na vodotoku imajo tudi funkcijo zadrževanja vode (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008), kar je izrednega pomena tako v času visokih, kot nizkih voda. V prvem primeru se vsaj omilijo poplave dolvodno, v drugem pa se preprečujejo hujše suše.

6.2. Ukrepi na brežini

6.2.1. Kamnomet s potaknjenci

Na odsekih, ki so zavarovani z lomljencem, se med prostore med kamni zasadi vrbove potaknjence. Potaknjenci so odrezani deli rastline, ki se sčasoma ukoreninijo, ko porastejo pa osenčijo vodotok, kar znižuje temperaturo vode in izboljšuje razmere za življenje v reki, korenine potaknjencev pa

preprečujejo izpiranje prsti. Z rastjo potaknjenci prispevajo k še večji stabilizaciji brežine, poleg tega pa tudi k boljši vpetosti kamnomete v krajino in nudijo dodatno zatočišče obvodnim organizmom. V času vgradnje rastline ne smejo brsteti ali zeleneti. Ukrep je primeren pri velikih strižnih silah.



Slika 41: Vrbovi potaknjenci (NCHRP, 2005)

6.2.2. Ureditev brežin v mestnem prostoru

Ljudje se v mestnem prostoru vedno bolj zavedajo pozitivnega vpliva reke na življenje v mestu. Prebivalci mest neposredno bližino reke pogosto izkoristijo za rekreacijo, sprostitvev in počitek. V svetu in pri nas je vedno več primerov dobrih praks urejanja brežin v mestnem okolju.



Slika 42: Primera urejenih mestnih brežin (ArchDaily, 2015 in Divisare, 2014)

6.2.3. Sonaravno vzdrževanje brežin

Obrežna vegetacija ima vlogo blažilne cone med vodo in ostalo krajino z različnimi rabami zemljišč in je zelo pomembna za dobro kakovost vode, saj pomaga preprečevati vnos pesticidov in drugih onesnaževal v vodotok, ščiti pa tudi podtalnico. Poleg tega zagotavlja dragocen habitat in vir hrane za divje živali in je zelo pomembna za ohranjanje biodiverzitete ter ogroženih biotopov. Izboljšuje pa tudi estetsko vrednost krajine. Vegetacijski pasovi svojo funkcijo najbolj učinkovito opravljajo, če

vključujejo avtohtone trave in globoko ukoreninjena drevesa ter grmovnice, ki še dodatno stabilizirajo brežino in s senčenjem ohranjajo temperaturo vode.

Zaraščenim strugam se sčasoma manjša pretočna sposobnost. Stara in gosta zarast lahko ovira vračanje poplavne vode nazaj v strugo in erozijo. Kalna voda se ob zarasti umirja in tam se odlaga mulj. Zaradi tega nastajajo brežinski vršaji, ki prav tako ovirajo vračanje poplavne vode nazaj v strugo. Poseki dreves so zaradi tega potrebni, vendar jih je treba izvajati v smislu pomlajevanja (Globevnik et al., 2014). Zakon o vodah določa, da je potrebno pri vzdrževanju brežin, poraslih z grmovnim drevesnim rastjem, sodelovanje z ARSO, ki podeljuje koncesije izvajalcem del v obvodnem prostoru. Vzdrževanje priobalnih zemljišč država sicer zagotavlja prek javne službe (Rauch, 2005).

6.2.4. Stabilizacija brežin

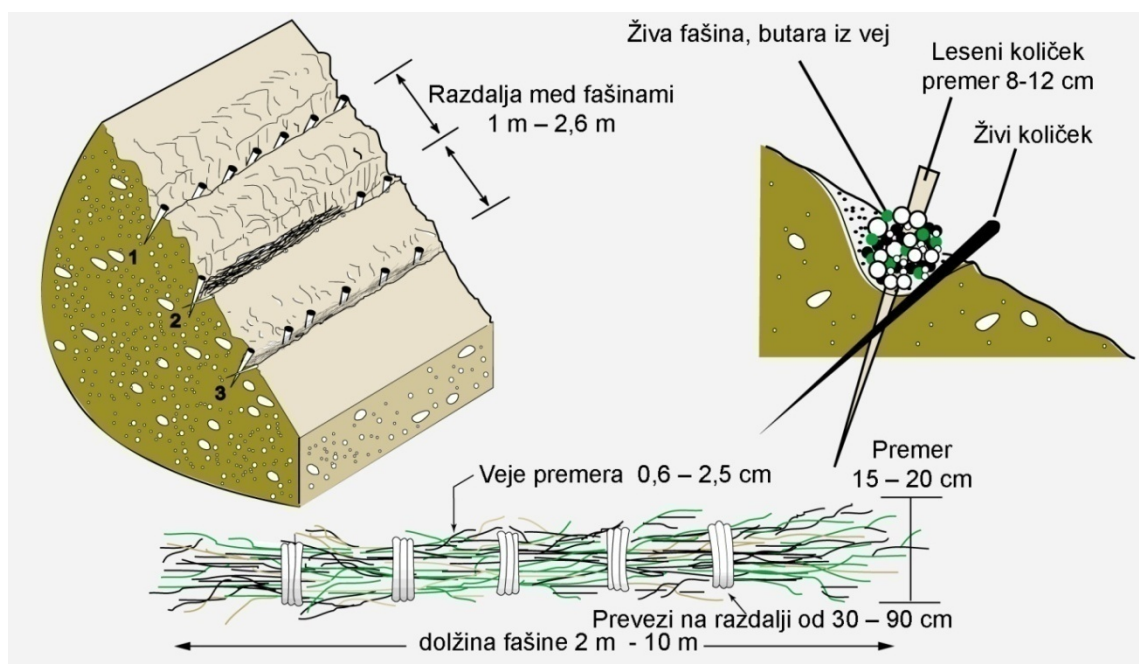
Na reki Mislinji so se težave z erozijo brežin v preteklosti reševale predvsem z betonsko ali kamnito regulacijo, vendar se lahko za zaščito brežin pred erozijo uporabijo tudi biološko inženirske metode. Pri bioinženiringu se najpogosteje uporabljajo lokalno dostopni materiali. Avtohtone rastlinske vrste so dobro prilagojene lokalnemu podnebnju in razmeram v tleh. Ta tehnologija navadno ne zahteva težke mehanizacije, zaradi česar so stroški nižji in dodatna obremenitev tal manjša, kar je še posebej koristno na strmih in nestabilnih brežinah. Najbolj primeren čas za vgradnjo teh metod je takrat, ko ni rastne sezone, to je pozna jesen, zima in zgodnja pomlad. To je navadno tudi čas, ko je manj drugih gradbenih del. Leta spremljanja so pokazala, da so ti sistemi močni že na začetku, vendar njihova stabilnost in zmožnost prenašanja napetosti, z rastjo vegetacije, ves čas narašča. Prednost teh metod v primerjavi s tradicionalnimi inženirskimi rešitvami je tudi ta, da zagotavljajo boljše habitatne pogoje in dajejo prijetnejši izgled krajini. Za razliko od drugih tehnologij, kjer so rastline predvsem estetski del projekta, so v sistemu bioinženiringa pomemben strukturni element. Vegetacija je najpomembnejši del biološko inženirskih metod, zato je pomembno sodelovanje z lokalnimi botaniki ali drugimi strokovnjaki na področju rastlinstva pri izbiri najprimernejših rastlinskih vrst (Lewis, 2000).

6.2.4.1. Žive fašine

Žive fašine so v snope povezani živi potaknjenci, nameščeni v dolgih vrstah v plitvih jarkih. Uporabljajo se za biotehnično stabilizacijo pobočij in brežin od nivoja vode do vrha (NCHRP, 2005). V večini primerov so nameščene vzporedno z vodno gladino, če pa so nameščene pod kotom, usmerjajo nadzorovano odvajanje vode. Kadar so nameščene v bližini vode, jih je potrebno zavarovati s podlago iz kamenja, da se prepreči spodjedanje.



Slika 43: Žive fašine nameščene pod kotom (Lewis, 2000)



Slika 44: Prikaz namestitve živih fašin (Lewis, 2000)

Snope je potrebno narediti iz živih vej premera 4 cm, z minimalno dolžino 130 cm. Veje morajo biti obrnjene v isto smer in zvezane na razdalji med 30 in 90 cm (večji premeri bolj na gosto), premeri fašin pa so med 15 in 20 cm (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008). Veje se zvežejo z vrvjo iz naravnih materialov (lan, juta, konoplja, kokos). Potaknjenci se največkrat odvzamejo iz vrbe, dreva ali bezga. Če ustrezne količine materiala ni na voljo, so lahko sestavljene iz 50% vrst, za katere je malo verjetnosti, da se bodo ukoreninile, na primer jelša, javor, breza ali trepetlika. V strukturi živih fašin bi bilo najbolje mešati različne vrste in starosti. Snope zvezanih vej se polaga v jarke globine 0,3 do 0,5 m. Večina fašin, predvsem pa njihovi konci, morajo biti zasuti z zemljino (Donat, 1995).

Nameščanje fašin poteka od vrha do pete brežine (NCHRP, 2005). Razdalja med njimi je odvisna od naklona in vrste tal (Preglednica 7).

Preglednica 7: Razdalja med fašinami (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008)

Naklon brežin	Razdalja - kohezivna tla [m]	Razdalja - nekohezivna tla [m]
1:1	1	/
1:1 – 2:1	1 do 1,3	/
2:1 – 3:1	1,3 do 1,6	1 do 1,3
3:1 – 4:1	1,6 do 2	1,3 do 1,6
4:1 in položneje	2 do 2,6	1,6 do 2,3

Poleg tega, da fašine utrdijo in stabilizirajo brežine, se z njihovo vgradnjo izboljšajo habitatne razmere za ribe (če so nameščene v bližini vode) ter druge živali in organizme, bogatejša je tudi vegetacija. Zaradi zadrževanja sedimentov in hranil, ki prihajajo iz netočkovnih virov onesnaženja, se dvigne tudi kvaliteta vode.

6.2.4.2. Poraščeni geotekstil ali geotekstil »sendvič«

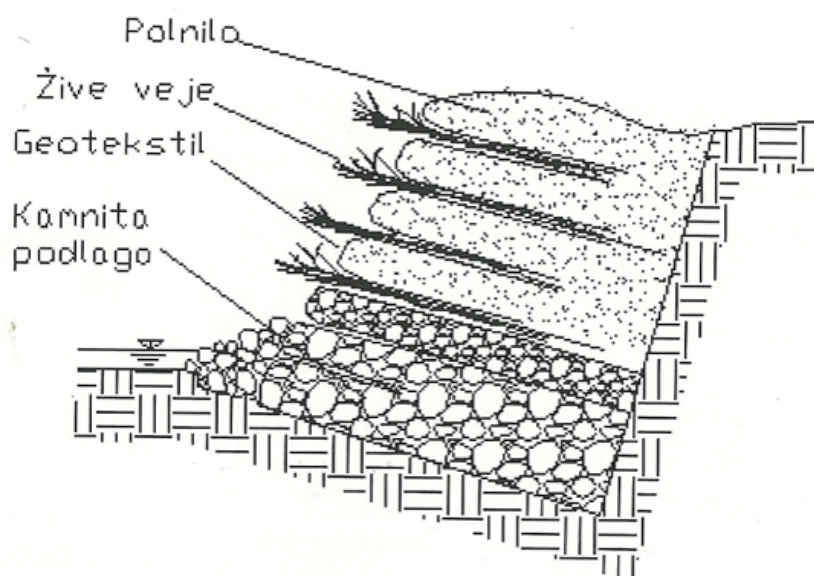
Ta tehnika se uporablja za stabilizacijo strmih brežin ali brežin, kjer druge metode zaradi pomanjkanja prostora niso izvedljive. Zahtevnost izvedbe je dokaj visoka, saj vključuje projektiranje in vgradnjo dveh različnih stabilizacijskih metod, ki se sicer dobro dopolnjujeta. To sta mehanska zaščita brežine z geotekstilno mrežo in živi potaknjenci, ki skupaj zagotavljata mehansko in strižno trdnost zemljine (NCHRP, 2005).

Žive odrezane veje vrbe, jelše, dreva, brogovite, lahko pa tudi sadike s koreninami, so vrinjene med plasti zemlje, zavite v geotekstil. Veje morajo biti debeline od 2 do 7 cm in daljše od 1,5 m. Da nastane pester in stabilen sestoj, je potrebno potaknjence razporediti raznoliko, glede na vrsto in velikost. Na meter se položi med 25 in 45 rastlin, odvisno od pričakovane vlažnosti (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008). Žive veje se sčasoma ukoreninijo in ščitijo geotekstil pred škodljivim UV sevanjem, kar podaljšuje življenjsko dobo utrditve. Geotekstil je lahko naravni (npr. juta, kokos) ali sintetični (polimeri), ki dovoljuje rast korenin. Cevasti gabioni se lahko izvedejo v naklonu od 1:2 do 1:0,5 (NCHRP, 2005) in na začetku prenesejo strižne sile v velikosti 230 N/m², po dveh letih pa okrog 650 N/m² (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008).

Poseg se lahko izvede tam, kjer ni daljših poplav, saj drevesne vrste ne prenesejo poplavljanja, vendar mora biti dovolj stabilen nizek tok, da zagotavlja dovolj vlage za rastline (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008). Dela morajo biti izvedena v času mirovanja rasti, najbolje pozno jeseni ali pozimi. Potaknjenci se lahko tudi hranijo v hladnem prostoru, dokler se ne začne vegetacijsko obdobje, v poletnih mesecih,

vendar to povečuje stroške. Cevasti gabioni morajo biti zgrajeni v času nizke vode, ker je potrebno dno, pod nivojem nizke vode, utrditi s kamnito podlago.

Vzdrževanje gabionov ni posebej zahtevno. Vegetacija se ob pravilni izbiri živih vej uspešno vzpostavi brez namakanja. Spremljanje mora obsegati pregledovanje geotekstila, da se odkrije morebitne znake trganja in utrditve ob morebitnem pojavu bočnih pritiskov na brežino ter povečanega erozijskega delovanja. Vse nepravilnosti je potrebno rešiti s pomožnimi zaščitnimi ukrepi, da ne ogrozijo celovitosti in učinkovitosti stabilizacijske utrditve.



Slika 45: Poraščeni geotekstil ali geotekstil "sendvič" (Vrhovšek in Vovk Korže, 2008)

7 LOKACIJE PREDLAGANIH UKREPOV

Na celotnem območju se pojavljajo podobne težave. V zavojih je v preteklosti prihajalo do izpodjedanja brežin in ti deli so vsaj na mestih, kjer so v bližini stanovanjski objekti, zaščiteni z lomljencem. Reka ima na nekaterih delih še naraven značaj, vendar je težava, ki se pojavlja skozi celoten tok, predvsem enoličnost in izravnano. Namen predlaganih ukrepov v in ob reki Mislinji je bil predvsem ta, da bi se popestrilo tok vode, predvsem na najbolj izravnanih predelih, izboljšalo habitatno sposobnost vodotoka ter reko približalo ljudem, pri tem pa se pretočna sposobnost ne bi poslabšala. Zaradi velikosti obravnavanega območja, smo to zaradi lažje ponazoritve razdelili na 4 odseke.

7.1. Odsek med Dovžami in Turiško vasjo

Ta odsek je dolg 2500 metrov. Na tem območju je predlagana nadgraditev že obstoječega kamnometa s potaknjenci in spodmol. Točne lokacije so prikazane v Prilogi A.1.

Kamnomet se nadgradi s **potaknjenci** med krajema Dovže in Brda, v profilih 11 in 12. Na tem delu je že obstoječi kamnomet, brežina je brez zarasti, le nekaj plevela in trav med kamenjem, zato med kamnomet posadimo potaknjence dolžine 1 m in premera 4 cm, dovolj globoko, da sega koreninski sistem do sušnega vodostaja. Z nadgradnjo kamnometa s potaknjenci dosežemo večjo odpornost kamnometa, preprečimo izpiranje prsti ter popestrimo izgled in pridobimo nove habitate. Za obstoječe stanje je bila uporabljena vrednost n_g 0,038, za predlagano pa 0,041, ker se poveča koeficient hrapavosti zaradi rastlin na brežini. Kamnomet se nahaja na krajšem odseku, zato sprememba koeficienta hrapavosti vpliva na nivo vodne gladine le lokalno in na dolvodne profile nima vpliva. Izvedba je prikazana v Prilogi B.6.



Slika 46: Lokacija kamnometa s potaknjenci

Spodmol se umesti gorvodno od mostu, pri profilu številka 36, v kraju Brda. Spodmol uvrstimo na zunanjo stran ovinka reke, da ni težav z odlaganjem gramoza in ni potrebna izdelava jezovice.

Nameščen je tako, da čezenj sega nivo vode pri pretoku $sQ_{np} = 0,533 \text{ m}^3/\text{s}$, višina vodne gladine pri tem pretoku pa je 25 centimetrov (Prilogi B.8).

7.2. Odsek v Turiški in Tomaški vasi

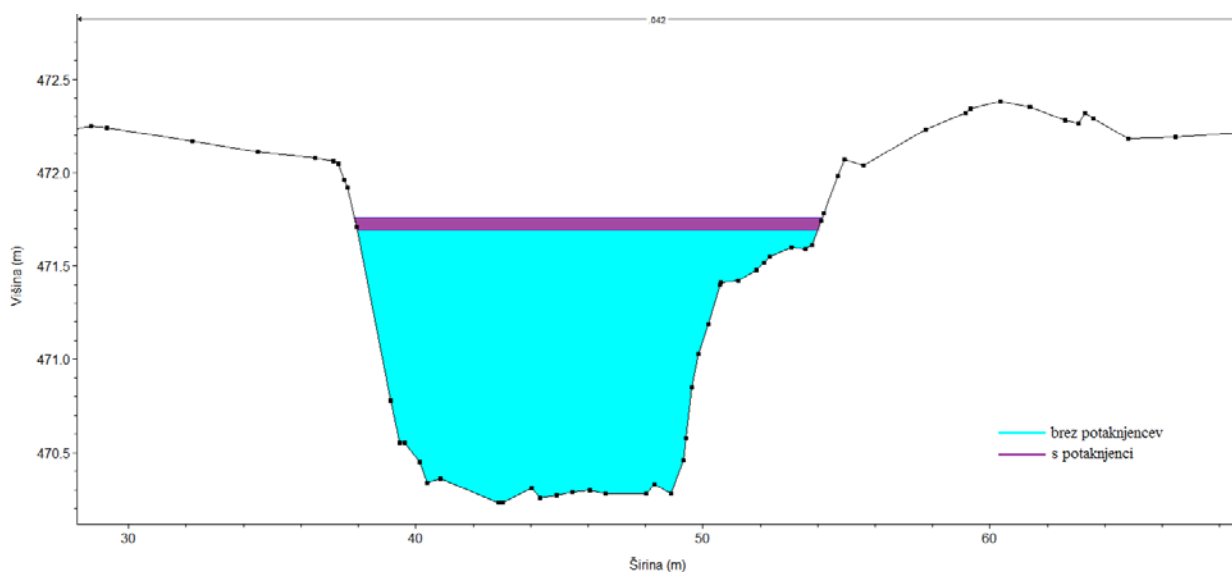
Ta odsek je dolg 1900 metrov. Sem je umeščen spodmol, kamnomet s potaknjenci na enem delu, na drugem pa otok, žive fašine, predvidena je zasaditev brežin (Priloga A.2).

Spodmol je na tem odseku umeščen gorvodno od mostu v Turiški vasi, med prečnima profiloma 47 in 48. Tukaj je leva brežina na daljšem odseku regulirana in brez obrežnega rastja. Spodmol umestimo na zunanjo stran zavoja reke. Spodmol je nameščen na taki višini, da voda pri pretoku $sQ_{np} = 0,533 \text{ m}^3/\text{s}$ sega čezenj. Vodna gladina pri tem pretoku na tem odseku pa je 23 centimetrov. Izvedba je prikazana v Prilogi B.8.

Kamnomet s potaknjenci je umeščen v Turiški vasi, med profili 46, 47, 48 in 49. Na tem odseku so strižne sile visoke, zato bi potaknjenci še dodatno varovali brežino. Struga je na levi brežini brez obrežne zarasti, zato se med že obstoječe lomljence posadi potaknjence, dolžine 1 m in premera 4 cm. Za trenutno stanje je bila uporabljena vrednost $n_g 0,038$, za predlagano stanje pa $n_g 0,041$, ker se poveča koeficient hrapavosti zaradi rastlin na brežini. Gladina vode se pri pretoku z 20 – letno povratno dobo zaradi večje hrapavosti brežine, dvigne za 2 do 8 centimetrov. Na tem odseku reka sicer ne poplavlja tudi pri pretoku s 50 – letno povratno dobo.

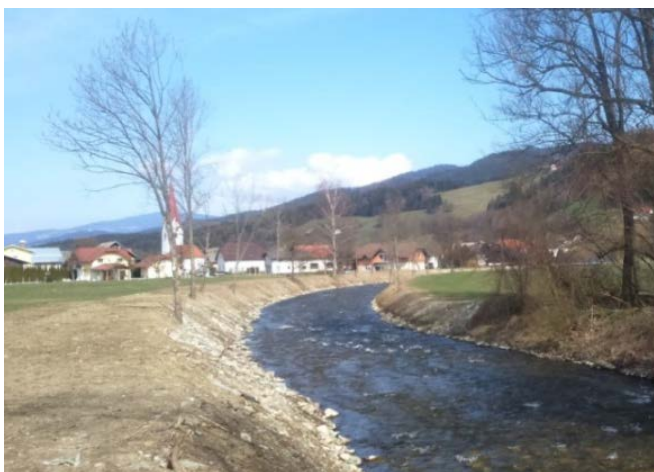


Slika 47: Lokacija kamnometa s potaknjenci v Turiški vasi



Slika 48: Vpliv potaknjencev na gladino vode pri pretoku s 50 – letno povratno dobo

Otoka sta umeščena v reko Mislinjo v Tomaški vasi, med profiloma 57 in 58. Tu je reka zelo monotona in izravnana. Ker so brežine dvignili pred kratkim, so te skoraj brez obrežne zarasti in bi jih bilo potrebno zasaditi. Ker bi se z zasaditvijo povečal koeficient trenja in poslabšala poplavna varnost, se lahko vegetacija posadi na kroni brežine, kjer je njen vpliv na koeficient trenja ničen ali zelo majhen. Izbrani Manningov koeficient n_g za obstoječe stanje je 0,035, za predlagano stanje pa 0,038. Prečni prerez obstoječe in predlagane situacije profila 57 je predstavljen v Prilogi B.2. Ljudje, ki na tem območju živijo, so povedali, da je ta odsek zelo priljubljen pri sprehajalcih, zato bodo popestritve v strugi dobrodošle tudi za njih.

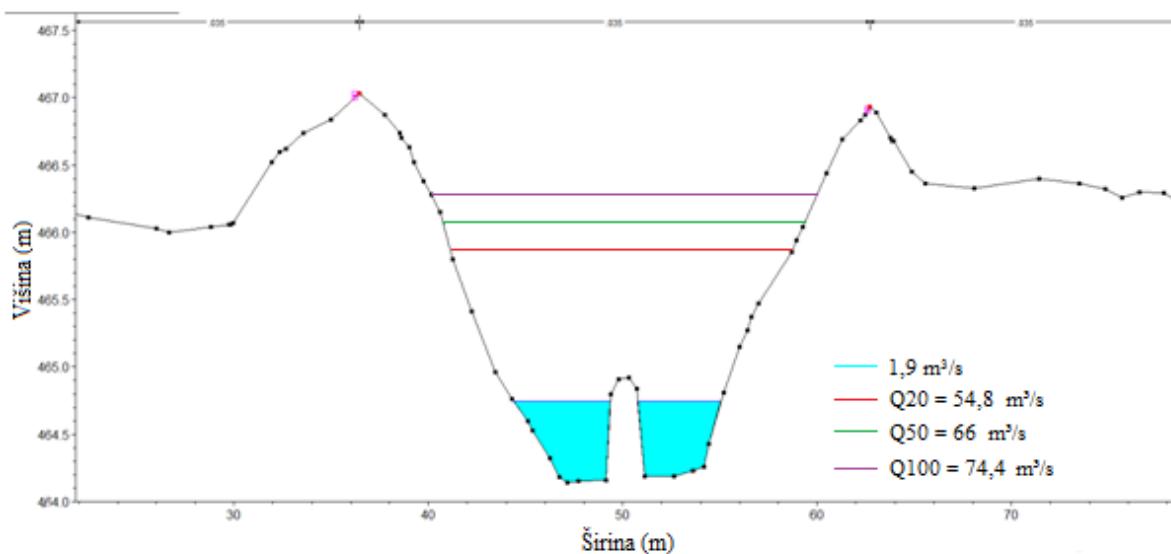


Slika 49: Reka Mislinja v Tomaški vasi (Britovšek, 2016)

V primeru, da v strugi teče srednji mesečni pretok sQ_s , ki je $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (ARSO, 2014), se gladina vode dvigne za 4 do 9 centimetrov. To pomeni, da je umestitev otokov na tem delu dobrodošla, saj prenizek vodostaj na Mislinji predstavlja težave za življenje v reki. Na tem odseku je pretočna sposobnost struge visoka, v profilu 57 struga prevaja pretoke s 100 – letno povratno dobo, v profilu 58 pa se voda razlije na desno stran, kjer ni ogrožene infrastrukture. Na poplavljanje otoka tako nimata vpliva, oziroma ne ogrožata ljudi in lastnine. V času visokih vod sta preplavljena.

Višina otokov je bila izbrana glede na srednji mesečni pretok (Slika 50), ob katerem otoka nista preplavljena in opravljata svojo funkcijo popestritve vodotoka in hidromorfološko bogatejše razgibanosti struge. Višina vode pri tem pretoku se na tem območju giblje med 31 in 38 centimetri. Dolžina otokov je 5 metrov, širina pa 1,5 metra (Priloga B.1).

Na tem delu je brežina rahlo razširjena in zaščitena pred erozijo. Uporabimo naravne materiale. Predlagamo vgraditev živih fašin.



Slika 50: Profil 57 v Tomaški vasi po umestitvi otoka pri različnih pretokih

7.3. Odsek Šmartno pri Slovenj Gradcu

Ta odsek sega vse od Tomaške vasi do Slovenj Gradca. Dolg je 3200 metrov. Med Tomaško vasjo in naseljem Šmartno so predlagane jezbece, dolvodno od njih zajeda, v centru kraja je predlagana zasaditev brežine. Na delu proti Slovenj Gradcu pa se predlaga kamnomet s potaknjenci in odsek z jezbicami (Priloga A.3).

Zaliv ali zajeda je umeščena v kraju Šmartno pri Slovenj Gradcu, med profili 99a, 99b in 99c. Na tem mestu je struga izravnana in nizka, na brežinah ni grmičevja ali dreves. Bočna razširitev na desni strani struge bo povečala pestrost regulirane struge in povzročila izmenjavo hitrih in mirnih con v reki, kar je za vodni živelj zelo pomembno. Zaliv je majhen, lahko bi ga poimenovali tudi ekološka niša, dolg 10 metrov in je premajhen, da bi zadrževal poplavno vodo. Lokalno se gladina sicer malo zniža, dolvodno pa nima vpliva. Namenjen je le popestritvi habitatov za življenje v vodi. Točna lokacija je prikazana v Prilogi A.3. Za obstoječe stanje je bil na tem delu uporabljen n_g 0,035, za predlagano na območju zajede pa 0,038.



Slika 51: Lokacija zajede oziroma zaliva v kraju Šmartno pri Slovenj Gradcu (Britovšek, 2016)

Jezbice se umestijo na dveh ravnih odsekih, med profili 80, 81, 82, 83 in 84 v Šmartnu pri Slovenj Gradcu in 138, 139, 140, 141 ter 142 med naseljema Šmartno in Slovenj Gradec, kjer so v okolici vodotoka kmetijske površine. Namen postavitve jezbic je na ravnem odseku ustvariti dinamičen tok s tolmuni in vrtinci in tako povečati pestrost vodnega toka.

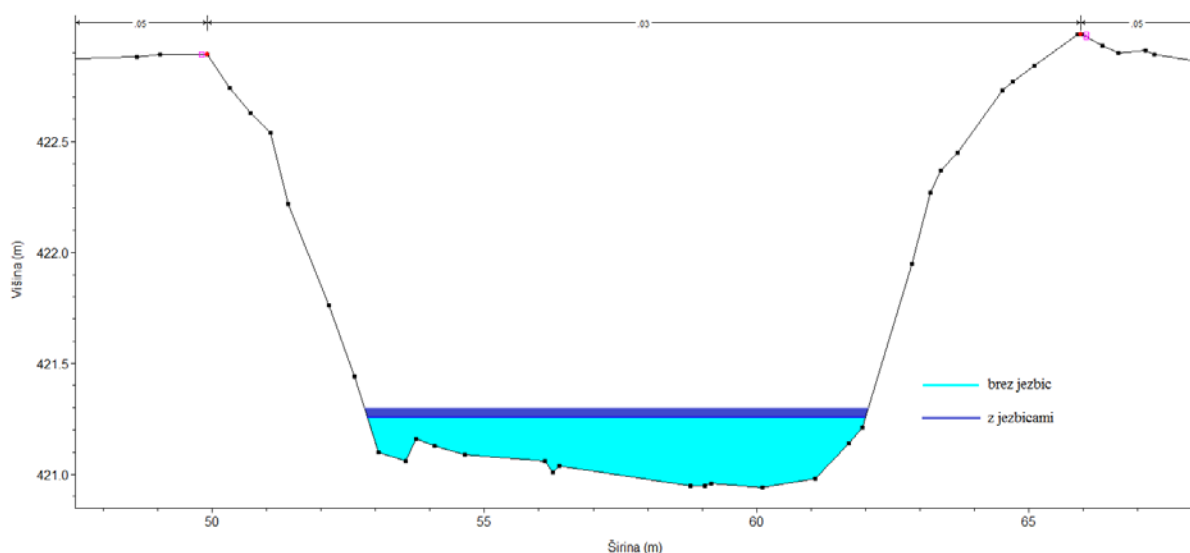
Preglednica 8: Strižne napetosti pri pretoku s povratno dobo 50 let na prvem odseku z jezbicami

Profil	Stacionaža [m]	Pretok [m^3/s]	Strižna napetost [N/m^2]
			v strugi
80	4301,44	66	254,58
81	4243,86	66	49,25
82	4178,259	66	79,87
83	4115,458	66	204,57
84	4060,328	66	123,11

Preglednica 9: Strižne napetosti pri pretoku s povratno dobo 50 let na drugem odseku z jezbicami

Profil	Stacionaža [m]	Pretok [m ³ /s]	Strižna napetost [N/m ²]
			v strugi
138	1278,139	66	228,57
139	1213,194	66	53,38
140	1144,62	66	230,14
141	1081,895	66	55,65
142	1022,942	66	140,48

Na obeh odsekih se zaradi velikih strižnih sil (Preglednici 8 in 9) predlagajo deklinantne (v smeri toka), obojestranske jezbece. Oba odseka sta dolga približno 300 metrov, na obeh delih je širina reke 7,5 metra. Jezbece so dolge 1,1 m, izmenično obojestranske, na medsebojni razdalji 38 metrov in zgrajene iz lomljenca, dimenzij 20 do 40 centimetrov. Trenutno se predlaga umestitev 7 jezbic, glede na to, kako bodo dejansko delovale v vodotoku, se lahko kasneje zgostijo. Jezbece so nameščene tako, da segajo do kote srednje nizke vode (pri $s_{Qnp} = 0,533 \text{ m}^3/\text{s}$ (ARSO, 2014)). Višina vode je pri tem pretoku med 19 in 30 centimetri. Visoke vode jezbece preplavijo. Manningov koeficient n_g je bil iz 0,038 povečan za 5 % in 10 %.

Slika 52: Primerjava vodne gladine pred in po umestitvi jezbic v vodotok pri pretoku $vQ_s = 2,791 \text{ m}^3/\text{s}$ (Profil 139) pri 10 % povečanju Manningovega koeficienta

Manningov koeficient je bil ocenjen, zato smo v primeru, da v vodotok umestimo jezovice, preverili, kakšna je razlika, če ga povečamo za 5 % in za 10 % (Preglednica 10). Jezovice imajo na visoke vode zelo mali vpliv ali pa ga sploh nimajo, zato smo razlike med obstoječim in načrtovanim stanjem preverili za nizke in srednje pretoke. Rezultati so pokazali, da jezovice pri nižjih pretokih dvignejo nivo vode in zmanjšajo hitrosti vode v strugi, kar pomeni, da se podaljša tudi čas zadrževanja. Ker v Mislinji težavo predstavljajo nizki vodostaji, bi bile jezovice iz tega vidika dober ukrep, ki bi izboljšal pogoje za življenje v reki. V primeru nižjih hitrosti je sicer tudi segrevanje vode večje, vendar so brežine na tem delu reke zaraščene in bi vegetacija s senčenjem preprečila večja povišanja temperature.

Preglednica 10: Primerjava učinka različnih vrednosti Manningovega koeficienta na delu z jezovicami

Pretoki [m^3/s]	5 % povečanje n_g		10 % povečanje n_g	
	Povišana gladina vode v primerjavi z obstoječim stanjem [m]	Zmanjšana hitrost toka vode v primerjavi z obstoječim stanjem [m/s]	Povišana gladina vode v primerjavi z obstoječim stanjem [m]	Zmanjšana hitrost toka vode v primerjavi z obstoječim stanjem [m/s]
$sQ_{np} = 0,533$	0 – 0,01	0,01 – 0,02	0,01 – 0,03	0,02 – 0,04
$sQ_s = 1,9$	0,01	0,02 – 0,06	0,02	0,04 – 0,1
$vQ_s = 2,791$	0,01 – 0,02	0,03 – 0,07	0,02 – 0,05	0,09 – 0,12

Kamnomet s potaknjenci se predlaga med naseljema Šmartno in Slovenj Gradec, med profiloma 127 in 128. Trenutno stanje je predstavljeno na Sliki 53. Kamnomet je bil v tem primeru narejen leta 2012 po velikih poplavih, ko je voda izpodjedla brežino. Glede na to bi bila rešitev s potaknjenci zelo dobrodošla, saj bi ti še dodatno stabilizirali brežino. Potaknjenci so dolgi 1 m in premera 4 cm (Priloga B.6).



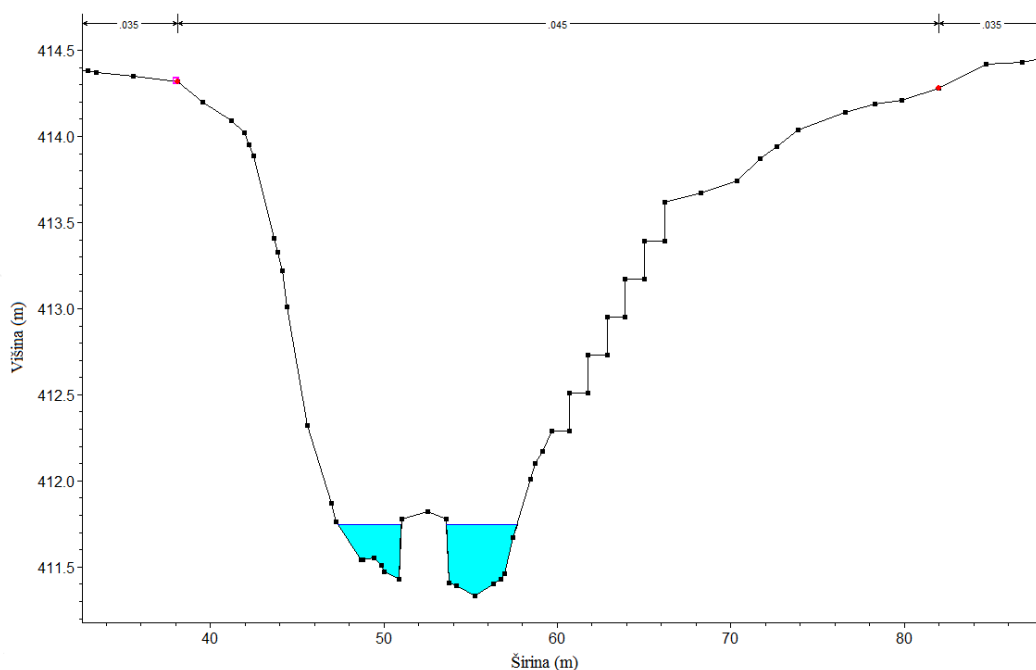
Slika 53: Obstoječi kamnomet med naseljema Šmartno in Slovenj Gradcem

7.4. Odsek v Slovenj Gradcu

Ta odsek je dolg 900 metrov in je edini mestni del reke Mislinje na obravnavanem območju. Tukaj so predlagani ukrepi ureditev brežin (stopnišče, dodatna utrditev na delu, kjer je otok, odstranitev invazivnih vrst in zasaditev drugih), ureditev parka z izobraževalnimi tablami, most za pešce, ureditev poti (Priloga A.4).

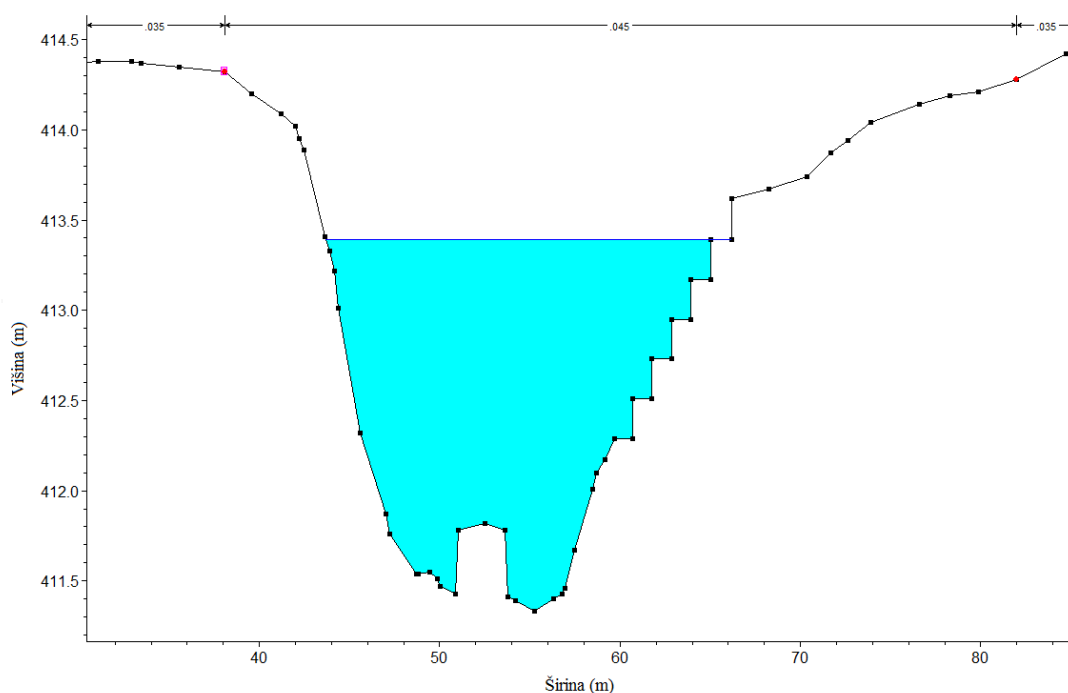
Del Mislinje med nakupovalnim centrom Mercator in mostom čez reko pri bazenu, je edini del v mestu, kjer se lahko ljudje vodi približajo, vendar je tudi tu dostop do nje skoraj onemogočen. Brežine niso urejene, v večini so tudi prestrme, peš in kolesarska pot je od reke umaknjena. Vegetacija je osiromašena in nezanimiva, posajene so tujerodne vrste. Na tem delu se dnevno zvrsti veliko ljudi, predvsem zato, ker pelje mimo glavna kolesarska pot in zaradi bližine trgovskih središč, kljub temu pa se ljudje ob reki ne ustavljajo, saj v in ob vodi ni zanimivih točk, ki bi jih pritegnile. Namen predlaganih ukrepov je predvsem približati reko ljudem in popestriti strugo ter na ta način izboljšati njen izgled in pogoje za življenje v vodi, vendar ob tem ne poslabšati pretočnosti struge.

Otok je v Slovenj Gradcu, med profiloma 157 in 157a. Na tem delu je že obstoječi prag, zato je otok umeščen gorvodno od pragu, da ta dvigne nivo vode in zmanjša erozijo okoli otoka. Brežina je na desni strani razširjena zaradi stopnišča, na levi pa smo jo razširili še za 0,5 m.



Slika 54: Profil v Slovenj Gradcu po umestitvi otoka in stopnišča pri srednjem pretoku

Leva brežina se zaradi zaščite pred erozijo še dodatno utrdi z živimi fašinami ali poraščenim geotekstilom, na desni pa je predvideno stopnišče. Otok je dolg 5 metrov in širok 1,5 metra. Višina otoka je izbrana glede na srednji mesečni pretok sQs, ki je $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (ARSO, 2014), višina vodne gladine pri tem pretoku pa je 28 centimetrov. Ob nizkem vodostaju se gladina vode dvigne, pri visokih vodah pa otok nima vpliva na poplavljanje. Pretočnost struge je na tem delu zelo visoka, glede na izračune v programu HEC-RAS znaša $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Izbrani koeficient hrapavosti n_g je bil za obstoječe stanje 0,035, za predlagano pa 0,038.



Slika 55: Profil v Slovenj Gradcu po umestitvi predlaganih ukrepov pri pretoku s 100 - letno povratno dobo

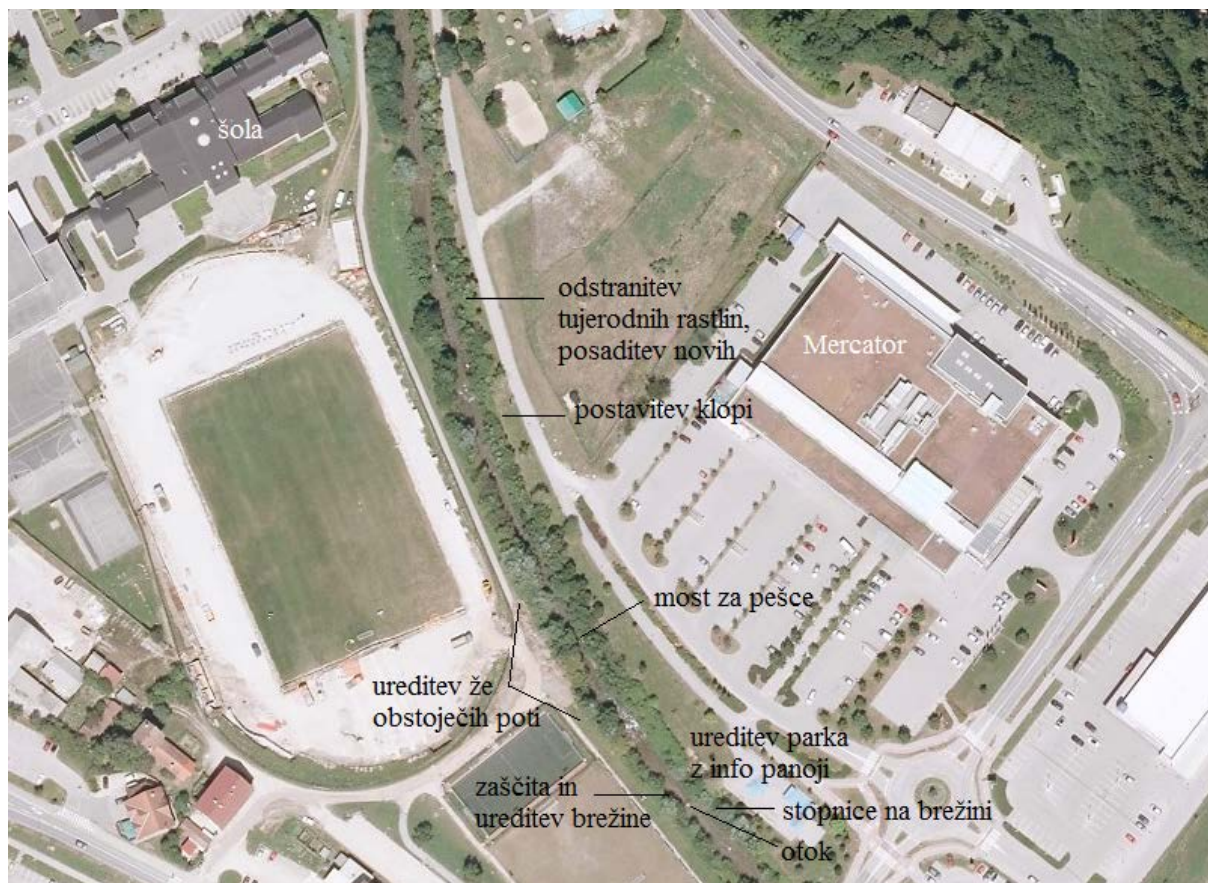
Stopnišče je predlagano na profilih 156a, 156b, 157 in 157a, na desni brežini, mimo katere teče tudi kolesarska pot. Na ta način se ljudem omogoči dostop do vode in sprostitev ob reki. Stopnišče je dolgo 45 metrov (Priloga B.9). Na tem delu je v strugo umeščen tudi otok, ki popestri izgled reke.

Park se uredi nad stopniščem, na mestu, kjer je danes skate park, ki se prestavi na drugo lokacijo. Manjši park se razpotegne še dolvodno med reko in kolesarsko potjo ter se nadaljuje na majhnem območju na nasprotni strani, ki je danes neizkoriščeno, ker ga zarašča trava in grmovje. V njem so klopi in informacijske table, ki služijo izobraževanju ljudi.

Most za pešce povezuje levi in desni breg.

Invazivne in tujerodne vrste rastlin se odstranijo na celotnem odseku ter se posadijo vrbe, topoli in jelše.

Uredijo se že obstoječe poti na levi brežini, gledano dolvodno.



Slika 56: Predlagani ukrepi na mestnem odseku reke Mislinje

Predlagani ukrepi na tem odseku na nekaterih profilih znižajo nivo vode ob visokovodnem valu, drugod pa ostaja enak ter tako ne poslabšujejo pretočne sposobnosti struge. Manningovi koeficienti n_g so se na tem odseku iz prejšnjih 0,035 dvignili na 0,038. V Preglednici 11 je predstavljena primerjava med obstoječim stanjem in stanjem po izvedenih ukrepih v dveh profilih, kjer pride do spremembe (višina vode se zniža pri predlaganem stanju) pri pretoku s 100 – letno povratno dobo, drugod ostane višina vodne gladine enaka. Prečni prežez je prikazan na Slikah 54 in 55. Na tem odseku struga prevaja tudi pretok s stoletno povratno dobo.

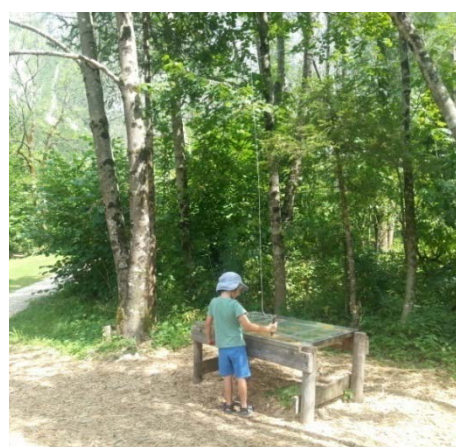
Preglednica 11: Stanje po umeščenih ukrepih v Slovenj Gradcu pri Q100

Profil	Stacionaža [m]	Višina vodne gladine za obstoječe stanje [m]	Višina vodne gladine po izvedbi predlaganih ukrepov [m]	Razlika v vodni gladini [m]
156	367,0647	414,09	413,98	0,11
157	312,2908	413,15	413,11	0,04

Ljudje živijo v bližini reke, vendar o njej ne vedo praktično ničesar. V Slovenj Gradcu, kjer bi se po izvedenih ukrepih ob vodi zbiralo največ ljudi (v bližini je tudi šola), bi bilo zato smiselno namestiti nekaj **izobraževalnih panojev**, na katerih bi si ljudje lahko prebrali nekatere osnovne značilnosti reke Mislinje, o njenih prebivalcih in funkcijah obrežnega rastja, zanimivih točkah ob reki ter na splošno o sonaravnih ukrepih ter jim na ta način približali reko. Podobni primeri v Sloveniji so prikazani na Sliki 57. Vsebina je lahko tudi bolj primerna za otroke, primer »interaktivne« table, kjer lahko najmlajši skozi igro izvedo vse o kroženju vode na Zemlji, prikazuje Slika 58.



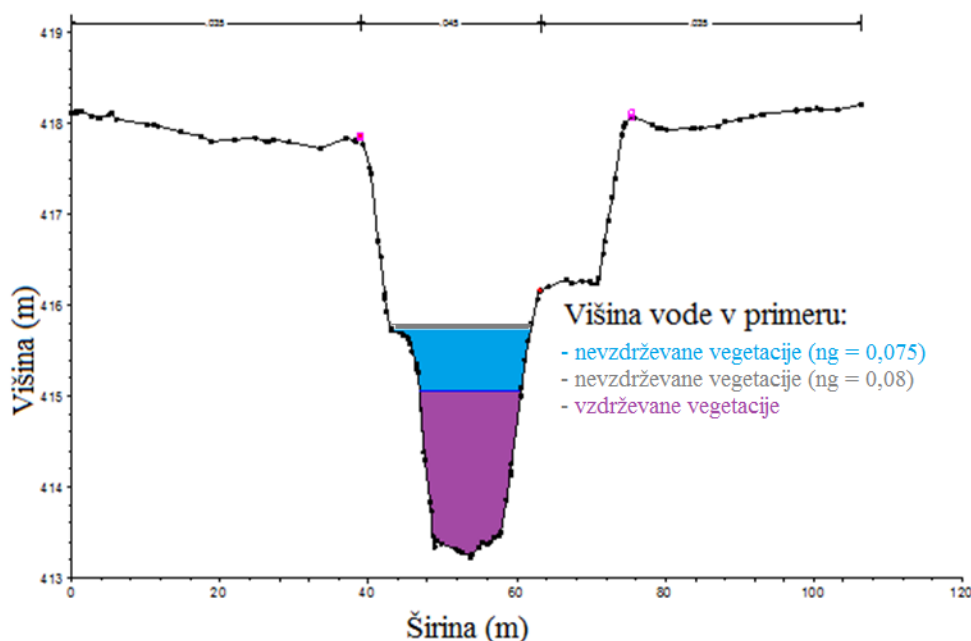
Slika 57: Primera informacijskih panojev (Krško, 2012 in Ljubljansko barje, 2011)



Slika 58: »Interaktivna« tabla iz Zlatorogove pravljичne dežele v Bohinju (Britovšek, 2016)

8 POSLEDICE NEVZDRŽEVANE OBREŽNE ZARASTI NA CELOTNEM OBRAVNAVANEM ODSEKU REKE MISLINJE

V kolikor se vegetacija na brežinah reke Mislinje ne bi vzdrževala, smo predvideli, da bodo brežine v roku nekaj let zaraščene na celotnem odseku. Povečala se bo hrapavost in zaradi tega je bil v tem primeru izbran višji Manningov koeficient n_g (0,075 in 0,08). Analiza je pokazala, da ima lahko zarast na gladino vode izredno velik vpliv. V primeru pretoka z 20 - letno povratno dobo se višina vodne gladine poveča praktično na celotnem odseku, ponekod celo za več kot pol metra.



Slika 59: Razlika v gladini vode v primeru vzdrževane in nevezdrževane vegetacije, profil 151 pri pretoku z 20 – letno povratno dobo

Za ohranjanje pretočne sposobnosti strug je zato potrebno brežine sonaravno vzdrževati. Velika in stabilna drevesa stabilizirajo brežino in dajejo vodotoku privlačen krajinski izgled, zato naj se ne posekajo. Grmičevje in drugo nižje rastje se odstranjuje v smislu redčenja. Odstraniti je treba invazivne in tujerodne rastline ter jih tam, kjer je to potrebno, nadomestiti z avtohtonimi vrstami. Na tistih mestih, kjer je bila obvodna drevnina posekana, je treba rast vzpodbuditi s potaknjenci, na erodiranih območjih pa se lahko strugo dodatno stabilizira z biološko inženirskimi metodami (vrbovi popleti, žive fašine, živi plotovi...).

9 ZAKLJUČEK

Danes se družba vedno bolj usmerja v sonaravno urejanje vodotokov. V uporabi je veliko različnih revitalizacijskih tehnik. Nekaj je že zelo starih, ki se ves čas nadgrajujejo, razvijajo pa se tudi povsem nove. Dejstvo je, da je treba pri urejanju vodotokov stremeti k čim bolj ekološkim rešitvam. Kadar je ogroženo premoženje ali celo varnost in življenje ljudi, pa to ni mogoče. Zato so kljub zavedanju, da konvencionalne inženirske tehnike za ravnovesje v vodotoku niso najboljša možnost, te še vedno v uporabi. V svetu je danes sicer poznanih že ogromno primerov dobrih praks urejanja voda, ki so lahko dober vzgled za prihodnje posege v vodni in obvodni prostor.

Pri vsakem posegu v vodno telo, tudi sonaravnem, se je potrebno zavedati, da se spremenijo dinamični procesi. Zaradi tega se je zelo pomembno vprašati, če so ukrepi, tudi če so sonaravni, nujno potrebni in načrtovani v skladu z naravnimi morfološki značilnostmi vodnega telesa ter ali bodo izpolnjevali (in v kakšni meri) vse postavljene cilje za uspešno izvedbo revitalizacije.

Reka Mislinja je bila v preteklosti regulirana predvsem zaradi varstva pred poplavami. S tem je bilo porušeno ravnovesje v vodotoku. Zmanjšala se je biotska pestrost, spremenile so se hidrološke in morfološke značilnosti, zmanjšala se je kapaciteta zadrževanja vode in samočistilna sposobnost reke je bila zmanjšana. Kljub temu je možno še na mnogih odsekih reki spet povrniti naravni značaj in vzpodbuditi vse naravne procese, ki so se s posegi v vodotok zmanjšali ali povsem izgubili.

V nalogi je bila izvedena hidravlična analiza odseka reke Mislinja med Dovžami in Slovenj Gradcem. Upoštevani si bili pretoki z različnimi povratnimi dobami in srednji pretok. Določili smo tudi pretočnost struge. Vhodni geometrijski podatki so bili pripravljene s programskim orodjem ArcGIS in njegovo razširitvijo HEC-GeoRAS, na podlagi LIDAR posnetkov. Hidravlični model smo izdelali s programom HEC-RAS.

Na podlagi terenskega ogleda smo določili mesta, ki so primerna za posamezne sonaravne ureditve. Predlagani ukrepi so bili izbrani na podlagi nekaterih glavnih problematik reke Mislinje in to je zelo nizek vodostaj v sušnih obdobjih, nepovezanost ljudi z reko in pomanjkanje ribjih habitatov. Z analizo je bilo ugotovljeno, da bi se z umestitvijo otoka vodostaj dvignil, kljub temu pa ne bi vplival na poplavljanje. V mestnem okolju so bile z namenom približanja reke ljudem predlagane ureditve brežin, ki omogočajo boljši dostop do vode in so opremljene s klopmi ter informacijskimi tablami. Raznolikost ribjih habitatov je bila dosežena z ribjimi skrivališči, odbijači toka in zalivom. Na samo poplavno varnost predlagani ukrepi nimajo vpliva.

Eden izmed predlaganih ukrepov je bilo tudi sonaravno vzdrževanje brežin, saj lahko nevezdrževane in poraščene brežine zelo vplivajo na pretočnost struge. Zaradi tega je bilo z analizo v programskem orodju HEC-RAS ugotovljeno tudi stanje ob morebitni opustitvi skrbi za rastje na brežinah. V tem primeru se dvigne koeficient hrapavosti in gladina vode se poviša praktično v vseh prečnih profilih, kar pomeni, da bi bila, v primerjavi s trenutno, poplavna varnost v primeru nevezdrževanih brežin veliko slabša.

Reka Mislinja ima potencial za izboljšanje trenutnega stanja, vendar opažamo, da je še vedno najbolj pogost ukrep ravno regulacija. Kaj je temu razlog, ne bi radi sodili, bi bilo pa verjetno ob boljšem odnosu ljudi do reke in tudi znanjem ter osveščenostjo marsikaj drugače.

VIRI

ArchDaily. 2015. The Building Centre Presents »Rethinking the Urban Landscape«.

<http://www.archdaily.com/592872/the-building-centre-presents-rethinking-the-urban-landscape/>

(Pridobljeno 15. 5. 2016.)

ARSO. 2013. Povratne dobe velikih in malih pretokov za merilna mesta državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda. Sektor za analize in prognoze površinskih voda, Urad za hidrologijo in stanje okolja: 33 str.

ARSO. 2014. Mesečne statistike.

http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/hidroloski_arhiv.html (Pridobljeno 14. 8. 2016)

ARSO. 2015. Splošni podatki o agenciji RS za okolje.

<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/katalog%20informacij%20javnega%20zna%C4%8Daja/Splo%C5%A1ni%20podatki%20o%20ARSO/> (Pridobljeno 29. 5. 2016.)

Balant, M. 2006. Usmerjanje urejanja reguliranih vodotokov v primestnem in mestnem prostoru – primer urejanja doline Glinščice. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 121 str.

Cegnar, T. (ur.). 2011. Agencija RS za okolje v letu 2010. Posebna številka biltena ARSO Naše okolje. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje: 47 str.

http://www.arso.gov.si/o_agenciji/knjiznica/publikacije/Arso_v_letu_2010.pdf

(Pridobljeno 18. 6. 2014.)

Chow, V.T. 1959. Manning's n values.

http://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm

(Pridobljeno 28. 6. 2016.)

Cokan, B. 2012. Vpliv malih hidroelektrarn na populacijo potočne postrvi na primeru reke Mislinje. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo: 92 str.

Divisare. 2014. Pavilion on the riverbank of Ljubljanica river.

<http://divisare.com/projects/274067-BB-ARHITEKTI-Pavilion-on-the-riverbank-of-Ljubljanica-river>

(Pridobljeno 15. 5. 2016.)

- Dvorjak, J., Slemenik, B., Račnik, T., Vrhovnik, J., Jošt, M., Kokalj, A. 2016. Trajnostno poročilo komunale Slovenj Gradec za leto 2015. Pameče, Javno podjetje Komunala Slovenj Gradec d.o.o.: 43 str.
- <http://www.mislinja.si/files/other/municipalitydocumentation/90/24857T%202.1.%20Trajnostno%20poro%C4%8Dilo%202015%20Komunale%20Slovenj%20Gradec.pdf> (Pridobljeno 15. 6. 2016.)
- Florineth, F. 2004. Pflanzen statt Beton: Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. Berlin, Ptazer Verlag: str 87.
- Gabersčik, A. 1996. Meje rečnega ekosistema. Mišičev vodarski dan: str. 72-76.
- Gams, I. 1976. Hidrogeografski oris porečja Mislinje s posebnim ozirom na poplave. Ljubljana, Acta Geographica 15: str. 161-210.
- Gams, I. 1993. Enciklopedija Slovenije 7, Ljubljana, Mladinska knjiga: str. 159-160
- Gazvoda, D. 2005. Pomen reke in zelenega pasu v mestu. V: Novo mesto – odsev Krke, zbornik predavanj s simpozija, zbirka AnaGoga. Novo mesto, Goga: 41-56
- Geography Hunter. 2011. Kissemmee River Channelization.
http://www.geography.hunter.cuny.edu/~tbw/ncc/Notes/chapter12.humans.env.fall.2011/kissemmee_river_channelization.htm (Pridobljeno 4. 3. 2016.)
- Globovnik, L., Snoj, L., Verdnik, N., Muck, P. 2014. Strokovne osnove za razvoj vodnih virov na porečju reke Mislinje. Ljubljana, TC Vode: 144 str.
- <http://www.slovenjgradec.si/media/uploads/files/Strokovne%20osnove%20za%20program%20razvoja%20vodnih%20virov%20pore%C4%8Dja%20reke%20Mislinje.pdf> (Pridobljeno 29. 11. 2014.)
- Grčar, G. 2004. Nacionalni program varstva okolja nacionalni program upravljanja z vodami. V: Zbornik referatov: 15. Mišičev vodarski dan 2004, Maribor, 10. december. Maribor, Vodnogospodarski biro: str. 1-16.
- Hydrologic Engineering Center. 2009. HEC-GeoRAS, GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS Users Manual, Davis CA, U.S. Army Corps of Engineers : 246 str.
- http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-georas/documentation/HEC-GeoRAS42_UsersManual.pdf (Pridobljeno 29. 11. 2015.)

- Hydrologic Engineering Center. 2010. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual, Davis CA, U.S. Army Corps of Engineers: 417 str.
http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS_4.1_Users_Manual.pdf
(Pridobljeno 19. 5. 2014.)
- Istenič, D., Zupančič Justin, M. 2012. Večnamenska zaščita voda z ekoremediacijami. Ljubljana, I. Kongres o vodah Slovenije, Limnos d.o.o.
http://ksh.fgg.uni-lj.si/kongresvoda/03_prispevki/02_strokovni/25_Istenic.pdf (Pridobljeno 4. 5. 2014.)
- Just, T., Dobrovsky, P., Mudra, P. 2003. Revitalizace vodního prostředí. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: 144 str.
http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Toky/Predmety/VTO/ke_stazeni/ostatni/revitalizace-vodniho-prostredi.pdf (Pridobljeno 15. 12. 2015.)
- Juvan, S., Kovačič, A., Labovič, A. 1991. Urejanje in oskrba vodotokov iz naravovarstvenega in krajinskega stališča. Mišičev vodarski dan: str. 26-53.
- Koren, S. 2004. Področje delovanja in delovne naloge Urada za upravljanje z vodami Agencije RS za okolje. Slovenski vodar 15: 12-20.
http://www.drustvo-vodarjev.si/SLIKE/04_SLOVENSKI_VODAR/SV15.pdf
(Pridobljeno 23. 6. 2014.)
- Koroški pokrajinski muzej. 2010.
<http://www.kpm.si/?mod=catalog&action=productDetails&ID=122> (Pridobljeno 5. 6. 2016.)
- Krško. 2012. Zaključuje se prva faza projekta »Posavske poti prijetnih doživetij«.
<http://www.visitkrsko.com/category/nekategorizirano/> (Pridobljeno 10. 7. 2016.)
- Lewis, L. 2000. Soil Bioengineering, An Alternative for Roadside Management. San Dimas Technology and Development Center: 47 str.
- Ljubljansko barje. 2011.
<http://www.ljubljanskobarje.si/> (Pridobljeno 10. 7. 2016.)
- Marušič, J., Horvat, A., Šiftar, A. 1997. Urejanje obcestne krajine. Ljubljana, RS, Ministrstvo za okolje in prostor, Urad RS za prostorsko planiranje: 127 str.

Marušič, J., Penko Seidl, N., Drašler, A. 2005. Pravila za vzdržno urejanje posegov v vode - končno poročilo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 66 str.

Mikoš, M. 2000. Urejanje vodotokov, skripta. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za splošno hidrotehniko: 182 str.

NCHRP. National Cooperative Highway Research Program. 2005. Project 24-19. Environmentally Sensitive Channel-and Bank-Protection Measures. 2005. American Association of State Highway and Transport Officials, Federal Highway Administration. Zgoščenka.

Peterlin, S. 2002. Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana, Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo: str. 163-169.

http://www.sos112.si/slo/tdocs/nesrece_varstvo1.pdf (Pridobljeno 4. 3. 2016.)

Podvratnik, G. 2011. Potencial malih hidroelektrarn v Evropi. Sinenergija, glasilo Zavoda energetske agencije za Savinjsko, Šaleško in Koroško 2011, 2:7-8.

Potočnik, J., Bezljaj, L., Gašper, T., Koprivnikar, M., Krebl, R. 2010. Občina Mislinja: zbornik. Šmartno pri Slovenj Gradcu, Občina Mislinja: 397 str.

Primorske novice. 2016. Vsako pomlad enaka zgodba.

<http://www.primorske.si/Novice/Goriska/Vsako-pomlad-enaka-zgodba> (Pridobljeno 5. 6. 2016.)

Rauch, M. 2005. Gozd in obvodna drevnina v obrežem pasu spodnjega toka Kokre. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 94 str.

Ruhr. 2015.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Buhne#/media/File:Ruhr.jpg> (Pridobljeno 4. 3. 2016.)

Repnik Mah, P. 2010. Katalog dobrih praks urejanja voda. Slovenski vodar, št. 21/22: str. 79-82.

Smolar-Žvanut, N., Povž, M., Kryžanowski, A. 2005. Vpliv zajezitev in odvzemov vode iz vodotokov na vodni ekosistem. 7. Posvetovanje SLOCOLD, Tehnična in okoljska problematika gradnje verige hidroelektrarn na spodnji Savi. Sevnica, Slovenski nacionalni komite za velike pregrade: str. 57-64.

Steinman, F., Rak, G., Prešeren, T. 2010. Inženirska biologija, študijko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 88 str.

Stojič, Z. 1996. Presoja vplivov na okolje za posege v vodno okolje in za male vodne elektrarne. V: Zbornik strokovnega posvetovanja. Ljubljana, Oddelek za krajinsko arhitekturo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: str. 107-115.

Strassberger, S. 2009. Sonaravno urejanje voda v načrtovanju podeželskega prostora. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Interdisciplinarni podiplomski študij prostorskega in urbanističnega planiranja: 138 str.

Supej, B., Kovačič, B. 2006. Tehnologija LIDAR pri planiranju, projektiranju, vzdrževanju in upravljanju vodotokov. Mišičev vodarski dan: str. 183-188.

SURS. 2007. Pogled na vode v Sloveniji.

https://www.stat.si/doc/pub/Pogled_na_vode_v_Sloveniji.pdf (Pridobljeno 4. 3. 2006.)

SURS. 2014. Svetovni dan voda 2014.

<http://www.stat.si/StatWeb/glavnanavigacija/podatki/prikazistaronovico?IdNovice=6128>
(Pridobljeno 29. 11. 2014.)

Šumer, S., Povž, M., Brilly, M. 2004. Vpliv regulacije na ribe reke Glinščice. Mišičev vodarski dan: str. 171-181.

Vernon County. 2012. Lunkers (Little Underwater Neighborhood Keepers Encompassing Rheotaxic Salmonids).

<http://www.vernoncounty.org/lwcd/lunkers.htm> (Pridobljeno 5. 5. 2016.)

Vrhovšek, D. 2003. Dragonja – ekoremediacijska pot, poskusni projekt sonaravnega upravljanja z vodami na primeru celovite zaščite reke Dragonje. Ljubljana, Limnos d.o.o.: 12 str.

Vovk Korže, A., Vrhovšek, D. 2006. Ekoremediacije za učinkovito delovanje okolja. Maribor: 56 str.
<http://www.eu-skladi.si/kohezija-do-2013/ostalo/gradiva2/ekoremediacije-za-ucinkovito-varovanje-okolja.pdf> (Pridobljeno 10. 4. 2016.)

Vrhovšek, D., Vovk Korže, A. 2008. Ekoremediacije kanaliziranih vodotokov. Ljubljana, Limnos d.o.o in Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Mednarodni center za Ekoremediacije: 219 str.

Zore, J. 2013. Slovenija mora razširiti velike namakalne sisteme.

<http://www.delo.si/novice/slovenija/slovenija-mora-razsiriti-velike-namakalne-sisteme.html>

(Pridobljeno 5. 6. 2016.)

Zakonodaja

Ministrstvo za okolje in prostor MOP. 2016.

http://www.mop.gov.si/si/o_ministrstvu/pristojnosti/ (Pridobljeno 29. 7. 2016.)

Ministrstvo za okolje in prostor MOP. 2007. Okolje: začela je veljati Direktiva o obvladovanju poplavne ogroženosti. Bruselj: 2 str.

http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/direktiva_poplavna_ogrozenost.pdf (Pridobljeno 5. 6. 2016.)

Direktiva o vodah - Direktiva 2000/60/ES. Evropski parlament in Svet.

Zakon o vodah. Uradni list RS št. 67/02, 110/02 in 57/08.

Zakon o ohranjanju narave, Uradni list RS, št. 56/1999, 31/2000, 119/2002, 41/2004, 96/2004

Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, št. 32/1993, 1/96, 9/1999, 41/2004, 20/2006, 39/2006, 70/2008

Hidrotehnik. 2016. Organiziranost upravljanja z vodami v Sloveniji.

<http://www.hidrotehnik.si/podjetje/organiziranost-upravljanja-z-vodami-v-sloveniji> (Pridobljeno 29. 7. 2016.)

Inšpektorat RS za okolje in prostor IOP. 2016.

http://www.iop.gov.si/si/delovna_podrocja/inspekcija_za_okolje_in_naravo/ (Pridobljeno 29. 7. 2016.)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A.1: PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE MED DOVŽAMI IN TURIŠKO VASJO

PRILOGA A.2: PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE V TURIŠKI IN TOMAŠKI VASI

PRILOGA A.3: PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE V ŠMARTNU PRI SLOVENJ GRADCU

PRILOGA A.4: PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE V SLOVENJ GRADCU

PRILOGA B.1: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - UMETNI OTOK, TLORIS

PRILOGA B.2: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - UMETNI OTOK, PREČNI PREREZ

PRILOGA B.3: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - JEZBICE, TLORIS

PRILOGA B.4: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - JEZBICE, PREČNI PREREZ

PRILOGA B.5: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – ZAJEDA, TLORIS

PRILOGA B.6: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – POSADITEV POTAKNJENCEV

PRILOGA B.7: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – ŽIVE FAŠINE

PRILOGA B.8: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – SPODMOL

PRILOGA B.9: PREDLAGANA UREDITEV V MESTNEM DELU – STOPNIŠČE

PRILOGA C.1: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI MED DOVŽAMI IN TURIŠKO VASJO PRI $Q_{20} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$, VZDOLŽNI PROFIL

PRILOGA C.2: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI V TURIŠKI IN TOMAŠKI VASI PRI $Q_{20} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$, VZDOLŽNI PROFIL

PRILOGA C.3: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI V NASELJU ŠMARTNO PRI SLOVENJ GRADCU PRI $Q_{20} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$, VZDOLŽNI PROFIL

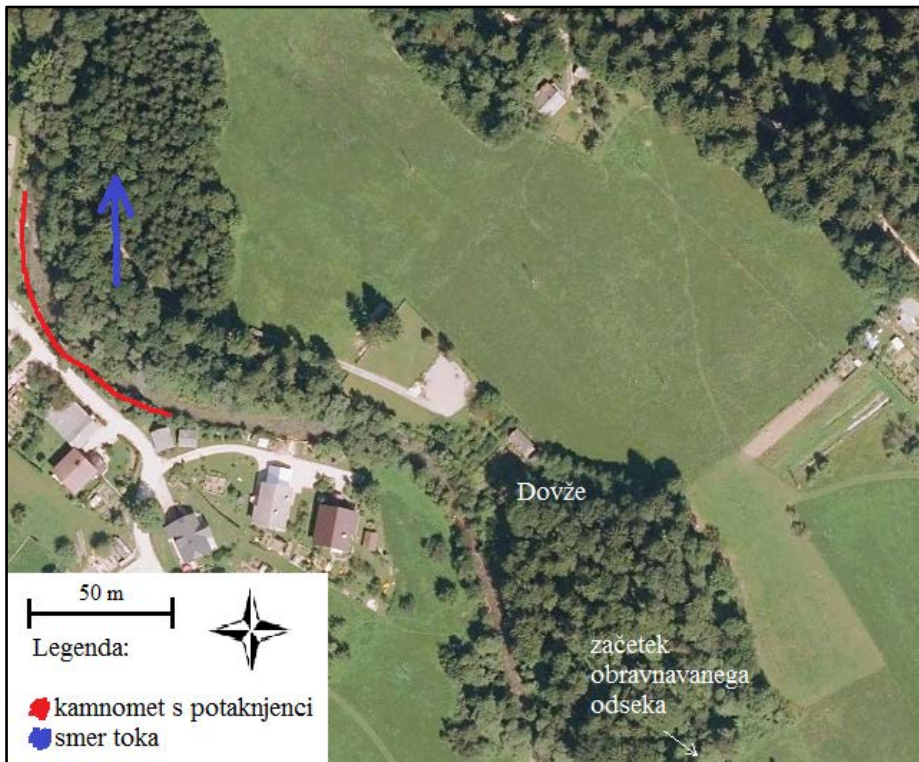
PRILOGA C.4: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI V SLOVENJ GRADCU PRI $Q_{20} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$, VZDOLŽNI PROFIL

PRILOGA D.1: VZDOLŽNI PREREZ IN VODNA GLADINA PRI $Q_{50} = 66 \text{ m}^3/\text{s}$ IN $s_{Qs} = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$

PRILOGA E.1: SITUACIJA V MERILU 1:25000

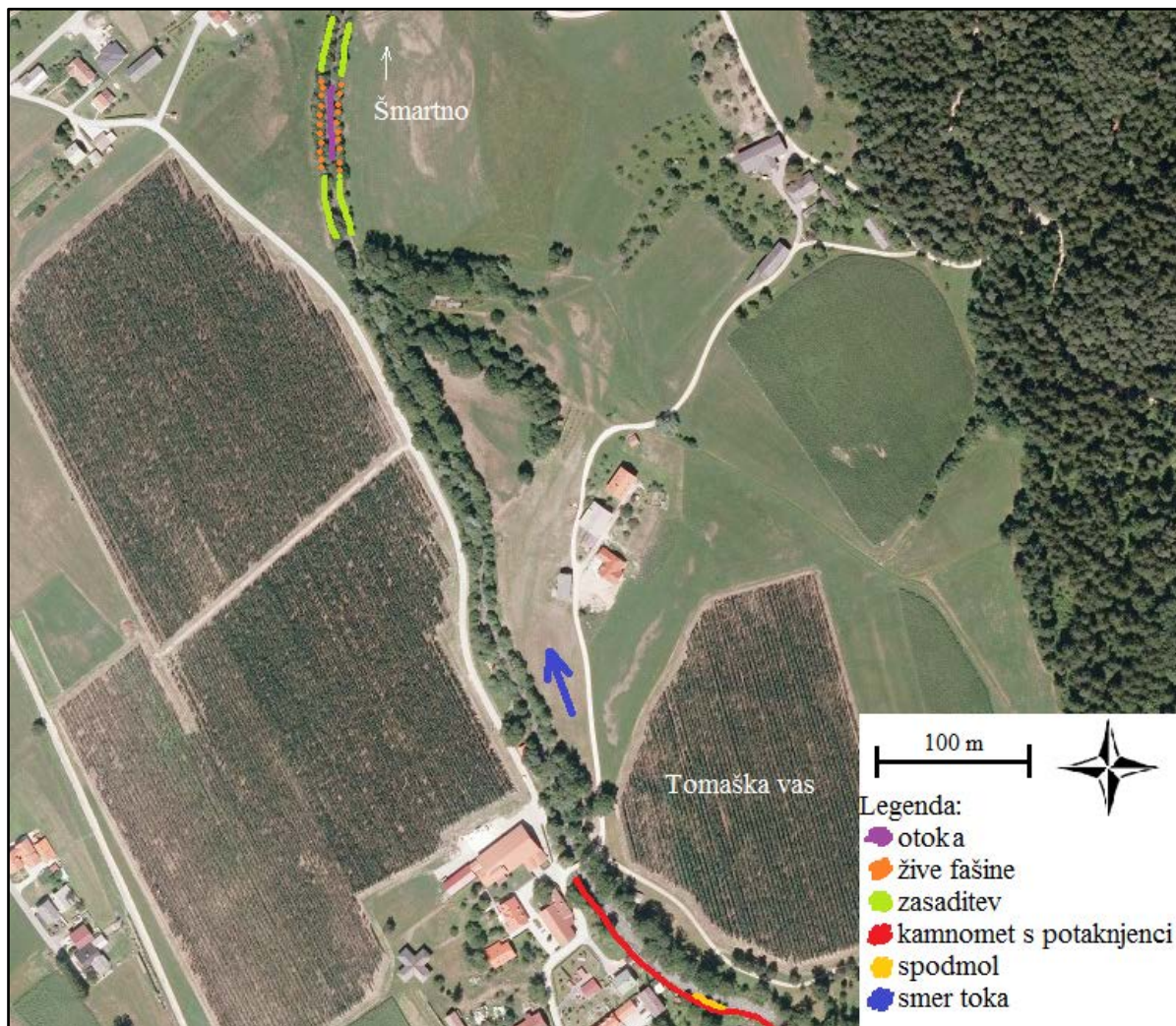
PRILOGA A.1:

PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE MED DOVŽAMI IN TURIŠKO VASJO



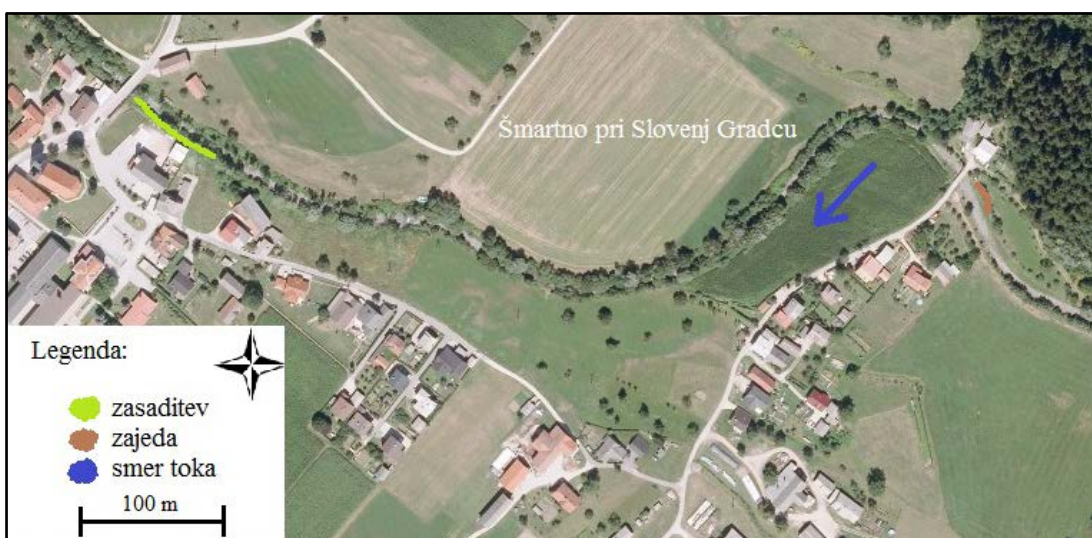
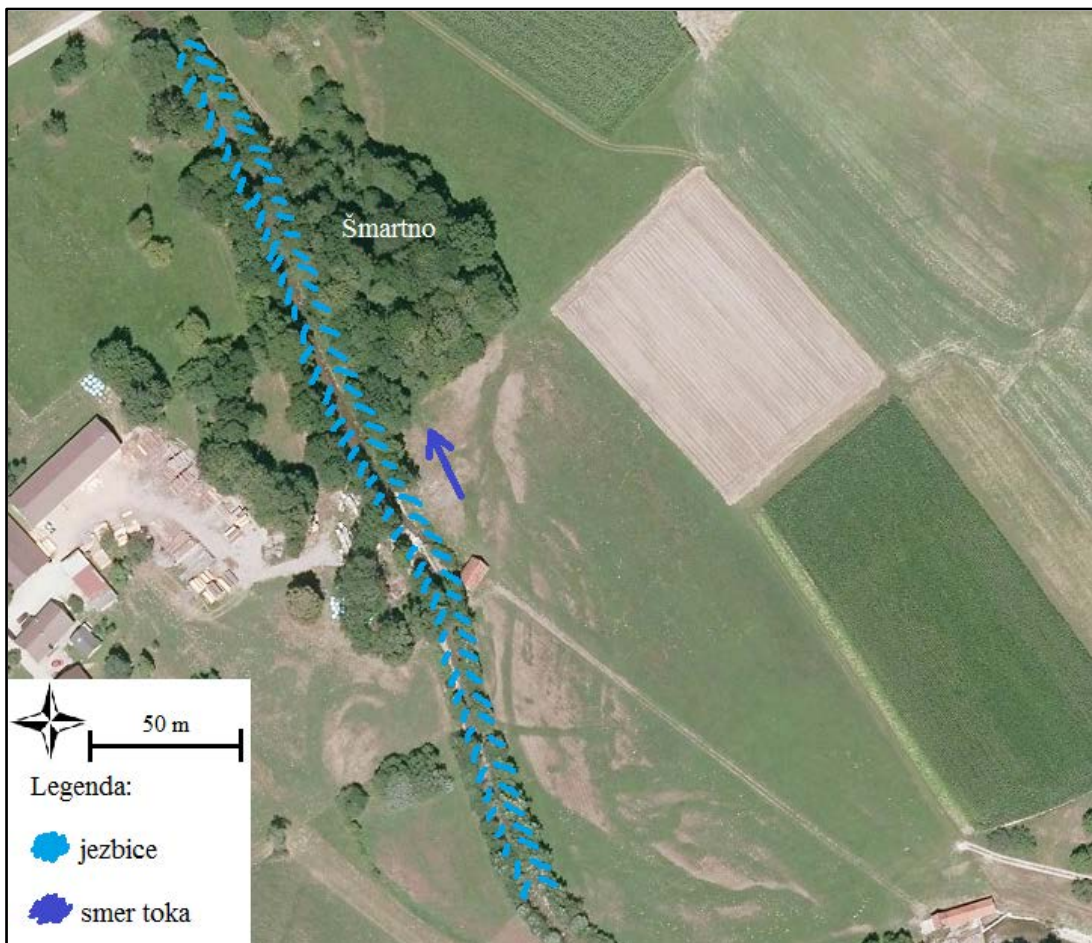
PRILOGA A.2:

PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE V V TURIŠKI IN TOMAŠKI VASI



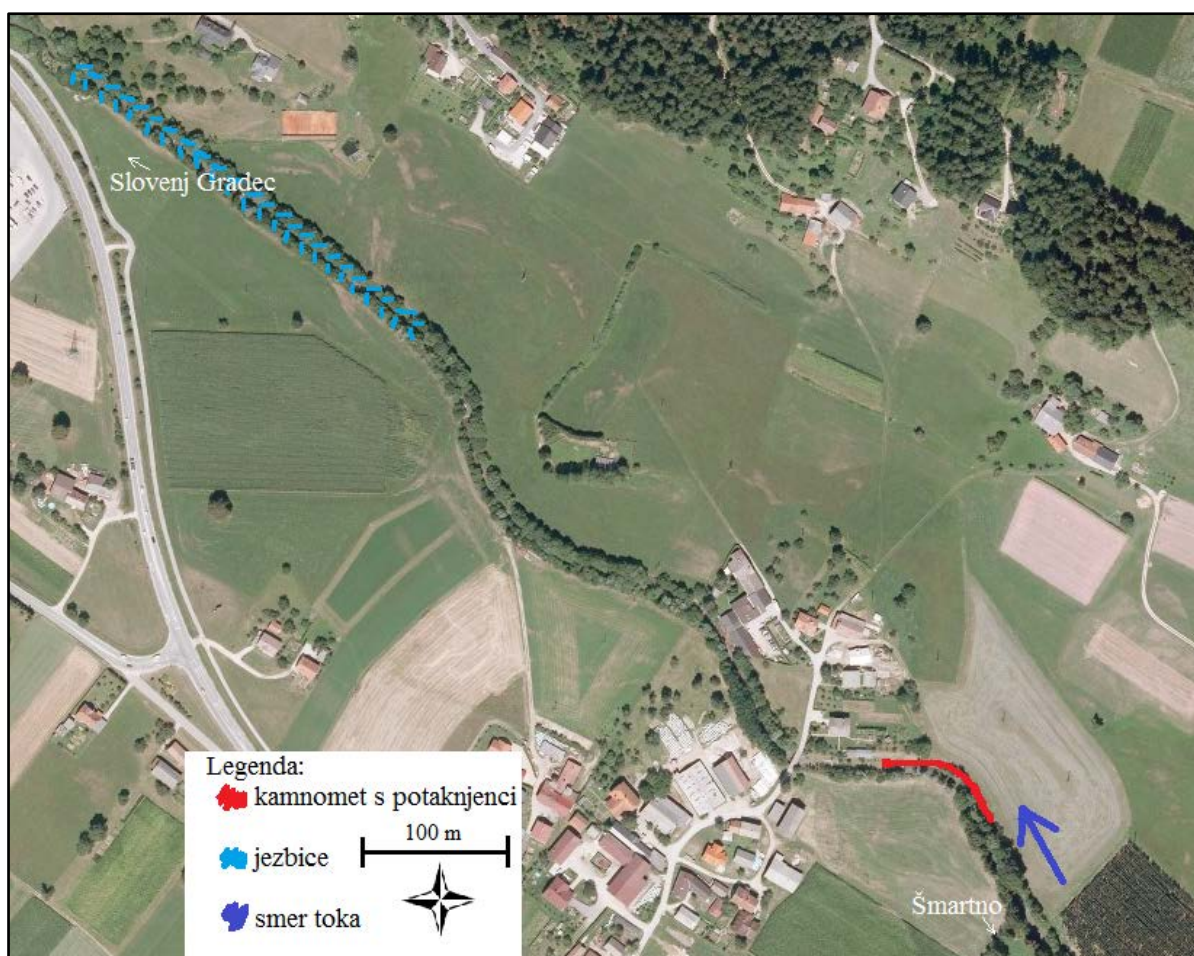
PRILOGA A.3:

PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE V ŠMARTNU PRI SLOVENJ GRADCU



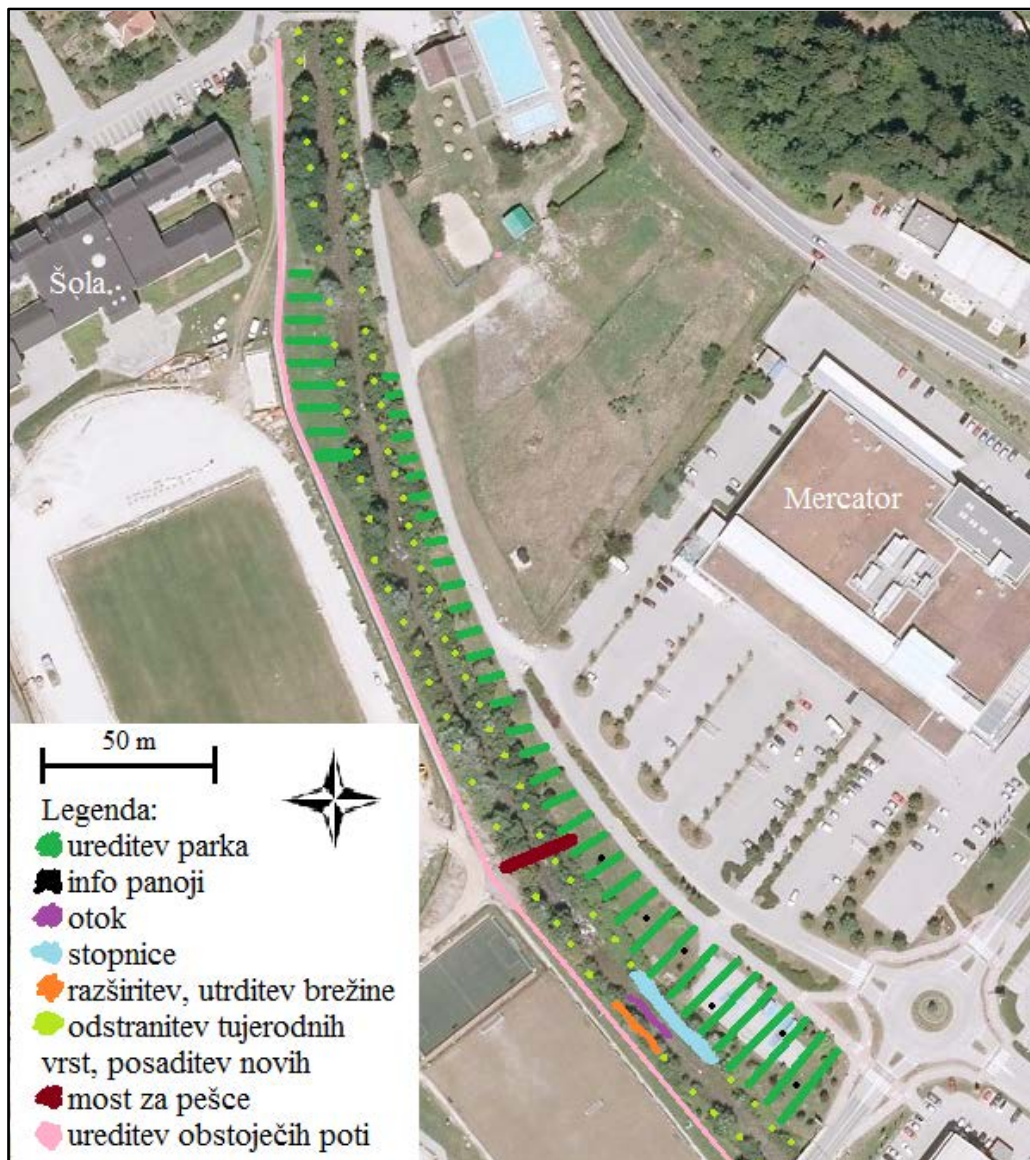
se nadaljuje...

...nadaljevanje PRILOGE A.3

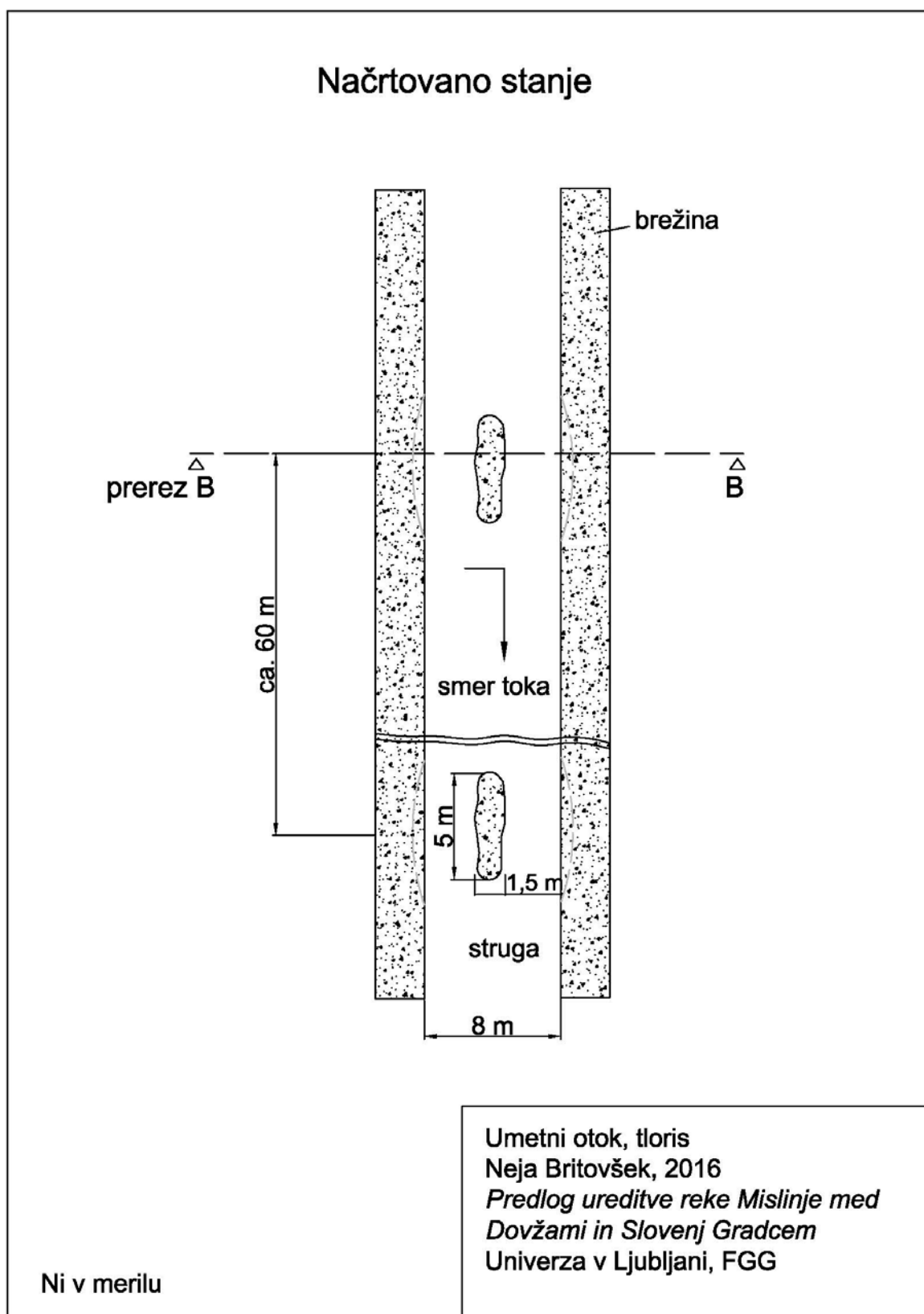


PRILOGA A.4:

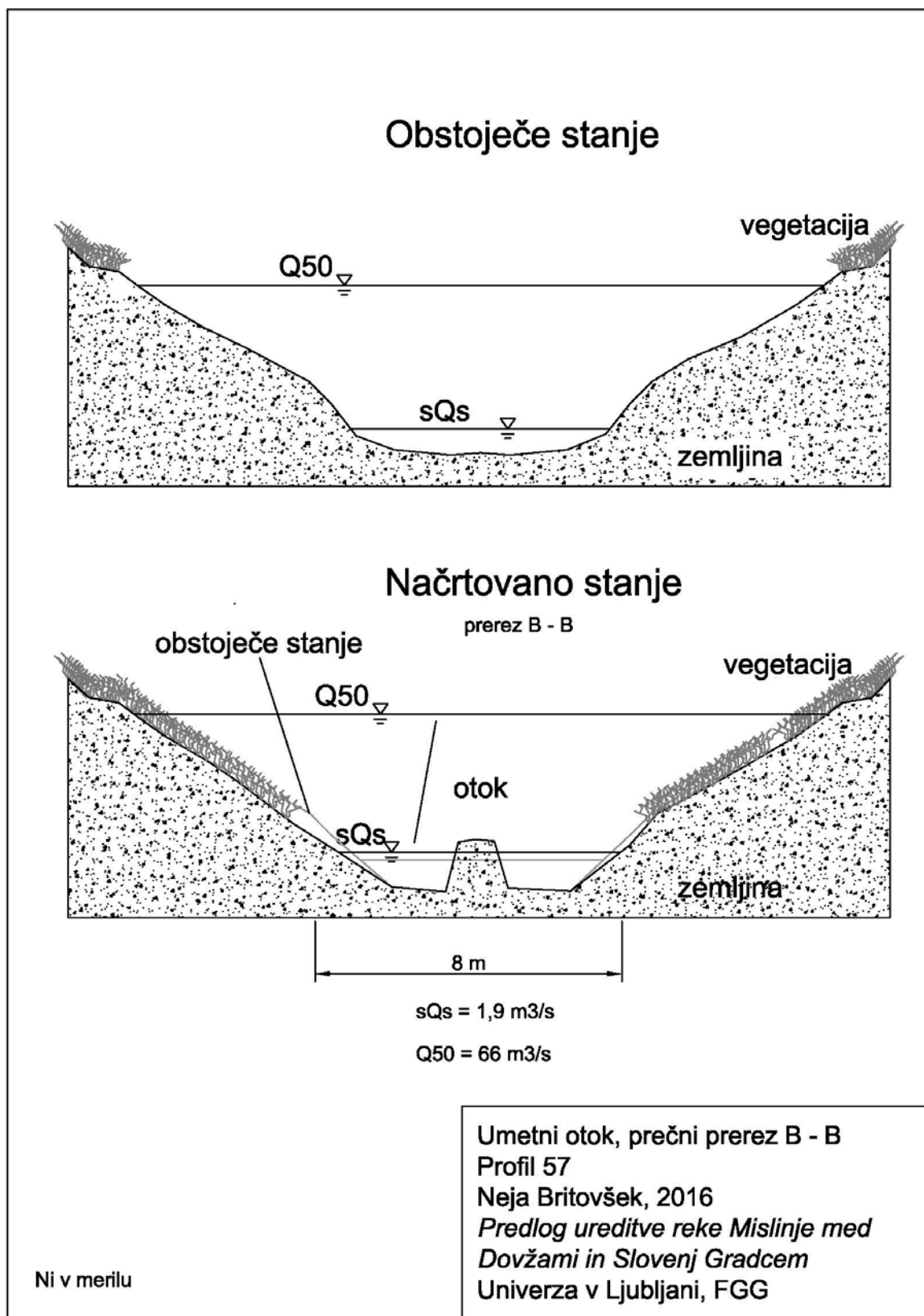
PREDLAGANA UREDITEV REKE MISLINJE V SLOVENJ GRADCU



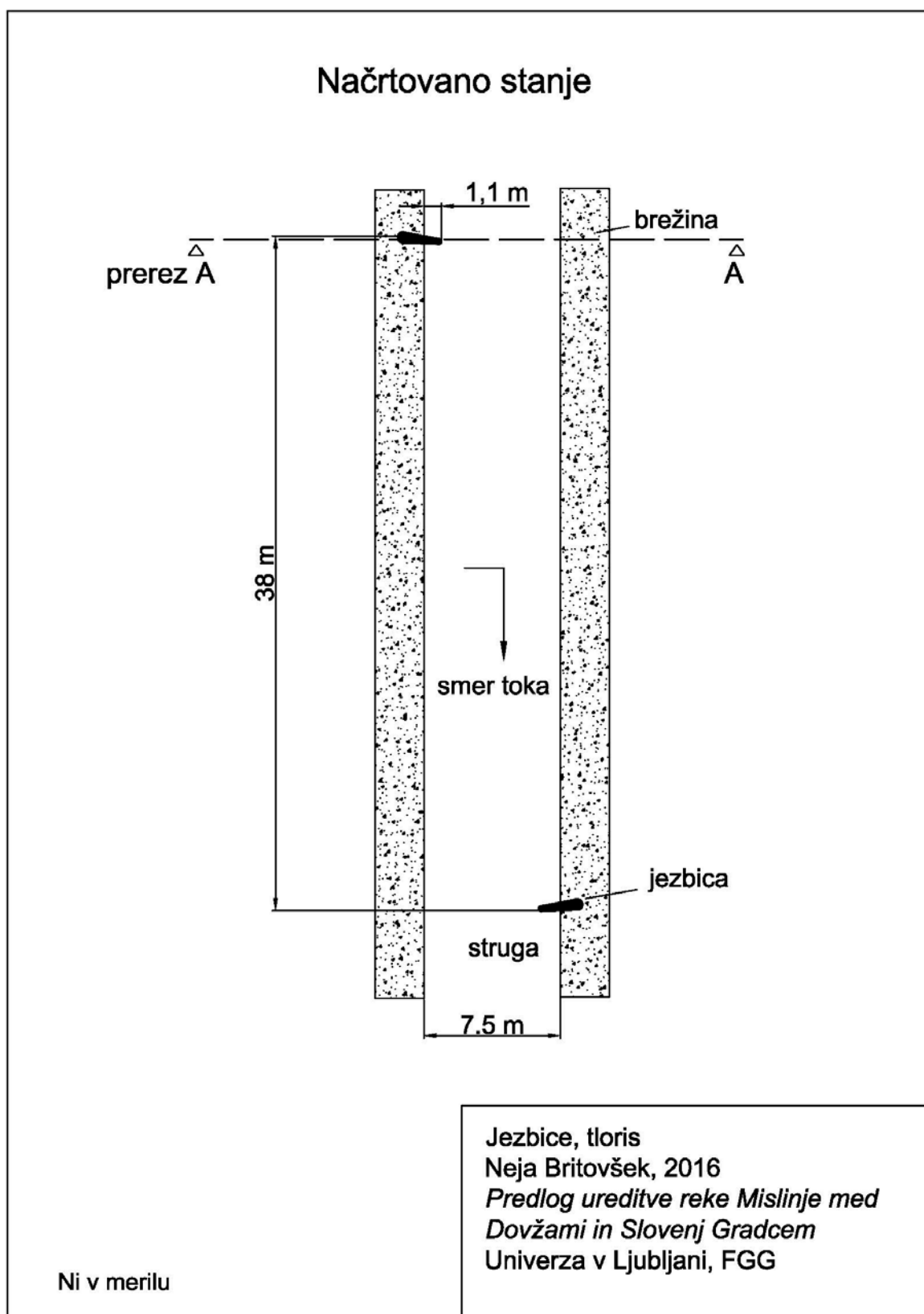
PRILOGA B.1: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - UMETNI OTOK, TLOORIS



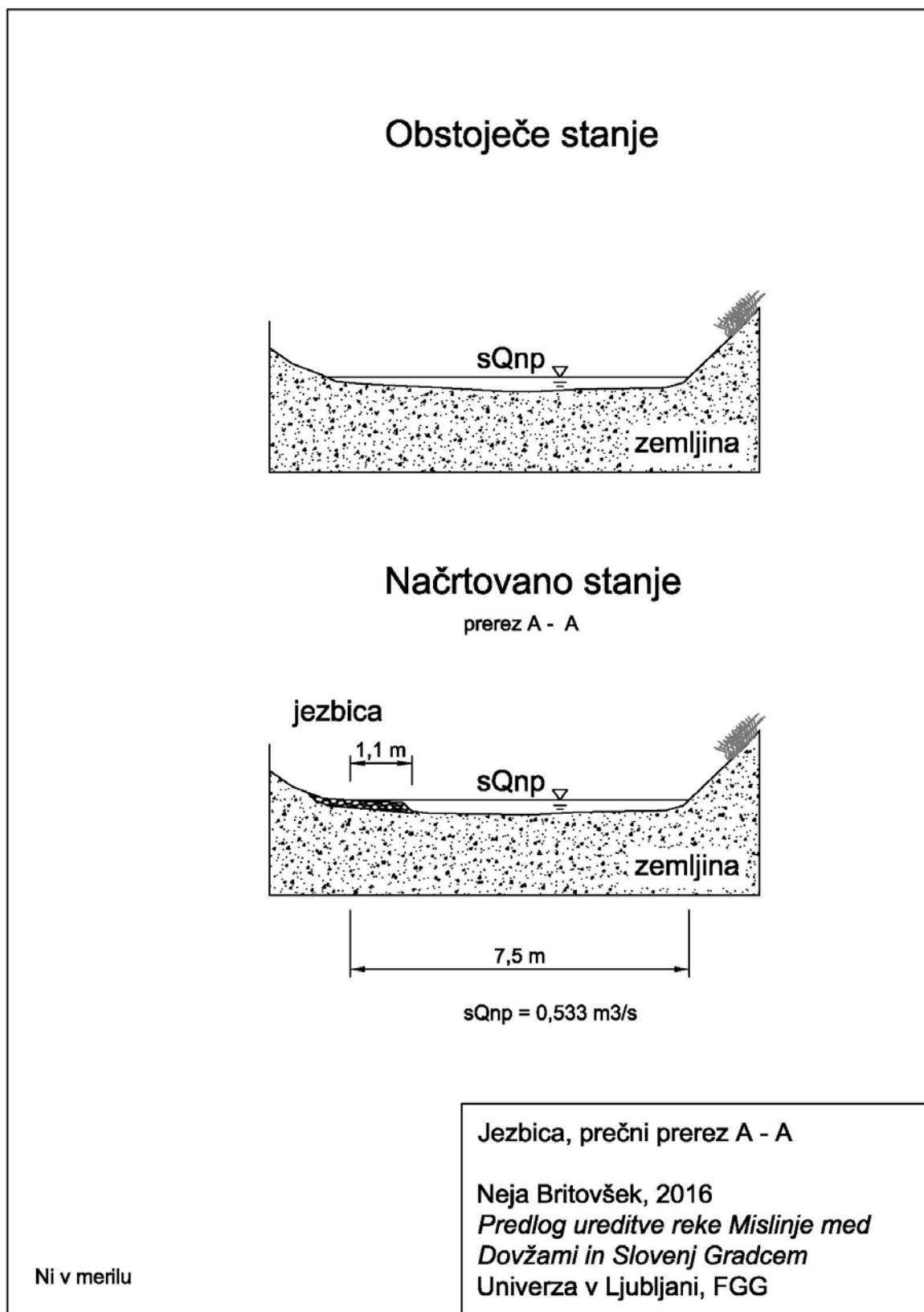
PRILOGA B.2: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - UMETNI OTOK, PREČNI PREREZ



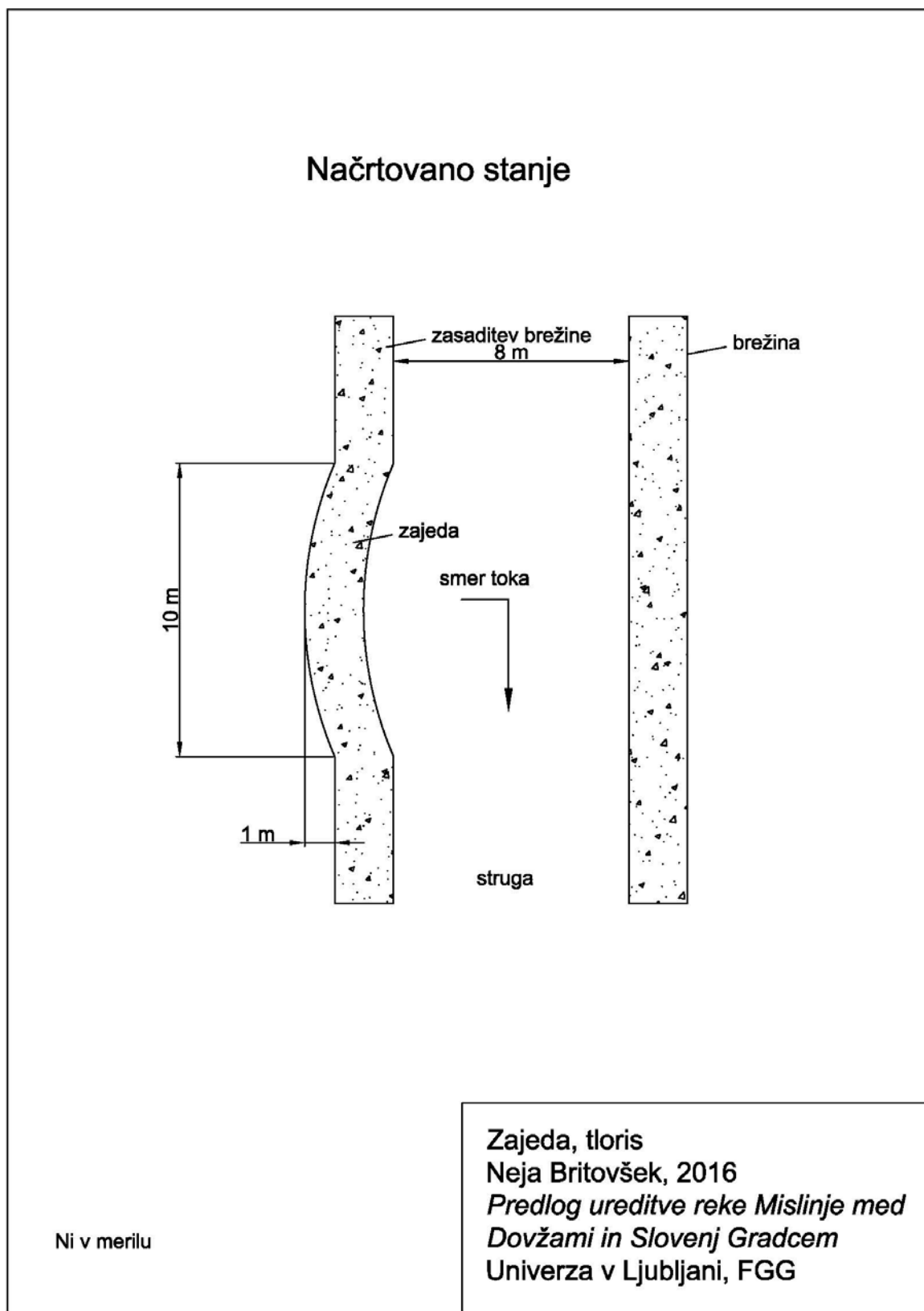
PRILOGA B.3: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - JEZBICE, TLORIS



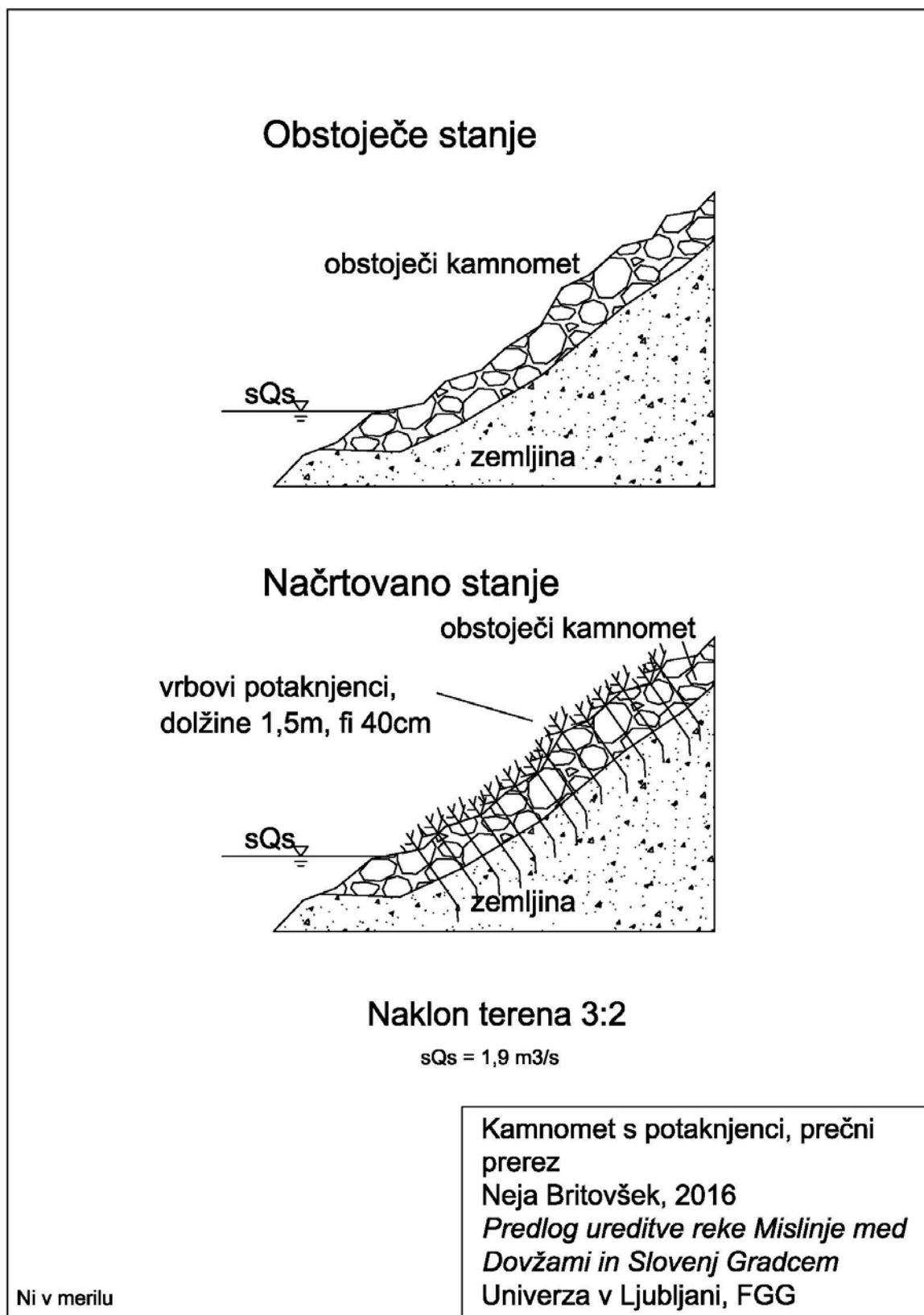
PRILOGA B.4: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV - JEZBICE, PREČNI PREREZ



PRILOGA B.5: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – ZAJEDA, TLORIS

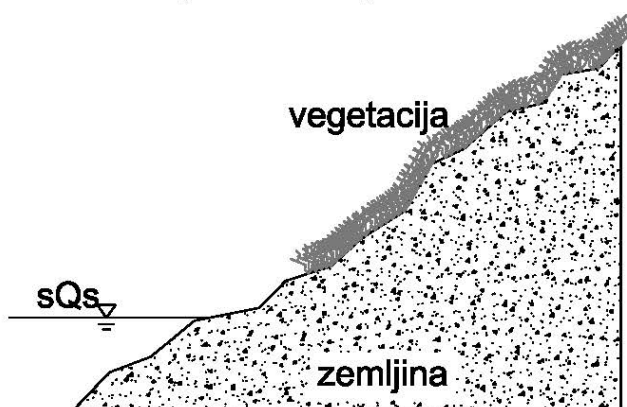


PRILOGA B.6: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – POSADITEV POTAKNJENCEV

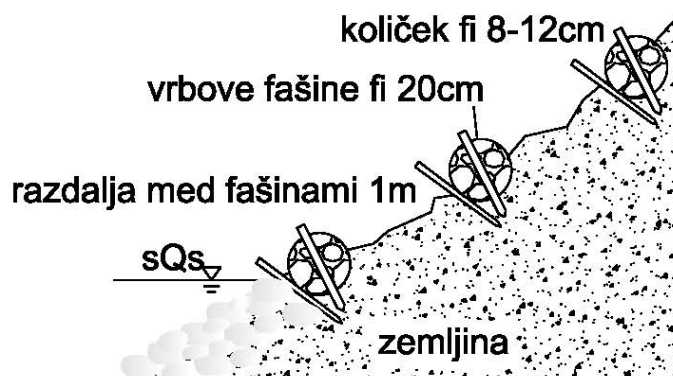


PRILOGA B.7: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – ŽIVE FAŠINE

Obstoječe stanje



Načrtovano stanje



Naklon terena 3:2

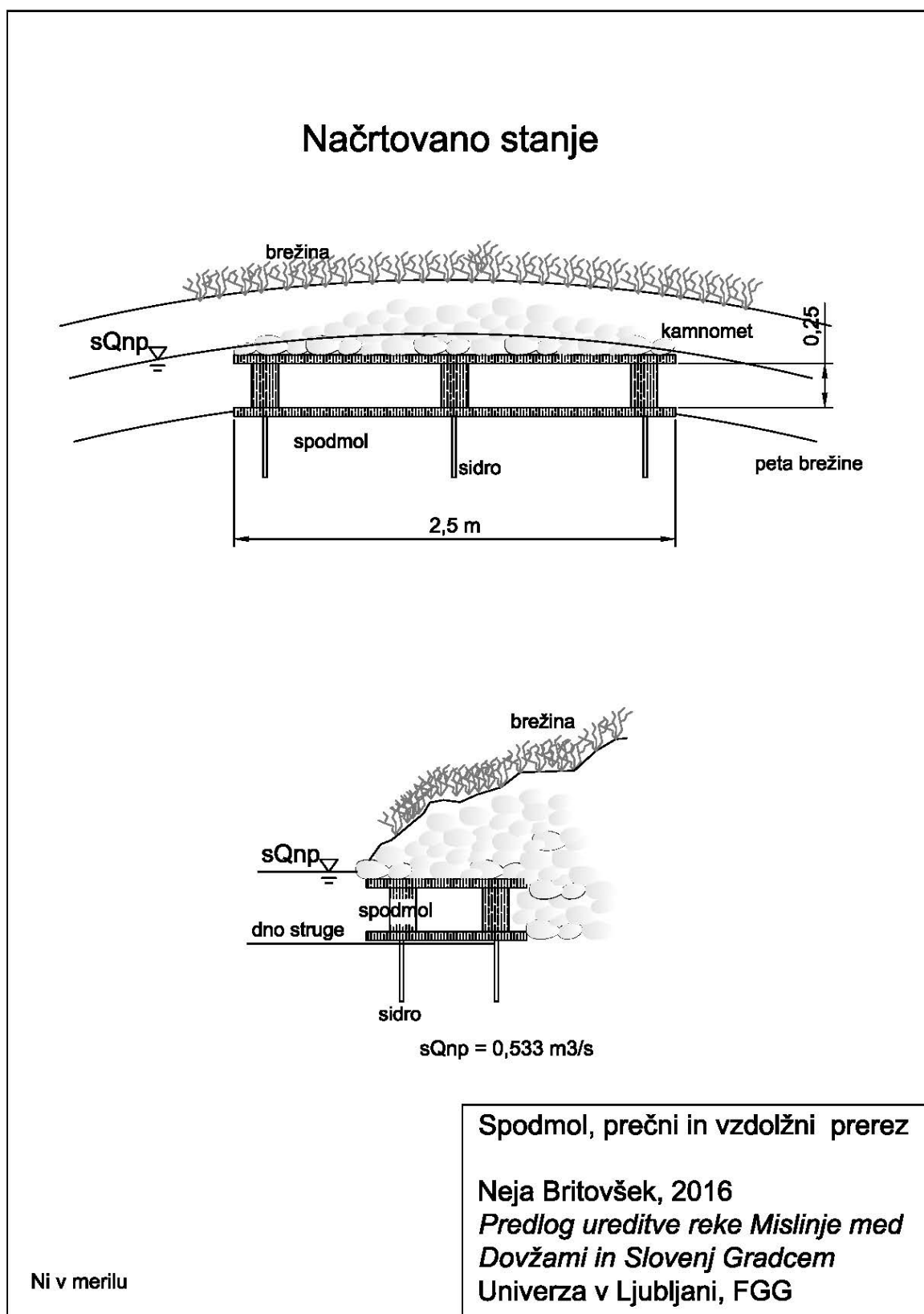
$sQs = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$

Vrbove fašine, prečni prerez

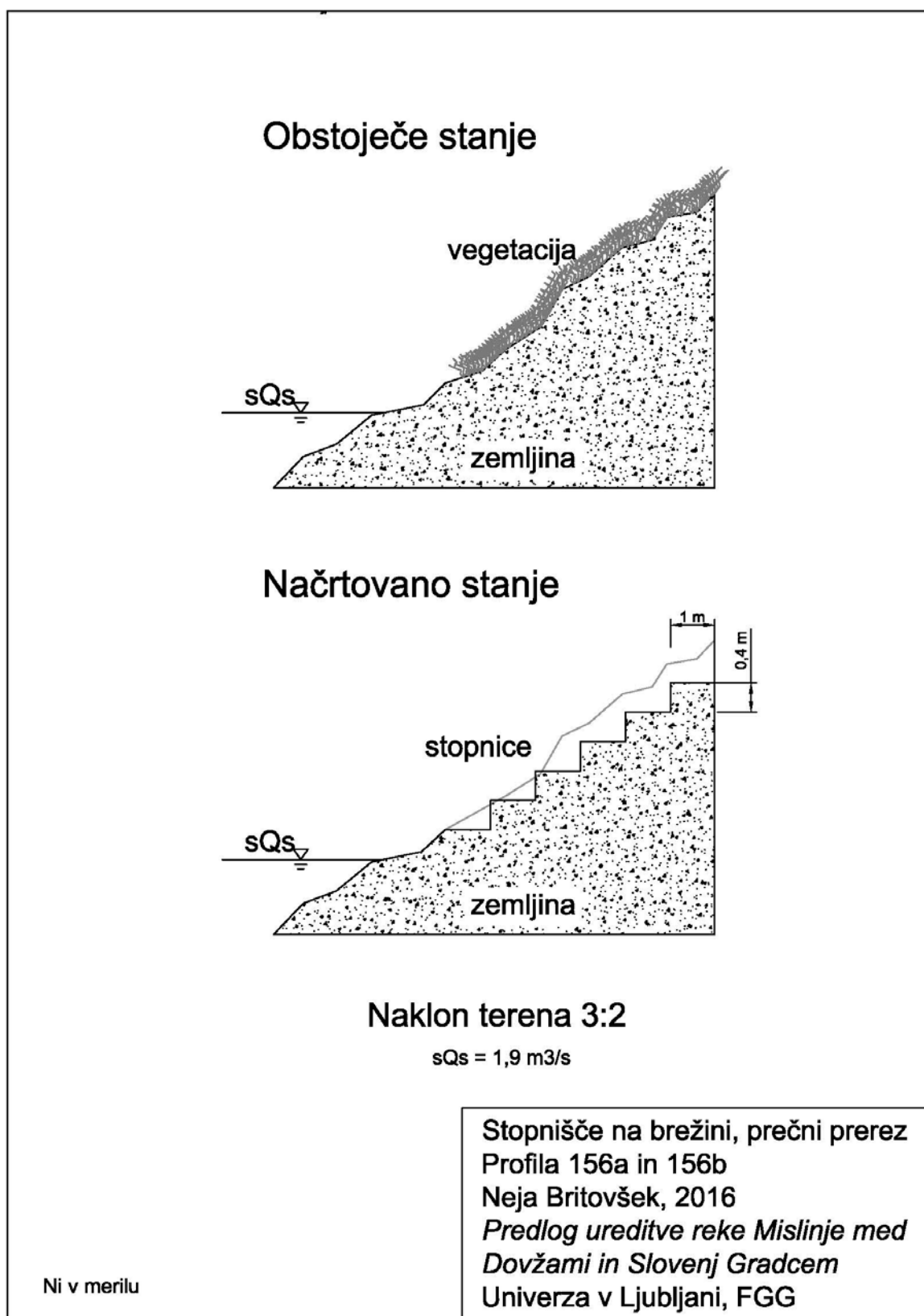
Neja Britovšek, 2016
*Predlog ureditve reke Mislinje med
Dovžami in Slovenj Gradcem*
Univerza v Ljubljani, FGG

Ni v merilu

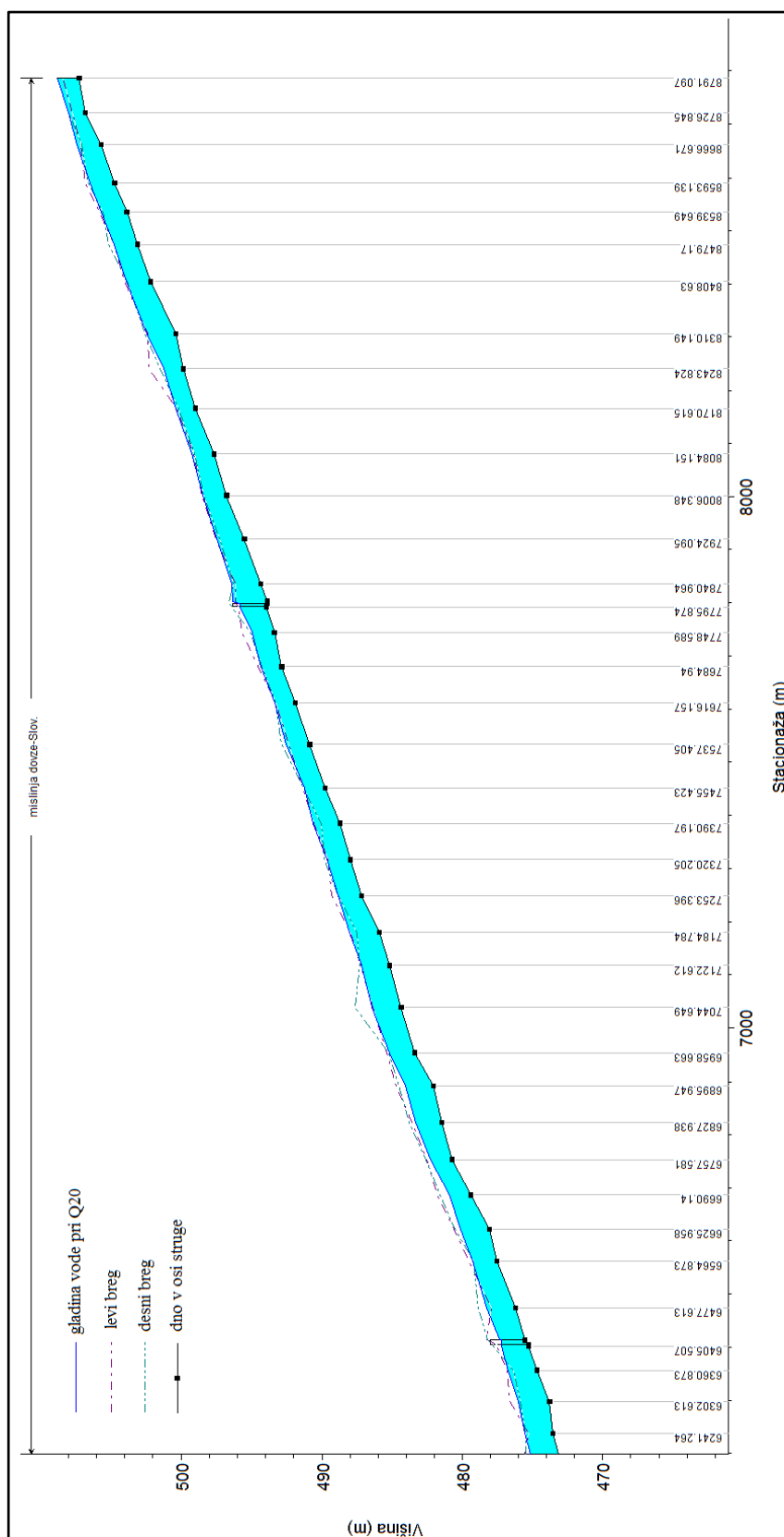
PRILOGA B.8: PREDLAGANA SONARAVNA UREDITEV – SPODMOL



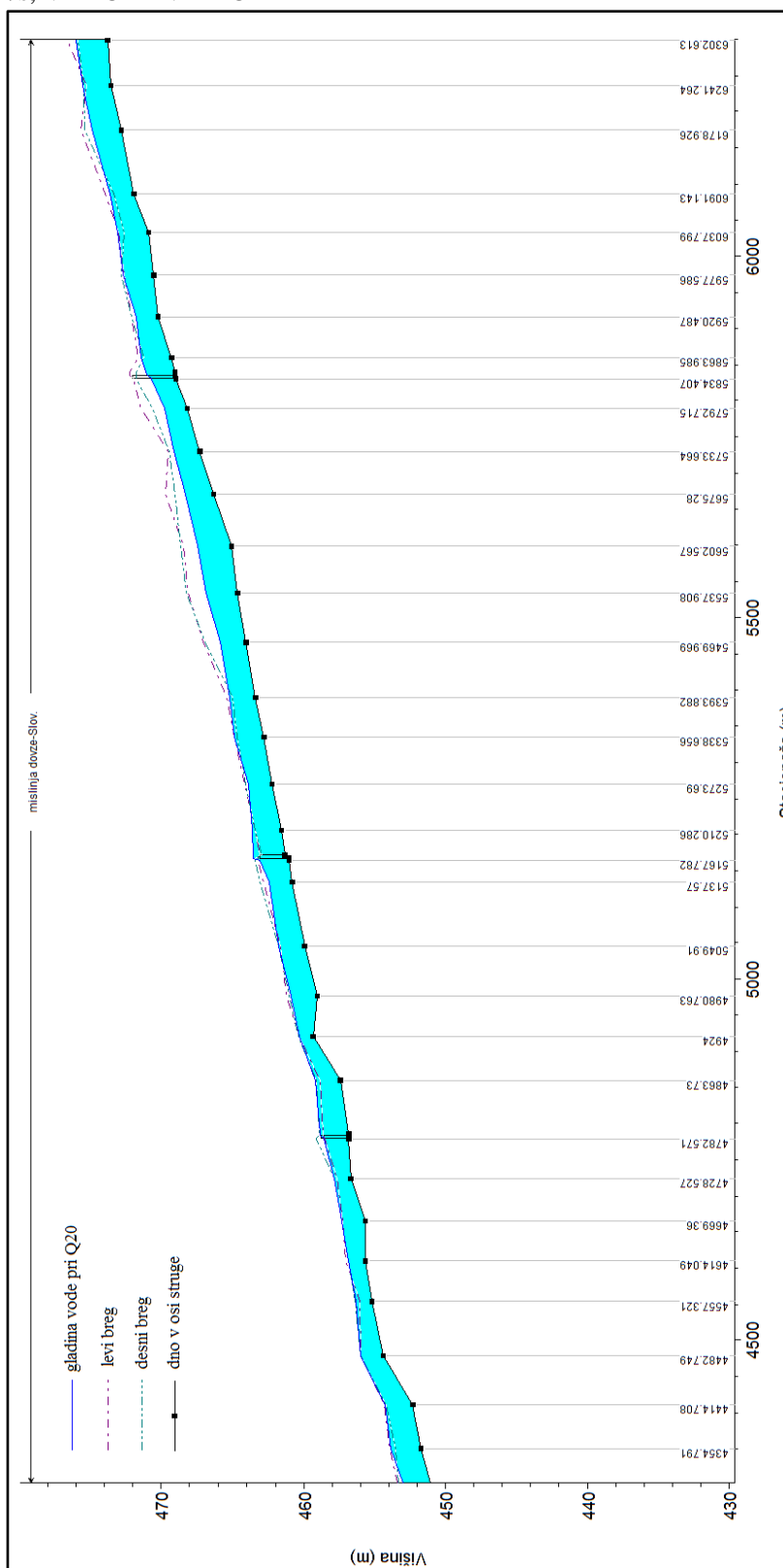
PRILOGA B.9: PREDLAGANA UREDITEV V MESTNEM DELU – STOPNIŠČE



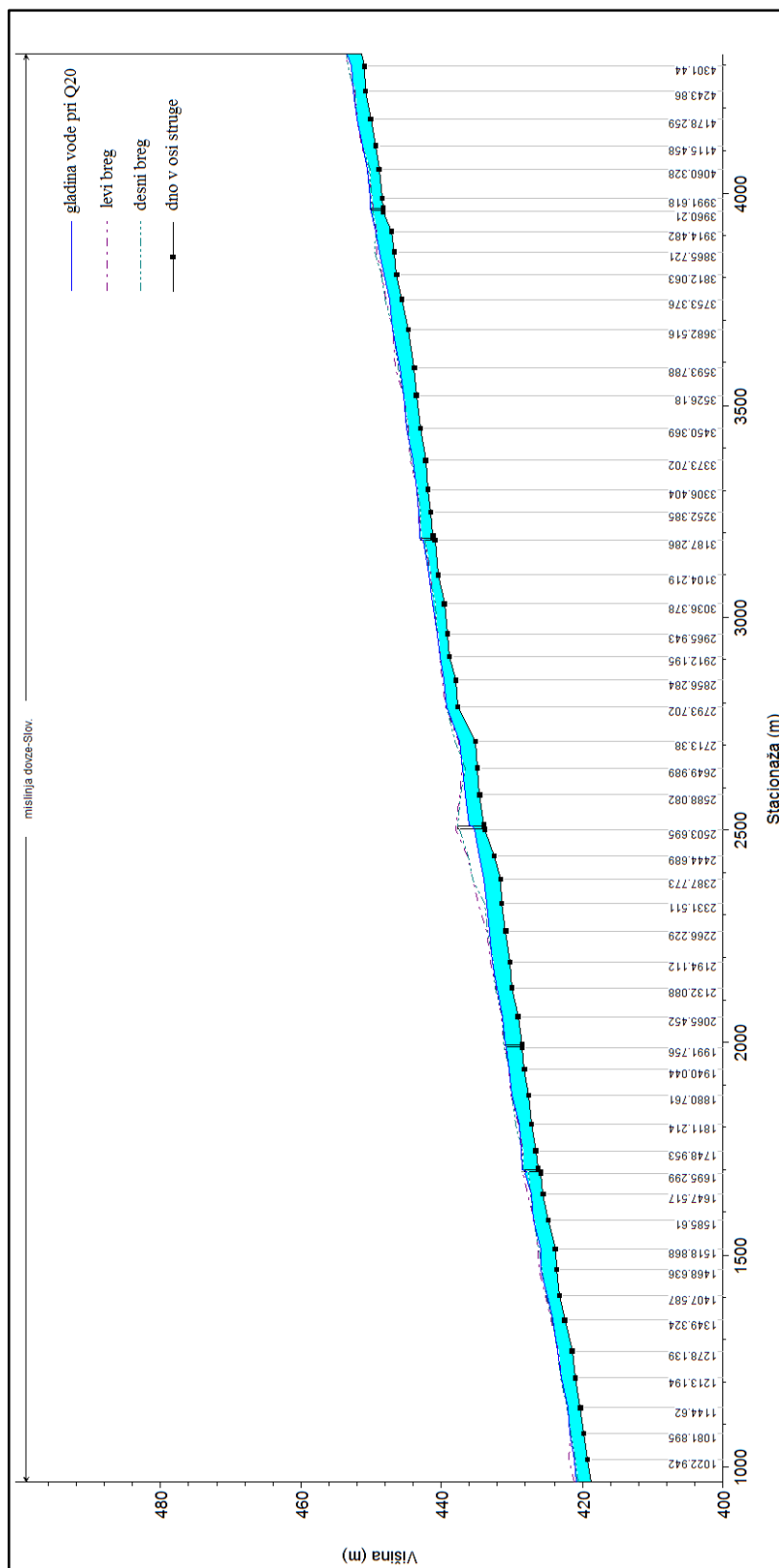
PRILOGA C.1: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI MED DOVŽAMI IN TURIŠKO VASJO
PRI $Q_{20} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$, VZDOLŽNI PROFIL



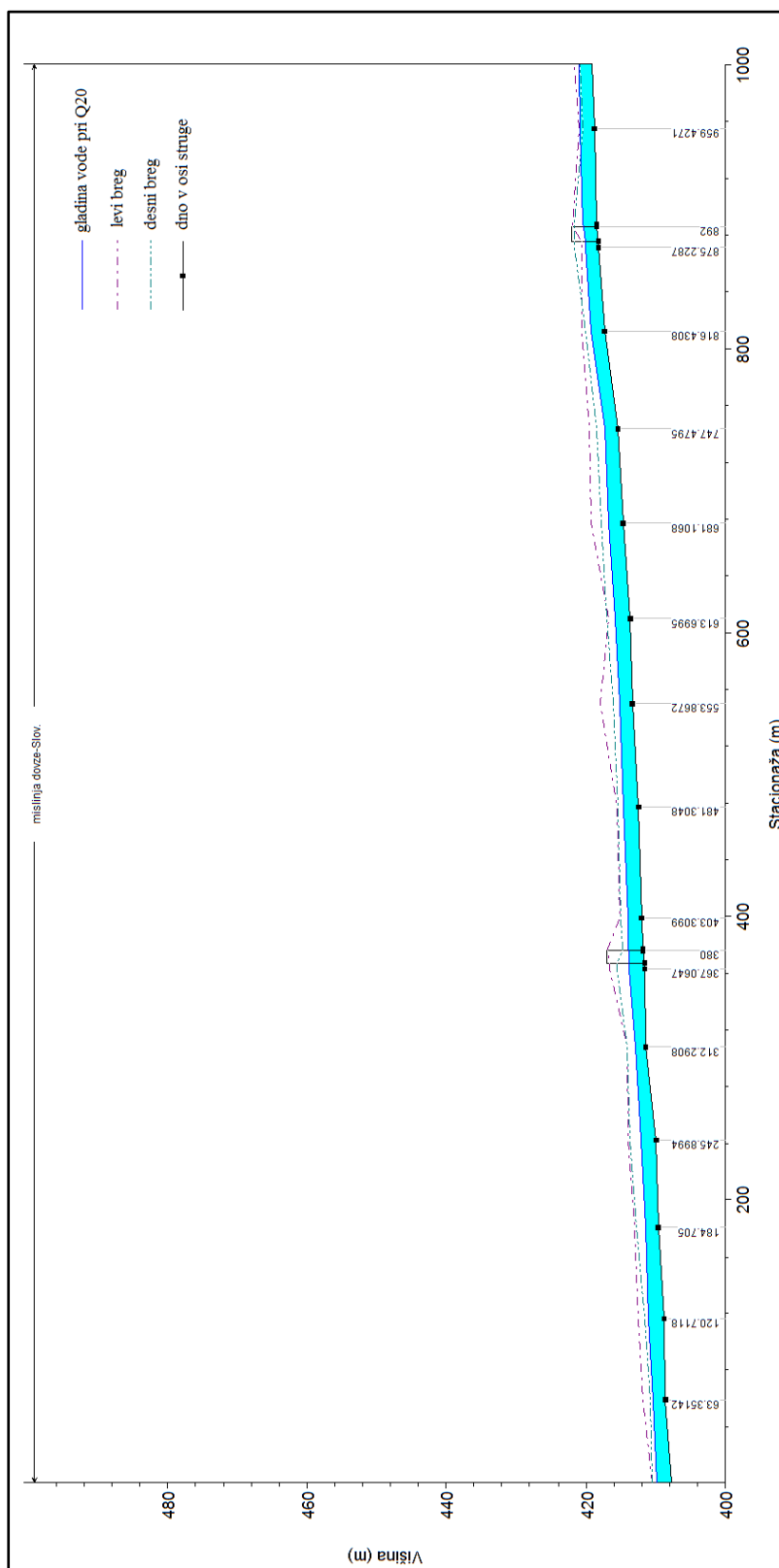
PRILOGA C.2: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI V TURIŠKI IN TOMAŠKI VASI PRI
 $Q_{20} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$, VZDOLŽNI PROFIL



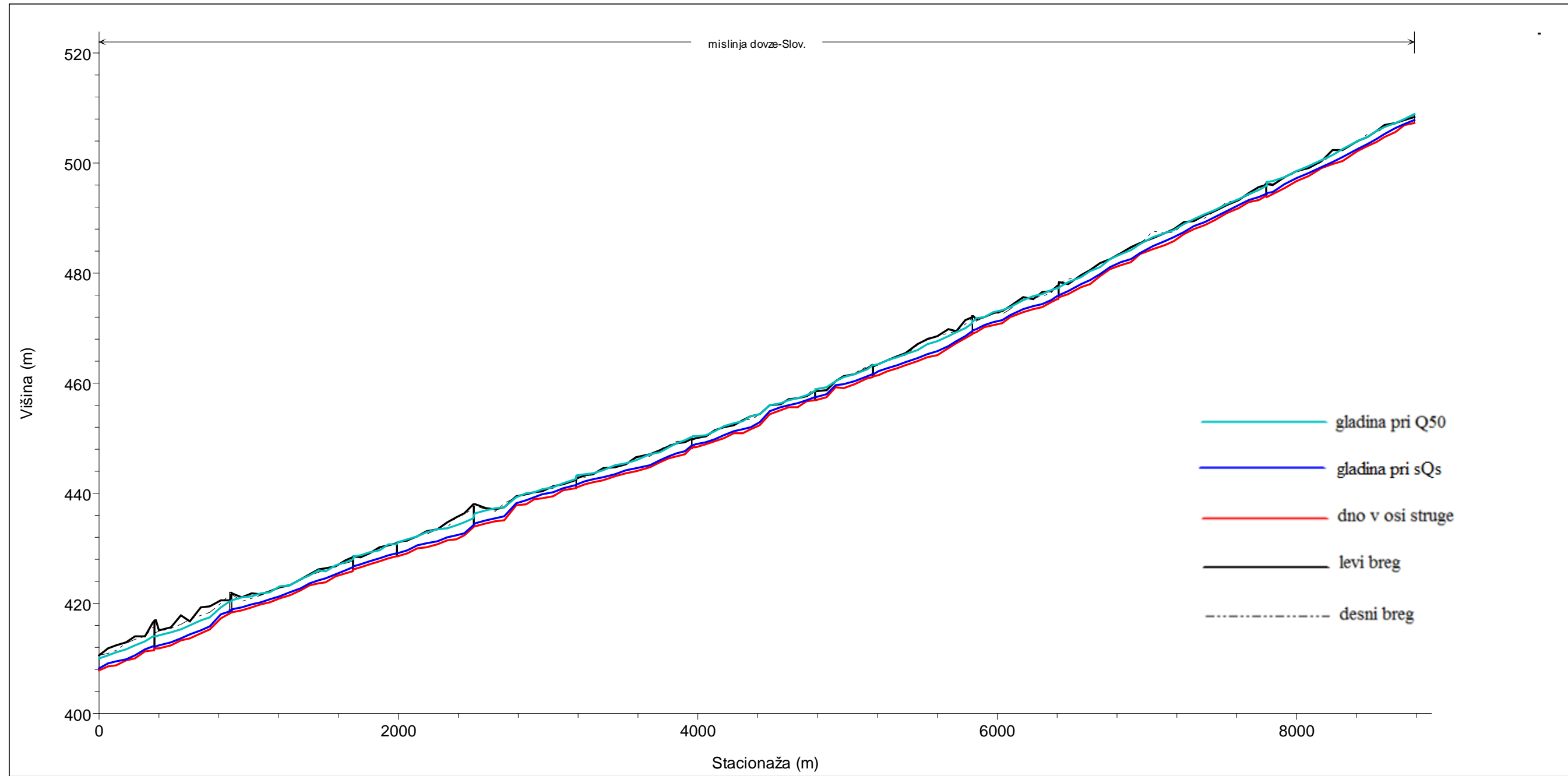
PRILOGA C.3: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI V NASELJU ŠMARTNO PRI SLOVENJ GRADCU PRI $Q_{20} = 54,8 \text{ m}^3/\text{s}$, VZDOLŽNI PROFIL



PRILOGA C.4: VODNA GLADINA NA REKI MISLINJI V SLOVENJ GRADCU PRI $Q_{20} = 54,8$
 m^3/s , VZDOLŽNI PROFIL



PRILOGA D.1: VZDOLŽNI PREREZ OBRAVNAVANEGA ODSEKA REKE MISLINJE IN VODNA GLADINA PRI $Q_{50} = 66 \text{ m}^3/\text{s}$ IN $sQ_s = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$



PRILOGA E.1: SITUACIJA V MERILU 1:25000

