

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:

Kolmamič, B., 2015. Vodnogospodarske ureditve vodotokov s poudarkom na porečju reke Mure. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Brilly, M., somentorica Šraj, M.): 91 str.

Datum arhiviranja: 29-01-2015

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:

Kolmamič, B., 2015. Vodnogospodarske ureditve vodotokov s poudarkom na porečju reke Mure. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Brilly, M., co-supervisor Šraj, M.): 91 pp.

Archiving Date: 29-01-2015

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

Kandidat:

BOŠTJAN KOLMANIČ

**VODNOGOSPODARSKE UREDITVE VODOTOKOV S
POUDARKOM NA POREČJU REKE MURE**

Diplomska naloga št.: 251/VKI

**WATER MANAGEMENT REGULATIONS OF
WATERCOURSES WITH THE EMPHASIS ON THE
MURA RIVER BASIN**

Graduation thesis No.: 251/VKI

Mentor:

prof. dr. Mitja Brilly

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Žagar

Somentorica:

doc. dr. Mojca Šraj

Član komisije:

doc. dr. Darko Drev

prof. dr. Franc Steinman

Ljubljana, 26. 01. 2015

STRAN ZA POPRAVKE (ERRATA)

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Boštjan Kolmanič izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Vodnogospodarske ureditve vodotokov s poudarkom na porečju reke Mure«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 6. 1. 2015

Boštjan Kolmanič

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	556.53 (043.2)
Avtor:	Boštjan Kolmanič
Mentor:	prof. dr. Mitja Brilly
Somentorica:	doc. dr. Mojca Šraj
Naslov:	Vodnogospodarske ureditve vodotokov s poudarkom na porečju reke Mure
Tip dokumenta:	Dipl. nal. -UNI
Obseg in oprema:	91 str., 5 pregl., 58 sl.
Ključne besede:	urejanje vodotokov, visoke vode, prečni profil, Mura, Ledava, poplavno ogroženo območje

IZVLEČEK:

Spreminjanje vodotokov je zelo hitro in jim je težko slediti. Zaradi vse številčnejšega pojava intenzivnih padavin v povezavi s klimatskimi spremembami smo priča vse številčnejšemu pojavljanju poplav oziroma naravnih katastrof.

V prvem delu naloge je opisano porečje reke Mure. Sledi predstavitev stanja vodnega in obvodnega prostora. Prvi del diplomske naloge se zaključuje s podlagami oziroma osnovami za urejanje vodotokov in predstavitev posameznih ureditvenih ukrepov, uporabljenih na obravnavanih ureditvenih območjih.

V drugem delu diplome se posvetimo analiziranju in urejanju poplavno ogroženih mest na porečju reke Mure, ki so bila izdelana s karto območij pomembnega vpliva poplav v Republiki Sloveniji. Potrebno je bilo analizirati pojav visokih voda in prevajanja količine vode obstoječih strug na podlagi površine prečnih profilov za obravnavana poplavno ogrožena območja porečja reke Mure. Tako smo na podlagi pridobljenih podatkov in izračunov za posamezna območja določili najprimernejšo vodnogospodarsko ureditev vodotoka.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 556.53 (043.2)
Author: Boštjan Kolmanič
Supervisor: Prof. Mitja Brilly, Ph.D.
Cosupervisor: Assist. Prof. Mojca Šraj, Ph.D.
Title: Water Management Regulations of Watercourses with the Emphasis on the Mura River Basin
Document type: Graduation Thesis - University studies
Notes: 91 p., 5 tab., 58 fig.
Key words: regulation of watercourses, tidemark, transverse profile, Mura, Ledava, flood endangered region

ABSTRACT:

The changing in watercourses are very fast and it is very difficult to follow them. Because of the huge amount of precipitation with the connection to the climate changes we are the witnesses of a huge amount of floods or natural disasters.

In the first part of the diploma work there is a description of the Mura river basin. The introduction of conditions of water and waterside area is followed. The first part of the diploma work is concluded with the basis for watercourses regulations and the introduction of the individual regulatory work on the regulatory areas.

In the second part of the diploma work the focus is on the analyses and the regulations of flood endangered regions of the Mura river basin which were refined with the chart of flood regions in Republic Slovenia. The analysis of the tidemark was necessary and the current of quantity of water in existing river beds on the basis of surface of transverse profiles of rivers for endangered flood regions of the Mura river basin. After data analysis and calculations for individual areas the most appropriate water management regulation of a watercourse was determined.

ZAHVALA

Za pomoč pri usmerjanju in izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem prof. dr. Mitju Brillyu.

Za pomoč pri pridobivanju podatkov in opravljanju terenskih meritev za potrebe diplomske naloge se zahvaljujem g. Jožetu Dominku, g. Andreju Biro, g. Tadeju Vučku in g. Rajku Vidaku iz podjetja Mura - vodnogospodarsko podjetje, d. d..

Hvala staršem in vsem mojim najbližjim, ki so mi v času študija stali ob strani in mi pomagali.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA.....	V
KAZALO VSEBINE.....	VI
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO SLIK.....	X
OBRAZLOŽITEV NEKATERIH POJMOV TER OKRAJŠAVE	XII
1 UVOD	1
1.1 Reka Mura – skriti biser Evrope.....	2
1.2 Vodnogospodarske ureditve reke Mure skozi čas	2
1.3 Namen in cilji diplomske naloge	3
2 POREČJE MURE	4
2.1 Reka Mura	4
2.1.1 Porečje reke Mure.....	4
2.1.1.1 Povirje oziroma zgornji tok reke Mure.....	5
2.1.1.2 Območje srednje Mure	5
2.1.1.3 Območje spodnje Mure	6
2.1.2 Rečni režim Mure	8
2.1.3 Hidrogeografija Mure	9
2.2 Reka Ledava	9
2.2.1 Porečje reke Ledave.....	10
2.2.2 Hidrogeografija Ledave.....	10
2.3 Reka Ščavnica	11
2.3.1 Porečje reke Ščavnice.....	11
2.3.2 Hidrogeografija reke Ščavnice	12

3	STANJE VODNEGA IN OBVODNEGA OBMOČJA	14
3.1	Zgodovina urejanja voda.....	14
3.1.1	Vodnogospodarske ureditve vodotokov	15
3.1.2	Kmetijstvo	17
3.1.3	Infrastruktura in urbanizacija podeželja	18
3.2	Zakonodaja na področju vodnega in obvodnega prostora v Sloveniji in Evropi.....	20
3.2.1	Slovenska zakonodaja	20
3.2.2	Evropska zakonodaja.....	22
3.2.3	Končne ugotovitve o zakonskih osnovah urejanja voda	24
3.3	Pomen sonaravnega urejanja obvodnega in vodnega prostora.....	25
3.3.1	Okoljski oziroma krajinski pomen	25
3.3.2	Ekološki pomen.....	26
4	OSNOVE ZA UREJANJE VODOTOKOV IN DOLOČENE UREDITVE	28
4.1	Načrt ureditve povodja (NUP)	28
4.1.1	Opis in sestava NUP.....	28
4.1.2	Cilji načrtov ureditve povodij.....	29
4.2	Načrt upravljanja voda (NUV).....	30
4.2.1	Opis in namen NUV	31
4.2.2	Cilji NUV	31
4.3	Karte poplavnih območij.....	32
4.4	Možni ureditveni ukrepi na porečju reke Mure.....	34
4.4.1	Ureditveni ukrepi varstva pred visokimi vodami	35
4.4.1.1	Protipoplavni nasipi.....	36
4.4.1.2	Kamnite brežine	37
4.4.1.3	Obrežni zidovi	38
4.4.2	Več prostora vodotokom	39

5	ANALIZA VODNOGOSPODARSKIH UREDITEV ZA POPLAVNO OGROŽENA	
	OBMOČJA POREČJA REKE MURE	41
5.1	Obravnavana območja	41
5.2	Metode.....	41
5.2.1	Izračun pretoka za stalni enakomerni tok	42
5.3	Orodja.....	43
5.4	Analiza območij glede na karto območij pomembnega vpliva poplav v RS.....	43
5.4.1	Sladki Vrh – območje 1	44
5.4.1.1	Pregled stanja.....	44
5.4.1.2	Analiza.....	46
5.4.1.3	Zaključek.....	50
5.4.2	Gornja Radgona – območje 2	54
5.4.2.1	Pregled stanja.....	54
5.4.2.2	Analiza.....	56
5.4.2.3	Zaključek.....	60
5.4.3	Odranci – območje 3.....	63
5.4.3.1	Pregled stanja.....	63
5.4.3.2	Analiza.....	65
5.4.3.3	Zaključek.....	69
5.4.4	Lendava – območje 4.....	72
5.4.4.1	Pregled stanja.....	73
5.4.4.2	Analiza.....	74
5.4.4.3	Zaključek.....	82
6	ZAKLJUČEK	86
VIRI.....		88

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Dolžina reke Mure po državah v dolžinah (km) in odstotkih (%).....	7
Preglednica 2: Prispevno območje reke Mure po državah po površinah (km ²) in odstotkih (%).	7
Preglednica 3: Reke dolge nad 25 km in njihova padavinska območja.	12
Preglednica 4: Pravila Prostorskega reda, ki se nanašajo na odprto krajino po posameznih prostorskih sistemih.	22
Preglednica 5: Vsebine načrtov upravljanja voda.	32

KAZALO SLIK

Slika 1: Reka Mura.....	2
Slika 2: Porečje reke Mure.....	7
Slika 3: Porečje reke Mure in osnovne hidrološke lastnosti reke Mure.....	8
Slika 4: Reka Ledava v mestu Lendava.....	9
Slika 5: Reka Ščavnica pred parkom v Ljutomeru.....	12
Slika 6: Primer reguliranega dela reke Mure (Strassberger, 2009).....	15
Slika 7: Primerjava hidrologije in rečne morfologije naravnega vodotoka z regulirano strugo.....	17
Slika 8: Sledenje ceste liniji vodotoka pri ureditvi krajine.....	19
Slika 9: Vodni območji Slovenije.....	21
Slika 10: Shema trajnostnega urejanja vodotokov.....	24
Slika 11: Shema z prikazom izhodišč za upravljanje krajine.....	26
Slika 12: Shema integralnega sektorskega planiranja.....	29
Slika 13: Shema integralnega načrtovanja z naravnimi viri.....	30
Slika 14: Izdelava kart poplavne in erozijske ogroženosti na podlagi analiz nevarnosti in ranljivosti.....	33
Slika 15: Opozorilna karta poplav z leta 2007.....	34
Slika 16: Predstavljena štiri osnovna izhodišča (temporal – čas, later – prečna smer, longitudinal – vzdolžna smer, vertical – vertikalna smer) za preučevanje vodotokov (aquifer).....	35
Slika 17: Visokovodni nasip reke Ščavnice v Cezanjevcih.....	37
Slika 18: Lokalno zavarovanje brežine s kamnometom - skalometom.....	38
Slika 19: Prikaz brežin pred zarastjo z drevjem in grmovjem (slika levo), v času zarasti (slika na sredini) in posledica pomanjkanja prostora vode - poplave (slika desno).....	39
Slika 20: Več prostora vodam.....	40
Slika 21: Karta območij pomembnega vpliva poplav RS z dne 28.3.2013 na območju porečja reke Mure.....	43
Slika 22: Karta pomembnega vpliva poplav območja 1.....	44
Slika 23: Prikaz profilov obravnavanega območja.....	45
Slika 24: Prerez korita struge v P1 z izravnano struge ter umestitev visokih voda.....	46
Slika 25: Prerez korita struge v P2 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.....	48
Slika 26: Prerez korita struge v P3 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.....	49
Slika 27: Prikaz zgradbe, ki se nahaja v ureditven območju.....	50
Slika 28: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).....	52
Slika 29: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).....	53
Slika 30: Karta pomembnega vpliva poplav območja 2.....	54
Slika 31: Prikaz profilov obravnavanega območja.....	55
Slika 32: Prerez korita struge v P1 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.....	56

Slika 33: Prerez korita struge v P2 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.....	57
Slika 34: Prerez korita struge v P3 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.....	59
Slika 35: Prikaz vodnogospodarskega ureditvenega območja.	60
Slika 36: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).	61
Slika 37: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).	62
Slika 38: Karta pomembnega vpliva poplav območja 3.....	63
Slika 39: Prikaz določitve prečnih profilov na potoku Črnec.	64
Slika 40: Izvajanje meritev prečnega profila na terenu.	65
Slika 41: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.....	65
Slika 42: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.....	66
Slika 43: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.....	67
Slika 44: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.....	68
Slika 45: Prikaz ureditvenega območja potoka Črnec.....	70
Slika 46: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).	71
Slika 47: Karta pomembnega vpliva poplav območja 4.....	72
Slika 48: Prikaz profilov na Ledavi in potoku Črnec.....	73
Slika 49: Prikaz prečnega profila na Ledavi.	75
Slika 50: Prikaz prečnega profila na Ledavi.	76
Slika 51: Prikaz prečnega profila na Ledavi.	77
Slika 52: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.....	79
Slika 53: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.....	80
Slika 54: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.....	81
Slika 55: Prikaz prečnega profila reke Ledava po ureditvi vodotoka.	83
Slika 56: Prikaz prečnega profila potoka Črnec po ureditvi vodotoka.....	83
Slika 57: Prikaz vodnogospodarskega ureditvenega območja.	84
Slika 58: Prikaz vodnogospodarskega ureditvenega območja.	85

OBRAZLOŽITEV NEKATERIH POJMOV TER OKRAJŠAVE

EU	Evropska unija
ha	Hektar
km	Kilometer
m	Meter
mio	Milijon
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
m ³	Kubični meter
m ³ /s	Kubičnih metrov na sekundo
NUP	Načrt ureditve povodja
NUV	Načrt urejanja voda
n. v.	Nadmorska višina
RS	Republika Slovenija
Q _{max}	Maksimalni pretok vode
Q _{min}	Minimalni pretok vode
WFD	Water Framework Directive – okvirna direktiva o vodah

1 UVOD

Voda je ključnega pomena za življenje, saj so se že od nekdaj ljudje radi naseljevali v njeni bližini. Predstavljala jim je vodni vir in služila kot transportna pot. Zaradi njene privlačnosti in pomembnosti je zelo pomembno njeno gospodarjenje. Pri gospodarjenju je potrebno upoštevati trajni razvoj družbe in načela okolju prijaznega gospodarjenja z njo.

Glavna izhodišča za urejanje vodotokov so, da je osnovna naravna funkcija vodotokov pretok energije dolvodno (transport vode in materiala) in gorvodno (prehranjevalna lestvica), da sestavljajo dinamično sestavino pokrajine, ki je pod stalnim vplivom preoblikovanja, da lahko ob izjemnih dogodkih ogrožajo človeka, njegovo lastnino in kulturno krajino, ter da so omejujoči dejavniki za določena živa bitja (Leitinger, 2012).

Današnje vodnogospodarske ureditve obsegajo predvsem vzdrževanje obstoječih ureditev in objektov, nanašajo pa se na vzpostavljanje boljše pretočnosti strug. Za vzdrževanje vodotokov in vodne infrastrukture sta pristojni Agencija Republike Slovenije za okolje in gospodarska javna služba na področju urejanja voda, ki letno pripravljata programe dela. Vanje je vključeno vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč, obratovanje, vzdrževanje in spremljanje stanja vodne infrastrukture, namenjene ohranjanju in uravnavanju vodnih količin ter varstvu pred škodljivim delovanjem voda ter v času povečane stopnje ogroženosti zaradi škodljivega delovanja voda izvajanje izrednih ukrepov (Leitinger, 2012). Problem rednega vzdrževanja vodotokov ter sanacije poškodb na objektih vodne infrastrukture so v največji meri denarna sredstva, ki ne pokrivajo vseh potreb, zato je zelo pomembno premišljeno načrtovanje v prihodnosti, da bodo vzdrževani in sanirani vsaj najbolj problematični odseki vodotokov.

Strokovnjaki s področja vodarstva, hidrologije in vodnogospodarskih ureditev začnejo ugotavljati, da same regulacije oziroma ureditve vodotokov niso dovolj in najbolj primerne. V preteklosti se je vodotoke omejevalo, jemal se jim je prostor (poplavna ravnica) z visokovodnimi nasipi. Ta del zemlje se je začel v največ primerih uporabljati za obdelovalne kmetijske površine zaradi pomanjkanja le-teh. Tako smo zdaj lahko priča vedno številčnejšim visokim vodam in naravnim katastrofam.

1.1 Reka Mura – skriti biser Evrope

Reka Mura spada med reke z najbogatejšim ekosistemom rek v Srednji Evropi zaradi svoje biotske raznovrstnosti. Mura v dolžini 94,90 km toka med Avstrijo in Hrvaško sodi v tip meandrirajoče pramenske reke. Zaradi takšnega tipa reke ter procesa erozije se na reki Muri pojavljajo mrtvice, rokavi, prodišča. Reko sestavljajo še območja poplavnih gozdov ter tradicionalna kulturna pokrajina. Skozi zgodovino je človek s svojimi posegi močno posegal po reki in njenih ureditvah, vendar je reka kljub temu nekako ohranila del svoje rečne dinamike med visokovodnimi nasipi. Pomembno je, da zelo premišljeno, načrtovano in sistematično v bodoče posegamo v reko, če hočemo ohraniti raznolikost živih bitij in življenjskih okolij na reki Muri.



Slika 1: Reka Mura.
Vir: Medmrežje, 2014

1.2 Vodnogospodarske ureditve reke Mure skozi čas

V preteklosti je bil glavni namen ureditve reke varstvo pred poplavami ter služenje reke za plovbo. Zato so že v letih 1875 do 1894 reko regulirali med Gradcem in Radgono. Regulacija se je nadaljevala leta 1925 zaradi ponovnih poplav. Vendar so do takrat reševali samo nujne primere z zavarovalnimi nasipi. Nekje 33 km dolg odsek na meji reke z Avstrijo je bil leta 1937 urejen levi breg, leta 1938 pa na istem odseku še desni breg reke. Po koncu druge svetovne vojne (1945) se je gradnja nasipov začela po delih. Med Gornjo Bistrico in Razkrižjem je bila v letu od 1947 do 1948 skrajšana struga iz 7,5 km na 4 km. Leto za tem (1949) je sledila izgradnja obrambnega nasipa na levi strani brega v dolžini 12 km med Hotizo in Petišovci. Na desnem bregu se je vrstila gradnja protipoplavnih nasipov skozi

naslednja leta vse do leta 1975. Območja ureditve desne strani brega so bile: Podgrad, Tišina, Krapje in Hotiza. S tem je bil sklenjen sistem nasipov na obeh straneh bregov. Vendar je taka etapna gradnja nasipov privedla do tega, da je bilo potrebno sanirati nasipe zaradi neustrezne zagotovitve varnosti pred poplavami na levem bregu pri Petišovcih ter na desnem bregu pri Lutvercih in Vučji vasi. Sanacija nasipov je potekala vse do leta 1995 (Mikoš, 2000).

Številne regulacije in vodnogospodarske ureditve so se izvajale tudi na pritokih reke Mure. Segajo že v leto 1850 (razbremenilni Ardovanjski prekop Ledava – Kerka). Med letoma 1949 in 1958 je bil zgrajen razbremenilni kanal Ledava – Mura v dolžini 7,6 km. Največ regulacij od pritokov se je opravilo na pritoku Ledava, saj so s tem zaščitili Lendavo pred poplavami. Regulirana sta bila še dela nad in pod Mursko Soboto. Odsek dolg 10 km nad Mursko Soboto je bil reguliran med leti 1968 in 1975, pod pa v letih od 1945 do 1968. Odsek pod Mursko Soboto je segal vse do izliva Ledave v Kerko (Mikoš, 2000).

1.3 Namen in cilji diplomske naloge

V preteklosti se ni polagalo posebne pozornosti na vodnogospodarske ureditve vodotokov, kar je velikokrat pripeljalo do raznih naravnih nesreč na različnih območjih. Da bi se v največji možni meri izognili takšnim tragedijam, se v zadnjem času daje veliko poudarka vodnogospodarskim ukrepom. Pomembno je načrtovati preudarne sistematske izvedbe ureditve vodotokov ob upoštevanju območja vodotoka in območja okoljskega prostora.

Glavni namen diplomske naloge je obravnavati poplavno ogrožena območja na porečju reke Mure, ki so bila izdelana in izdana s karto območij pomembnega vpliva poplav v Republiki Sloveniji. Potrebno je analizirati pojav visokih voda in prevajanja količine vode obstoječih strug na podlagi prečnih profilov na obravnavanih poplavno ogroženih območjih. Na podlagi pridobljenih podatkov in izračunov za posamezna območja je potrebno določiti najprimernejšo ureditev vodotoka.

2 POREČJE MURE

2.1 Reka Mura

Mura (nem. Mur, hrv. in madž. Mura, prekmursko Mūra, Möra) je reka v Srednji Evropi, levi pritok Drave (Mura, 2014). Izvira v zvezni deželi Salzburg v visokogorski dolini Murwinkel, natančneje v najzahodnejšem delu Nizkih Tur v Radstattskih Turah. Najprej je tipična visokogorska reka, a si kmalu izbere svojo pot proti vzhodu po ledeniško preoblikovani dolini Lungau. Ta del je reguliran in reka teče skozi manjše kraje med polji in travniki. To območje je pretežno obdano z ozkim pasom obvodnega rastlinstva. Pot, ki jo izbere, se nadaljuje proti vходу in teče skozi mesto Tamsweg, zvezno deželo Štajersko, Murau in Judenburg. Pri mestu Murau reka zamenja svojo ozko dolino za široko. V tem kraju se pojavita prvi dve hidroelektrarni od verige 21 hidroelektrarn na Muri v Avstriji. Po široki dolini nadaljuje pot vse do Knittelfelda, kjer pa spet vstopi v ozko dolino med gozdnatimi hribovji in teče vse do manjšega mesta Bruc an der Mur. Tukaj dobi reka svoj prvi pritok Murico in nato zavije ostro proti jugu. Pot nadaljuje skozi ozko sotesko Južnih apeninskih Alp proti Gradcu (nem. Graz), kjer vstopi v široko Graško kotlino. Na poti skozi Graško kotlino reko spremljajo številne žage, mlini in hidroelektrarne. Na tem območju je tudi v celoti regulirana že od druge polovice 19. stoletja naprej. Nato pa priteče do kraja Špilja (nem. Spielfeld) in je vse do Gornje Radgone mejna reka med Slovenijo in Avstrijo. Od Gornje Radgone teče po levem robu Slovenskih goric, obteče Apaško polje, skozi Radence, Dokležovje in Dolnjo Bistrico vse do Razkrižja. Pod Razkrižjem postane Mura spet mejna reka, vendar tokrat med Slovenijo in Hrvaško. Naprej teče še po hrvaško - madžarski meji. Preden se pri Legradu izlije v Dravo, še dobi levi umetni kanal Principális (Mura, 2014).

2.1.1 Porečje reke Mure

Pri iskanju podatkov o porečju reke Mure smo naleteli na dva različna podatka o njeni nadmorski višini izvira. Nekateri uradni podatki navajajo izvir reke na 1898 m n.v., medtem ko drugi navajajo 1960 m n.v.. Posledično s tem prihaja tudi do več različnih podatkov o njeni dolžini. Po avstrijskih uradnih podatkih je dolžina reke Mure 444,4 km [Wasserwirtschaftliche Planung und Hydrographie Steiermark, 2002] (Kovačič, Kamnik, Balažic). Naslednja dolžina reke, ki se pojavlja v slovenskih virih je 465 km. Hrvaške vode z leta 2002 so imele podatek, da je dolžina reke 454 km. Po naših raziskavah in glede na

študije, ki so nam bile dostopne, smo ugotovili, da je v primeru izvira na 1898 m n. v., dolžina Mure 457,5 km. V kolikor upoštevamo izvir na višini 1960 m n. v., se dolžina podaljša na 465,7 km (Kovačič, Kamnik, Balažic). Od tega je v Avstriji 295 km, 35 km na meji med Slovenijo in Avstrijo, 98 km

v Sloveniji, 30 km na meji med Hrvaško in Slovenijo in 48 km na meji med Hrvaško in Madžarsko.

Reka Mura obsega skupaj 14.371,00 km² veliko porečje. Del od tega porečja pripada Avstriji (10.341 km²), Sloveniji (1.400 km²), Hrvaški (590 km²) in Madžarski (2.040 km²).

Glede na hidrološke, topografske in morfološke lastnosti se deli porečje reke Mure na tri območja:

- povirje, ki zajema alpsko območje nadmorskih višin nad 470 m n. v. in sega od izvira reke Mure do sotočja z reko Mürz.
- srednji del reke Mure, ki obsega porečje med pritokom Mürz in Slum.
- spodnji del porečja, ki se prične dolvodno od pritoka reke Slum in sega do vtoka Mure v reko Dravo (Brilly, Šraj, 2011).

2.1.1.1 Povirje oziroma zgornji tok reke Mure

Zgornji tok reke Mure zajema območje od izvira reke Mure pa vse do sotočja s pritokom Mürz. Površina tega območja znaša 6217 km² skupaj s pritokom Mürz. Območje se nahaja na nadmorski višini od 3076 do 470 m n. v..

Na tem območju predstavljajo značilne elemente krajine koritaste doline, krnice in grebeni. Južni del Schladminških Tur pa je prepoznaven po razsežni verigi grebenov, ki se odcepijo od glavnega grebena in visoke vzpetine. Območja nizkih Tur so pokrita z metamorfnimi skrilavci, kot so gnajs, blestnik, marmor. Satasti dolomiti, kvarciti in apnenci srednjealpskega mezozoika se nahajajo v severozahodnem delu zgornjega toka reke Mure. Na vzhodu in območju doline Liesingtal se nahajajo kamnine rannaške serije, kot tudi muljasti peščenjaki (apnenci, filiti). Zraven teh kamnin na območju povirja najdemo še murauske apnence, skrilave apnence, apnenčev filit, ilovico, pesek, lapor, prod in skrilavce (Brilly, Šraj, 2011).

2.1.1.2 Območje srednje Mure

Površina srednjega dela porečja znaša 4330 km² in se razteza na nadmorski višini od 2000 m n. v. do 200 m n. v.. Zajema območje Stubalpe, Gleinalpe, Koralpe in Graško hribovje.

Osrednje območje je območje, ki povezuje Panonsko nižino z Alpami in ima v enem delu značilnosti Panonske nižine in v drugem alpskem delu značilnosti povirja Mure (Brilly, Šraj, 2011).

Za gorsko območje je značilna lokalna zaledenitev Koralp, ki ni vodila v nastanek dolinskih ledenikov, je pa vplivala oziroma povzročila pomembno preoblikovanje krajine. Območje je sestavljeno iz pegmatitov, gnajsov, ploščatih gnajsov, blestnikov, amfibolitov, eklogitamfibolitov in manjših vložkov marmorja. Zahodno območje Graškega hribovja je sestavljeno iz starih metamorfnih kamnin (Brilly, Šraj, 2011).

Območje srednje Mure ima zaradi ugodne geografske lege dovolj padavin skozi celo leto. Temperature so v ravninskih delih srednjega območja enake temperaturam spodnjega območja ter območja gorskega predela in imajo podobne temperature, kot so v območju povirja reke Mure (Brilly, Šraj, 2011).

2.1.1.3 Območje spodnje Mure

Območje spodnje Mure zajema Hügelland med reko Muro in Rabo, zahodnoštajerski bazen, zahodnoštajerski Hügelland, Pomurje, porečje reke Velika Krka in Medžimurje. Površina tega dela porečja znaša 3700 km² in ima višinsko gibanje med 100 m n. v. ter 600 m n. v.. To območje je izrazito gričevnato in ravninsko z obsežnimi aluvialnimi vodonosniki ob reki Muri. Večji pritoki reke Mure na spodnjem območju so: Gnasbach 121 km², Trnava 264 km², Ščavnica 293 km², Principalis-csatorna 609 km² in Kerka 1762 km². V Sloveniji je poleg reke Ščavnice največji pritok porečja Mure Ledava 891 km², ki se izliva v Veliko Krko (Brilly, Šraj, 2011).

Na slovenski del porečja reke Mure je geografsko vezano Pomurje. Zajema gričevnati svet Goričkega, Slovenskih in Lendavskih goric ter ravninski svet Ljutomerskega, Murskega in Apaškega polja. Neprepustni laporji in peščene glinice z vložki meljastega peska prevladujejo na zahodnem delu Goričkega in na območju Slovenskih ter Ljutomerskih goric. Na porečju reke Krke in na vzhodnem delu Goričkega pa prevladujeta pesek in prod, ki ju prekriva glinasta preperina. Pleistocenski prodni zasip Apaškega polja in kvartarne peščeno-prodnate naplavine Mursko-Ljutomerskega polja so pomemben zbiralnik podtalnice tega območja. (Brilly, Šraj, 2011).

Na območju spodnje Mure so bistveno drugačne podnebne razmere kot v planinskih območjih povirja in srednje Mure. Zaradi nižje nadmorske višine so letne temperature višje in se gibljejo od 8 °C na vzhodu in 10 °C na zahodu. Zraven temperatur so drugačne še padavine, ki znašajo le 650 mm, katerih največ zapade v poletnih mesecih (junij, julij) in najmanj pozimi (januar, februar) (Brilly, Šraj, 2011).

Preglednica 1: Dolžina reke Mure po državah v dolžinah (km) in odstotkih (%).

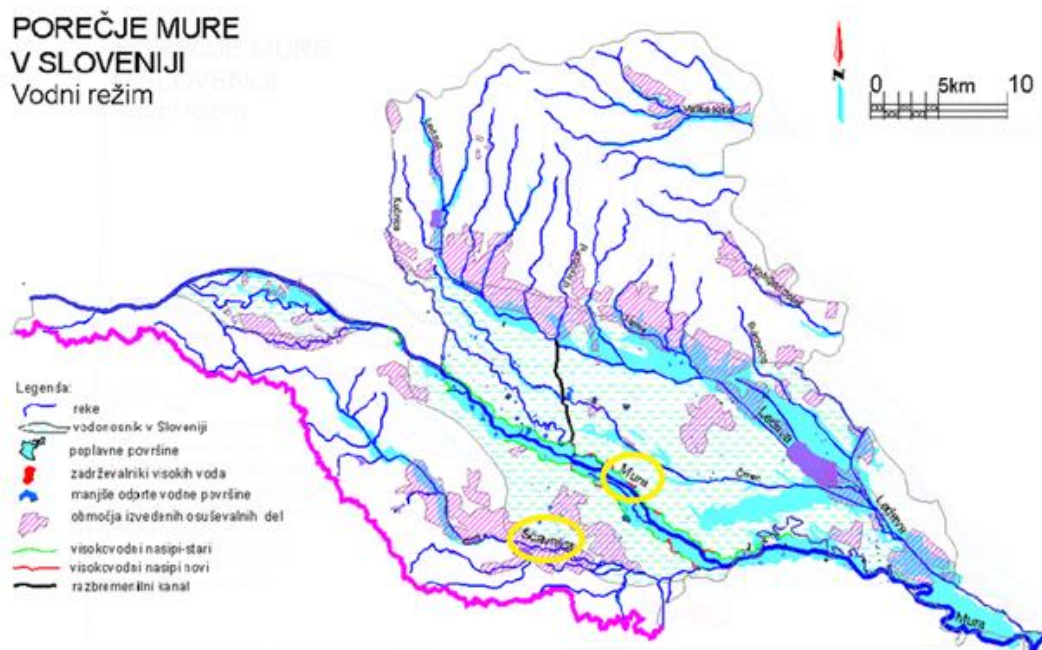
Država	Avstrija	Avstrija – Slovenija	Slovenija	Slovenija – Hrvaška	Madžarska – Hrvaška	Skupaj
Dolžina [km]	323,1	33,45	27,9	32,83	48,42	465,70
Odstotek [%]	69,38	7,18	6,00	7,05	10,40	100

Vir: Kovačič, Kamnik, Balažic, 2011.

Preglednica 2: Prispevno območje reke Mure po državah po površinah (km²) in odstotkih (%).

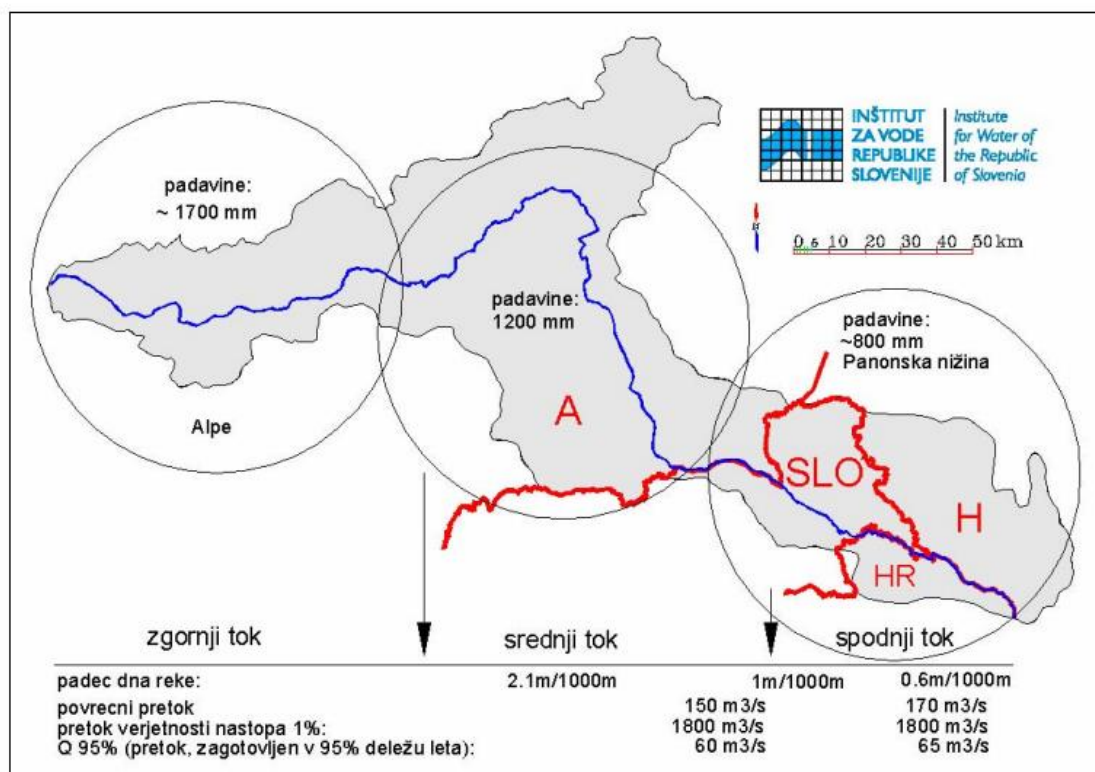
Država	Avstrija	Slovenija	Hrvaška	Madžarska	Skupaj
Velikost [km ²]	10.285	1.392	458	1.890	14.025
Odstotek [%]	73,33	9,93	3,27	13,47	100

Vir: Kovačič, Kamnik, Balažic, 2011.



Slika 2: Porečje reke Mure.

Vir: Mura, 2014



Slika 3: Porečje reke Mure in osnovne hidrološke lastnosti reke Mure.

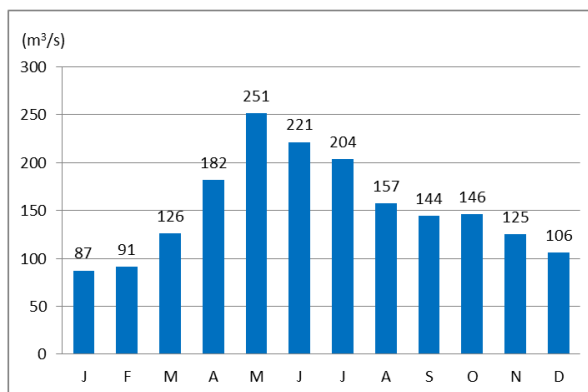
Vir: Globevnik, str. 97

2.1.2 Rečni režim Mure

Za reko Muro je značilen snežni rečni režim. Značilnost snežnega rečnega režima je, da ima en maksimum in en minimum. Maksimum se lahko začne pojavljati že v spomladanskem mesecu aprilu in maju ter se razteza vse do julija, ko pa se začenjajo pojavljati že prvi problemi sušnega poletja na večini slovenskih rek. Minimum nastopi v zimskih mesecih (januar, februar), ki je povezan z zimskimi padavinami (sneg), kateri se kopiči in nabira na zaledjih visokih gora vse do spomladi, preden se sneg začne taliti. Nižek padavin sočasno sovpada z minimalno evapotranspiracijo.

2.1.3 Hidrogeografija Mure

V obdobju 1971–2000 je imela reka v Gornji Radgoni povprečni pretok 153,7 m³/s. V istem obdobju so največji pretok izmerili 17. 7. 1972 (1205 m³/s), najmanjši pretok pa 14. 12. 1989 (40,5 m³/s). Največji pretok doslej so izmerili v Gornji Radgoni 22. 8. 2005, in sicer 1350 m³/s (Mura, 2014).



Grafikon 1: Hidrogram za vodomerno postajo Gornja Radgona na reki Muri za obdobje 1970 – 2000.
Vir: Mura, 2014

2.2 Reka Ledava

Reka Ledava leži na skrajnem severovzhodnem delu Slovenije in predstavlja največji levi pritok reke Mure. Izvira v Avstriji, kot majhen potok pri vasi Pichla. Ledava je dolga 76 km, od tega teče 8 km v Avstriji. Reka teče po zahodnem delu Goriškega skozi Ledavsko jezero. Pot nadaljuje naprej po Murski ravnini in se ob naši državni meji z Madžarsko v Lendavskem kotu izliva v reko Muro. Če Ledavo primerjamo z reko Muro, lahko ugotovimo, da teče več ali manj vzporedno z njo, in sicer v smeri od severozahoda proti jugovzhodu.



Slika 4: Reka Ledava v mestu Lendava.
Vir: Ledava, 2014

2.2.1 Porečje reke Ledave

Ledava izvira pri majhni vasi Pichla na avstrijskem Štajerskem in teče po ozki dolini med gričevjem proti jugovzhodu. Naprej reka teče med travniki in polji, saj se pod vasjo Kapfenstein dolina nekoliko razširi. Tako nadaljuje svojo pot vse do avstrijsko-slovenske meje, kjer dobi prvi večji pritok z leve strani, in sicer Klavžni potok. Od tukaj naprej se reki spet močno spremeni značaj doline, saj Ledava stopi v ozko, skoraj dva kilometra dolgo sotesko. Na tem območju se prebija skozi ozki pas metamorfoziranih paleozojskih skrilavcev. Ozka dolina se pri Sotini spet razširi in Ledava teče naprej proti jugu mimo Sv. Jurija in Rogaševcev proti Ledavskemu jezeru. Tik preden se reka izlije v jezero, se ji z leve strani priključi potok Lukaj. Umetno jezero je bilo zgrajeno leta 1978 in služi kot varovanje pred poplavami ter za umetno namakanje. Dandanes pa ima velik pomen tudi s strani razvoja bogatih mokriščnih habitatov in ptičjega sveta. Od umetnega jezera naprej pa Ledava nadaljuje svojo pot po reguliranem in spremenjenem vodotoku v enolični odtočni kanal. Tako se vije med travniki in njivskimi površinami, vse do vtoka v reko Muro. Na poti do izliva jo spremljajo številni manjši pritoki (Kobiljski, Martjanski, Puconski, Brezovski,..). Na območju tik pred Lendavo dobi reka en večji pritok in sicer potok Črnc. Tik pred Mursko Soboto se od Ledave odcepi 7,6 km dolg razbremenilni kanal, ki je namenjen odvajanju presežkov vode naravnost v Muro. Ledava se izliva v reko Muro na najvzhodnejši toči Slovenije. Na tem območju tik pred izlivom sprejme še svoj največji pritok Veliko Krko. Določeni viri navajajo reko Ledavo kot pritok v Velko Krko in potem Velko Krko kot levi pritok Mure.

2.2.2 Hidrogeografija Ledave

Ledava je bila v preteklosti značilna nižinska reka z zelo počasnim tokom in majhnim strmecem struge vodotoka. Vendar pa so z obsežnimi regulacijami reki popolnoma spremenili njeno podobo. Naselja so se naseljevala vstran od nje zaradi pojava številnih poplav. Njena naplavna ravnica je bila vedno mokrotna in izpostavljena poplavam zaradi njenih ilovnatih naplavin.

Ledava ima neizrazit snežno-dežni rečni režim. Tako ima reka dva enaka viška, in sicer v marcu in decembru, ter v poletnih mesecih neizrazit nižek. Včasih je reka na določenih mestih znala tudi popolnoma presahnuti. Vendar pa se danes spremembe količine vode v reki regulirajo oziroma umilijo z zadrževalnikom Ledavsko jezero.

Na reki Ledavi so v obdobju od leta 1971 in 2000 izmerili najvišji in najnižji pretok. Najnižji pretok je bil izmerjen 27. 8. 2000 na vodomerni postaji Čentiba, in sicer $0,46 \text{ m}^3/\text{s}$. Na tej isti vodomerni postaji je bil izmerjen najvišji pretok 16. 7. 1972, ki pa je znašal $112 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.3 Reka Ščavnica

Ščavnica je reka, ki se nahaja na severovzhodnem delu Slovenije in je desni pritok reke Mure. Izvira v kraju Zgornja Velika v severnem delu Slovenskih goric. Od izliva teče proti vzhodu in nato naprej proti jugovzhodu po široki dolini. Pri Ljutomeru reka vstopi v ravnino Murskega polja. V reko Muro se izliva pri kraju Gibina. Reko skozi celotno pot spremljajo številni kratki in majhni potoki, ki se izlivajo v njo z obeh strani.

Reka Ščavnica poleg Ledave predstavlja največji pritok reke Mure v Sloveniji.

2.3.1 Porečje reke Ščavnice

Ščavnica izvira v manjši dolini, v gozdu pod vasjo Zgornja Velika. Kot majni potoček teče najprej proti severu, vendar se kmalu obrne proti jugovzhodu in nato še proti vzhodu. Naprej priteče v Spodnjo Ščavnico, kjer zavije proti jugovzhodu in teče v tej smeri vse do Ljutomera. Ščavnica skoraj doseže Apaško polje malo nad Spodnjo Ščavnico, vendar ji to prepreči manj kot kilometer širok in nekaj deset metrov visok hrbet. Na tem območju se reki pridružijo pri toku že številni pritoki in Ščavnica začne teči po 200 do 500 m široki naplavni ravnici v naravno vijugasti strugi. Ko pri Spodnji Ščavnici zavije proti jugovzhodu, teče po več kilometrih široki, nekoč mokrotni Ščavniški dolini, vse do Ljutomera. Od tu naprej pa reka teče v umetno regulirani strugi, razen še na krajših odsekih pri Očeslavcih in Žihlavi, vse do izliva v Gajševsko jezero. Ravno zaradi te mokrotnosti doline v preteklosti je to območje redko poseljeno. Gajševsko jezero je bilo zasnovano kot zadrževalnik poplavnih voda, v katero se steka Ščavnica. Za Gajševskim jezerom reka obrne smer proti vzhodu in teče skozi Ljutomer. Tukaj reka vstopi v širšo ravnino imenovano Mursko polje. Mura je Ščavnico z močnim nasipavanjem v zadnji ledeni dobi potisnila povsem na južni rob Murskega polja, tako da zdaj teče skozi Razkrižje in se izliva v Muro malo naprej od Gibine.



Slika 5: Reka Ščavnica pred parkom v Ljutomeru.
Vir: Ljutomer, 2014

Preglednica 3: Reke dolge nad 25 km in njihova padavinska območja.

	Nadmorska višina (m)		Relativna višinska razlika	Površina padavinskega zaledja v Sloveniji km ²	Dolžina vodotoka (km)			
	pri izviru oziroma v toku v Sloveniji	pri izlivu oziroma iztoku iz Slovenije			skupaj	v tujini	v Sloveniji in na meji	na meji
Mura	250	130	120	1375	438	343	95	67
Ščavnica	360	175	185	288	56	-	56	-
Ledava	250	140	110	675	76	8	68	-

2.3.2 Hidrogeografija reke Ščavnice

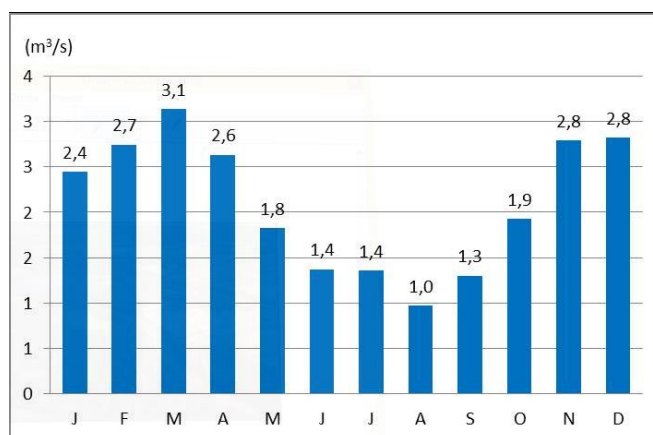
Reka Ščavnica je bila v preteklosti pred regulacijo značilna nižinska reka z majhnih padcem dna struge ter počasnim tokom, zato je v večjem delu toka vijugala sem ter tja. Večino leta predstavlja Ščavnica manjšo reko, vendar se ji ob povečanju količine padavin pretok močno poveča in je v preteklosti velikokrat poplavljala obsežne dele dolinskega dna.

Za reko je značilen neizrazit snežno - dežni režim, ki ima prvi višek marca in drugi, ki je nekoliko nižji, novembra. Zanja je značilno, da ima v poletnih mesecih (v obdobju suš) zelo majhen pretok. Vsega skupaj lahko tudi samo nekaj deset litrov vode na sekundo. Ščavnica ima zelo majhen specifični odtok ($7,7 \text{ l/s/km}^2$) in odtočni količnik (25,4 %) zaradi gričevnatega površja in položnih pobočij.

V preteklosti so izvedli na reki Ščavnici številne regulacije in melioracije. Po teh ukrepih so reki precej spremenili njen rečni režim. V poletnih mesecih reka skorajda presahne. Na vodomerni postaji Pristavi je bil 30. 9. 1992 izmerjen najmanjši pretok, in sicer $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$. Na

isti vodomerni postaji je bil 5. 11. 1998 izmerjen tudi najvišji pretok reke, in sicer $64,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Pred regulacijo reke je bilo dolinsko območje velikokrat poplavljenno. Še dandanes po regulacijah reke lahko reka ob močnih padavinah v jeseni ali neurjih poleti naraste in tako posledično poplavlja v nižinskih delih dolinskega dna.

Reka Ščavnica je 11. in 12. 11. 1925 zabeležila eno najhujših poplav v Ščavniški dolini, ko je bila pod vodo skoraj vsa dolina. Tudi po številnih regulacijah se pojavljajo poplave na spodnjih oziroma nižjih območjih vodotoka. Tako je reka poplavela marca leta 2009, ko je zalila travnike in polja ter ogrožala z vodo nekaj hiš. Konec marca leta 2013 so bili spet poplavljeni najnižji deli doline (Ščavnica, 2014).



Grafikon 2: Povprečni mesečni pretok Ščavnice na vodomerni postaji Pristavi v obdobju 1971 - 2000.
Vir: Ščavnica, 2014

3 STANJE VODNEGA IN OBVODNEGA OBMOČJA

3.1 Zgodovina urejanja voda

Z razvojem in napredkom ljudi se je spreminjal tudi odnos do vode v podeželskem prostoru. Tako se je z razvojem razvijal pritisk na vodni in obvodni prostor s strani različnih dejavnosti. Zajemal je dejavnosti, ki so bile povezane s tem okoljem, kot so kmetijstvo in onesnaževanje površinskih ter podzemnih voda. V preteklosti je bilo pomanjkanje obdelovalnih kmetijskih zemljišč, zato se je začelo vodo omejevati in izkoriščati območje vodotokov v namen intenzivnega kmetijstva.

Potreba po kmetijskih zemljiščih je že od nekdaj močno spreminjala podobo krajine. Po drugi svetovni vojni se je začelo za potrebe intenzivnega kmetijstva množično izkoriščati površine vodotokov z obsežnimi melioracijami v njivske pridelovalne površine. Tako so se s tem namenom začele regulacije vodotokov (visokovodni nasipi, izsuševanje,...) in spreminjanje naravne struge vodotoka. S tem so zadovoljili potrebo po zaščiti nove agrarne krajine pred poplavami. Obrežne pasove, gaje in loge pa so marsikje odstranili z zasipavanjem.

Poleg kmetijstva je velik vpliv na spreminjanje podeželskega prostora prinesel tudi gospodarski razvoj. Povečale so se potrebe po energetski izrabi vodotokov. Tako se je začelo posegati v območja na in ob strugah vodotokov zaradi izgradnje obvoznih poti in cest, športno-rekreacijskih ureditev, hidroelektrarn,... Vendar pa se je zaradi tehničnega napredka gradbenih del na rečnih strugah in bregovih spremenil tudi vodni ekosistem.

Ugotovljeno je bilo, da slabše stanje vodnega in obvodnega prostora ni posledica samo kmetijskih, ampak tudi ostalih dejavnosti. Do takih ugotovitev so prišli že v sedemdesetih in osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Tako so se na tem področju začeli ukrepi za ublažitev oziroma sanacijo že izvedenih posegov v vodotoku ter vračanje spremenjenih strug v naravna stanja. S tem so na primer ob gradnji ceste dobile prednost variante, ki niso posegale v vodni svet. Če je bilo možno, so se mu po potrebi tudi izognile. V zadnjem času se ugotavlja, da bo potrebno vodi dati več prostora. Poleg prostorskega problema z vodo, se soočamo s problemom podnebnih sprememb, ki lahko močno vplivajo na vodni režim, kot so poplave in podobno. Vedno bolj je potrebno ob posegih v vodotok upoštevati odnos med varnostjo vodotoka pred ljudmi in ekosistemom vodotoka (Strassberger, 2009).

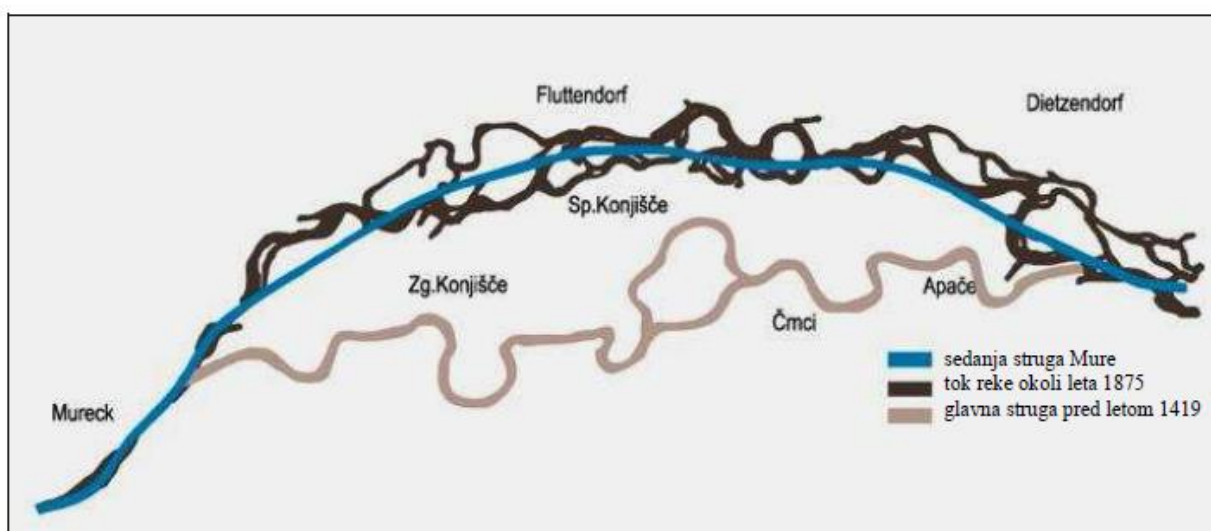
3.1.1 Vodnogospodarske ureditve vodotokov

Vodnogospodarske ureditve so se izvajale z namenom doseganja zaščite naselij pred visokimi vodami (poplavami) in s tem osuševanjem zemljišč v kmetijske namene. Regulacije so izvedli na območjih, kjer so bili mnenja, da raba prostora to zahteva.

Z regulacijami vodotokov so preoblikovali reke in potoke v uravnane struge, brez obvodnih mrtvic in poplavnih logov. S tem so tako zmanjšali prostor vodi in območja poplavne ravnice uporabili v druge namene (intenzivno kmetijstvo). Z regulacijami vodotokov so jim spremenili predvsem hidrološki režim. V Sloveniji so izvedli najštevilčnejše regulacije na severovzhodnem ravninskem delu države, kjer so reke in potoki značilni s svojimi vijugami oziroma okljukami. Mura, Ščavnica, Drava, Pesnica, Dravinja in Ledava so reke z močnimi regulacijami. Na določenih odsekih je bila močno regulirana še reka Savinja.

Tako se je z regulacijami vodotokov dosegla večja prevodnost strug in zmanjšala pogostost pojava poplav. Prej so se visoke vode pogosto razlivala po okoliških površinah (poplavna ravnica). Zdaj so ostale v svojih reguliranih strugah. S tem pa so na svoji vrednosti pridobila zemljišča, ki so se nahajala na naplavnih ravninah. Niso več predstavljala območij logov in vlažnih travnikov, temveč so jih izkoristili v obdelovalne njive.

Del močno reguliranega območja na reki Muri je prikazan na sliki spodaj.



Slika 6: Primer reguliranega dela reke Mure (Strassberger, 2009).

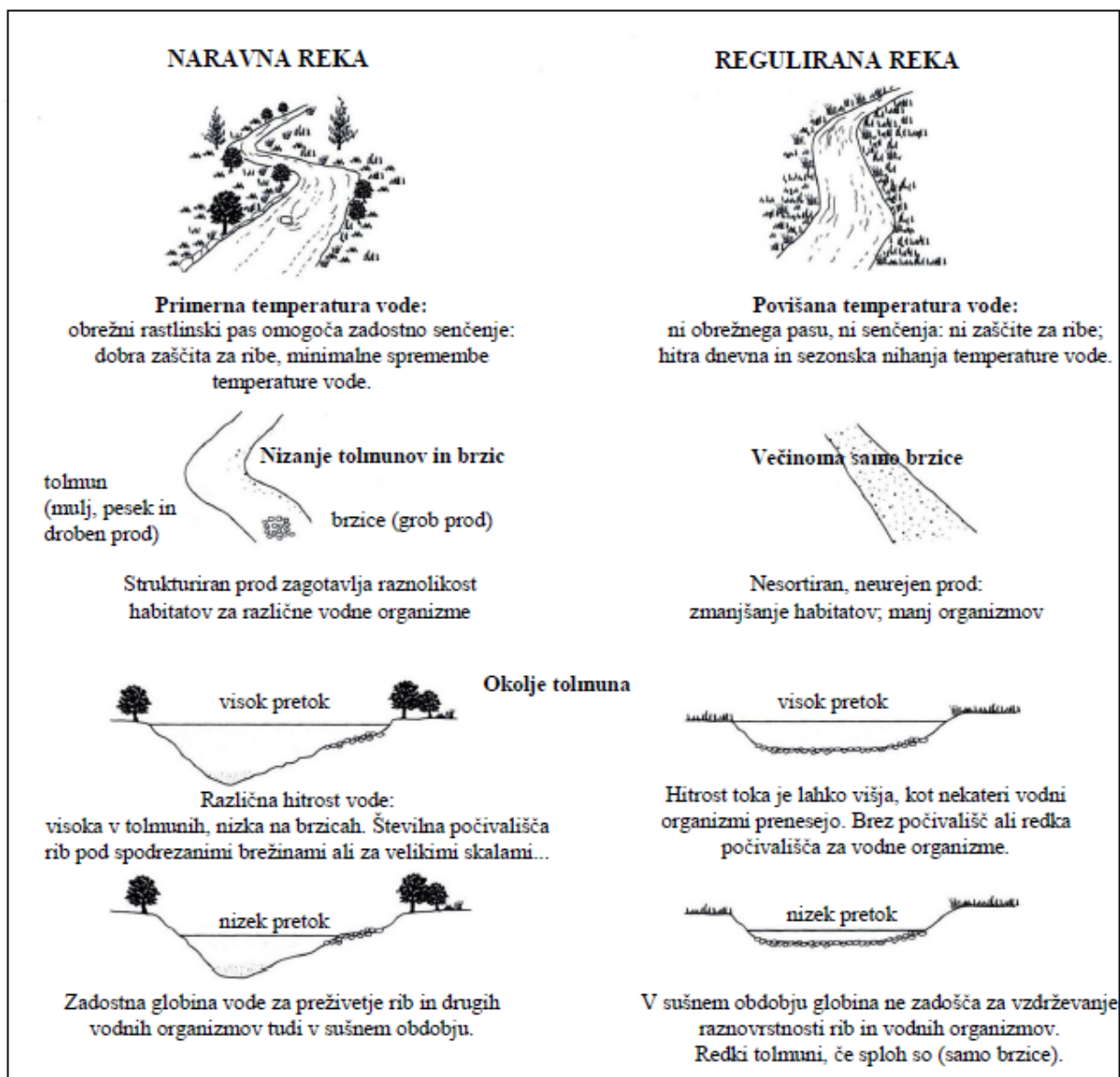
Vir: Strassberger, 2009

Dandanes so si strokovnjaki enotni glede vodnogospodarskih ureditev. Zavedajo se, da popolne zaščite oziroma varnosti pred visokimi vodami ne bo mogoče doseči. Lahko pa se velikost pojavljanja škode ob visokih vodah minimalizira. V zadnjem času so predvsem mnenja, da je potrebno vodi dati več prostora. Izogibati se je potrebno naseljevanju na območjih naplavne ravnice, čeprav je vodotok reguliran. Potrebno bo nameniti več sredstev v dolgoročno organizirane vodnogospodarske službe, ki bodo z vodotoki gospodarile strokovno in sonaravno. Stroka vedno bolj zagovarja sonaravno urejanje vodotokov.

V zadnjih letih so regulacije vode zelo redke. Vedno večji poudarek se daje načrtom obnove in izvajanju renaturacije vodotoka na terenu, ter s tem ponovne vzpostavitve naravnega stanja struge. Na meandrirajočih rekah pripomorejo rečni zavoji k daljšemu zadrževanju vode, slednje pa k boljšim ekološkim razmeram ob in v strugi vodotoka. Na hudourniških vodotokih pa se doseže ponovna hrapavost struge s kamnitimi ali lesenimi pragovi. S tem ukrepom se tok vode upočasni.

Vodnogospodarske ureditve so zelo delikatna zadeva. V primerjavi z Evropo smo v zadnjem času bistveno manj regulirali struge vodotokov zaradi manjših finančnih sredstev. Zdaj se je to izkazalo za pozitivno s strani naravovarstvenega stališča. Je res, da so regulacije vode sporne in spreminjajo tipologijo pokrajine, vendar pa so nujno potrebne na območjih, kjer varujejo objekte, cestno infrastrukturo in naselja pred pojavom visokih voda.

V zadnjem času je v Evropi trend vračanja poplavnih območij ob rekah v prvotno stanje. Strokovnjaki s področja krajinske arhitekture niso prepričani, da je to v vseh primerih smiselno. Tako je potrebno preučiti posamezne primere, saj se je lahko narava novemu stanju že tako prilagodila, da bi ponoven poseg spet porušil na novo vzpostavljeno ravnovesje. Namesto, da se izvede regulacija in s tem ponovna vzpostavitev naravnega stanja reke, je bolj smiselno ohranjati preostale vodotoke, ter ob njih izvajati samo nujna vzdrževalna dela. To so pokazale izkušnje po Evropi. Kjer je možno, je zaželeno doseganje ohranitve naravne delitve vodotoka na glavno strugo in poplavno ravnico. Potrebno se je izogniti oblikovanim in enovitim strugam, ki ob nizkih vodostajih, predvsem v poletnih mesecih delujejo kot izsušeni kanali (Strassberger, 2009).



Slika 7: Primerjava hidrologije in rečne morfologije naravnega vodotoka z regulirano strugo.

Vir: Strassberger, 2009

3.1.2 Kmetijstvo

Največje novosti, poleg družbenih sprememb, so tudi novosti v kmetijski politiki, in sicer v času po 2. svetovni vojni. Za doseganje večjih kmetijskih površin so se posluževali zasipavanja mokrišč, odstranjevanja obrežne vegetacije in izvajanja agrarnih operacij. V letih od 1965 in do 1975 so se izvajale naslednje agrarne operacije:

- melioracije kot so osuševanje, namakanje in agromelioracije
- združevanje zemljišč (komasacije) in drugi posegi v urejanju in rabi kmetijskih zemljišč (arondacije, menjave zemljišč).

Po podatkih vodnogospodarskih osnov Slovenije je bilo l. 1992 okoli 14.800 hektarov zemljišč načrtovanih za melioracije (Strassberger, 2009).

V nekaterih ravninskih predelih Slovenije je bilo v obdobju 1970 - 1990 izvedeno osuševanje zemljišč na pribl. 64.000 hektarih površin, kar je tedaj predstavljalo okoli 10 % vseh obdelovalnih površin (Strassberger, 2009). Pozneje se je delež dreniranih površin še povečal predvsem na območjih Pomurja. Posluževali so se osuševanja pridelovalnih površin, vlažnih travnikov in mokrišč. S tem so močno vplivali na naravni tok vode. V dolinskih območjih so se pogosto pojavljale poplave, zato so bila ta območja manj primerna za kmetijstvo. Tako je prihajalo tudi na teh območjih do regulacij vodotokov. S takimi posegi so posledično spremenili osnovno razmerje med krajino in vodo. Mokrotne travnike in mokrišča so z osuševalnim ukrepom spremenili v intenzivna kmetijska zemljišča ter zmanjšali naravne habitate.

Vendar pa tako širjenje kmetijskih površin ni prineslo samo slabih učinkov. S tem smo povečali pridelavo kmetijskih pridelkov, kar pa je bil glavni namen širjenja kmetijstva v tistem času.

Zaradi sušnih obdobj v poletnih mesecih je bil v letih od 1983 in do 2003 vzpostavljen sistem namakanja kmetijskih površin. Delež namakanih površin v Sloveniji je bil bistveno manjši od deleža kmetijskih zemljišč pridobljenih z osuševanjem. Z namakanjem se je zagotavljalo primerno vlažnost tal z dovajanjem vode na obdelovano kmetijsko površino. Z namakalnimi sistemi se je dosegla večja pridelava kmetijskih pridelkov.

Kasneje se je to vzdrževanje namakalnih in osuševalnih sistemov zanemarjalo, zato smo zdaj priča številnim zamuljenim drenažnim cevem in zaraščenim jarkom. Vse to onemogoča oziroma otežuje odtok vode po njih. V nekaterih starih namakalnih jarkih pa so se razvili celo sekundarni biotopi, tako, da jih je zdaj prepovedano čistiti oziroma vzdrževati.

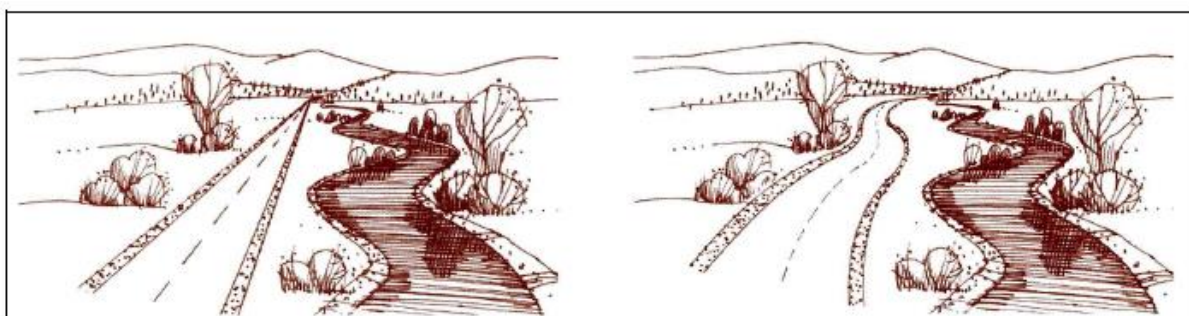
3.1.3 Infrastruktura in urbanizacija podeželja

Že v preteklosti so se ljudje raje naseljevali ob vodi, saj jim je voda omogočala prednost pri oskrbi z njo, pri transportu in energetski rabi. Preden se je začel razvoj industrializacije, je voda predstavljala glavni vir za mlinarstvo, splavarstvo, fužinarstvo, žagarstvo in ribištvo.

Vendar pa so ljudje pogosto gradili objekte na višjih delih zemljišča, ravno zaradi pojava visokih voda (poplav). Z razvojem sodobne infrastrukture (ceste, komunala,...) in postopnim večanjem poselitve se je začela podoba krajine močno spreminjati. Spreminjal se je tako vodni kot tudi obvodni svet. Ponavadi so naselja zaščitili pred visokimi vodami z visokovodnimi nasipi, vendar pa se niso zavedali posledic oziroma pomena ohranjanja in zaščite naravnih površin struge vodotoka in območja ob njem.

Na območjih poselitve so se z gradbenimi deli določene površine spremenile v sestavi tal, saj so jih asfaltirali ali tlakovali za namen cest oziroma parkirišč. S tem se je površinsko zadrževanje padavinske vode bistveno zmanjšalo. Taka hitro odtekajoča voda pa je s sabo odnašala še sprano umazanijo in emisije. V naseljih je tudi slabo urejeno zbiranje in čiščenje odpadnih voda marsikje po Sloveniji, kar še dodatno poslabša kvaliteto površinskih in podzemnih voda.

Veliko cest je speljanih v neposredni bližini vodotokov. Zaradi stabilnosti cestnega telesa je potrebno velikokrat izvesti posege v rečna obrežja in s tem zagotoviti stabilnost prometne infrastrukture. Danes se ob izgradnji prometne infrastrukture (ceste) izogibamo prečkanju ali vzporednemu poteku le - te ob površinski vodi. Če pa že poteka ob njej, pa je potrebno zagotoviti vmesni prostor med cesto in vodotokom, da se prepreči oziroma zaščiti vodotok pred onesnaževanjem. Zraven razloga onesnaževanja vodotoka pri projektiranju cest moramo biti pozorni na slabše vozne razmere na cestišču ob prečkanju vode in s tem povečanju nevarnosti prometne nesreče. Tako se uporabljajo ob načrtovanju cest tako imenovane presoje vplivov na okolje, ki omogočajo izbiro tiste variante, ki ima najmanjši vpliv na vodni ekosistem.



Slika 8: Sledenje ceste liniji vodotoka pri ureditvi krajine.

Vir: Strassberger, 2009

3.2 Zakonodaja na področju vodnega in obvodnega prostora v Sloveniji in Evropi

3.2.1 Slovenska zakonodaja

V Sloveniji je urejen vodni in obvodni prostor na državni ravni s pravnimi zakoni, strategijami in uredbami na področju različnih gospodarskih in upravnih sektorjev. Zakonodaja nam določa, kateri posegi so pravno dovoljeni in kateri ne. Z zakoni so določeni tudi odgovorni načrtovalci teh prostorov. Zakonodajo na področju urejanja vodnega in obvodnega prostora sestavlja več različnih zakonov, kot so:

- Strategija prostorskega razvoja Slovenije (Uradni list RS, št. 76/04)
- Prostorski red Slovenije (Uradni list RS, št. 122/04)
- Zakon o urejanju prostora (Uradni list RS, št. 110/02, 8/03 in 58/03)
- Zakon o ohranjanju narave (Ur. list RS, št. 56/99, 31/00, 119/02, 41/04, 96/04) – ZON
- Zakon o kmetijskih zemljiščih (Ur. list RS, št. 59/96, 67/02, 36/03, 55/03) – ZKZ
- Zakon o gozdovih (Ur. list RS, št. 30/93, 13/98, 56/99, 67/02, 110/02, 115/06, 110/07) - ZG
- Zakon o vodah (Ur. list RS, št. 67/02, 110/02, 2/04, 41/04, 57/08) - ZV-1
- Zakon o varstvu kulturne dediščine (Ur. list RS, št. 7/99, 16/08) - ZVKD-1
- Energetski zakon (Ur. list RS, št. 79/99, 26/05, 27/07) - EZ-UPB1
- Zakon o rudarstvu (Ur. list RS, št. 56/99, 46/04, 98/04, 68/08) - ZRud
- Zakon o varstvu okolja (Ur. list RS, št. 32/93, 1/96, 9/99, 41/04, 20/06, 39/06, 70/08) - ZVO-1-UPB1.

Zakon o vodah (Ur. list RS, št. 67/02, 110/02, 2/04, 41/04, 57/08) zajema urejanje in upravljanje z vsemi vrstami voda, kot so celinske in podzemne vode ter morje. Glavna nit zakona je urejanje in odločanje o rabi voda ter skrb za njihovo varstvo. Zakon še zajema urejanje javnega dobrega in javnih služb na področju voda, vodne naprave in objekte ter vsa druga vprašanja povezana z vodami. Upravljanje z vodami zajema celotno ozemlje Slovenije, vendar jo razdeli na dva dela, ki sta vključena v nacionalni program z upravljanjem z vodami. Razdeljena je na vodno območje Donave in območje Jadranskega morja.



Slika 9: Vodni območji Slovenije.

Vir: Inštitut RS za vode, 2009

Namen in cilj upravljanja z vodami je doseganje dobrega stanja voda in drugih z vodami povezanih ekosistemov, ter zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda. Cilj je ohranjanje in uravnavanje vodnih količin ter spodbujanje trajnostne rabe voda, ki omogoča različne vrste rabe voda ob upoštevanju dolgoročnega varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti. Z zakonom so določeni pogoji za omejitev dejavnosti in odvzemanje naplavin, ki bi ovirale pretok vode. Določa še pogoje za varstvo pred poplavami, plazovi, erozijo voda, škodljivim delovanjem voda ter določa urejanje priobalnih zemljišč.

Obe vodni območji Slovenije imata poleg načrtov upravljanja možnost izdelave podrobnejših načrtov upravljanja voda po 60. členu zakona za posamezno povodje, porečje ali njegov del.

Preglednica 4: Pravila Prostorskega reda, ki se nanašajo na odprto krajino po posameznih prostorskih sistemih.

Načrtovanje gospodarske infrastrukture:	infrastrukturni sistemi se načrtujejo tako, da so naravne kakovosti krajine čim manj prizadete
	pri načrtovanju cestne infrastrukture mora urejanje obcestne krajine upoštevati zakonske zahteve z vidika oblikovanja reliefa (zaokrožitve robov, vkopov in nasipov, neenakomerni nakloni nasipov, višinski razmiki vozniških pasov in podobno)
	pri načrtovanju komunikacijske infrastrukture se v čim večji meri preprečuje vidna izpostavljenost antenskih objektov in naprav
	poteki načrtovanih elektroenergetskih vodov se morajo prilagajati naravni in strukturni urejenosti ter izogibati vidno izpostavljenim reliefnim oblikam, zlasti grebenom in vrhovom
Načrtovanje v krajini:	pri načrtovanju v krajini naj se zagotavljajo kakovostne prostorske strukture, ki ohranjajo in vzpostavljajo prepoznavnost krajine
	v kar največji možni meri naj se ohranjajo za posamezne krajinske regije značilni krajinski vzorci
	pri umeščanju prostorskih ureditev in graditev se mora v kar največji možni meri ohranjati reliefne oblike
	urejati nove ali poškodovane reliefne oblike na način, da so stabilne in prilagojene značaju okoliškega reliefa oziroma novi rabi prostora
Načrtovanje območij namenske rabe v sistemu krajine:	ukrepe za urejanje kmetijskih zemljišč se izvaja tako, da se preprečuje nastajanje erozijskih procesov, ohranjati je potrebno značilnosti parcelne strukture
	v območjih gozdov se preprečuje nastanek erozijskih procesov, gradnja gozdnih prometnic mora biti racionalna, ne sme pospeševati erozijskih procesov in vplivati na odtočni režim
	območja vodnih zemljišč naj se načeloma ne zasipavajo, ohranjajo naj se retencijske sposobnosti in zagotavljajo izravnalni ukrepi, ohranjajo naj se značilnosti vodnih zemljišč kot pomembne vidne sestavine, zagotavlja naj se prehodnost in kontinuiteta površin.voda
	območja mineralnih surovin naj se umeščajo na podlagi analize vidne izpostavljenosti, spodbuja naj se sprotne sanacije degradiranih površin

Vir: Strassberger, 2009

3.2.2 Evropska zakonodaja

Slovenija, kot članica Evropske unije, je morala uskladiti svoj pravni sistem na področju urejanja voda z evropskim. Tudi sami vodotoki delujejo povezovalno med državami in jih je potrebno obravnavati kot celoto. Urejanje vodotoka v posamezni državi je načeloma problem same države, v kateri se vodotok nahaja, vendar pa hkrati še problem širšega evropskega prostora.

Tako so bili v Evropi sprejeti številni pomembni dokumenti :

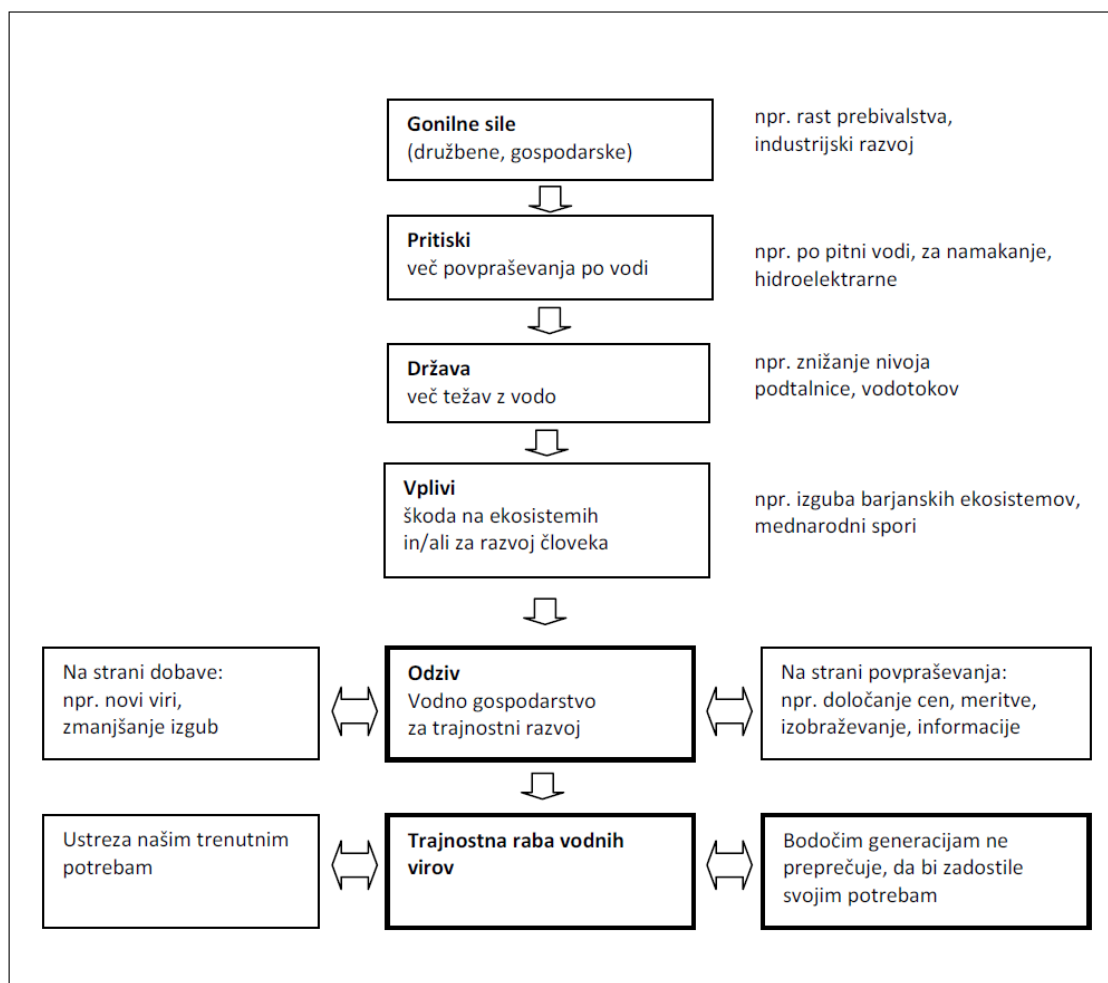
- Evropska konvencija o krajini (ETS 176 – European Landscape Convention)
- Vodna direktiva Evropske unije (WFD- Water Framework Directive 2000/60/EC)
- Direktiva o obvladanju poplavne ogroženosti (Direktiva 2007/60/ES Evropskega Parlamenta in Sveta)
- Ramsarska konvencija (Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat (Ramsar), No. 15/1992)
- Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (The Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora – »The Habitat Directive«)
- Agenda 21 (Rio Declaration on Environment and Development)
- Uredba o posebnih varstvenih območjih – območjih Natura 2000 (Ur.l. RS, št. 45/04, 110/04, 59/07, 43/08)
- Alpska konvencija (Convention concerning the Protection of the Alps, No. 19/1995).

Vodna direktiva Evropske unije (v nadaljevanju WFD) temelji na obravnavanju voda in njihovih ureditev kot celote, s poudarkom na ekološki usmerjenosti. Njihov glavni cilj je doseganje dobrega ekološkega in kemijskega stanja voda.

Z vodno direktivo (WFD) so bila pravno določena strokovna in znanstvena spoznanja o urejanju rečnih koridorjev ter zahteve po varovanju okolja in aktivnem sodelovanju pri odločanju o okoljski in prostorski problematiki.

Okvirne ukrepe celotne Evropske unije na področju vodne politike nam določa direktiva WFD. Okoljska politika EU strmi k uresničevanju ciljev ohranjanja, varovanja ter izboljšanja kakovosti okolja ob varčni in preudarni rabi vodnih virov. Prednostno želi obravnavati preprečevanje okoljske škode na viru nastanka. Zavzema se, da naj bo škoda povrnjena po načelu »onesnaževalec plača«.

Glavni namen WFD je določitev smernic za blaženje učinkov poplav in suš, spodbujanje trajnostne rabe vode, ki temelji na dolgoročnem varstvu razpoložljivih vodnih virov, določitev okvirov za preprečevanje nadaljnjega slabšanja stanja vrst vodnih ekosistemov in podtalnice oziroma za njihovo izboljšanje.



Slika 10: Shema trajnostnega urejanja vodotokov.

Vir: Strassberger, 2009

3.2.3 Končne ugotovitve o zakonskih osnovah urejanja voda

Zakonodaja se na področju urejanja voda spreminja zelo hitro in ji je težko slediti z ažuriranjem podatkov podatkovnih baz v zvezi z vodami, kot so na primer podatki o poplavnih območjih in podatki o vodah nasploh. Kot problem se še izpostavlja, da se v primeru reševanja visokih voda obravnava v načrtih občinskih planov in se ne rešuje problema celovito na ravni regij ali povodij. V dokumentih zakonodaje s področja urejanja vodnega in obvodnega prostora pa je moč ugotoviti, da se daje prednost varstvenim načelom pred razvojnimi, ki pa pogosto omejujejo in otežujejo prebivalcem tega območja širjenje in razvijanje določenih dejavnosti.

3.3 Pomen sonaravnega urejanja obvodnega in vodnega prostora

3.3.1 Okoljski oziroma krajinski pomen

V okolju oziroma krajini imajo vodotoki, kot so reke in potoki, velik vpliv na njo. Vodotok s svojo vodno strugo in obrežnim pasom vegetacije daje oziroma prispeva k edinstveni obliki okolja. Največje privlačnosti so deležni naravni in neokrnjeni vodotoki. V ravninskih območjih vodotoka dodajajo svoj poseben pečat okolju obrežni pasovi, ki so poraščeni z vegetacijo kot so vrbe, jelše in topoli. Kadar najdemo območje z naravno obrežno vegetacijo in nespremenjeno strugo vodotoka, govorimo o naravni krajini. Če želimo ohranjati krajinsko tipologijo, ne smemo spreminjati območja občasnih poplav in zamočvirjenih tal v kmetijske ali druge namene.

Otoki, tolmuni, brzice, peščine, prodišča, skale, rečni rokavi in obvodna zarast so naravni vodni elementi, ki oblikujejo krajino. K sonaravnemu urejanju vodotokov pripomore ohranjanje brzic, tolmunov, prodišč in trstič, saj vodo zadržujejo, jo čistijo in prezračujejo ter s tem oskrbujejo s kisikom. Obvodni prostor, kot so poplavni travniki in logi s svojimi rečnimi rokavi in mrtvicami ohranjajo in lepšajo krajinsko podobo vodotoka. Naravne vrednote, ki so povezane z vodo, so tudi izviri, slapovi, soteske, podzemne jame, barja in jezera, ki imajo v Sloveniji velik pomen.

Vrste krajin so lahko (Strassberger, 2009):

- naravna krajina: ni opaziti človekovega delovanja
- gospodarjena krajina: človek gospodari z naravnimi rastlinami in prostoživečimi živalmi
- obdelana krajina: človek gospodari s kulturnimi rastlinami in domačimi živalmi
- predmestna krajina: malo zgrajenega, več naravnega
- mestna krajina: zgrajeno in najmanj naravno ohranjeno okolje.

Glavni namen sonaravnega urejanja je ohranjanje vodnega in obvodnega prostora. Izvajanje ureditev struge se mora izvesti celostno, to pomeni, da je potrebno doseči trajnostno izkoriščanje za človekove dejavnosti (naselja, kmetijstvo, rekreacija, ribolov,...) ter ohraniti naravno stanje krajine. Človek je s svojimi posegi v vodotoke povzročil spremembe v ekosistemih, ki so izgubili na svoji mnogovrstnosti. Tako so se začela raznovrstna

prizadevanja za ohranjanje naravnih biotopov v Sloveniji, kot tudi v Evropi. Vsa prizadeta območja hočejo v zadnjem času sanirati oziroma popraviti z renaturacijo vodotokov.



Slika 11: Shema z prikazom izhodišč za upravljanje krajine.

Vir: Strassberger, 2009

3.3.2 Ekološki pomen

Vsako spreminjanje in reguliranje vodotokov lahko povzroči trajne spremembe in poruši ekološko ravnovesje le - tega. Človek lahko spreminja naravno okolje na več načinov. Vedno bolj močne in obsežne so spremembe vodotokov s tehnološkim napredkom.

Kadar želimo vodotok sonaravno urediti glede na ekološki pomen, je potrebno strugo urediti in podaljšati ter omogočiti večje zadrževanje vode. Poleg tega je z ureditvami potrebno doseči povečano samočistilno moč vodotoka, dviga podtalnice in obogatitve biotske pestrosti ureditvenega območja. Obvodne poplavne travnike je potrebno ohraniti in jih ne spreminjati v obdelovalne kmetijske površine, saj tako spreminjanje močno spremeni živalski in rastlinski svet, ki je odvisen od povečane vlage tal. Z osuševanjem močvirij se močno ogroža obvodna vegetacija.

Rečni ekosistem ni sestavljen samo iz struge vodotoka ampak zajema vpliv več dejavnikov, kot so poplavne ravnice, obrežna vegetacija, povodje, raba vode in ozračje. Sestavljen je iz življenjskih združb in neživega dela – biotopa. Regulacijski in stabilizacijski posegi v strugo vodotoka močno vplivajo na izgubo življenjskega prostora rastlin in živali. Zato je potrebno ob morebitnem posegu v rečno strugo zelo dobro presoditi ekološki značaj samega vodnega telesa in njegovih obrežij z obvodnim prostorom. Po tem je moč sklepati, da z vsakim posegom vplivamo na spremembo ekosistema vodotoka in s tem na njegovo notranjo zgradbo.

Opozoriti je potrebno na problem sonaravnega urejanja vodotokov in negativnega vidika dinamike vode, kot so:

- zemeljski plazovi
- odnašanje oziroma erodiranje plodne zemlje (z brežin vodotokov)
- akumulacija in zasipavanje nižje ležečih predelov strug s peskom in plavinami in s tem širjenje strug v dolinah
- poglobljanje oziroma erodiranje vodotokov in tako dalje.

Zaradi namenske rabe prostora so vodotoki marsikje deležni ureditev in regulacij. Pomembno je, da se ob urejanju vodotokov dosega optimalno razmerje med posegom v okolje in trajnimi pozitivnimi posledicami urejenega vodotoka (Strassberger, 2009).

4 OSNOVE ZA UREJANJE VODOTOKOV IN DOLOČENE UREDITVE

4.1 Načrt ureditve povodja (NUP)

Načrt ureditve povodja predstavlja nadaljevanje dela, ki je bilo v skladu z določili zakona o vodah (Uradni list SRS, št. 38/84 in 29/86 ter Uradni list RS, št. 15/91) začeto z izdelavo vodnogospodarskih osnov, ob upoštevanju načel trajnostnega razvoja, ki temelji na ohranjanju naravnih virov in vitalnosti narave (Matoz, Bricelj, 1996).

Napredek načrtov urejanja povodja (v nadaljevanju NUP) se kaže v tem, da temelji izdelava NUP na interdisciplinarnem sodelovanju upravnih in strokovnih delavcev ter vseh uporabnikov tega naravnega vira. Zajema še aktivno vključevanje javnosti na ureditvenem območju povirja.

Glavni namen izdelave NUP je, da se omili razlika med obstoječo in nato načrtovano namensko rabo tal in vodnega vira. V načrtih se strokovnjaki zavzemajo predvsem za trajnostni razvoj območja vodotoka in prostora ob njem. Za samo izdelavo NUP se zraven zahtevajo tudi kartografski prikazi pojavov in rešitev. Priprava NUP je odprt sistem in zahteva, da se izdelani dokumenti stalno preverjajo in dopolnjujejo.

4.1.1 Opis in sestava NUP

Za upravljanje z vodnimi viri v povodju je NUP osnova vodnogospodarskih ureditev. V postopku izdelave načrtov sodelujejo predvsem strokovne in upravne ustanove skupaj z javnostjo. Za načrtovanje trajnostnega razvoja nam NUP služi kot postopek načrtovanja le - tega. Trajnosten razvoj je mogoče doseči samo ob upoštevanju in poznavanju njihovih naravnih fizičnih zakonitosti povodja, kot so Q_{max} , Q_{min} , erozija, klima, transport in akumulacija plavin, poplavna območja, itd. Zraven fizičnih značilnosti je pri izdelavi NUP-a pomemben dejavnik prilagoditve le teh zakonitosti gospodarski rabi, ki je lahko s tem ekonomsko uspešna. Tako se skupaj z izdelavo načrta mora določiti tudi razmerje med državno in lokalno skupnostjo za potrebe gospodarjenja povodij.

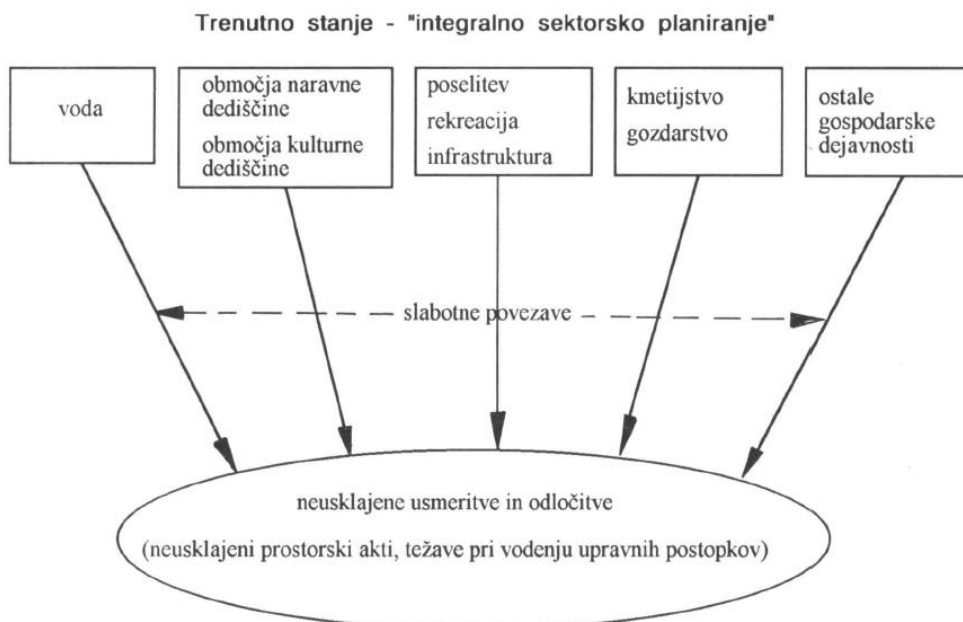
Strategijo varovanja in urejanja vodnega ter obvodnega prostora posameznega povodja določa NUP. Tako nam ti načrti predstavljajo osnovo za izdelavo oziroma pripravo planskih in

izvedbenih aktov. Zraven tega pa nam ti načrti še podajajo osnovo za izdelavo operativnih načrtov v smislu vzdrževanja in postopnega, okolju prilagojenega izvajanja vodnogospodarskih ukrepov. Na območjih, kjer NUP zajema večje povodje, predstavlja načrt sektorski dokument, ki prikazuje celostno ureditev obravnavanega območja z opredeljenimi prednostnimi cilji, ki se po posameznih povodjih lahko razlikujejo, ostale rabe prostora pa se morajo tem opredeljenim ciljem ustrezno podrediti (Matoz, Bricelj, 1996).

4.1.2 Cilji načrtov ureditve povodij

Ministrstvo za okolje in prostor je med svoje prednostne naloge uvrstilo tudi pripravo predpisov s področja gospodarjenja voda. Za uvrstitev med prednostne naloge jih je uvrstilo zaradi namena po doseganju bolj usklajenega pristopa k varovanju, rabi, morebitni sanaciji in ohranjanju vodnih virov. Tako so se hkrati z zakonom oblikovali pomembnejši podzakonski predpisi, med katere spada tudi predpis o izdelavi in vsebini načrta ureditve povodij.

V prostorskih državnih aktih in posledično v občinskih planih ni bila ustrezno definirana voda kot prostorska kategorija. Tako so začeli izdelovati NUP, ki so služili kot osnova vodnogospodarskim ureditvam.



Slika 12: Shema integralnega sektorskega planiranja.

Vir: Matoz, Bricelj, 1996



Slika 13: Shema integralnega načrtovanja z naravnimi viri.

Vir: Matoz, Bricelj, 1996

4.2 Načrt upravljanja voda (NUV)

Vodna direktiva (ang. Water framework directive) predvideva nov, integralen načrtovalski pristop k zaščiti, izboljšanju in trajnostni rabi vseh evropskih površinskih voda (jezer, rek, somornice, obalnega morja) ter podzemnih voda. Določa oziroma zahteva dobro stanje podzemnih in površinskih voda v vseh državah članic EU do leta 2015. Določene izjeme imajo podaljšan rok do leta 2021, vendar pa najkasneje do leta 2027.

V vodnem načrtovanju se uporabljajo nekateri specifični pojmi za to področje, kot so (Bizjak, 2008):

- *načrt upravljanja voda* je dokument o upravljanju voda na vodnem območju s poudarkom na stanju, ciljih in načrtovanih programih stroškovno učinkovitih ukrepov na vodnih telesih za doseganje ciljev upravljanja voda, s katerim mora biti seznanjena javnost;
- *vodno načrtovanje* je interaktiven proces izvajanja tehničnih analiz, to je zbiranje, analize, modeliranje in interpretacije podatkov o naravnih in antropogeno pogojenih procesih vodnega okolja v porečju ali povodju ter oblikovanju programov stroškov;
- *integralno upravljanje voda* je izvajanje vodnega načrtovanja, operacionalizacija programov stroškovno učinkovitih ukrepov ter izvajanje nadzora stanja v načrtovalskem obdobju na porečju ali povodju;

- *vodno telo* je osnovna enota za upravljanje podzemnih in površinskih voda, ki je določena po enotni evropski metodi za določanje vodnih teles;
- *pomembne zadeve upravljanja voda* so okoljski problemi na območjih, kjer je bilo ugotovljeno, da so kljub osnovnim ureditvam potrebne dodatne za doseganje zelenih ciljev vodne direktive ali sosednjih direktiv;
- *program stroškovno učinkovitih ukrepov*.

4.2.1 Opis in namen NUV

Načrt upravljanja voda (v nadaljevanju NUV) je osrednji dokument vodnega načrtovanja. Njegovo poslanstvo je beleženje rezultatov tehničnih analiz, določitev preventivnih in sanacijskih ukrepov za izboljšanje stanja, določitev glavnih ciljev, ocena stroškov upravljanja voda na vodnem območju v načrtovalskem obdobju ter obveščanje javnosti o stanju vodnega okolja na vodnem območju. Tako je namen NUV povečanje uspešnosti in gotovosti upravljanja voda v prihodnosti.

V postopek izdelave NUV morajo biti vključene skupine, ki delujejo na teh področjih. Te skupine so: javni zavodi, uprave sektorjev, strokovne institucije, raziskovalne ustanove, nevladne organizacije, lokalna samouprava ter posamezniki in ostali deležniki, ki so določeni v vodnem načrtovanju.

4.2.2 Cilji NUV

Cilji NUV so doseganje optimalnih stroškov za izvedbo oziroma načrtovanje učinkovitih ukrepov za upravljanje voda na problematičnih vodnih območjih. Potrebno je dosegati prej zastavljene cilje upravljanja voda na vodnih telesih. O vsem je potrebno informirati tudi javnost.

Preglednica 5: Vsebine načrtov upravljanja voda.

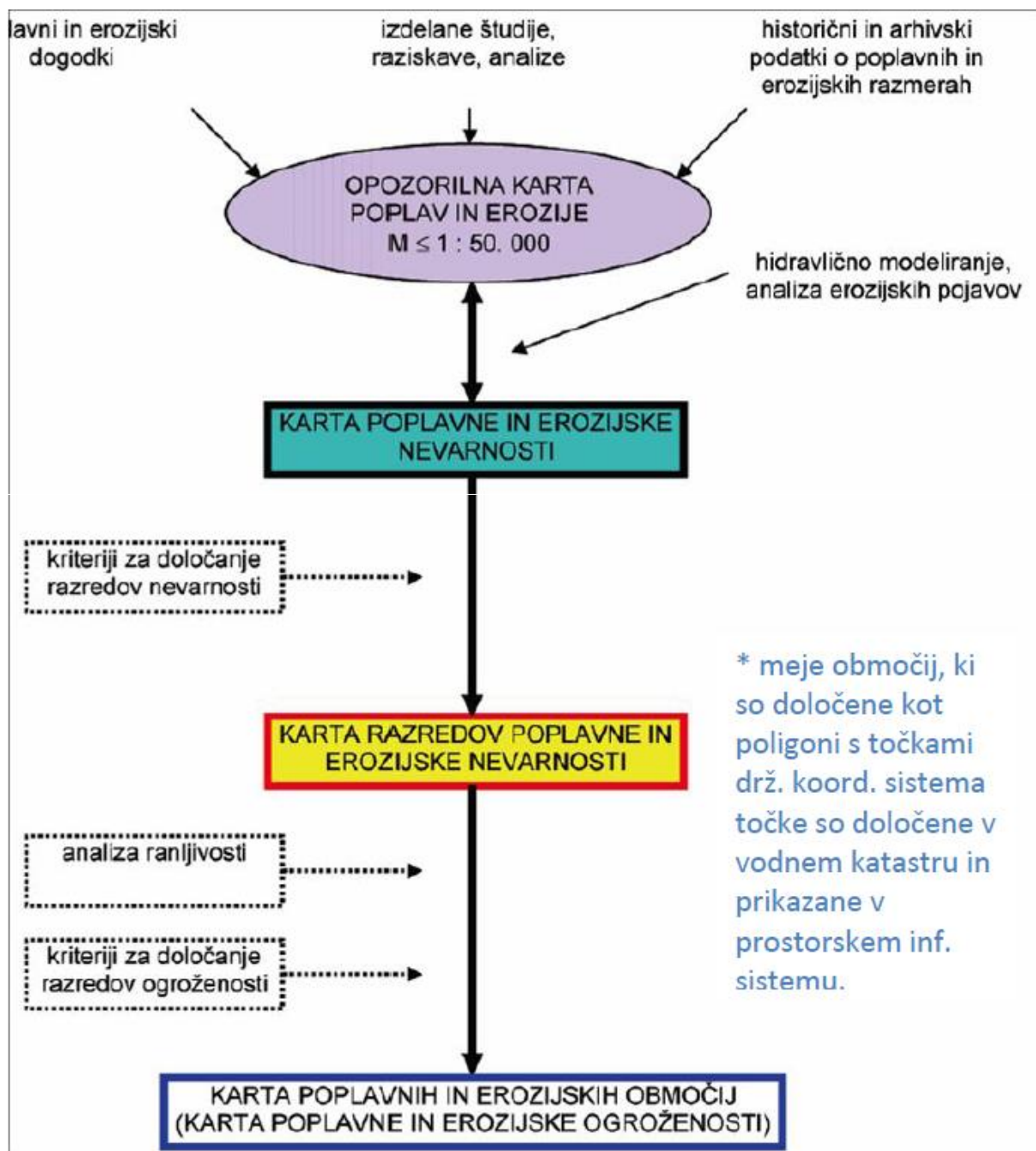
- opis administrativne ureditve;
- opis izhodiščnega stanja na območju NUV;
- povzetek načina in rezultatov monitoringa vodnih teles površinskih in pod-zemnih voda;
- pregled pomembnih zadev upravljanja voda na vodnem območju;
- podrobnejša opredelitev ciljev NUV na vodnem območju;
- povzetek ukrepov;
- finančna sredstva;
- povzetek aktivnosti in rezultatov sodelovanja z javnostjo;
- priloge.

Vir: Bizjak, 2008

4.3 Karte poplavnih območij

Za boljše reševanje problemov ob pojavu poplav sta Evropski parlament in Svet evropske unije sprejela konec oktobra leta 2007 evropsko poplavno direktivo. V poplavni direktivi se je od držav članic EU zahtevalo, da se do leta 2013 pripravijo karte poplavne nevarnosti in karte poplavne ogroženosti. Zraven tega je še potrebno do konca leta 2015 izdelati načrte za obvladovanje poplavne ogroženosti. Tako je bil v Sloveniji leta 2007 sprejet Pravilnik o metodologiji za določanje območij ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja. V pravilniku je bil določen še način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti. S temi ukrepi je tako država želela natančneje urediti ravnanje ob nevarnostih povezanih z vodami in istočasno učinkoviteje označiti prostor ob vodotokih, za katere velja omejena raba.

Za Slovenijo so značilni štiri tipi poplav, in sicer hudourniške poplave, nižinske poplave, poplave na kraških poljih ter poplave morja. Ker se želimo izogniti negativnim posledicam poplav, se izvedejo različne analize za določitev obsega in magnitude nevarnih dogodkov, ki imajo različno verjetnost pojava. Stopnjo ogroženosti se določi skupaj z ranljivostjo človeka in okolice. Stopnja ogroženosti nam pove, kakšno je tveganje ob pojavu določenega dogodka. Ranljivost je odvisna oziroma premo narašča z gostoto poselitve, vrsto dejavnosti na območju, rabo objektov, pomembnih kulturnih dediščin,... Tako se lahko na podlagi prej omenjenih dejavnikov odloča, kako bomo ukrepali. Na primer ob pojavu poplav se lahko odločamo za ukrepe preprečevanja dogodkov (gradnja odpornejšega objekta) ali za zmanjšanje občutljivosti (škode), v kolikor bi do poplave prišlo.

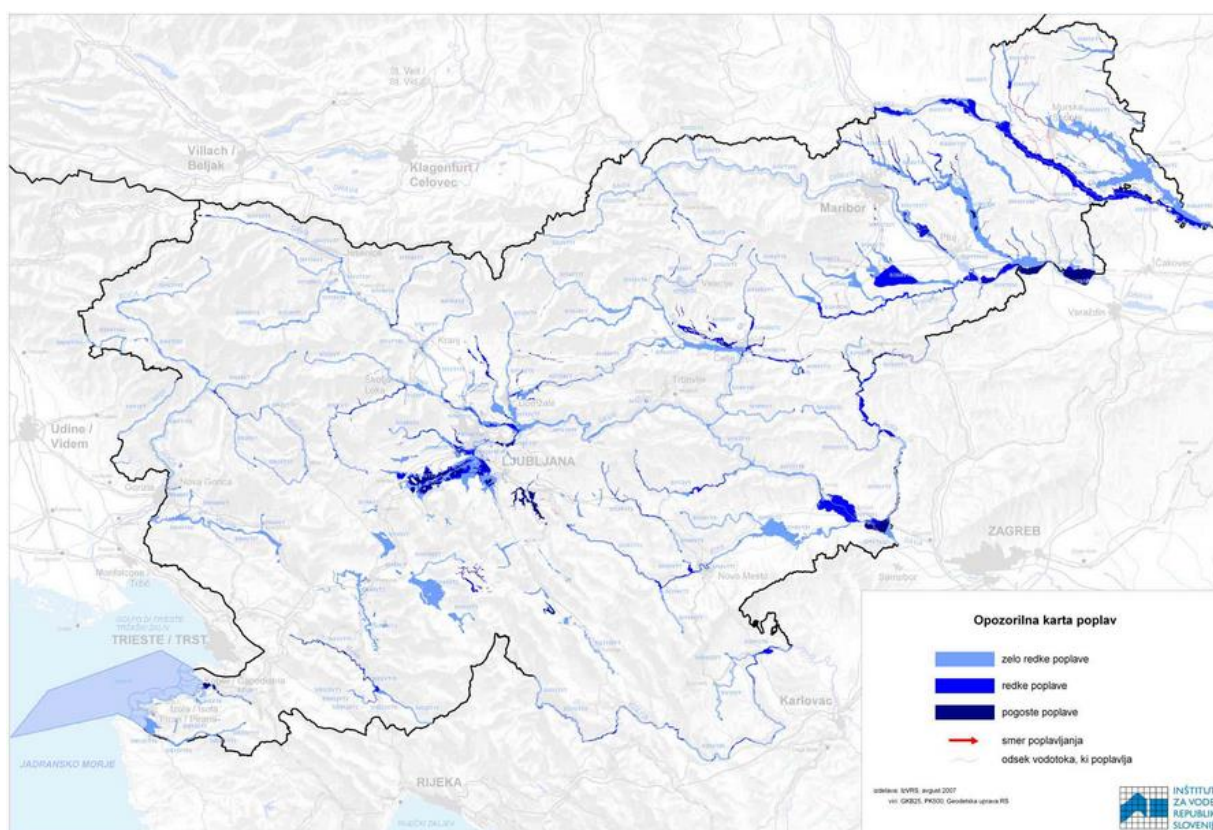


Slika 14: Izdelava kart poplavne in erozijske ogroženosti na podlagi analiz nevarnosti in ranljivosti.
Vir: Steinman, 2008

Do izdelave opozorilnih kart nevarnosti poplav in posledično erozije pridemo s takim pristopom k reševanju problemov. V njih so vrisane poplavne linije. Same karte pa služijo kot podlaga za načrtovanje izrabe prostora in izvajanju zaščite in reševanju pred poplavami. Iz baze statistično zajetih podatkov o poplavah v preteklosti na območju Slovenije se določijo poplavne linije (Steinman, 2008).

Slovenija je razdeljena v pet vodnih območij, in sicer v vodno območje Mure (mejna Mura na odseku, ki meji z Avstrijo, vključno s pritokom Kučnica, notranja Mura od Kučnice do meje z

Madžarsko, Ledava s Krko na območju Slovenije in Kobiljskim pritokom ter Ščavnica); Drave (Drava 1 od državne meje pri Viču do jezua na Melju, Drava 2 ob jezeru v Melju do meje s Hrvaško pod Središčem, Pesnica, Meža z Mislinjo, Polskava in Dravinja); Save (Sava Dolinka, Sava Bohinjka, Sava 1 od Radovljice do Medvod, Sava 2 od Medvod od Zidanega Mosta, Sava 3 od Zidanega Mosta do Bregane, Tržaška Bistrica, Kokra, Kamniška Bistrica, Savinja, Paka, Voglajna, Sora, Ljubljana, Temenica, Mirna, Krka in Kolpa); Soče (Soča z mejnimi vodotoki Koritnica, Ovčēja, Nadiža, reka Idrija ter Bača, Idrija in Vipava) ter vodno območje obalnega morja s pritoki (Reka, pritoki Jadranskega morja v Sloveniji – Dragonja, Badaševica, Rižana in drugi neposredni pritoki Jadranskega morja ter obalno morje) (Steinman, 2008).



Slika 15: Opozorilna karta poplav z leta 2007.

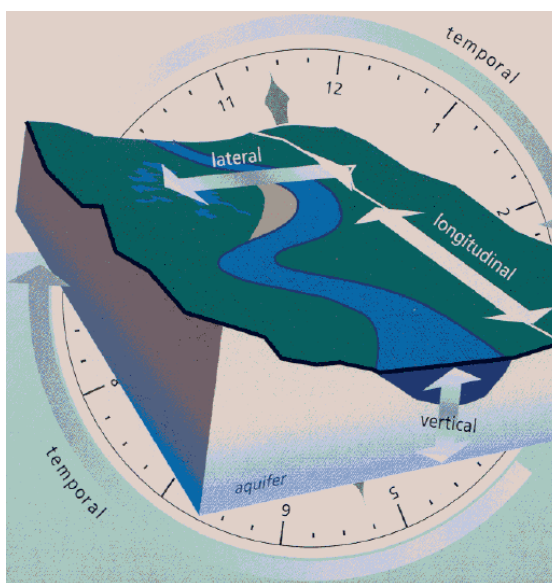
Vir: IzVRS, 2014

4.4 Možni ureditveni ukrepi na porečju reke Mure

Ureditveni ukrepi se nanašajo na možne gradbenotehnične in biotehnične spremembe struge vodotokov za preprečevanje naravnih katastrof, nadaljnjega poglobljanja dna struge, zaščite naselij pred visokimi vodami ter dolgoročni dinamično-naravni razvoj. Pri ureditvah

vodotokov je potrebno obravnavati vodotok kot celoto in ne samo posamezne dele, na katerih se pojavijo motnje oziroma so potrebne ureditve. Na vodotokih, kjer se niso lotili ureditve sistematično obravnavane kot celote, je prišlo do neljubih pojavov gor ali dol vodno na vodotoku. Pri ureditvah vodotokov je tudi pomembno doseganje sonaravnega ukrepanja. Tako so zaželeni naravni materiali za doseganje ureditev, če je to le mogoče. Če uspemo urediti vodotok z naravnimi materiali, ostane nespremenjen vodni in obvodni prostor oziroma pester s habitati, ribami, živalmi,... Tako okolje ima poleg gradbeno - tehničnih zahtev vodotoka še dosežene biotehnične zahteve.

Pri ureditvenih ukrepih na vodotoke je potrebno upoštevati njihov hidravlični (pretočni) režim, režim premeščanja plavin ter morfologijo vodotoka. Pomembna je tudi časovna spremenljivka. Možno je opaziti določene spremembe vodotoka iz minute v minuto, lahko pa v tisočletju. Vse štiri dimenzije skupaj (glej sliko spodaj) so zelo pomembne za določitev značaja vodotoka in posledično primerna izbira ureditve vodotoka.



Slika 16: Predstavljena štiri osnovna izhodišča (temporal – čas, lateral – prečna smer, longitudinal – vzdolžna smer, vertical – vertikalna smer) za preučevanje vodotokov (aquifer).

Vir: FISRWG, 1988

4.4.1 Ureditveni ukrepi varstva pred visokimi vodami

Za ureditev struge vodotoka se dimenzionira ureditev struge na izbrano visoko vodo Q_{max} , ki jo mora urejena struga prevajati brez škodljivih vplivov na okoliška zemljišča. To pa je tudi glavni cilj ureditve vodotokov. Varstvo pred visokimi vodami dosežemo z reguliranjem struge vodotoka, lokalnimi preusmeritvami visokih voda in zadrževalniki visokih voda.

Reguliranje struge vodotoka je potrebno izvesti, ko prepustnost obstoječe struge ne zagotavlja dovolj prevodnosti. Želena prevodnost struge lahko dosežemo z izgradnjo visokovodnih nasipov, povečanjem površine prečnega prereza z izkopi, povečanjem padca dna struge, spremembo hrapavosti površin ali hidravličnega radija. Pri sami ureditvi je zelo pomembno, da se dosega ohranitev naravne delitve struge na aktivno strugo in poplavno ravnico. Sama hidravlična prevodnost ne zagotavlja urejenega vodotoka. Zraven tega mora biti dosežena tudi stabilnost struge. Z njo dosegamo, da se vodotok ne pogloblja ali zaplavlja. Ob vsakem posegu v vodotok je potrebno dosegati optimalno razmerje med hidravličnimi zahtevami vodotoka ter pogoji varstva okolja. V preteklosti so se močno opuščali ukrepi zazelenitve struge znotraj prečnega prereza, ki pa v zadnjih letih spet dobivajo pomen. Pri tem ukrepu je potrebno pozornost usmeriti na morebiten pojav lokalne zaježitve velikih delov plavja (drevesa, hlodi, veje,...) ob pojavu visokih voda. Obrečna in druga zarast zmanjšujeta pretočni prerez vodotoka.

Lokalno preusmeritev visokih voda izvedemo kot alternativo reguliranja visokih voda na območjih, kjer bi bila potrebna masivna pozidava vodotoka. Glavni namen preusmeritve je, da z razbremenilno strugo odvedemo določeno količino vode. Pri izvedbi lokalne preusmeritve je potrebno biti pozoren na trajno rešitev pred visokimi vodami. Če smo s preusmeritvijo vodotoka prenesli oziroma prestavili problem samo nižje v dolvodni smeri, s tem nismo naredili nič. Razbremenitev vodotoka lahko izvedemo tudi tako, da odvedemo vodo v drug večji vodotok ali jezero. Posebni primeri razbremenitev vodotoka so izvedbe kratkih poplavnih muld.

Zadrževalnike visokih voda je težko izvesti v ravninskem delu. V hribovitem delu Slovenije pa prevladujejo ozke doline in grape, tako da je zadrževalnikov visokih voda v Sloveniji zelo malo. Pri dimenzioniranju le teh je potrebno poznati celotno sliko hidrograma vodotoka, ne samo največji pretok (Q_{max}). Posebna pozornost pri dimenzioniranju se polaga na pojav zaplavljanja. Ponavadi jih izvedemo ob glavni strugi v naravni poplavni ravnici.

4.4.1.1 Protipoplavni nasipi

Protipoplavni nasipi predstavljajo najstarejši ureditveni ukrep vodotoka pred poplavami. Njihov glavni namen je preprečevanje prostega razlivanja vode po poplavnem območju. Lahko potekajo na eni ali obeh straneh struge vodotoka. Lahko so zgrajeni neposredno ob brežini ali pa so odmaknjeni od osnovne struge. Pri nasipih gre za objekte zgrajene iz

nasutega materiala (pesek, zemlja), kar je razvidno že iz imena. Vendar pa to ni pravilo. Lahko so zgrajeni kot betonske stene. Taki nasipi so seveda precej dražji in z okoljevarstvenega vidika nekoliko bolj obremenjujoči, še posebej izven urbanega naselja.

Velikost in oblika nasipov je določena na podlagi hidravličnih pogojev ter pogojev vzdrževanja nasipov. Za lažje vzdrževanje se praviloma zahteva 3 m široka krona nasipa, ter največji nagib brežine je v razmerju 2:3. Ponavadi so nasipi zgrajeni z nagibom brežin v razmerju 1:2. Nasipi morajo biti neprestano pod nadzorom in redno vzdrževani, kajti v nasprotnem primeru lahko za območje, ki ga varujejo, predstavljajo resno grožnjo. Nasipi se sčasoma posedejo. Njihovo konstrukcijo oslabi porast nasipa z drevjem, kajti na območjih korenin odmrlih dreves se pojavijo rovi, katere ob visoki vodi zalije voda in s tem pride do notranje erozije. To povzroči dodatno posedanje nasipa ali zdrs brežine. Tako lahko visoka voda nasip prelije in ga popolnoma uniči. Nasipi ponavadi varujejo daljše rečne odseke. Varnost nasipa pa je v takem primeru odvisna od najšibkejšega dela nasipa.

Okoljski učinki nasipov so različni. Preprečujejo prelivanje vode po poplavni ravnici in s tem zmanjšujejo število obvodnega ekosistema. Tako je za razvoj habitatov zaželeno graditi nasipe, ki so odmaknjeni od glavne struge. Tudi zaradi rečne erozije so bolj ogroženi nasipi poleg rečnega brega. Nasipi so navadno zgrajeni v srednjem ali spodnjem ravninskem delu vodotoka ter v vmesnih razširjenih dolinah in kotlinah (npr. ob Muri, Ščavnici).



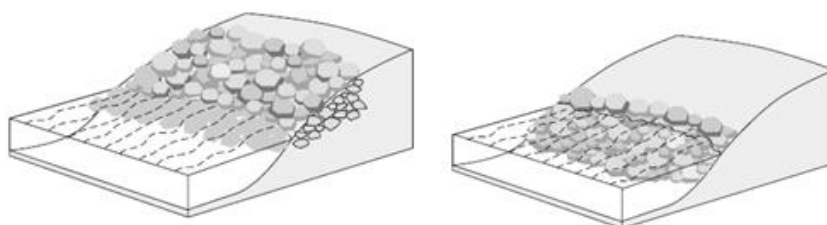
Slika 17: Visokovodni nasip reke Ščavnice v Cezanjevcih.

Vir: Prlekija, 2014

4.4.1.2 Kamnite brežine

Kamnometi in skalometi so pri regulaciji struge nadomestek betona. Uporabljajo se za zaščito brežin vodotoka in pred bočno erozijo. Uporabimo jih lahko tudi za zavarovanje pete nasipa ali brežine, ki se pogloblja. Izvedejo se na daljših odsekih, kar pa povzroči precej monoton

vodni tok. Slabost kamnometov oziroma skalometov je ta, da z to monotonostjo vodnega toka precej zmanjšuje pestrost vodnih habitatov. Razlika med kamnometom in skalometom je samo v velikosti materiala, ki tvori zložbo. Skalometi so zgrajeni z materialom nad 50 cm, medtem ko so kamnometi združba materiala v velikosti do 70 cm. Če je kamnomet zložen zelo kompaktno, ga imenujemo kamnita zložba. Dokler sam tok ne premakne oziroma razmakne posameznega dela kamnite zložbe, je ta maksimalno funkcionalno izkoriščena. V nasprotnem primeru lahko pride do hitrega uničenja celotne kamnite zložbe. Kamnite zložbe so bolj natančno zložene zato, ker bolj preprečujejo vodnemu toku razmik materiala, vendar pa je s tem onemogočena zarast vegetacije.



Slika 18: Lokalno zavarovanje brežine s kamnometom - skalometom.

Vir: FIRSWG, 1988

4.4.1.3 Obrežni zidovi

Gradnje obrežnih zidov se poslužujemo na območjih, kjer so utesnjena vodna zemljišča (npr. naselja) in so brežine vodotokov prestrme za izvedbo skalometa ali kamnometa. Obrežni zid je lahko izveden kot kamniti zid, suhi zid, betonski podporni zid in preplavni usmerjevalni nasip.

Kamniti zid je sestavljen iz kamna, ki je položen v cementno malto. Betonski podporni zid se dimenzionira po metodi dimenzioniranja armiranobetonskih konstrukcij. Suhi zid je zid iz kamna, položenega v suho – suhozid (Mikoš, 2000).

Obrežni zidovi se zelo močno oddaljujejo od metod sonaravnega urejanja vodotokov.

4.4.2 Več prostora vodotokom

V preteklosti se je človek zaradi naraščanja prebivalstva, industrializacije in urbanizacije naseljeval v območje (poplavna ravnica), ki je pripadalo vodotoku z izkoriščanjem mokrišč in naseljevanjem na območje poplavne ravnice vodotoka. Vodotoke so uredili (visokovodni nasipi,...) tako, da so lahko izkoristili ozemlje, katero je pripadalo vodotoku, v lastne namene in s tem posledično zmanjšali prostor vodi.

Dokler so bili ti nasipi vzdrževani, se je tak način regulacije vodotokov izkazal kot okolju prijazno reguliranje vodotokov. Vendar pa se je vzdrževanje le teh ustavilo zaradi pomanjkanja denarja. Posledice za to plačujemo že dandanes. Skupaj s klimatskimi spremembami in zmanjšanim prostorom vodotoka zaradi zarasti bregov z grmovjem ali drevjem, prihaja do vse številnejših poplav oziroma naravnih nesreč. Zaradi podnebnih sprememb prihaja do vedno bolj izrazitih pretočnih konic na vodotokih, katere lahko pričakujemo tudi v bodoče.



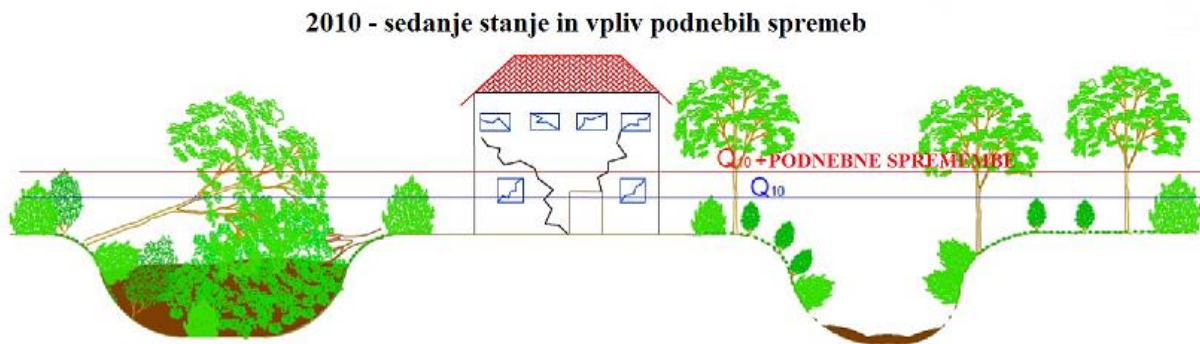
Slika 19: Prikaz brežin pred zarastjo z drevjem in grmovjem (slika levo), v času zarasti (slika na sredini) in posledica pomanjkanja prostora vode - poplave (slika desno).

Vir: Brilly

Dandanes se strokovnjaki na področju urejanja vodotokov zavedajo problema premalo prostora za vode in so se začeli posluževati drugačnih regulacij oziroma vračati vodi njen prostor. Pomembnega projekta so se lotili na Nizozemskem z naslovom » Prostor rekam«, Klijna et al, 2013. Projekt je vreden več milijard evrov in zajema 30 lokacij na nizozemskih rekah. Zraven Nizozemske se še izvajajo podobni ukrepi v drugih evropskih državah ter v ZDA. Tudi v Sloveniji so se od leta 2013 lotili tega problema in se osredotočili na akcijo »Več prostora za vode«. S tem izpolnjujemo zahteve direktive EU o poplavah ter okvirne direktive o vodah (Brilly).

Z zmanjšanjem oziroma zoženjem struge ponavadi povečamo transport plavin v reki. S poglobljanjem struge pa povzročimo padec ravni vode v vodotoku. Posledično s tem vplivamo na znižanje gladine podzemne vode in zmanjšanje skladiščenja podtalnice. Na

območjih znižanja podtalnice tako prihaja do zmanjšanja mokrišč in preprečevanja obnavljanja podzemne vode. Tem procesom je potrebno nameniti posebno pozornost. Če hočemo preprečiti te posledice, moramo vodi vrniti prostor, drugače si ga bo vzela sama tam, kjer si to najmanj želimo (Brilly).



Slika 20: Več prostora vodam.
Vir: Brilly

5 ANALIZA VODNOGOSPODARSKIH UREDITEV ZA POPLAVNO OGROŽENA OBMOČJA POREČJA REKE MURE

5.1 Obravnavana območja

Poplavljanje vodotokov je problem vseh ljudi v Sloveniji in širom sveta. Kljub številnim regulacijam v preteklosti in v prihodnosti, popolne varnosti pred poplavami ne bo možno oziroma bo zelo težko doseči. EU nalaga vsem članicam, da po načelih evropske direktive izdelajo karte poplavne ogroženosti oziroma karte poplavne nevarnosti za svojo državo. Tako je Slovenija izdelala karto območij pomembnega vpliva poplav v RS z dne 28. 3. 2013. Karta zajema štiri kritična območja na porečju reke Mure, in sicer:

- Sladki Vrh – tovarna papirja (reka Mura)
- Gornja Radgona (reka Mura)
- Odranci (potok Črnec)
- Lendava (reka Ledava, potok Črnec).

5.2 Metode

Za zgoraj omenjena obravnavana območja smo podatke o mesečnih pretokih, tisoč, petsto, sto in deset letnih visokih vodah dobili iz knjige z naslovom »Hidrološka študija reke Mure«, ki je bila izdana leta 2011 (Brilly).

Za potrebe morebitnih vodnogospodarskih ureditev smo še potrebovali podatke o prečnih prerezih strug vodotokov na obravnavanih območjih. Te podatke smo pridobili s strani podjetja Mura - vodnogospodarsko podjetje, d. d.. Posredovali so nam vzdolžne in prečne profile obravnavanih vodotokov za poplavno ogrožena območja. Na podlagi izmerjenih prečnih profilov smo izdelali oziroma izravnali posnetke prečnih profilov struge za lažje računanje površine struge vodotoka. Za potok Črnec ob vasi Odranci nismo imeli podatkov o prečnih profilih potoka, zato smo meritve struge prečnih profilov izvedli na samem terenu. Prečne profile smo si izrisali v programu AutoCAD. Tako smo lahko izračunali površine obstoječega profila korita ter na podlagi podatkov visokih voda pridobljenih iz Hidrološke študije reke Mure (Brilly, 2011), določili potrebne razširitve oziroma ureditve rek na problematičnih območjih. Pri preračunavanju podatkov smo si pomagali z Excelom. Za izračun povprečne hitrosti po prerezu struge smo uporabili Manningovo enačbo.

Kot vodnogospodarsko ureditev vodotokov smo izbrali razširitve reke oziroma potoka ali povišanje višine brežin, kajti tak ukrep je v primerjavi z drugimi vodnogospodarskimi ureditvenimi ukrepi relativno poceni in izvedba le - tega relativno preprosta. S tako izbiro vodnogospodarskih ureditev se zadovoljuje tudi kriteriju sonaravnega urejanja vodotokov. Cene gradbenih oziroma zazidalnih parcel, kmetijskih zemljišč in gozdov ter materiala (zemlje, peska) smo pridobili z medmrežja.

5.2.1 Izračun pretoka za stalni enakomerni tok

Za praktične izračune lahko povprečno hitrost enakomernega toka izračunamo po eni izmed številnih semi-empiričnih (poleksperimentalnih) enačb enakomernega toka. Vse takšne enačbe imajo zasnovano naslednjo obliko (Steinman, 1999):

$$\bar{u} = C * R^x * I_o^y$$

kjer so: \bar{u} = povprečna hitrost po prerezu

R = hidravlični radij: $R = S / O$

I_o = vzdolžni padeč (naklon) kanala

C = koeficient

x, y = eksponenta

V praksi se predvsem uporablja uporaba de Chézyjeve enačbe (razvite leta 1769) in Manningove enačbe (iz leta 1889) (Steinman, 1999).

Pri izračunih smo uporabili Manningovo enačbo, ki je nastala kot rezultat izrednotenja eksperimentalnih podatkov in je zato čisto eksperimentalnega značaja (brez izpeljav).

Manningova enačba:

$$\bar{u} = 1/n_G * R^{2/3} * I_o^{1/2}$$

Za izračun pretoka za stalni tok smo uporabili 1-D enačbo za izračun pretoka za stalni enakomerni tok. Enačba pomnoži povprečno hitrost s površino toka oziroma prerezom »S«.

$$Q = \bar{u} * S$$

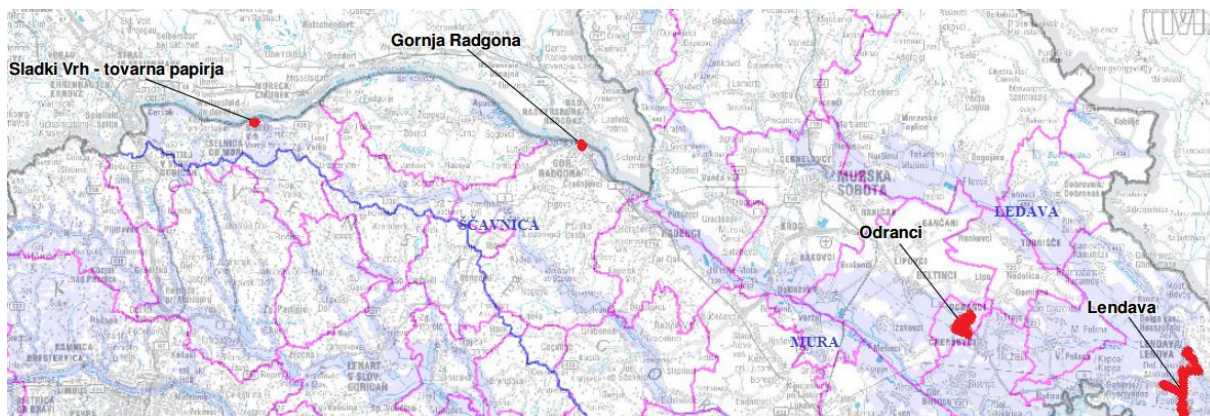
5.3 Orodja

Na podlagi prej opisanih metod smo se posluževali zaporednega dela. Začeli smo z določitvami prečnih profilov na vodotokih, obdelavo prečnih profilov in izvedbo izračunov. Pri tem smo si pomagali s programsko opremo AutoCAD, Microsoft Excel in Slikar.

Za izvedbo meritev prečnih profilov struge vodotoka na terenu smo uporabili gradbeni nivelir, nivelirsko lato ter merski trak.

5.4 Analiza območij glede na karto območij pomembnega vpliva poplav v RS

Za boljše reševanje problemov ob pojavu poplav sta Evropski parlament in Svet evropske unije 23. oktobra leta 2007 sprejela evropsko poplavno direktivo. V poplavni direktivi se je od držav članic EU zahtevalo, da se do leta 2013 pripravijo karte poplavne nevarnosti in karte poplavne ogroženosti. Tako je na spletni strani ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano pod rubriko Poplavna direktiva objavljena karta območij pomembnega vpliva poplav v RS z dne 28. 3. 2013. Kot območja pomembnega vpliva poplav, so na porečju reke Mure označena štiri območja, in sicer Sladki Vrh – tovarna papirja, Gornja Radgona, Odranci in Lendava (slika spodaj). Na spletni strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano lahko najdemo tudi izdelan okvir spremljanja aktivnosti obvladovanja poplavne ogroženosti na območjih pomembnega vpliva poplav in karte poplavne nevarnosti in ogroženosti, ki je bilo nazadnje posodobljeno 20. 3. 2014. Številni podatki, kot so poplavno ogrožene površine, število prebivalcev, število hiš itd. so v nadaljevanju diplomske naloge pridobljeni ravno iz tega okvirja spremljanja aktivnosti obvladovanja poplavne ogroženosti.



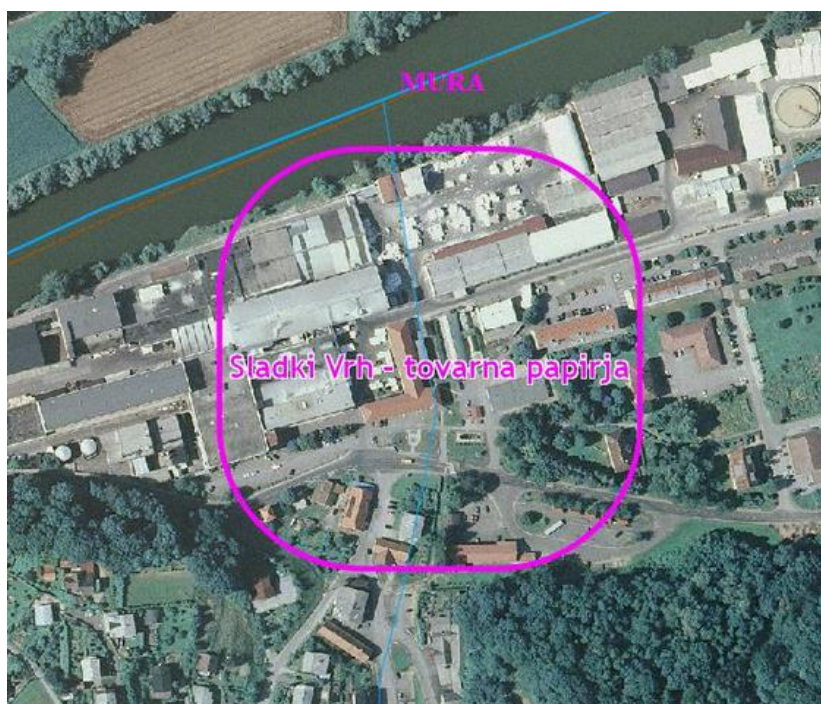
Slika 21: Karta območij pomembnega vpliva poplav RS z dne 28.3.2013 na območju porečja reke Mure.
Vir: Karta območij pomembnega vpliva poplav RS, 2014

5.4.1 Sladki Vrh – območje 1

Sladki Vrh je naselje v občini Šentilj, ki se je razvilo na ravnini ob Muri. Kraj se nahaja na nadmorski višini 251 m.

Poplavno ogroženo mesto se imenuje Sladki Vrh – tovarna papirja in zajema 0,01 km² veliko površino. Okvirno število zaposlenih na tem območju je 835. Na poplavno ogroženem območju se zraven tovarne papirja Palome nahaja še ena stavba s hišno številko.

Za to območje poteka postopek izdelave karte poplavne nevarnosti in poplavne ogroženosti v skladu s predpisi s področja javnega naročanja. Groba ocena gradbenih in negradbenih stroškov za ureditev območja je 1.800.000 eur (Štravs, 2014).



Slika 22: Karta pomembnega vpliva poplav območja 1.
Vir: Sladki Vrh, 2014

5.4.1.1 Pregled stanja

Poplavno ogroženo mesto območja 1 je relativno majhno, saj zajema le 0,01 km² veliko območje. Zato smo se odločili, da bomo obravnavali reko Muro na tem območju na dolžini 1,00 km. Obravnavano območje smo razdelili s tremi profili na dva odseka, ki sta na razdalji 500,00 m. Prečne prereze korita reke Mure za obravnavano območje smo pridobili iz »EU PROJCT DRA-MUR-CI – WP 2 (Act. 2. 3) (Steinman, 2012).

Iz tega projekta smo pridobili tudi koeficient trenja n_G , ki znaša $0,0285 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1/3}$.



Slika 23: Prikaz profilov obravnavanega območja.

Leta 2011 je bila izdana »Hidrološka študija reke Mure«, iz katere smo povzeli podatke o mesečnih pretokih reke in o visokih vodah (Q_{10} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000}). Statistični podatki so bili narejeni za vodomerno postajo Mureck, ki leži cca 8,00 km dolvodno od obravnavanega območja.

Za analizo smo uporabili podatke vodomerne postaje Mureck. Mesečni pretoki so podani s 95% mejo zaupanja. Minimalni mesečni $Q_{95\%}$ je $45,10 \text{ m}^3/\text{s}$, srednji mesečni $Q_{95\%}$ je $64,18 \text{ m}^3/\text{s}$ in maksimalni mesečni $Q_{95\%}$ je $100,61 \text{ m}^3/\text{s}$.

V hidrološki študiji so bile izbrane različne porazdelitve za določitev ocenjene vrednosti visoke vode. Na vodomerni postaji Mureck je bila kot najprimernejša porazdelitev določitve visokih voda izbrana Log Pearsonova III porazdelitev (Brilly, 2011). Na vodomerni postaji Mureck je $Q_{1000} = 1797,3 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{500} = 1712,50 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 1494,00 \text{ m}^3/\text{s}$ in $Q_{10} = 953,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

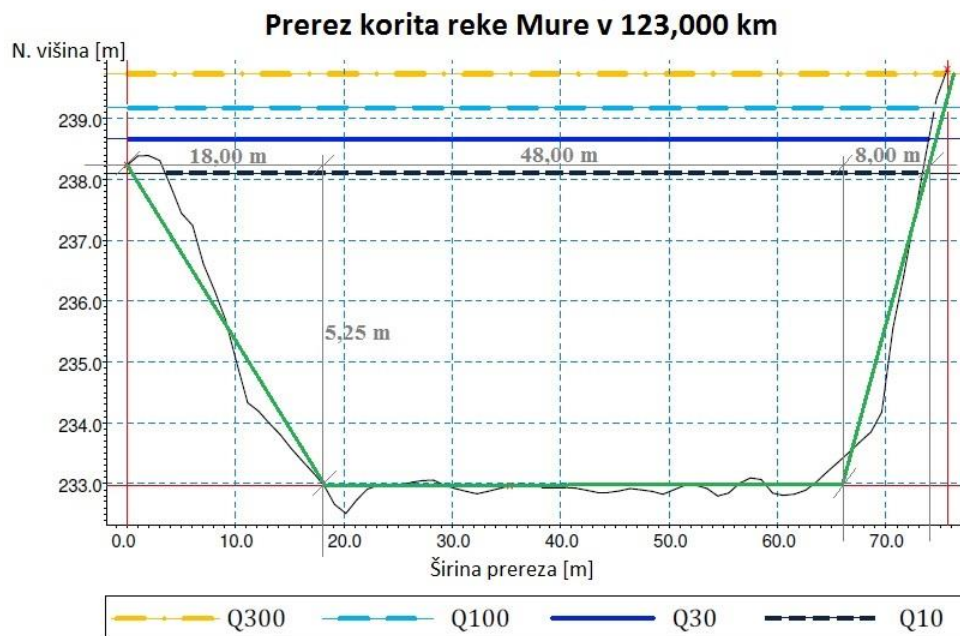
5.4.1.2 Analiza

Na podlagi prej omenjenih pridobljenih podatkov mesečnih pretokov in 1000, 500, 100 in 10 letnih visokih vodah smo v dolžini 1,00 km postavili tri prečne profile (razdalja 500 m) na reki Muri.

Podatki, ki so na vseh treh profilih enaki:

$Q_{1000} =$	1797,30 m ³ /s	tisočletne visoke vode
$Q_{500} =$	1712,50 m ³ /s	petstoletne visoke vode
$Q_{100} =$	1494,00 m ³ /s	stoletne visoke vode
$Q_{10} =$	953,50 m ³ /s	desetletne visoke vode
Min. mes. $Q_{95\%} =$	45,10 m ³ /s	minimalni mesečni pretoki s 95% mejo zaupanja
Sred. mes. $Q_{95\%} =$	64,18 m ³ /s	srednji mesečni pretoki s 95% mejo zaupanja
Max. mes. $Q_{95\%} =$	100,61 m ³ /s	maksimalni mesečni pretoki s 95% mejo zaupanja

Profil 1: Prerez korita reke Mure v 123,000 km

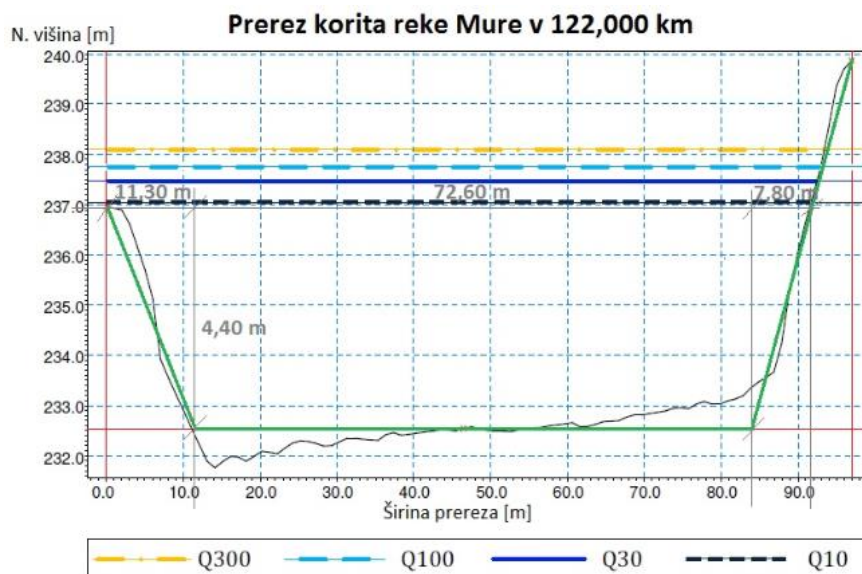


Slika 24: Prerez korita struge v P1 z izravnano struge ter umestitev visokih voda.

Izračuni:

$S =$	320,25	m^2	površina prečnega profila
$O =$	76,32	m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	4,20	m	hidravlični radij
$ng =$	0,0285		koeficient trenja
$I_o =$	1,00	‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u} =$	2,89	m/s	povprečna hitrost po prerezu
$Q =$	924,45	m^3/s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita
$S_{\max. \text{ mes. } Q95\%} =$	34,85	m^2	potrebna površina korita za prevodnost max. mes. $Q95\%$
$S_{\text{sre. mes. } Q95\%} =$	22,23	m^2	potrebna površina korita za prevodnost sre. mes. $Q95\%$
$S_{\min. \text{ mes. } Q95\%} =$	15,62	m^2	potrebna površina korita za prevodnost min. mes. $Q95\%$
$S_{1000} =$	622,63	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode
$S_{500} =$	593,25	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 500 letne vode
$S_{100} =$	517,56	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode
$S_{10} =$	330,31	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 10 letne vode
$\check{s}_{1000} =$	57,60	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000}
$\check{s}_{500} =$	52,00	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{500}
$\check{s}_{100} =$	37,58	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100}
$\check{s}_{10} =$	1,92	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{10}

Iz samih izračunov je razvidno, da se največja potrebna razširitev struge reke Mure v profilu 1 pojavi pri računanju prevodnosti 1000-letne visoke vode. Potrebna razširitev struge znaša 57,60 m.

Profil 2: Prerez korita reke Mure v 122,500 km

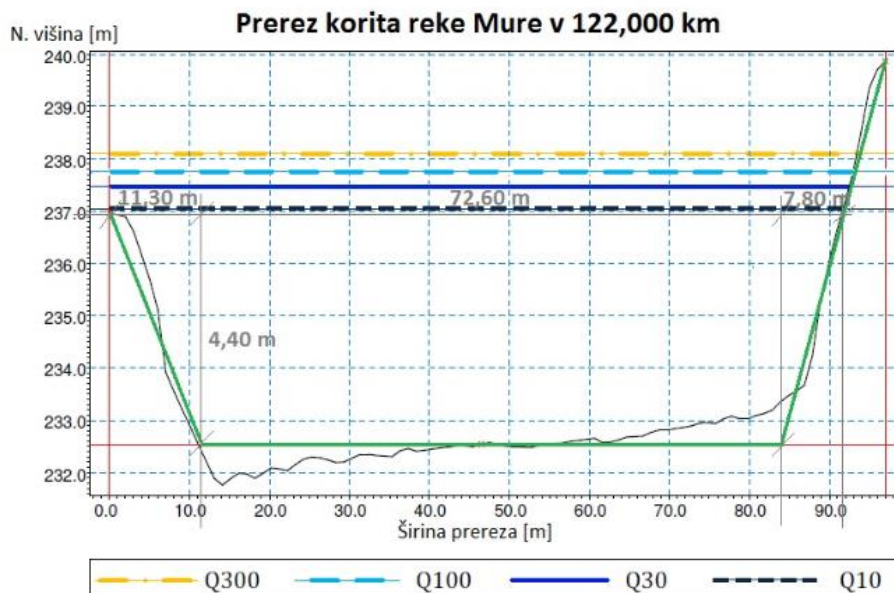
Slika 25: Prerez korita struge v P2 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.

Izračuni:

$S =$	336,78 m ²	površina prečnega profila
$O =$	92,30 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	3,65 m	hidravlični radij
$n_g =$	0,0285	koeficient trenja
$I_o =$	0,50 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u} =$	1,86 m/s	povprečna hitrost po prerezu
$Q =$	626,24 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita
$S_{\max. \text{ mes. } Q_{95\%}} =$	54,11 m ²	potrebna površina korita za prevodnost max. mes. Q95%
$S_{\text{sre. mes. } Q_{95\%}} =$	34,51 m ²	potrebna površina korita za prevodnost sre. mes. Q95%
$S_{\min. \text{ mes. } Q_{95\%}} =$	24,25 m ²	potrebna površina korita za prevodnost min. mes. Q95%
$S_{1000} =$	966,54 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode
$S_{500} =$	920,94 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 500 letne vode
$S_{100} =$	803,43 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode
$S_{10} =$	512,77 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 10 letne vode
$\check{s}_{1000} =$	132,58 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000}
$\check{s}_{500} =$	122,98 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{500}
$\check{s}_{100} =$	98,24 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100}
$\check{s}_{10} =$	37,05 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{10}

Iz samih izračunov je razvidno, da se največja potrebna razširitev struge reke Mure v profilu 2 pojavi pri računanju prevodnosti 1000-letne visoke vode. Potrebna razširitev struge znaša 132,58 m.

Profil 3: Prerez korita reke Mure v 122,000 km



Slika 26: Prerez korita struge v P3 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.

Izračuni:

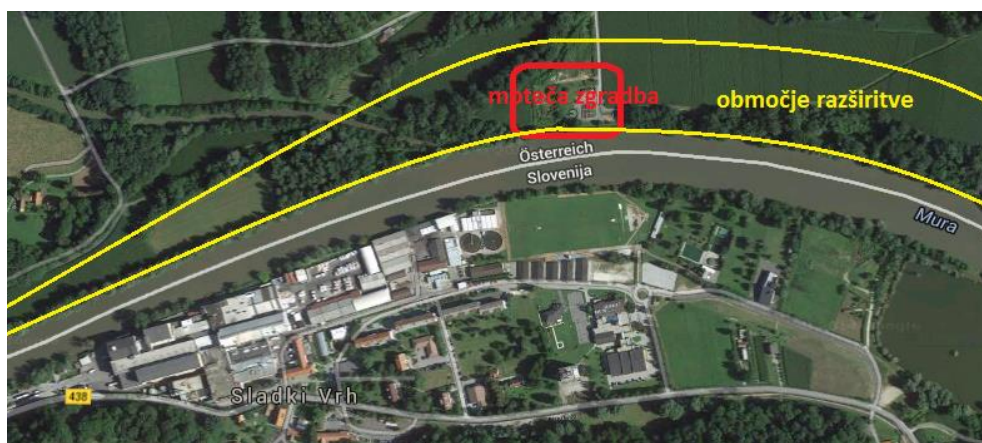
$S =$	361,46 m ²	površina prečnega profila
$O =$	93,68 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	3,86 m	hidravlični radij
$ng =$	0,0285	koeficient trenja
$Io =$	1,35 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u} =$	3,17 m/s	povprečna hitrost po prerezu
$Q =$	1146,35 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita
$S_{\text{max. mes. Q95\%}} =$	31,72 m ²	potrebna površina korita za prevodnost max. mes. Q95%
$S_{\text{sre. mes. Q95\%}} =$	20,24 m ²	potrebna površina korita za prevodnost sre. mes. Q95%
$S_{\text{min. mes. Q95\%}} =$	14,22 m ²	potrebna površina korita za prevodnost min. mes. Q95%
$S_{1000} =$	566,71 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode
$S_{500} =$	539,97 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 500 letne vode
$S_{100} =$	471,08 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode
$S_{10} =$	300,65 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 10 letne vode
$\check{s}_{1000} =$	46,65 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q ₁₀₀₀
$\check{s}_{500} =$	40,57 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q ₅₀₀

$\check{s}_{100} =$	24,91 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100}
$\check{s}_{10} =$	-13,82 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{10}

Iz samih izračunov je razvidno, da se največja potrebna razširitev struge reke Mure v profilu 3 pojavi pri računanju prevodnosti 1000-letne visoke vode. Potrebna razširitev struge znaša 46,65 m.

5.4.1.3 Zaključek

Iz prečnih profilov je razvidno, da je leva stran brežine reke Mure (Avstrija) na nižji nadmorski višini kot desna. Skozi izračune pri analizi obravnavanega območja je moč opaziti, da v nobenem profilu reka ne prevaja 1000-letnih visokih vod. Za dosego prevodnosti le - teh visokih voda bi bilo potrebno urediti strugo. Odločili smo se, da za to območje pripravimo tri različne možne vodnogospodarske ureditve reke. Na levi strani brega reke Mure se v območju posega nahaja samo ena zgradba. Ostali del obravnavanega območja sestavljajo kmetijska zemljišča in zarast (drevesa, grmovje).



Slika 27: Prikaz zgradbe, ki se nahaja v ureditven območju.

1. Predlagana vodnogospodarska ureditev

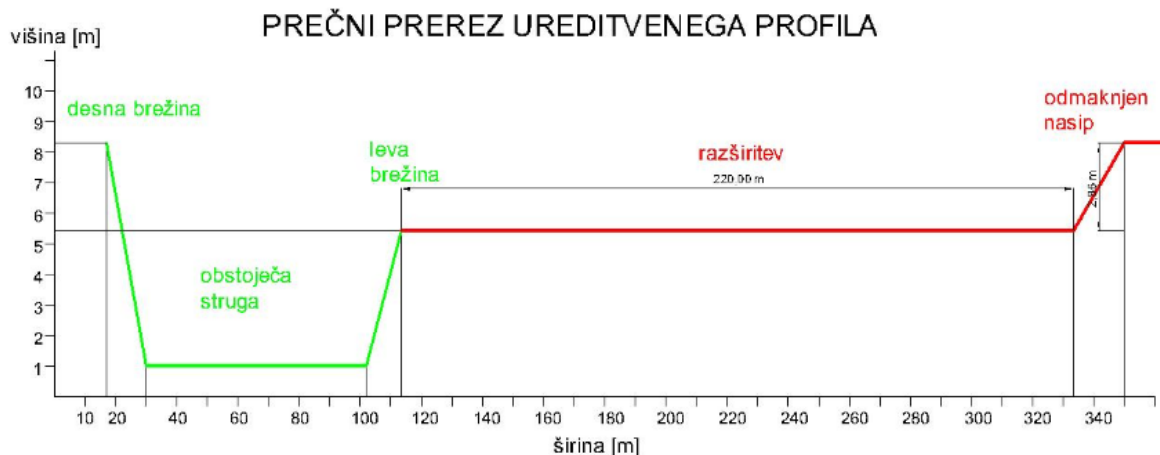
Iz izračunov iz prejšnjega poglavja je razvidno, da bi bila potrebna razširitev struge z enako obliko struge kot je obstoječa za prevajanje 1000-letne visoke vode v profilu 1 - 57,60 m. V profilu 2 bi razširitev znašala 132,58 m in v profilu 3 - 46,65 m. Razdalja od prvega do zadnjega profila znaša 1000,00 m. Tako bi ureditvena površina znašala 92.352,50 m².

Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca 1,4 €/m², medtem ko se cene gozdov gibljejo med 0,5 in 0,8 €/m². Ureditveno območje zajema nekje 50% gozdov in 50% kmetijskih zemljišč. Če polovico obravnavanega območja kupimo po ceni kmetijskih zemljišč (1,4 €/m²) ter polovico po srednji vrednosti za ceno gozdov (0,65 €/m²), potrebujemo skupaj 94.661,00 € za odkup zemlje. Če upoštevamo še preselitev oziroma porušitev motečega objekta v vrednosti cca 100.000,00 €, nanese groba vrednost ureditve skupaj cca 200.000,00 € brez potrebnih gradbenih del za izvedbo razširitve struge vodotoka. Z območja predlagane razširitve struge bi bilo potrebno odstraniti vso zarast (drevesa, grmovje) in izkopati ves material (zemljo, prst) za dosego razširjenega korita struge vodotoka.

2. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Druga predlagana vodnogospodarska ureditev na tem območju je izgradnja odmaknjenega nasipa od struge vodotoka (slika 28). Povprečna površina obstoječega prečnega profila je 340,00 m². Če želimo doseči prevodnost 1000-letnih visokih voda, moramo povečati površino prečnega profila na 996,54 m². Taka povečana površina prečnega profila se pojavi v profilu 2 in je največja izmed vseh treh profilov. Če dosežemo prevodnost 1000-letnih visokih voda z ureditvijo v profilu 2, bomo s to isto ureditvijo posledično dosegli prevodnost visoke vode v profilu 1 in 3. Zahtevano površino prečnega profila za 1000-letne visoke vode dosežemo, če od levega roba brežine reke Mure v razdalji 220,00 m zgradimo nasip z višino 2,86 m. S to višino nasipa dosežemo oziroma se izravnamo z višino brežine struge na desni strani. Odmaknjen nasip bi izvedli vodoravno od najvišjega kota struge leve strani reke. S tem bi odstranili vso zarast (drevje, grmičevje) in odstranili odvečen material (zemljo, prst) iz območij, kjer se teren dviga. Teren razširitve bi morali sproti urejati oziroma vzdrževati (košnja trave). Ob veliki zarasti območja bi se zmanjšala načrtovana prevodnost ureditvenega območja in bi s tem posledično prihajalo do poplavljanja ob pojavu 1000-letnih visokih voda. Načrtovana ureditvena površina bi skupaj znašala cca 250.000,00 m².

Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca 1,4 €/m², medtem ko se cene gozdov gibljejo med 0,5 in 0,8 €/m². Ureditveno območje zajema nekje 50% gozdov in 50% kmetijskih zemljišč. Če polovico obravnavanega območja kupimo po ceni kmetijskih zemljišč (1,4 €/m²) ter polovico po srednji vrednosti za ceno gozdov (0,65 €/m²), potrebujemo skupaj 256.250,00 € za odkup zemlje. Če upoštevamo preselitev oziroma porušitev motečega objekta v vrednosti cca 100.000,00 €, nanese groba vrednost ureditve skupaj 256.250,00 € brez potrebnih gradbenih del za izvedbo razširitve struge vodotoka.



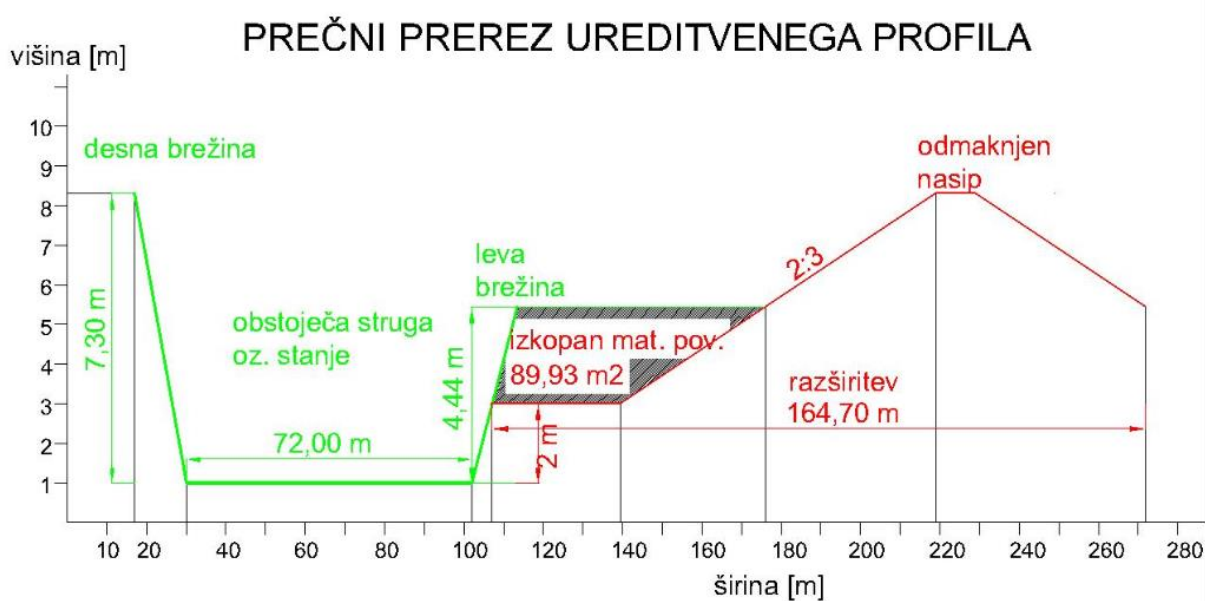
Slika 28: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).

3. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Tretja predlagana vodnogospodarska ureditev na tem območju je delna razširitev struge vodotoka in izgradnja nasipa skoraj ob strugi vodotoka. Povprečna površina obstoječega prečnega profila je 340,00 m². Če želimo doseči prevodnost 1000-letnih visokih voda, moramo povečati površino prečnega profila na 996,54 m². Taka povečava površine prečnega profila se pojavi v profilu 2 in je največja izmed vseh treh profilov. Če dosežemo prevodnost 1000-letnih visokih voda z ureditvijo v profilu 2, bomo s to isto ureditvijo posledično dosegli prevodnost visoke vode v profilu 1 in 3.

Površina obstoječe struge na višini 2,00 m znaša 152,60 m². S tem bi obstoječa struga v profilu 2 prevajala 400,86 m³/s vode ob upoštevanju povprečne srednje hitrosti vseh treh profilov, ki znaša 2,64 m/s. Tako bi s to strugo dosegli štirikrat večjo prevodnost vode v profilu, kot je maksimalni mesečni pretok s 95% mejo zaupanja ($Q_{\max. \text{ mes.}} = 100,61 \text{ m}^3/\text{s}$). Za doseganje prevodnosti 1000-letnih visokih voda bi morali s posegom v območje zagotoviti še dodatnih 843,94 m² površine po prečnem profilu. To bi dosegli z izkopom materiala na levi strani brežine in izvedbo visokovodnega nasipa. Izkop bi začeli izvajati na višini 2 m od dna struge vodotoka na levi strani brežine. Na širini 32,00 m bi se začel izkop v višini 2,44 m (do kote terena) pod naklonom 2:3. Površina izkopa v profilu bi znašala cca 90,00 m². Tako bi na dolžini 1 km obravnavanega območja izkopali cca 90.000,00 m³ materiala. Ob predpostavki, da je material primeren za vgradnjo v nasip, bi uporabili le-tega. Pod naklonom v razmerju 2:3 bi se naprej nadaljevala izgradnja nasipa vse do višine 5,30 m od kote izkopa. Ko bi se dvignili iz kote višine izkopa za 5,30 m, bi prišli na višino kote desne brežine struge. S tem bi

strugo povečali za 843,94 m² in dosegli prevodnost 1000-letnih visokih voda. Z 10,00 m široko krono nasipa in zaključkom brežine nasipa v razmerju 2:3 do kote obstoječega terena bi vse skupaj potrebovali 164,70 m širok ureditveni prostor. Razširitev struge in izgradnja nasipa zahteva sprotno vzdrževanje (košnja trave, odstranitev zarasti), kajti ob močni zarasti ureditvenega območja več ne bi dosegali načrtovane prevodnosti vodotoka. Območje smo obravnavali na razdalji 1,00 km. Potrebna površina ureditve bi tako znašala 164.700,00 m². Da ureditev pred profilom 1 in za profilom 3 lepše zaokrožimo, potrebujemo vsega skupaj cca 180.000,00 m² ureditvene površine.



Slika 29: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).

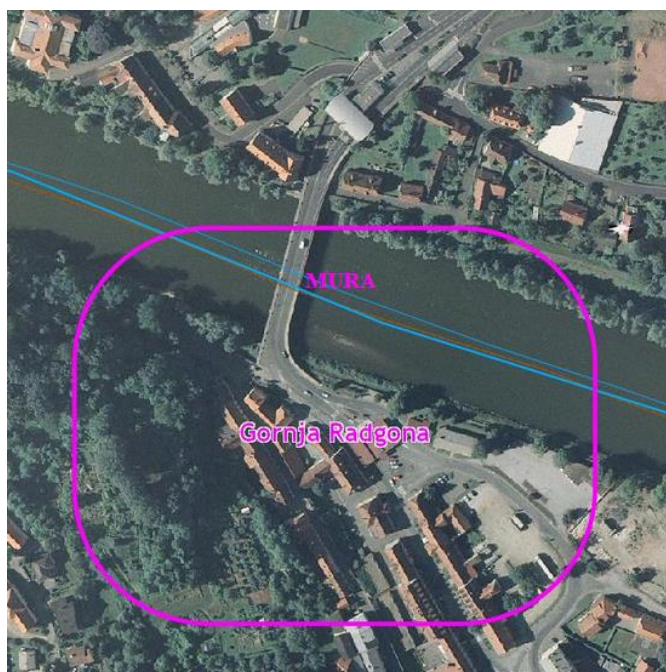
Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca 1,4 €/m², medtem ko se cene gozdov gibljejo med 0,5 in 0,8 €/m². Ureditveno območje zajema nekje 50% gozdov in 50% kmetijskih zemljišč. Če polovico obravnavanega območja kupimo po ceni kmetijskih zemljišč (1,4 €/m²) ter polovico po srednji vrednosti za ceno gozdov (0,65 €/m²), potrebujemo skupaj 256.250,00 € za odkup zemlje. Če še upoštevamo preselitev oziroma porušitev motečega objekta v vrednosti cca 100.000,00 €, nanese groba vrednost ureditve območja skupaj 284.500,00 € brez potrebnih gradbenih del za izvedbo razširitve struge vodotoka in izgradnje nasipa.

5.4.2 Gornja Radgona – območje 2

Gornja Radgona leži na desnem bregu reke Mure. Nastala je na pobočju Grajskega griča. Po tem je dobila tudi ime Gornja. Leži na nadmorski višini 206 m in zajema 3.529 prebivalcev.

Površina poplavno ogroženega območja navedenega v poročilu o določitvi območij pomembnega vpliva poplav v RS je 0,01 km². Na poplavno ogroženem območju se nahaja 5 stalnih in začasnih prebivalcev, 11 stavb s hišno številko, 9 enot kulturne dediščine, 8 kulturnih spomenikov državnega pomena, 5 poslovnih subjektov in je ocenjenih 16 zaposlenih.

Za to območje poteka postopek izdelave karte poplavne nevarnosti in poplavne ogroženosti v skladu s predpisi s področja javnega naročanja. Groba ocena gradbenih in negradbenih stroškov za ureditev območja je 52.500 eur (Štravs, 2014).



Slika 30: Karta pomembnega vpliva poplav območja 2.

Vir: Gornja Radgona, 2014

5.4.2.1 Pregled stanja

Poplavno ogroženo mesto območja 2 je relativno majhno, saj zajema le 0,01 km² veliko območje. Zato smo se odločili, da bomo obravnavali reko Muro na tem območju v dolžini 0,80 km. Obravnavano območje smo razdelili s tremi prečnimi profili na dva odseka.

Razdalja od profila 1 do profila 2 je 500,00 m, medtem ko je razdalja med profilom 2 in 3 samo 300,00 m. Prečne prereze korita reke Mure za obravnavano območje smo pridobili iz »EU PROJECT DRA-MUR-CI – WP 2 (Act. 2. 3) (Steinman, 2012).

Iz tega projekta smo pridobili koeficient trenja n_G , ki znaša $0,0290 \text{ m}^{-1/3}$.



Slika 31: Prikaz profilov obravnavanega območja.

Leta 2011 je bila izdana tudi »Hidrološka študija reke Mure«, iz katere smo povzeli podatke o mesečnih pretokih reke in o visokih vodah (Q_{10} , Q_{100} , Q_{500} , Q_{1000}). Statistični podatki so bili narejeni za vodomerno postajo Gornja Radgona, ki se nahaja v neposredni bližini obravnavanega poplavno nevarnega območja.

Za analizo smo uporabili podatke vodomerne postaje Gornja Radgona. Mesečni pretoki so podani s 95% mejo zaupanja. Minimalni mesečni $Q_{95\%}$ je $53,70 \text{ m}^3/\text{s}$, srednji mesečni $Q_{95\%}$ je $68,50 \text{ m}^3/\text{s}$ in maksimalni mesečni $Q_{95\%}$ je $100,00 \text{ m}^3/\text{s}$.

V hidrološki študiji so bile izbrane različne porazdelitve za določitev ocenjene vrednosti visoke vode. Na vodomerni postaji Gornja Radgona je bila kot najprimernejša porazdelitev določitve visokih voda izbrana Log Pearsonova III porazdelitev (Brilly, 2011). Na vodomerni postaji Gornja Radgona je $Q_{1000} = 1875,20 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{500} = 1783,40 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 1547,90 \text{ m}^3/\text{s}$ in $Q_{10} = 1130,10 \text{ m}^3/\text{s}$.

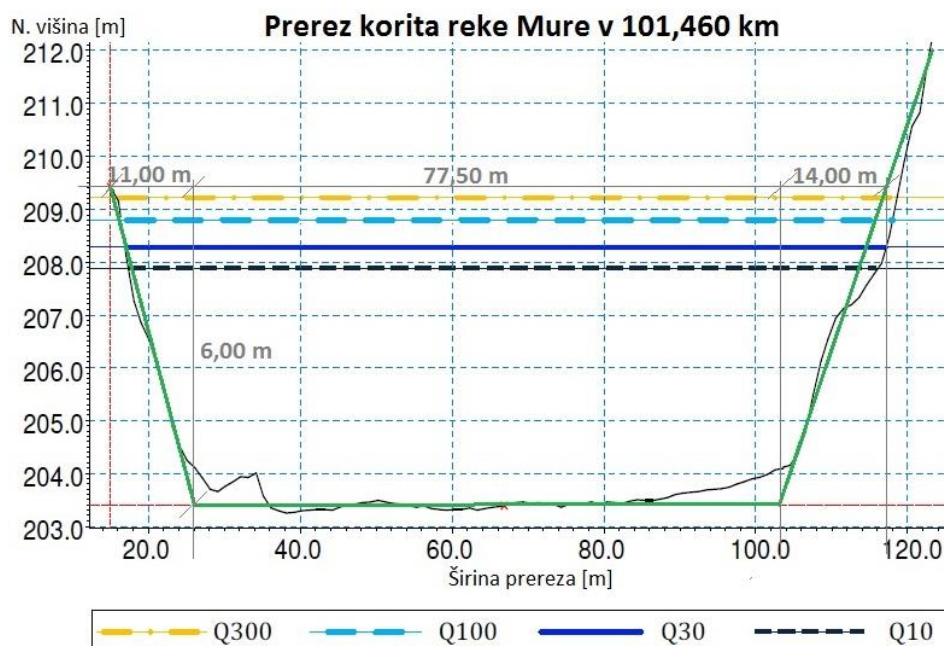
5.4.2.2 Analiza

Na podlagi prej omenjenih pridobljenih podatkov mesečnih pretokov in 1000, 500, 100 in 10 letnih visokih vodah smo v dolžini 0,80 km postavili tri prečne profile na reki Muri.

Podatki, ki so na vsek treh prečnih profilih enaki:

$Q_{1000} =$	1875,20 m ³ /s	tisočletne visoke vode
$Q_{500} =$	1783,40 m ³ /s	petstoletne visoke vode
$Q_{100} =$	1547,90 m ³ /s	stoletne visoke vode
$Q_{10} =$	1130,10 m ³ /s	desetletne visoke vode
Min. mes. $Q_{95\%} =$	53,70 m ³ /s	minimalni mesečni pretoki z 95% mejo zaupanja
Sred. mes. $Q_{95\%} =$	68,50 m ³ /s	srednji mesečni pretoki z 95% mejo zaupanja
Max. mes. $Q_{95\%} =$	100,00 m ³ /s	maksimalni mesečni pretoki z 95% mejo zaupanja

Profil 1: Prerez korita reke Mure v 101,460 km



Slika 32: Prerez korita struge v P1 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.

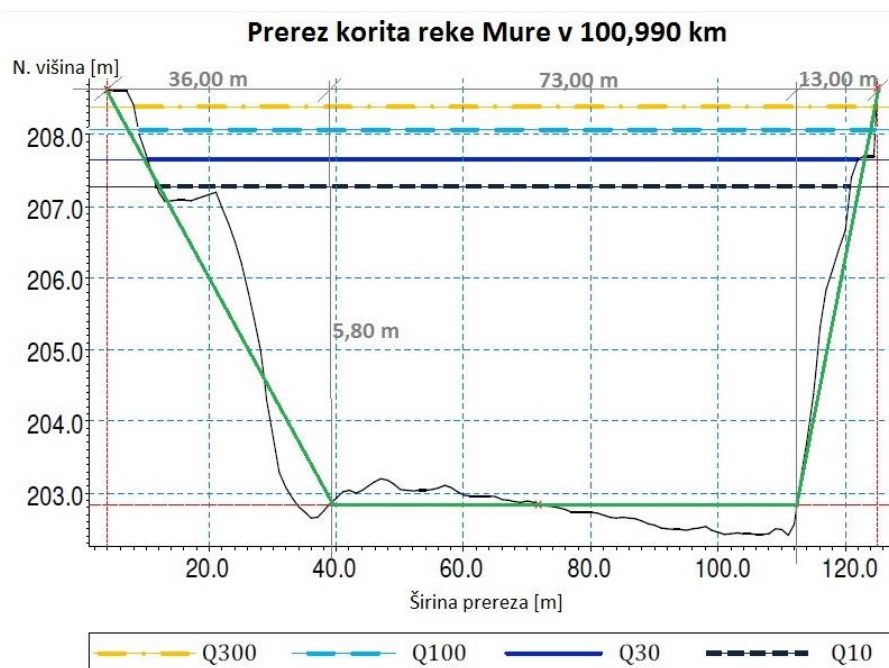
Izračuni:

$S =$	540,00 m ²	površina prečnega profila
$O =$	105,26 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	5,13 m	hidravlični radij
$ng =$	0,0290	koeficient trenja
$Io =$	1,40 ‰	vzdolžni padec struge

$\bar{u} =$	3,83 m/s	povprečna hitrost po prerezu
$Q =$	2070,82 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita
$S_{\max. \text{ mes. } Q_{95\%}} =$	26,08 m ²	potrebna površina korita za prevodnost max. mes. Q95%
$S_{\text{sre. mes. } Q_{95\%}} =$	17,86 m ²	potrebna površina korita za prevodnost sre. mes. Q95%
$S_{\text{min. mes. } Q_{95\%}} =$	14,00 m ²	potrebna površina korita za prevodnost min. mes. Q95%
$S_{1000} =$	488,99 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode
$S_{500} =$	465,05 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 500 letne vode
$S_{100} =$	403,64 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode
$S_{10} =$	294,69 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 10 letne vode
$\check{s}_{1000} =$	-8,50 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q ₁₀₀₀
$\check{s}_{500} =$	-12,49 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q ₅₀₀
$\check{s}_{100} =$	-22,73 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q ₁₀₀
$\check{s}_{10} =$	-40,88 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q ₁₀

Iz samih izračunov je razvidno, da razširitev struge reke Mure v profilu 1 ni potrebna za zagotavljanje prevodnosti 1000-letne visoke vode.

Profil 2: Prerez korita reke Mure v 100,990 km



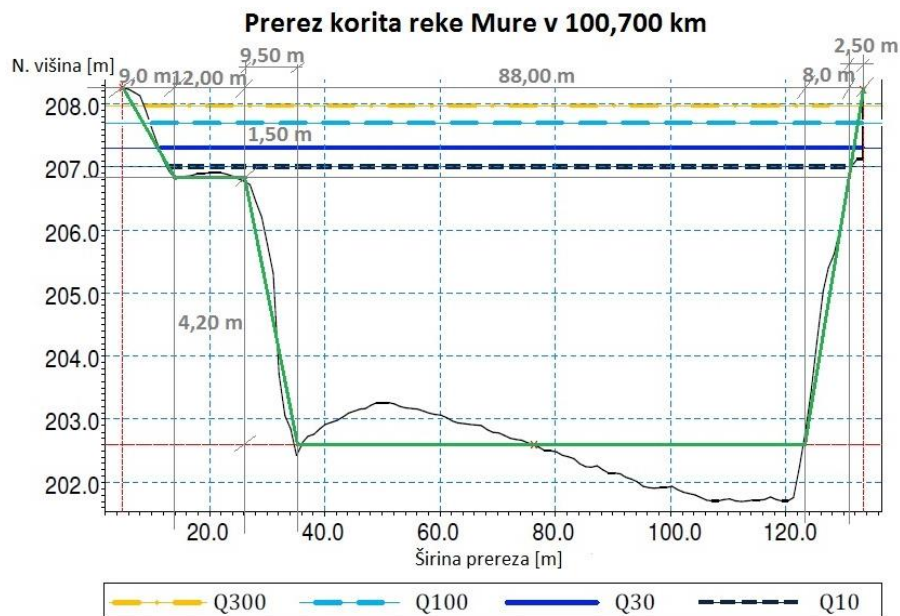
Slika 33: Prerez korita struge v P2 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.

Izračuni:

$S =$	565,50 m ²	površina prečnega profila
$O =$	123,70 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	4,57 m	hidravlični radij
$ng =$	0,0290	koeficient trenja
$I_o =$	1,05 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u} =$	3,08 m/s	povprečna hitrost po prerezu
$Q =$	1742,67 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita
$S_{\text{max. mes. Q95\%}} =$	32,45 m ²	potrebna površina korita za prevodnost max. mes. Q95%
$S_{\text{sre. mes. Q95\%}} =$	22,23 m ²	potrebna površina korita za prevodnost sre. mes. Q95%
$S_{\text{min. mes. Q95\%}} =$	17,43 m ²	potrebna površina korita za prevodnost min. mes. Q95%
$S_{1000} =$	608,50 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode
$S_{500} =$	578,72 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 500 letne vode
$S_{100} =$	502,30 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode
$S_{10} =$	366,72 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 10 letne vode
$\check{s}_{1000} =$	7,41 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000}
$\check{s}_{500} =$	2,28 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{500}
$\check{s}_{100} =$	-10,90 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100}
$\check{s}_{10} =$	-34,27 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{10}

Iz samih izračunov je razvidno, da se največja potrebna razširitev struge reke Mure v profilu 2 pojavi pri računanju prevodnosti 1000-letne visoke vode. Potrebna razširitev struge znaša 7,41 m.

Profil 3: Prerez korita reke Mure v 100,700 km



Slika 34: Prerez korita struge v P3 z izravnavo struge ter umestitev visokih voda.

Izračuni:

$S =$	590,48	m^2	površina prečnega profila
$O =$	131,46	m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	4,49	m	hidravlični radij
$ng =$	0,0290		koeficient trenja
$Io =$	1,80	‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u} =$	3,98	m/s	povprečna hitrost po prerezu
$Q =$	2351,70	m^3/s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita
$S_{\max. \text{ mes. } Q_{95\%}} =$	25,11	m^2	potrebna površina korita za prevodnost max. mes. $Q_{95\%}$
$S_{\text{sre. mes. } Q_{95\%}} =$	17,20	m^2	potrebna površina korita za prevodnost sre. mes. $Q_{95\%}$
$S_{\min. \text{ mes. } Q_{95\%}} =$	13,48	m^2	potrebna površina korita za prevodnost min. mes. $Q_{95\%}$
$S_{1000} =$	470,83	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode
$S_{500} =$	447,78	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 500 letne vode
$S_{100} =$	388,65	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode
$S_{10} =$	283,75	m^2	potrebna površina korita za prevodnost 10 letne vode
$\check{S}_{1000} =$	-20,99	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000}
$\check{S}_{500} =$	-25,03	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{500}
$\check{S}_{100} =$	-35,41	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100}
$\check{S}_{10} =$	-53,81	m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{10}

Iz samih izračunov je razvidno, da razširitev struge reke Mure v profilu 3 ni potrebna za zagotavljanje prevodnosti 1000-letne visoke vode.

5.4.2.3 Zaključek

Iz analize oziroma izračunov je razvidno, da so skoraj vse razširitve struge na prečnih profilih z negativnim predznakom, kar pomeni, da že obstoječa struga prevaja 1000, 500, 100 in 10 letne visoke vode. V prečnem profilu 2 se pojavi potrebna ureditev struge za 1000 in 500 - letne visoke vode. Če želimo, da bo struga prevajala 1000-letne visoke vode v prečnem profilu 2 moramo strugo urediti. Odločili smo se, da izdelamo tri različne možne vodnogospodarske ureditve.



Slika 35: Prikaz vodnogospodarskega ureditvenega območja.

1. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Kot možna vodnogospodarska ureditev vodotoka je lahko razširitev struge (enaka oblika). Na levem bregu reke struge v prečnem profilu 2 se nahajajo samo gozdovi oziroma travniki, tako da bi bila razširitev struge primerna ureditev. Potrebna razširitev v prečnem profilu 2 znaša 7,41 m. Na razdalji cca 100,00 m gorvodno od prečnega profila P2 in cca 100,00 m dolvodno od prečnega profila P2 se lahko izvede potrebna razširitev struge. Tako bi ureditvena površina znašala 741,00 m².

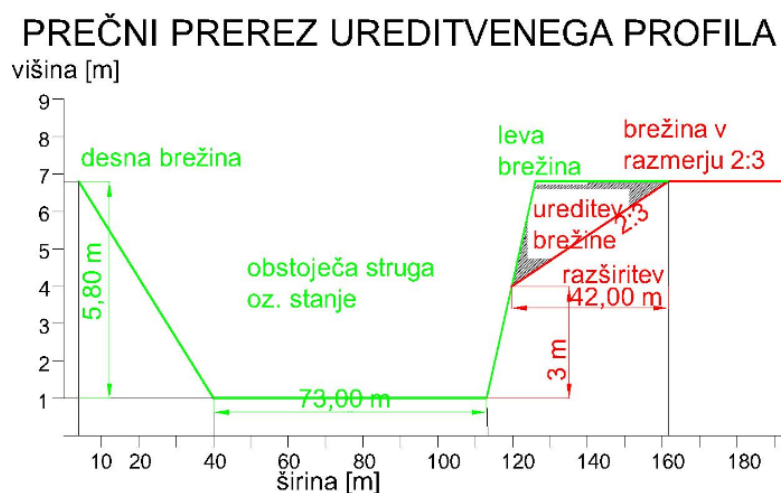
Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca 1,4 €/m², medtem ko se cene gozdov gibljejo med 0,5 in 0,8 €/m². Ureditveno območje zajema pretežno zarast z drevesi. Tako bi se

lahko celotno ozemlje odkupilo po ceni gozdov. Za odkup ureditvene površine bi potrebovali 481,65 €. Ceno za ureditveno območje smo določili po srednji vrednosti cene gozdov (0,65 €/m²). Znesek vodnogospodarske ureditve bi se povečal, če bi prišteli še znesek za izvedbo potrebnih gradbenih in negradbenih del.

2. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Druga možna vodnogospodarska ureditev reke bi bila povečanje površine prečnega profila P2. Za prevodnost 1000-letnih visokih voda potrebujemo površino prečnega profila, ki znaša 608,50 m². Obstoječe korito ima površino 565,50 m². Če na višini 3 m od dna struge reke izvedemo razširitev struge brežine v naklonu 2:3 do višine kote terena desne brežine, in s tem dosežemo želeno površino prečnega profila za prevodnost 1000 letnih visokih voda. S takim ukrepom povečamo površino prečnega profila z 565,50 m² na 615,26 m², saj znaša površina razširitve struge 49,76 m². Površina obstoječe struge do višine 3 m od dna struge znaša 255,67 m². Ko to površino pomnožimo z povprečno hitrostjo toka vode v profilu P2 ($\bar{u} = 3,08$ m/s), dobimo pretok $Q = 787,46$ m³/s. Tak pretok je skoraj osem krat večji, kot znaša maksimalni mesečni pretok z 95% mejo zaupanja ($Q_{\max. \text{mes.}} = 100,00$ m³/s) v prečnem profilu P2. Na novo nastalo ureditveno brežino je potrebno sproti vzdrževati (košnja trave, odstranitev zarasti) saj v nasprotnem primeru pride do zmanjšanja površine prevodne struge reke Mure in s tem posledično do poplav.

Na razdalji cca 100,00 m gorvodno od prečnega profila P2 in cca 100,00 m dolvodno od prečnega profila P2 se lahko izvede potrebna razširitev struge. Tako bi ureditvena površina znašala 8.400,00 m².

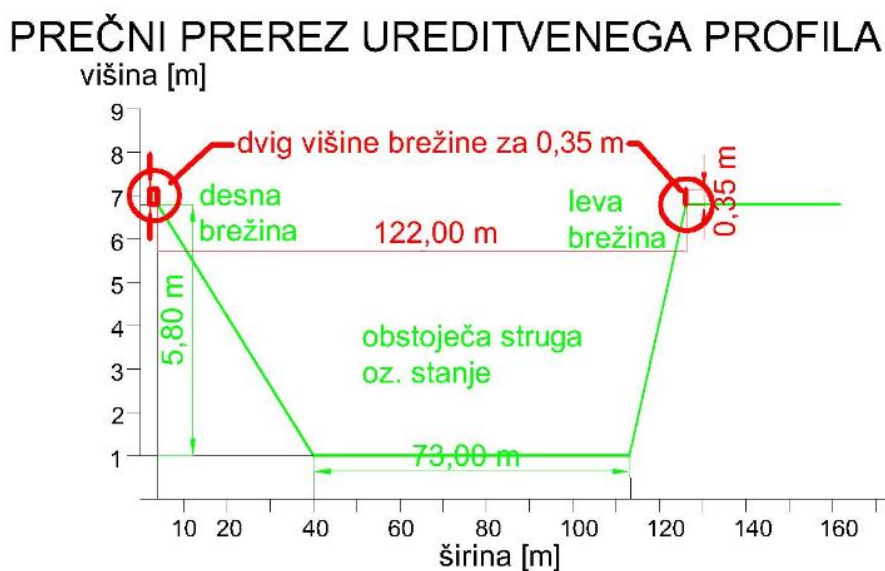


Slika 36: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).

Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca $1,4 \text{ €/m}^2$, medtem ko se cene gozdov gibljejo med $0,5$ in $0,8 \text{ €/m}^2$. Ureditveno območje zajema pretežno zarast z drevesi. Tako bi se lahko celotno ozemlje odkupilo po ceni gozdov. Za odkup ureditvene površine bi potrebovali $5.460,00 \text{ €}$. Ceno za ureditveno območje smo določili po srednji vrednosti cene gozdov ($0,65 \text{ €/m}^2$). Znesek vodnogospodarske ureditve bi se povečal, če bi prišteli še znesek za izvedbo potrebnih gradbenih in negradbenih del.

3. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Tretja možna vodnogospodarska ureditev poplavno ogroženega območja je dvig višine že obstoječe brežine z izvedbo armiranobetonskega zidu. Na obeh straneh brežine bi bilo potrebno za doseganje prevodnosti 1000-letnih visokih voda dvigniti brežini za $0,35 \text{ m}$. S tem bi povečali površino obstoječega korita ($565,50 \text{ m}^2$) na zeleno površino, ki znaša $608,50 \text{ m}^2$. Na razdalji cca $100,00 \text{ m}$ gorvodno od prečnega profila P2 in cca $100,00 \text{ m}$ dolvodno od prečnega profila P2 se lahko izvede potrebna ureditev struge. Armiranobetonski zid bi moral biti dimenzioniran po metodi dimenzioniranja armiranobetonskih konstrukcij. Ureditve vodotokov z izdelavo armiranobetonskih zidov se zelo močno oddaljujejo od metod sonaravnega urejanja vodotokov.

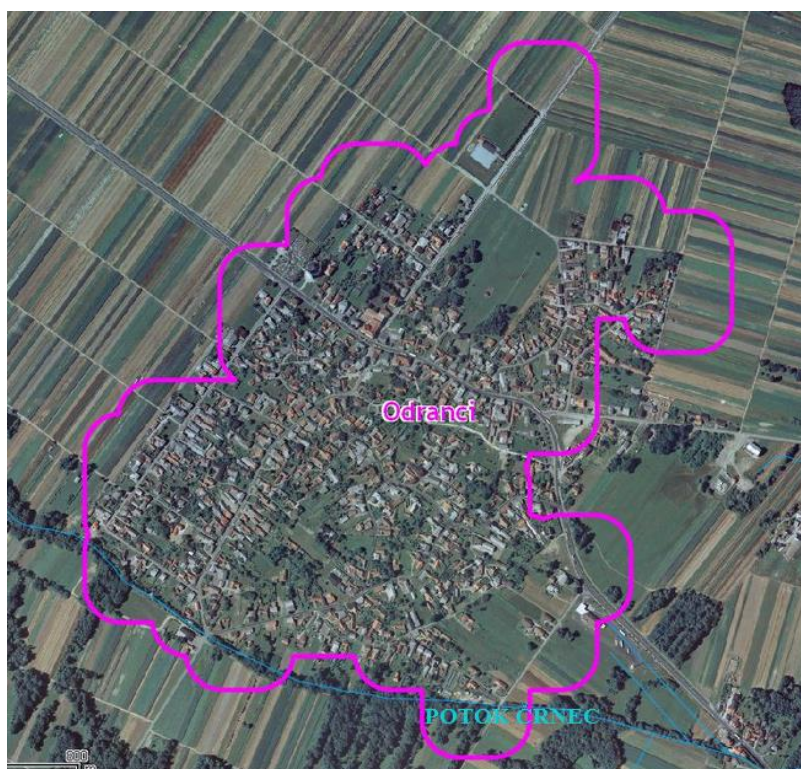


Slika 37: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).

5.4.3 Odranci – območje 3

Odranci so gručasto naselje, ki ležijo med glavno cesto Lendava – Murska Sobota in potokom Črnc. Naselje leži na nadmorski višini 172 m in vsebuje 1.619 prebivalcev.

Površina poplavno ogroženega območja navedenega v poročilu o določitvi območij pomembnega vpliva poplav v RS je 0,5 km². Na poplavno ogroženem območju se nahaja 950 stalnih in začasnih prebivalcev, 250 stavb s hišno številko, 1 enota kulturne dediščine, 49 poslovnih subjektov, ocenjenih je 145 zaposlenih, zajema 3 km dolžine pomembnejše linijske infrastrukture ter 3 pomembne objekte družbene infrastrukture državnega pomena. Za to območje poteka postopek izdelave karte poplavne nevarnosti in poplavne ogroženosti v skladu s predpisi s področja javnega naročanja. Groba ocena gradbenih in negradbenih stroškov za ureditev območja je 9.975.000 eur (Štravs, 2014).

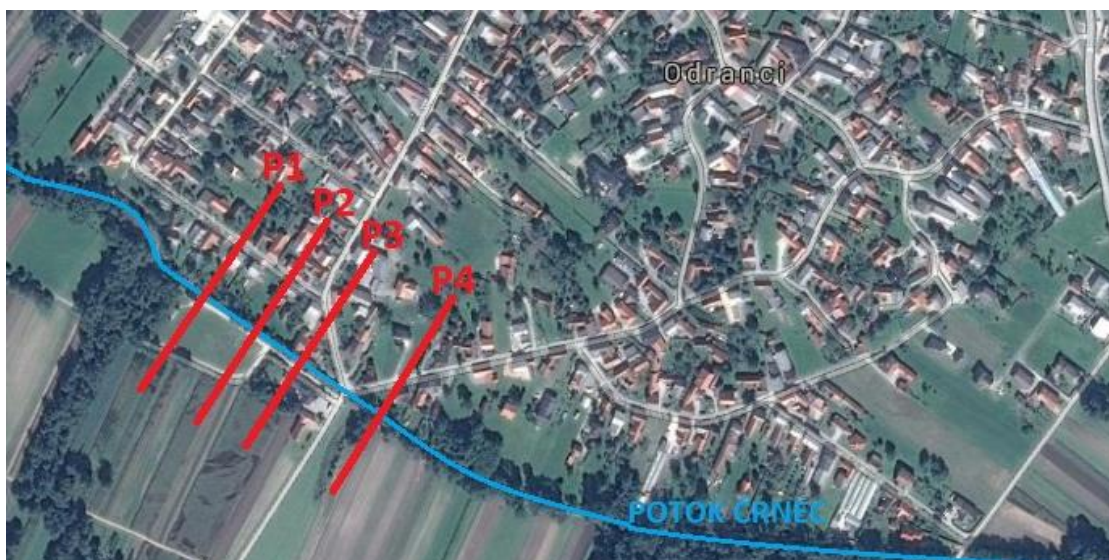


Slika 38: Karta pomembnega vpliva poplav območja 3.
Vir: Odranci, 2014

5.4.3.1 Pregled stanja

Poplavno ogroženo mesto območja 3 je relativno majhno saj zajema le 0,5 km² veliko območje. Zato smo se odločili, da bomo obravnavali potok Črnc na tem območju na dolžini 0,21 km. Obravnavano območje smo razdelili s štirimi prečnimi profili na tri odseke.

Razdalja od profila 1 do profila 2 je 60,00 m, medtem, ko je razdalja med profilom 2 in 3 50,00 m ter med profiloma 3 in 4 100,00 m. Podatkov o prerezih prečnih profilom nismo imeli zato smo se odpravili na teren in meritve opravili sami. Najprej smo si določili število profilov, nato pa vsak prečni profil posebej izmerili. Izmeriti je bilo potrebno koto terena brežin, nivo vode, koto dna struge tik ob brežini in na sredini struge. Za izvedbo meritev smo uporabili gradbeni nivelir, nivelirsko lato ter metrski trak. Tako smo na podlagi pridobljenih meritev v AutoCAD-u izrisali prečne profile in s tem prišli do podatkov površine prečnega profila struge in padca dna struge, ki smo jih uporabili za izračune v naslednjem poglavju. Padec dna struge na obravnavanem območju znaša 0,52 ‰. Na podlagi dolgoletnih izkušen je strokovni delavec določil koeficient trenja n_G , ki znaša $0,033 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1/3}$ na območju potoka Črnc. Struga vodotoka je popolnoma zatravljena.



Slika 39: Prikaz določitve prečnih profilov na potoku Črnc.

Podatke o visokih vodah smo povzeli iz hidrološke študije idejnega projekta revitalizacije potoka Črnc in ureditev Mestnega parka Lendava. Pridobili smo podatke o 100 ($Q_{100} = 33,00 \text{ m}^3/\text{s}$), 20 ($Q_{20} = 22,00 \text{ m}^3/\text{s}$) in 5 ($Q_5 = 13,00 \text{ m}^3/\text{s}$) letnih visokih vodah. Podatki o visokih vodah so določeni na potoku Črnc zraven mesta Lendava, ki se nahaja nekaj kilometrov dolvodno od območja potoka Črnc ob Odrancih.



Slika 40: Izvajanje meritev prečnega profila na terenu.

5.4.3.2 Analiza

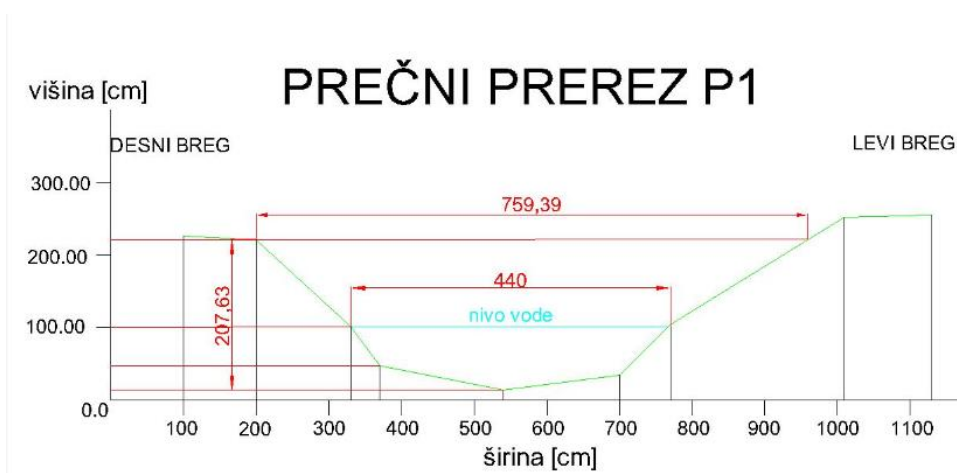
Na podlagi podatkov omenjenih v prejšnjem poglavju smo izvedli izračune prevodnosti visokih voda obstoječe struge in morebitne vodnogospodarske ureditve vodotokov, če struga ne prevaja visokih voda.

Podatki o visokih vodah, ki so na vseh štirih prečnih profilih enaki.

Podatki:

$Q_{100} =$	33,00 m ³ /s	stoletne visoke vode
$Q_{20} =$	22,00 m ³ /s	dvajsetletne visoke vode
$Q_5 =$	13,00 m ³ /s	petletne visoke vode

Profil 1



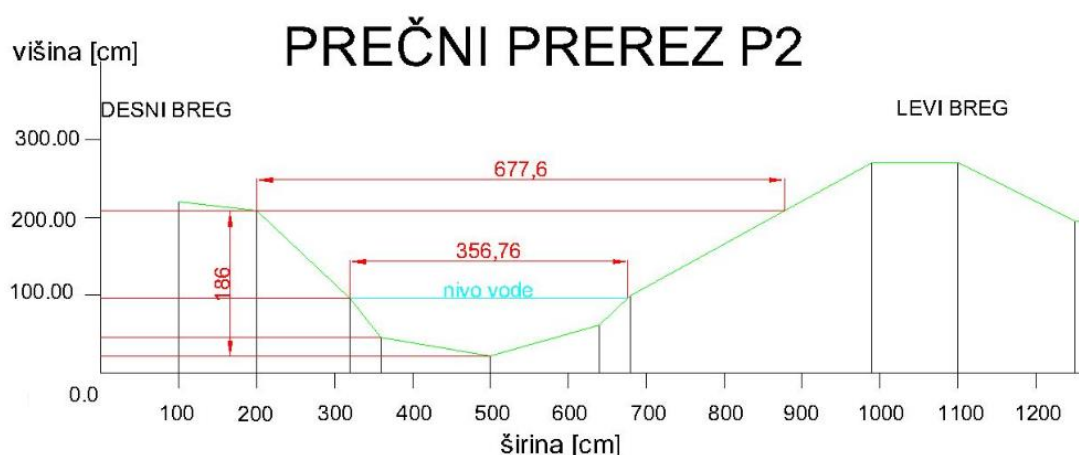
Slika 41: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.

Izračuni:

$S =$	9,94 m ²	površina prečnega profila
$O =$	9,00 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	1,10 m	hidravlični radij
$S =$	2,76 m ²	površina vode v P1 na dan meritve
$Q =$	2,04 m ³ /s	povprečni pretok na dan meritve v P1
$ng_z =$	0,0330	koeficient trenja (zatravljen profil)
$Io =$	0,52 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_z =$	0,74 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_z =$	7,34 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita- zatravljen profil
$S_{z100} =$	44,70 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z20} =$	29,80 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z5} =$	17,61 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{z100} =$	16,71 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	9,55 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z5} =$	3,69 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je iz izračunov razvidno, znaša povprečni pretok na dan meritve (9. 12. 2014) v profilu P1 2,04 m³/s. Če želimo doseči prevodnost 100 letne visoke vode ($Q_{100} = 33,00$ m³/s), je potrebno strugo potoka razširiti za 16,71 m.

Profil P2



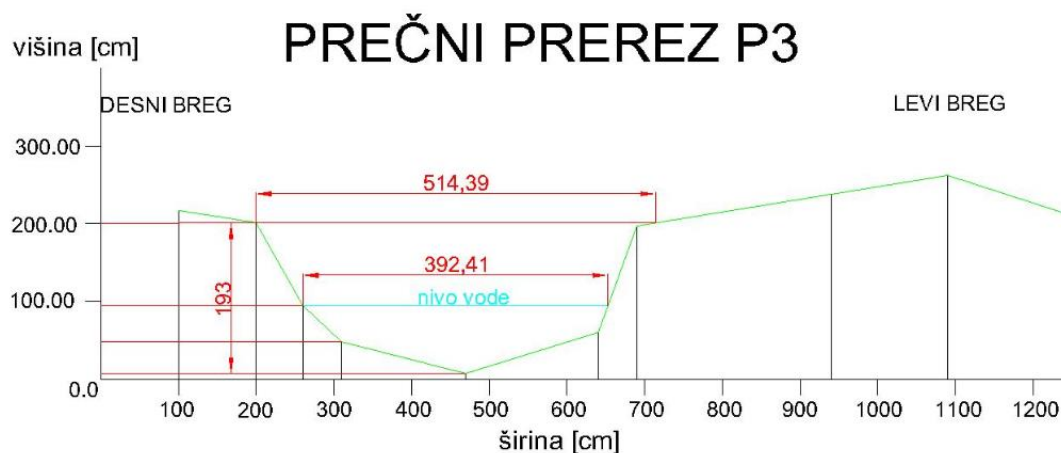
Slika 42: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.

Izračuni:

$S =$	7,60 m ²	površina prečnega profila
$O =$	7,97 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	0,95 m	hidravlični radij
$S =$	1,80 m ²	površina vode v P2 na dan meritve
$Q =$	1,21 m ³ /s	povprečni pretok na dan meritve v P2
$ng_z =$	0,0330	koeficient trenja (zatravljen profil)
$Io =$	0,52 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_z =$	0,67 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_z =$	5,09 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita- zatravljen profil
$S_{z100} =$	49,29 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z20} =$	32,86 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z5} =$	19,42 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{z100} =$	21,94 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	13,30 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z5} =$	6,22 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je iz izračunov razvidno, znaša povprečni pretok na dan meritve (9. 12. 2014) v profilu P2 1,21 m³/s. Če želimo doseči prevodnost 100-letne visoke vode ($Q_{100} = 33,00$ m³/s), je potrebno strugo potoka razširiti za 21,94 m.

Profil P3



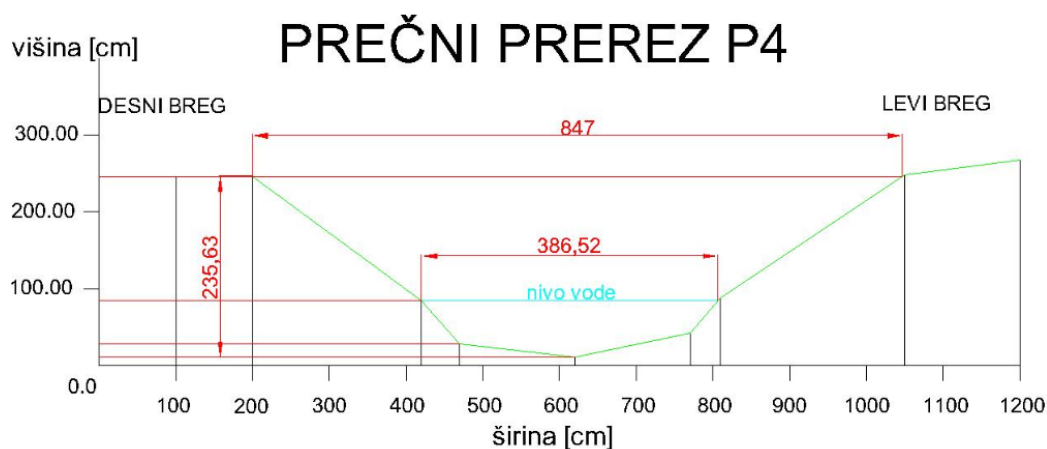
Slika 43: Prikaz prečnega profila na potoku Črnc.

Izračuni:

$S =$	6,95 m ²	površina prečnega profila
$O =$	7,04 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	0,99 m	hidravlični radij
$S =$	2,21 m ²	površina vode v P3 na dan meritve
$Q =$	1,51 m ³ /s	povprečni pretok na dan meritve v P3
$ng_z =$	0,0330	koeficient trenja (zatravljen profil)
$Io =$	0,52 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_z =$	0,69 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_z =$	4,76 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita- zatravljen profil
$S_{z100} =$	48,17 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z20} =$	32,11 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z5} =$	18,97 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{z100} =$	21,36 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	13,04 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z5} =$	6,23 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je iz izračunov razvidno, znaša povprečni pretok na dan meritve (9. 12. 2014) v profilu P3 1,51 m³/s. Če želimo doseči prevodnost 100-letne visoke vode ($Q_{100} = 33,00$ m³/s), je potrebno strugo potoka razširiti za 21,36 m.

Profil P4



Slika 44: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.

Izračuni:

$S =$	12,02 m ²	površina prečnega profila
$O =$	11,02 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	1,09 m	hidravlični radij
$S =$	2,05 m ²	površina vode v P1 na dan meritve
$Q =$	1,50 m ³ /s	povprečni pretok na dan meritve
$ng_z =$	0,0330	koeficient trenja (zatravljen profil)
$Io =$	0,52 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_z =$	0,73 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_z =$	8,80 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita- zatravljen profil
$S_{z100} =$	45,07 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z20} =$	30,05 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z5} =$	17,75 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{z100} =$	14,00 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	9,49 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z5} =$	3,02 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je iz izračunov razvidno, znaša povprečni pretok na dan meritve (9. 12. 2014) v profilu 4 1,50 m³/s. Če želimo doseči prevodnost 100-letne visoke vode ($Q_{100} = 33,00$ m³/s), je potrebno strugo potoka razširiti za 14,00 m.

5.4.3.3 Zaključek

Pri analitičnem delu oziroma izračunih je možno opaziti, da so na profilih potrebne vodnogospodarske ureditve za doseganje prevodnosti 100-letnih visokih voda. Za obravnavano območje smo se tako odločili, da pripravimo dva možna ureditvena ukrepa za prevodnost visokih voda.

1. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Na vodotoku smo se odločili za razširitev struge, ker je tak vodnogospodarski ureditveni ukrep relativno poceni in ga je relativno preprosto izvesti. Potrebno je biti pozoren pri razširitvah, saj se na ureditvenem območju na desni strani vodotoka nahajata dve stanovanjski hiši, kateri bi bilo potrebno preseliti ob razširitvi struge. Drugače so na desni strani struge potoka Črnc samo kmetijska zemljišča. Razširitev struge bi bila smiselna v desno stran

vodotoka, ker se na levi strani brežine nahaja več stanovanjskih hiš in bi bil poseg veliko dražji. Potok prečka manjši prepust, katerega bi bilo potrebno povečati, da bi omogočal prevodnost 100-letne visoke vode.



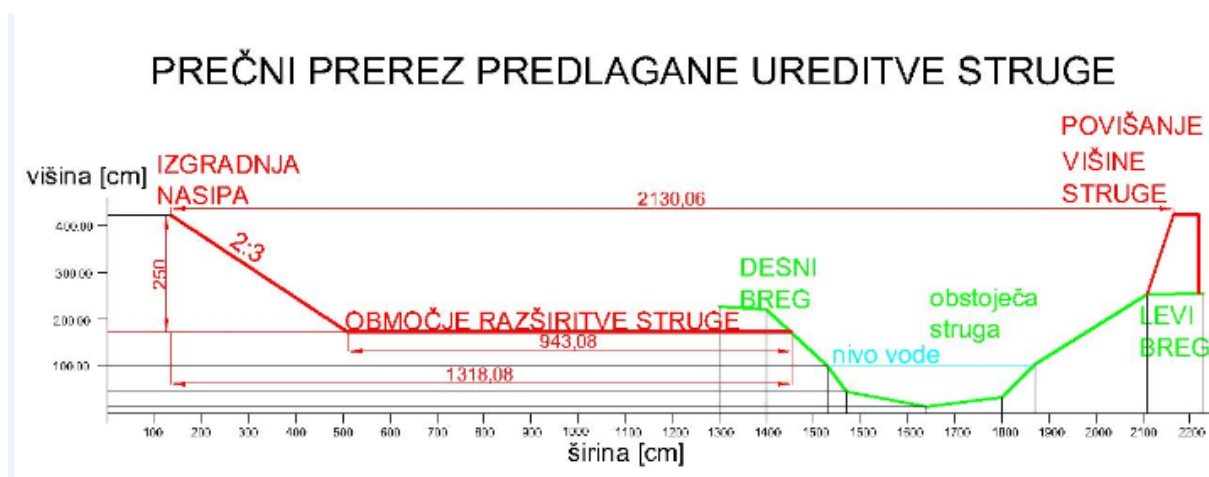
Slika 45: Prikaz ureditvenega območja potoka Črnc.

Na potoku Črnc bi bilo potrebno izvesti razširitev vodotoka na profilu P1 (16,71 m), P2 (21,94 m), P3 (21,36 m) in P4 (14,00 m). Celotno ureditveno območje potoka Črnc ob vasi Odranci znaša cca 1,00 km. Povprečna razširitev struge vodotoka na podlagi izračunov bi znašala 20,00 m. Ko pomnožimo potrebne razširitve z dolžino ureditvenega območja, dobimo ureditveno površino 20.000,00 m². Potok Črnc bi znotraj območja razširjene struge lahko meandriral. Potrebno bi bilo sprotno urejanje in vzdrževanje območja razširjene struge, saj bi se ob močni zarasti struge z vegetacijo (drevje, grmovje) bistveno spremenila oziroma pomanjšala dimenzionirana prevodnost razširjene struge. Območje je lahko poraslo s travo, katera mora biti sproti košena, saj se je v izračunih upošteval koeficient trenja za zatravljen profil vodotoka.

Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca 1,4 €/m², medtem ko se cene gozdov gibljejo med 0,5 in 0,8 €/m². Povprečne cene zazidljivih oziroma gradbenih parcel za Pomursko regijo znašajo 24,00 €/m². Za odkup zemlje v ureditvene namene bi tako potrebovali 28.000,00 €. Zraven tega zneska bi še bilo potrebno dodati cca 200.000,00 € za preselitev dveh stanovanjskih hiš. Tako bi se nam znesek za ureditev struge vodotoka povečal na 228.000,00 €. Ta groba ocena zneska ureditve vodotoka ne zajema potrebnih gradbenih in negradbenih del ter potrebnih sredstev za razširitev prepusta.

2. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Druga predlagana ureditev območja potoka Črnc je kombinacija razširitve struge z dvigom višine brežine (slika 46). Odločili smo se, da bomo levo stran brežine povišali za cca 2,0 m in s tem povišali globino struge iz cca 2,0 m na 4,0 m. Zaradi neposredne bližine več stanovanjskih hiš ob levi strani vodotoka bi bila primerna izdelava armiranobetonskega zidu. Armirano- betonski zid bi moral biti dimenzioniran po metodi dimenzioniranja armiranobetonskih konstrukcij. Potrebno je opomniti, da se ureditve vodotokov z izdelavo armiranobetonskih zidov zelo močno oddaljujejo od metod sonaravnega urejanja vodotokov. Na desni strani struge vodotoka pa bi se na višini 1,5 m od dna struge izvedla razširitev struge v širini cca 9,5 m. Razširitev bi se zaključila z visokovodnim nasipom višine 2,5 m. S tem bi se tako izenačili koti višin brežine na levi in desni strani. Naklon brežine nasipa bi bil v razmerju 2:3. Ob predpostavki, da je izkopen material od izvedbe razširitve primeren za vgradnjo v nasip, bi se ga v ta namen tudi uporabilo. Za ureditev prečnega profila bi tako potrebovali vsega skupaj cca 25,00 m. Ureditev struge vodotoka bi se izvedla na razdalji 1,00 km. Tako bi ureditveno območje zajemalo skupaj 25.000,00 m².



Slika 46: Prikaz prečnega profila po ureditvi (zeleno – obstoječe stanje, rdeče – možna ureditev).

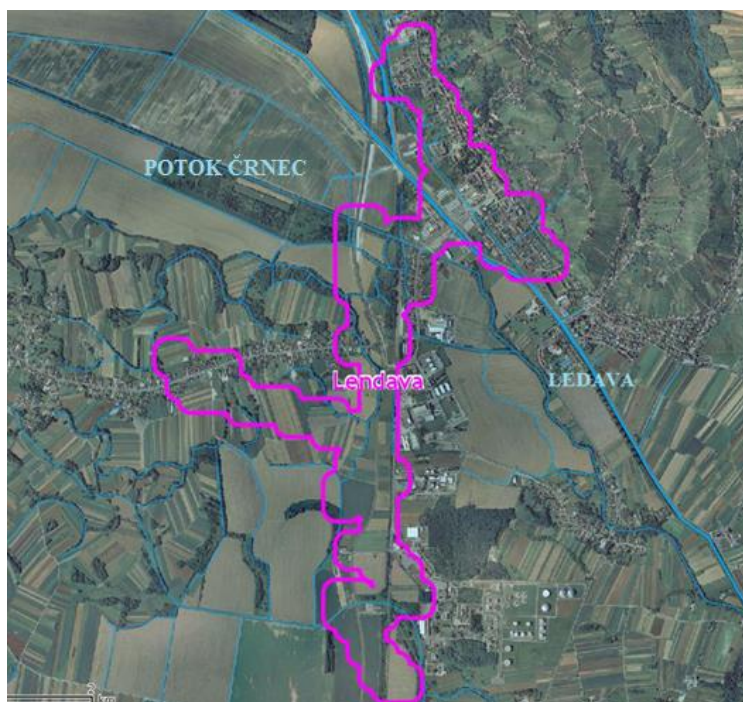
Območje razširitve vodotoka bi lahko služilo oziroma bilo urejeno v namene izvajanja rekreacije ali sprehodov (kolesarska ali pešpot). Ureditveno območje zahteva sprotno vzdrževanje. Na nasipu in razširitvenem območju je potrebno izvajati košnjo trave, saj se s tem dosega dimenzionirano prevodnost. Ob močni zarasti tega območja bi prišlo do pomanjšanja dimenzionirane prevodnosti struge vodotoka.

Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca 1,4 €/m², medtem ko se cene gozdov gibljejo med 0,5 in 0,8 €/m². Povprečne cene zazidljivih oziroma gradbenih parcel za

Pomursko regijo znašajo 24,00 €/m². Za odkup zemlje v ureditvene namene bi tako potrebovali 35.000,00 €. Predpostavimo, da celotno območje kupimo po ceni kmetijskih zemljišč, saj prevladujejo na obravnavanem območju. Zraven tega zneska bi še bilo potrebno dodati cca 200.000,00 € za preselitev dveh stanovanjskih hiš. Tako bi se nam znesek za ureditev struge vodotoka povišal na 235.000,00 €. Ta groba ocena zneska ureditve vodotoka ne zajema potrebnih gradbenih in negradbenih del, potrebnih sredstev za razširitev prepusta in izvedbe armiranobetonskega zidu.

5.4.4 Lendava – območje 4

Lendava leži na skrajnem vzhodu Slovenije v neposredni bližini slovensko – madžarske in slovensko – hrvaške meje. Leži ob reki Ledavi pod Lendavskimi goricami. Nahaja se na nadmorski višini 161,1 m in zajema 3.395 prebivalcev.



Slika 47: Karta pomembnega vpliva poplav območja 4.

Vir: Lendava, 2014

Površina poplavno ogroženega območja navedenega v poročilu o določitvi območij pomembnega vpliva poplav v RS je 0,85 km². Na poplavno ogroženem območju se nahaja 1.115 stalnih in začasnih prebivalcev, 230 stavb s hišno številko, 11 enot kulturne dediščine, 8 kulturnih spomenikov državnega pomena, 175 poslovnih subjektov, ocenjenih je 1.200

zaposlenih, zajema 18 km dolžine pomembnejše linijske infrastrukture ter 11 pomembnih objektov družbene infrastrukture državnega pomena.

Za to območje so že izdelane karte poplavne nevarnosti in karte poplavne ogroženosti pri Q10 (10-letni vodi), Q100 (100-letni vodi) in Q500 (500-letni vodi). Groba ocena gradbenih in negradbenih stroškov za ureditev območja je 11.707.500 eur (Štravs, 2014).

5.4.4.1 Pregled stanja

Območje poplavne ogroženosti se nahaja med potokom Črniec in reko Ledavo. V neposredni bližini med vodotokoma je ujet nogometni stadion. Poplavno ogroženo območje je veliko 0,85 km².



Slika 48: Prikaz profilov na Ledavi in potoku Črniec.

Ledavo smo obravnavali na razdalji 637,00 m. Razdelili smo jo s tremi prečnimi profili. Razdalja med prvim in drugim profilom znaša 312,00 m, medtem ko razdalja med drugim in tretjim profilom znaša 637,00 m. Povprečni padec struge vodotoka znaša 0,5 ‰. Določeni je Manningov koeficient hrapavosti za očiščen oziroma čisti rečni profil in znaša $0,028 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1/3}$. Sedaj je struga v celoti zatravljena in znaša Manningov koeficient hrapavosti $0,030 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1/3}$. Na dnu struge vodotoka ni grobega materiala, ki bi bistveno oviral pretok ob pojavu visokih voda. Podatke o Manningovem koeficientu hrapavosti in povprečnem padcu struge smo pridobili iz hidrološke študije idejnega projekta revitalizacije potoka Črniec in ureditve Mestnega parka Lendava. Iz tega projekta smo pridobili tudi podatke o 100- ($Q_{100} = 153,00$

m^3/s), 20- ($Q_{20} = 110,00 \text{ m}^3/\text{s}$) in 5- ($Q_5 = 66,00 \text{ m}^3/\text{s}$) letnih visokih vodah. Medtem ko smo podatek o 1000-letnih visokih vodah pridobili iz hidrološke študije reke Mure (Brilly, 2011) in znaša za reko Ledavo po Log Normalovi porazdelitvi $Q_{1000} = 176,50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Potok Črnc smo obravnavali na razdalji 75,00 m . Črnc smo prerezali s tremi prečnimi profili. Razdalja med prvim in drugim profilom znaša 35,00 m, medtem ko razdalja med drugim in tretjim profilom znaša 40,00 m. Povprečni padec potoka smo določili enak kot pri Ledavi, in sicer 0,5 ‰. Enako smo uporabili Manningova koeficienta hrapavosti za očiščeno in zatravljeno strugo kot sta pri Ledavi, in sicer $0,028 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1/3}$ (očiščena struga) ter $0,03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1/3}$ (zatravljena struga). Iz hidrološke študije idejnega projekta revitalizacije potoka Črnc in ureditev Mestnega parka Lendava smo pridobili podatke o 100- ($Q_{100} = 33,00 \text{ m}^3/\text{s}$), 20- ($Q_{20} = 22,00 \text{ m}^3/\text{s}$) in 5- ($Q_5 = 13,00 \text{ m}^3/\text{s}$) letnih visokih vodah.

5.4.4.2 Analiza

Na podlagi podatkov, omenjenih v prejšnjem poglavju, smo izvedli izračune prevodnosti visokih voda obstoječe struge in morebitne vodnogospodarske ureditve vodotokov, če struga ne prevaja visokih voda.

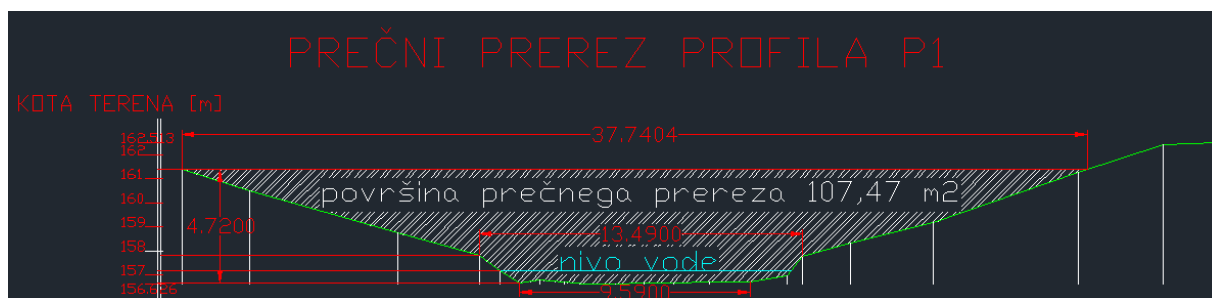
1. Ledava

Podatki o visokih vodah, ki so na vseh treh prečnih profilih reke Ledave enaki.

Podatki:

$Q_{1000} =$	176,50 m^3/s	tisočletne visoke vode
$Q_{100} =$	153,00 m^3/s	stoletne visoke vode
$Q_{20} =$	110,00 m^3/s	dvajsetletne visoke vode
$Q_5 =$	66,00 m^3/s	petletne visoke vode

Profil P1



Slika 49: Prikaz prečnega profila na Ledavi.

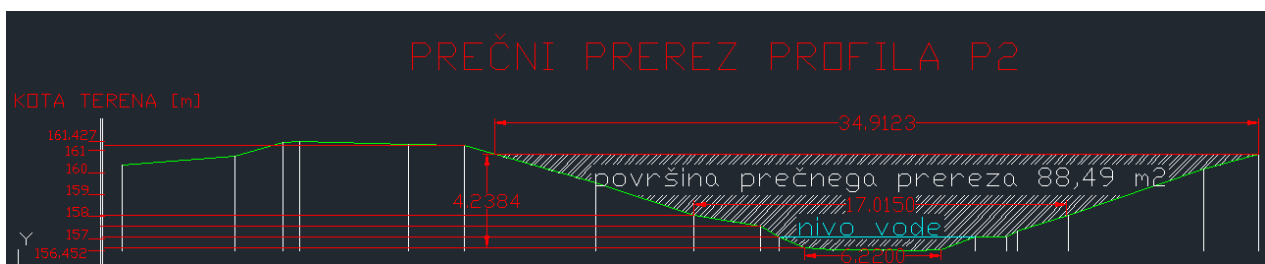
Izračuni:

$S =$	107,47 m ²	površina prečnega profila
$O =$	39,85 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	2,70 m	hidravlični radij
$ng_o =$	0,0280	koeficient trenja (očiščen profil)
$ng_z =$	0,0300	koeficient trenja (zatravljen profil)
$I_o =$	0,50 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_o =$	1,55 m/s	povprečna hitrost po prerezu - očiščen profil
$\bar{u}_z =$	1,44 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_o =$	166,29 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - očiščen profil
$Q_z =$	155,20 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - zatravljen profil
$S_{o\ 1000} =$	114,07 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode - očiščen profil
$S_{o\ 100} =$	98,88 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - očiščen profil
$S_{o\ 20} =$	71,09 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - očiščen profil
$S_{o\ 5} =$	42,66 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - očiščen profil
$S_{z\ 1000} =$	122,22 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode - zatravljen profil
$S_{z\ 100} =$	105,95 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z\ 20} =$	76,17 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z\ 5} =$	0,67 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_o\ 1000 =$	1,40 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000} - očiščen profil
$\check{s}_o\ 100 =$	-1,82 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - očiščen profil
$\check{s}_o\ 20 =$	-7,71 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - očiščen profil
$\check{s}_o\ 5 =$	-13,73 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - očiščen profil
$\check{s}_z\ 1000 =$	3,12 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000} - zatravljen profil
$\check{s}_z\ 100 =$	-0,32 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil

$\check{s}_{z\ 20} =$	-6,63 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z\ 5} =$	-22,63 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je razvidno iz izračunov, je potrebno strugo v profilu P1 razširiti za 3,12 m. Ta razširitev se pojavi ob upoštevanju zatravljenega korita struge. Pozitivni predznak se pojavi tudi pri širitvi struge za prevodnost 1000-letne visoke vode z očiščeno strugo, vendar znaša 1,40 m.

Profil P2



Slika 50: Prikaz prečnega profila na Ledavi.

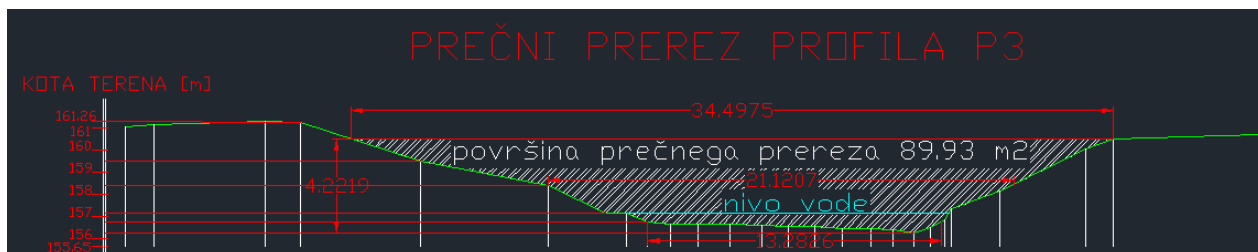
Izračuni:

$S =$	88,49 m ²	površina prečnega profila
$O =$	36,31 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	2,44 m	hidravlični radij
$ng_o =$	0,0280	koeficient trenja (očiščen profil)
$ng_z =$	0,0300	koeficient trenja (zatravljen profil)
$I_o =$	0,50 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_o =$	1,45 m/s	povprečna hitrost po prerezu - očiščen profil
$\bar{u}_z =$	1,35 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_o =$	127,98 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - očiščen profil
$Q_z =$	119,45 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - zatravljen profil
$S_{o\ 1000} =$	114,07 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode - očiščen profil
$S_{o\ 100} =$	98,88 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - očiščen profil
$S_{o\ 20} =$	71,09 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - očiščen profil
$S_{o\ 5} =$	42,66 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - očiščen profil
$S_{z\ 1000} =$	130,76 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000 letne vode - zatravljen profil
$S_{z\ 100} =$	113,35 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z\ 20} =$	81,49 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z\ 5} =$	0,67 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{o\ 1000} =$	6,03 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000} - očiščen profil

$\check{s}_{o\ 100} =$	2,45 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - očiščen profil
$\check{s}_{o\ 20} =$	-4,10 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - očiščen profil
$\check{s}_{o\ 5} =$	-10,81 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - očiščen profil
$\check{s}_{z\ 1000} =$	9,97 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000} - zatravljen profil
$\check{s}_{z\ 100} =$	5,86 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z\ 20} =$	-1,65 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z\ 5} =$	-20,71 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je razvidno iz izračunov, je potrebno strugo v profilu P2 razširiti za 9,97 m. Ta razširitev se pojavi ob upoštevanju zatravljenega korita struge. Pozitivni predznak se pojavi tudi pri širitvi struge za prevodnost 1000 in 100-letne visoke vode z očiščeno strugo, vendar je manjša, kot se pojavi razširitev za prevodnost 1000-letne visoke vode (zatravljeno korito).

Profil P3



Slika 51: Prikaz prečnega profila na Ledavi.

Izračuni:

$S =$	89,93 m ²	površina prečnega profila
$O =$	36,55 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	2,46 m	hidravlični radij
$ng_o =$	0,0280	koeficient trenja (očiščen profil)
$ng_z =$	0,0300	koeficient trenja (zatravljen profil)
$I_o =$	0,50 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_o =$	1,46 m/s	povprečna hitrost po prerezu - očiščen profil
$\bar{u}_z =$	1,36 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_o =$	130,89 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - očiščen profil
$Q_z =$	122,16 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - zatravljen profil
$S_{o\ 1000} =$	121,27 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000-letne vode - očiščen profil

$S_{o100} =$	105,12 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100-letne vode - očiščen profil
$S_{o20} =$	75,58 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20-letne vode - očiščen profil
$S_{o5} =$	45,35 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5-letne vode - očiščen profil
$S_{z1000} =$	129,93 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 1000-letne vode - zatravljen profil
$S_{z100} =$	112,63 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100-letne vode - zatravljen profil
$S_{z20} =$	80,97 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20-letne vode - zatravljen profil
$S_{z5} =$	48,58 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5-letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{o1000} =$	7,43 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000} - očiščen profil
$\check{s}_{o100} =$	3,60 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - očiščen profil
$\check{s}_{o20} =$	-3,40 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - očiščen profil
$\check{s}_{o5} =$	-10,56 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - očiščen profil
$\check{s}_{z1000} =$	9,48 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{1000} - zatravljen profil
$\check{s}_{z100} =$	5,38 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	-2,12 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z5} =$	-9,80 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je razvidno iz izračunov, je potrebno strugo v profilu P3 razširiti za 9,48 m. Ta razširitev se pojavi ob upoštevanju zatravljenega korita struge. Pozitivni predznak se pojavi tudi pri širitvi struge za prevodnost 1000 in 100-letne visoke vode z očiščeno strugo, vendar je manjša, kot se pojavi razširitev za prevodnost 1000-letne visoke vode (zatravljeno korito).

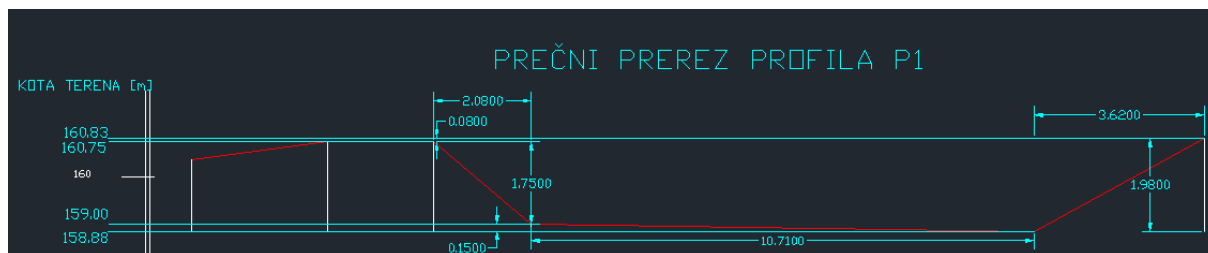
2. Potok Črnc

Podatki o visokih vodah so v vseh treh prečnih profilih na potoku Črnc enaki.

Podatki:

$Q_{100} =$	33,00 m ³ /s	stoletne visoke vode
$Q_{20} =$	22,00 m ³ /s	dvajsetletne visoke vode
$Q_5 =$	13,00 m ³ /s	petletne visoke vode

Profil P1



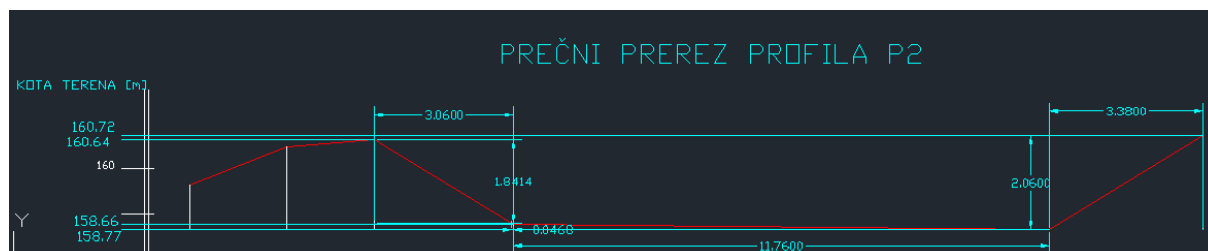
Slika 52: Prikaz prečnega profila na potoku Črnc.

Izračuni:

$S =$	24,80 m ²	površina prečnega profila
$O =$	17,67 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	1,40 m	hidravlični radij
$ng_o =$	0,0280	koeficient trenja (očiščen profil)
$ng_z =$	0,0300	koeficient trenja (zatravljen profil)
$Io =$	0,50 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_o =$	1,00 m/s	povprečna hitrost po prerezu - očiščen profil
$\bar{u}_z =$	0,93 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_o =$	24,84 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - očiščen profil
$Q_z =$	23,18 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - zatravljen profil
$S_{o100} =$	32,96 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - očiščen profil
$S_{o20} =$	21,97 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - očiščen profil
$S_{o5} =$	12,98 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - očiščen profil
$S_{z100} =$	35,31 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z20} =$	23,54 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z5} =$	13,91 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{o100} =$	4,29 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - očiščen profil
$\check{s}_{o20} =$	-1,49 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - očiščen profil
$\check{s}_{o5} =$	-6,22 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - očiščen profil
$\check{s}_{z100} =$	5,53 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	-0,67 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z5} =$	-5,73 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je razvidno iz izračunov, je potrebno strugo v profilu P1 razširiti za 5,53 m. Ta razširitev se pojavi ob upoštevanju zatravljenega korita struge. Pozitivni predznak se pojavi tudi pri širitvi struge za prevodnost 100-letne visoke vode z očiščeno strugo, vendar znaša 4,29 m.

Profil P2



Slika 53: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.

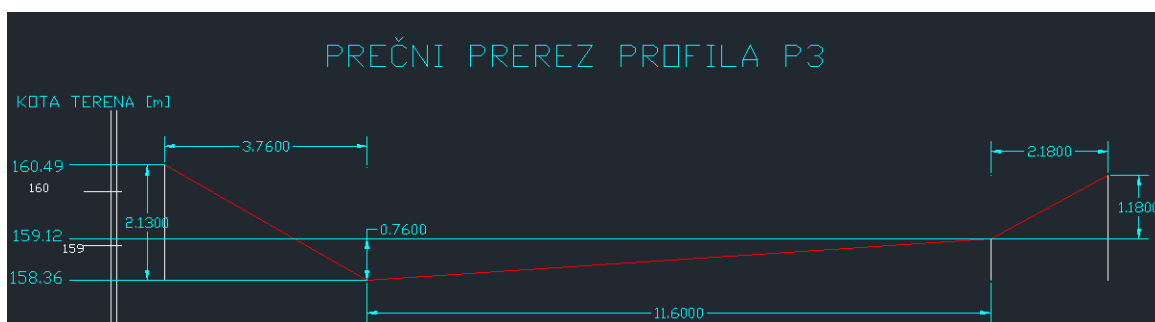
Izračuni:

$S =$	28,50 m ²	površina prečnega profila
$O =$	19,25 m	omročeni obod pretočnega profila
$R =$	1,48 m	hidravlični radij
$ng_o =$	0,0280	koeficient trenja (očiščen profil)
$ng_z =$	0,0300	koeficient trenja (zatravljen profil)
$Io =$	0,50 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_o =$	1,04 m/s	povprečna hitrost po prerezu - očiščen profil
$\bar{u}_z =$	0,97 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_o =$	29,57 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - očiščen profil
$Q_z =$	27,60 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - zatravljen profil
$S_{o100} =$	31,81 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - očiščen profil
$S_{o20} =$	22,72 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - očiščen profil
$S_{o5} =$	0,44 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - očiščen profil
$S_{z100} =$	34,08 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100 letne vode - zatravljen profil
$S_{z20} =$	22,72 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20 letne vode - zatravljen profil
$S_{z5} =$	13,43 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5 letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{o100} =$	1,75 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - očiščen profil
$\check{s}_{o20} =$	-3,06 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - očiščen profil
$\check{s}_{o5} =$	-14,85 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - očiščen profil
$\check{s}_{z100} =$	2,95 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	-3,06 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil

$\check{s}_{z,5} = -7,98 \text{ m}$ potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je razvidno iz izračunov, je potrebno strugo v profilu P2 razširiti za 2,95 m. Ta razširitev se pojavi ob upoštevanju zatravljenega korita struge. Pozitivni predznak se pojavi tudi pri širitvi struge za prevodnost 100-letne visoke vode z očiščeno strugo, vendar znaša 1,75 m, kar pa že zajema oziroma prevaja razširitev 100-letne visoke vode v primeru zatravljenega korita.

Profil P3



Slika 54: Prikaz prečnega profila na potoku Črnec.

Izračuni:

$S =$	32,20 m ²	površina prečnega profila
$O =$	18,43 m	omočeni obod pretočnega profila
$R =$	1,75 m	hidravlični radij
$ng_o =$	0,0280	koeficient trenja (očiščen profil)
$ng_z =$	0,0300	koeficient trenja (zatravljen profil)
$Io =$	0,50 ‰	vzdolžni padec struge
$\bar{u}_o =$	1,16 m/s	povprečna hitrost po prerezu - očiščen profil
$\bar{u}_z =$	1,08 m/s	povprečna hitrost po prerezu - zatravljen profil
$Q_o =$	37,31 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - očiščen profil
$Q_z =$	34,83 m ³ /s	pretok za stalni enakomerni tok obstoječega korita - zatravljen profil
$S_{o,100} =$	28,48 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100-letne vode - očiščen profil
$S_{o,20} =$	18,99 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20-letne vode - očiščen profil
$S_{o,5} =$	0,35 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5-letne vode - očiščen profil
$S_{z,100} =$	30,51 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 100-letne vode - zatravljen profil
$S_{z,20} =$	20,34 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 20-letne vode - zatravljen profil
$S_{z,5} =$	12,02 m ²	potrebna površina korita za prevodnost 5-letne vode - zatravljen profil
$\check{s}_{o,100} =$	-0,01 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - očiščen profil
$\check{s}_{o,20} =$	-5,03 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} -

		očiščen profil
$\check{s}_{0,5} =$	-14,89 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - očiščen profil
$\check{s}_{z100} =$	-0,89 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{100} - zatravljen profil
$\check{s}_{z20} =$	-6,28 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_{20} - zatravljen profil
$\check{s}_{z5} =$	-10,68 m	potrebna razširitev struge (enaka oblika korita kot obstoječa) za Q_5 - zatravljen profil

Kot je razvidno iz izračunov, struga v profilu P3 prevaja 100-letne visoke vode.

5.4.4.3 *Zaključek*

Pri analitičnem delu oziroma izračunih je možno opaziti, da so na določenih pečnih profilih potrebne vodnogospodarske ureditve za doseganje prevodnosti visokih voda. Odločili smo se za predstavitev dveh teoretično možnih ureditev obravnavanega območja.

1. Predlagana vodnogospodarska ureditev

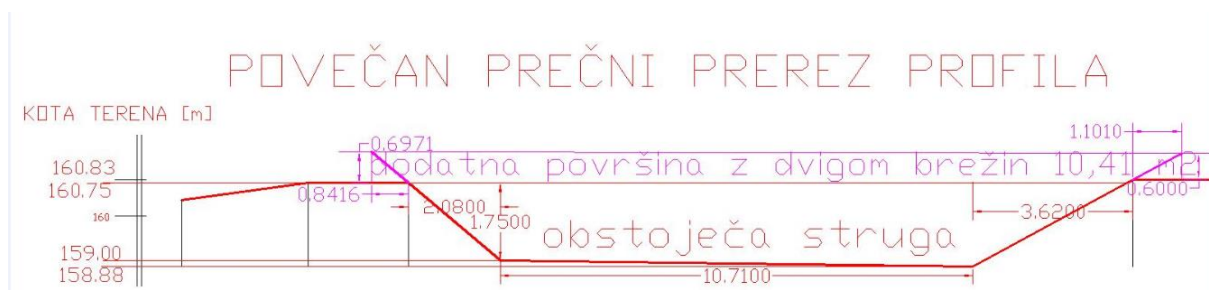
Kot prvo možno ureditev smo predlagali oziroma se odločili za povišanje že obstoječih brežin. Za tak ukrep smo se odločili na podlagi izračunov iz prejšnjega poglavja. Kot je možno opaziti, bi na obeh vodotokih (Ledava, Črnc) bilo potrebno izvesti relativno majhne razširitve.

Na Ledavi bi bilo potrebno za doseganje prevodnosti 1000-letnih visokih voda povečati površino prečnega profila za 43,78 m². To dosežemo s povišanjem leve brežine za 0,50 m ter s povišanjem desne brežine za 1,15 m. Povišanje brežine bi bilo potrebno izvesti na razdalji 637,00 m (od P1 do P3). Tako bi za ureditev brežine na obeh straneh potrebovali cca 4,00 širok prostor. Ureditvena površina na reki Ledavi bi znašala cca 2.548,00 m². Za povišanje brežine bi potrebovali cca 2.000,00 m³ materiala (zemlja, pesek). Cene drugorazredne zemlje se gibljejo okrog 5,00 €/m³. Za material bi potrebovali cca 100.000,00 €. Ocena zneska je groba in ne zajema potrebnih gradbenih in negradbenih del za ureditev struge reke Ledave.



Slika 55: Prikaz prečnega profila reke Ledava po ureditvi vodotoka.

Na potoku Črnc bi bilo potrebno za doseganje prevodnosti 100-letnih visokih voda povečati površino prečnega profila za $10,41 \text{ m}^2$ v profiloma P1 in P2. Prečni profil P3 prevaja visoko vodo. Povečan prečni prerez struge dosežemo s povišanjem leve brežine za $0,70 \text{ m}$ ter s povišanjem desne brežine za $0,60 \text{ m}$. Povišanje brežine bi bilo potrebno izvesti na razdalji $60,00 \text{ m}$. Tako bi za ureditev brežine na obeh straneh potrebovali cca $2,50$ širok prostor. Ureditvena površina na potoku Črnc bi znašala cca $150,00 \text{ m}^2$. Za povišanje brežine bi potrebovali cca $100,00 \text{ m}^3$ materiala (zemlja, pesek). Cene drugorazredne zemlje se gibljejo okrog $5,00 \text{ €/m}^3$. Za ureditev vodotoka bi tako potrebovali $500,00 \text{ €}$. Ocena zneska je groba in ne zajema potrebnih gradbenih in negradbenih del za ureditev reke Ledava.



Slika 56: Prikaz prečnega profila potoka Črnc po ureditvi vodotoka.

Za ureditev obeh strug vodotoka bi potrebovali skupaj $100.500,00 \text{ €}$ za material. Ocena zneska je groba in ne zajema potrebnih gradbenih in negradbenih del za izvedbo vodnogospodarske ureditve poplavno ogroženega območja.



Slika 57: Prikaz vodnogospodarskega ureditvenega območja.

2. Predlagana vodnogospodarska ureditev

Kot za drugo predlagano vodnogospodarsko ureditev smo se odločili za razširitev struge, ker je tak vodnogospodarski ureditveni ukrep relativno poceni in ga je relativno preprosto izvesti. Potrebno je biti pozoren pri razširitvah, saj se na določenih območjih z razširitvami popolnoma približamo hišnim gradbenim parcelam. Pri izračunih po posameznih profilih, kjer so potrebne razširitve označene z negativnim predznakom pomeni, da že obstoječa struga prevaja visoko vodo. Kjer pa se pojavi širitev s pozitivnim predznakom, pa pomeni, da jo je potrebno izvesti, če želimo doseči prevodnost visoke vode. Največjo razširitev bi bilo potrebno izvesti na Ledavi v profilu P2, in znaša cca 10,00 m. Obravnavano območje nam omogoča izvedbo razširitev struge v takem obsegu.

Na Ledavi bi bilo potrebno izvesti razširitev vodotoka na profilu P1 (3,12 m), P2 (9,97 m) in P3 (9,48 m). Ko pomnožimo potrebne razširitve z dolžino ureditvenega območja (637,00 m), dobimo ureditveno površino 5.202, 63 m². Da razširitev lepše zaokrožimo, ocenimo oziroma dodamo še cca 700,00 m² potrebne ureditvene površine. Tako nam ureditveno območje potrebno za razširitev struge na Ledavi nanese skupaj cca 6.000,00 m².

Na potoku Črnc bi bilo potrebno izvesti razširitev vodotoka na profilu P1 (5,53 m), P2 (2,95 m) in P3 (1,07 m). Ko pomnožimo potrebne razširitve z dolžino ureditvenega območja (75,00 m), dobimo ureditveno površino 228,80 m². Da razširitev lepše zaokrožimo, ocenimo

oziroma dodamo še cca 70,00 m² potrebne ureditvene površine. Tako nam ureditveno območje potrebno za razširitev struge na potoku Črnc nanese skupaj cca 300,00 m².

Ureditvena površina vodotoka Ledava in potoka Črnc bi tako znašala cca 6.300,00 m².

Cene kmetijskih zemljišč v Sloveniji znašajo cca 1,4 €/m², medtem ko se cene gozdov gibljejo med 0,5 in 0,8 €/m². Povprečne cene zazidljivih oziroma gradbenih parcel za Pomursko regijo znašajo 24,00 €/m². Ureditveno območje se nahaja med gradbenimi parcelami. V določenih predelih bi ureditev zajemala tudi te. Tako sem se odločil, da bi se polovica potrebne površine odkupila po ceni kmetijskih zemljišč, kar bi nanese skupaj 4.410,00 €, polovica pa po povprečni ceni gradbenih parcel, kar znese 75.600,00 €. Tako bi potrebovali za odkup zemlje na ureditvenem območju skupaj 80.010,00 €. Znesek vodnogospodarske ureditve bi se povečal, ko bi še prišteli znesek za izvedbo potrebnih gradbenih in negradbenih del.



Slika 58: Prikaz vodnogospodarskega ureditvenega območja.

6 ZAKLJUČEK

Reševanje problema diplomske naloge je analiziranje oziroma vodnogospodarsko urejanje območij pomembnega vpliva poplav v RS z dne 28. 3. 2013 na porečju reke Mure. Karto območij pomembnega vpliva poplav v RS je izdalo Ministrstvo za kmetijstvo, prostor in okolje. Po načelih evropske direktive je morala Slovenija, kot članica EU, izdelati karto pomembnega vpliva poplav za RS. Dandanes smo lahko priča vedno številčnejših poplav. Nastanejo v povezavi zmanjšanja vodnega prostora vodotokov zaradi zaraščanja in sedimentacije vodotokov ter bolj intenzivnim pojavom padavin, povzročenih v povezavi s klimatskimi spremembami.

Zaradi neustreznega vzdrževanja pretočnosti strug vodotokov se jim zmanjša njihova pretočnost ter funkcionalnost varovalnih objektov v strugi. S tem zmanjševanjem pretočnosti struge lahko pride do poplav, preusmeritve toka ter do zaježitve in porušitve rečnih bregov. Poleg tega je potrebno omeniti, da se je v preteklosti vodotokom jemal njihov prostor. Tako so vodotoke najpogosteje s številnimi regulacijami in vodnogospodarskimi ureditvami »ujeli« v ozka korita struge z visokovodnimi nasipi. Zaradi sanacije nepravilnih ukrepov v vodotokih so se tako potem v preteklosti odločili za zavestno zaraščanje vodotokov. S tem so vodotokom ohranili samočistilno sposobnost in biološko raznovrstnost ter preprečevali erozijo, vendar vodi vodotoka zmanjševali njeno hitrost toka in strugi zmanjšali velikost prevodnosti vode.

Za primerno vodnogospodarsko ureditev območij pomembnega vpliva poplav v RS na porečju reke Mure je bilo potrebno najprej dobro spoznati reko Muro s pritoki. V Sloveniji ima reka Mura velik desni pritok (reka Ščavnica) in velik levi pritok (reka Ledava). Območja pomembnega vpliva poplav v RS na porečju reke Mure so Sladki vrh, Gornja Radgona, Odranci ter Lendava. Za posamezno območje smo izdelali več predlogov rešitve proti visokim vodam oziroma poplavam. Na podlagi kriterijev, omenjenih v nalogi, smo med vsemi rešitvami izbrali eno, po našem mnenju najprimernejšo ureditev za vsako območje posebej.

Za ureditev poplavno ogroženi območji Sladki vrh in Gornja Radgona je bilo potrebno obravnavati reko Muro. Na podlagi površin prečnih profilov obstoječe struge reke smo izračunali prevodnost korita struge. Za prevodnost 1000-letnih visokih voda ($Q_{1000} = 1797,3 \text{ m}^3/\text{s}$) bi na ureditvenem območju Sladki vrh bilo potrebno od leve brežine struge vodotoka zgraditi visokovodni nasip. Nasip bi moral biti od leve brežine struge reke odmaknjen za

220,00 m in visok 2,86 m. Groba ocena ureditve reke Mure na tem območju bi znašala 256.250,00 € brez potrebnih gradbenih in negradbenih del za izvedbo razširitve struge.

Na poplavno ogroženem območju Gornje Radgone smo se odločili za ukrep razširitve struge vodotoka. Za doseganje prevodnosti 1000-letnih visokih voda ($Q_{1000} = 1875,20 \text{ m}^3/\text{s}$) bi bilo potrebno strugo na razdalji 200,00 m v prečnem profilu P2 obravnavanega območja razširiti za 7,41 m. Ostali prečni profili obravnavanega območja prevajajo 1000-letne visoke vode. Groba ocena ureditve oziroma odkupa ureditvenega območja reke Mure na tem območju bi znašala 481,00 € brez potrebnih gradbenih in negradbenih del za izvedbo razširitve struge.

Za ureditev poplavno ogroženega območja vasi Odranci je bilo potrebno obravnavati in analizirati potok Črnec. Na podlagi izmerjenih prečnih profilov vodotoka na terenu in izračunov bi bilo potrebno strugo potoka razširiti za 20,00 m. S tem bi dosegli prevodnost 100-letnih visokih voda, ki znašajo $Q_{100} = 33,00 \text{ m}^3/\text{s}$. Groba ocena ureditve potoka Črnec na tem območju bi znašala 228.000,00 € brez potrebnih gradbenih in negradbenih del za izvedbo razširitve struge.

Za ureditev poplavno ogroženega območja mesta Lendava je bilo potrebno obravnavati in analizirati reko Ledavo in potok Črnec. Na reki Ledavi in potoku Črnec bi bilo potrebno izvesti povišanje višine brežine za doseganje prevodnosti visokih voda. V obeh primerih gre za relativno majhna vodotoka. Na reki Ledavi bi bilo potrebno desno brežino povišati za 0,50 m in levo brežino za 1,15 m. S tem bi dosegli prevodnost 1000-letnih visokih voda ($Q_{1000} = 173,00 \text{ m}^3/\text{s}$). Na potoku Črnec bi bilo potrebno povišati desno brežino za 0,60 m in levo za 0,70 m. S tem bi dosegli prevodnost 100-letnih visokih voda ($Q_{100} = 33,00 \text{ m}^3/\text{s}$). Za ureditev obeh vodotokov bi tako skupaj potrebovali 100.500,00 €, brez potrebnih gradbenih in negradbenih del za izvedbo povišanja struge vodotoka.

Glede na izračune grobe ocene potrebnih sredstev za ureditev poplavno ogroženih območij na porečju reke Mure bi potrebovali skupaj 585.231,00 € sredstev, brez sredstev potrebnih za izvedbo gradbenih in negradbenih del vodnogospodarskih ureditev vodotokov.

VIRI

- Banovec, P., Cverle, A. 2013. Poplavni dogodek 2012 kot validacijski dogodek za modele poplavne nevarnosti. V: 24. Mišičev vodarski dan 2013: zbornik referatov, Maribor: str. 49 – 56.
<http://mvd20.com/LETO2013/R6.pdf> (Pridobljeno 4. 9. 2014)
- Bizjak, A. 2008. Vodno načrtovanje in načrti upravljanja voda. Strokovni članek. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: str. 101 – 121.
- Brilly, M. 2013. More room for water. IHP Slovenija, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 1 str.
- Brilly., M. 2012. Ogroženost zaradi poplav v Republiki Sloveniji. V: I. Kongres o vodah Slovenije 2012: zbornik referatov, Ljubljana: str. 139 – 150.
http://ksh.fgg.uni-lj.si/kongresvoda/03_prispevki/01_vabljeniZnanstStrok/11_Brilly.pdf
(Pridobljeno 4. 9. 2014)
- Brilly, M., Šraj, M., Vidmar, A., Horvat, A., Koprivšek, M. 2011. Hidrološka študija reke Mure. Poročilo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 3 – 147.
- European Commission. 2012.
http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/CWD-2012-379_EN-Vol3_SI.pdf
(Pridobljeno 4. 9. 2014)
- Globevnik, L. neznano. Celosten pogled na vode porečja Mure in upravljanje z njimi. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: str. 93 – 105.
http://www.drustvo-geografov-pomurja.si/projekti/zborovanje/zbornik/hLidija%20Globevnik_T.pdf
(Pridobljeno 11. 9. 2014)
- Gozd in gozdarstvo. 2014.
<http://www.gozd-les.com/upravljanje-gozdov/cene-gozdov> (Pridobljeno 1. 12. 2014)
- Gozd in gozdarstvo. 2014.
<http://www.gozd-les.com/upravljanje-gozdov/cene-kmetijskih-zemljisc> (Pridobljeno 1. 12. 2014)
- Gornja Radgona. 2014.
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/opvp/OPVP_Si_61_obmocij_DOFi/54_OPVP_Gornja_Radgona.jpg (Pridobljeno 3. 11. 2014)
- Hojnik, T. 2009. Karte poplavne in erozijske nevarnosti ter omilitveni ukrepi. V: Mišičev vodarski dan 2009: str. 131 – 137.
<http://mvd20.com/LETO2009/R20.pdf> (Pridobljeno 11. 9. 2014)
- Hribar, A. 2010. Vplivi vodarskih posegov na rečno morfologijo notranje Mure. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 1 – 59.
http://drugg.fgg.uni-lj.si/284/1/VKI_0154_Hribar.pdf (Pridobljeno 4. 9. 2014)
- IzVRS. 2014. Opozorilna karta poplav.
http://www.dhd.si/poplave/IV_3_opozorilna_karta_poplav.jpg (Pridobljeno 4. 9. 2014)

Karta območij pomembnega vpliva poplav v RS. 2014.

http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/karta_obmocij_OPVP.pdf
(Pridobljeno 3. 11. 2014)

Kikec, T. 2007. Reka Mura, skriti biser Evrope.

<http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-CNKLQ226/?query=%27keywords%3Dvarstvo+voda%27&pageSize=50&language=eng>
(Pridobljeno 7. 7. 2014)

Kovačič, B., Kamnik, R., Balažič, S. 2011. Reka Mura s podporo v GIS.

<http://mvd20.com/LETO2005/R26.pdf> (Pridobljeno 7. 7. 2014)

Koren, S., Matoz, H. 2000. Delitev na povodja in podpovodja v povezavi z izvajanjem Evropske direktive o skupni politiki do voda v Sloveniji. V: Mišičev vodarski dan 2000: str. 58 – 65.

<http://mvd20.com/LETO2000/R9.pdf> (Pridobljeno 4. 9. 2014)

Ledava – največja gorička reka. 2005.

<http://www.goricko.net/staticpages/index.php?page=20040105095828326> (Pridobljeno 5. 12. 2014)

Ledava. 2014.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Ledava> (Pridobljeno 18. 9. 2014)

Leitinger, V. 2012. Hidrogeografske značilnosti porečja reke Pesnice s poudarkom na vodnogospodarskih ureditvah. Diplomsko naloga. Koper, Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije Koper: str. 25 – 55.

<https://share.upr.si/fhs/PUBLIC/diplomske/Leitinger-Violeta.pdf> (Pridobljeno 9. 9. 2014)

Lendava. 2014.

http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/opvp/OPVP_Si_61_obmocij_DOFi/17_OPVP_Lendava.jpg (Pridobljeno 3. 11. 2014)

Ljutomer. 2014.

http://kraji.eu/slovenija/ljutomer_park_1_slovenskega_tabora/slo (Pridobljeno 13. 9. 2014)

Matoz, H., Bricelj, M. 1996. Načrt ureditve povodja (NUP). V: Mišičev vodarski dan 1996: str. 1 – 7.

<http://mvd20.com/LETO1996/R1.pdf> (Pridobljeno 4. 9. 2014)

Matoz, H., Koren, S. 2010. Načrt upravljanja s povodji v Sloveniji v skladu s Prejeto Evropsko direktivo o skupni politiki do voda. V: Mišičev vodarski dan 2010: str. 53 – 57.

<http://mvd20.com/LETO2000/R8.pdf> (Pridobljeno 4. 9. 2014)

Mikoš, M. 2000. Urejanje vodotokov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 138 – 182.

Mikoš, M., Brilly, M., Ribičič, M. 2004. Poplave in zemeljski plazovi v Sloveniji. Pregledni znanstveni prispevek: str. 113 – 133.

<ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/acta/a37mm.pdf> (Pridobljeno 7. 7. 2014)

MOP RS. 2010.

<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/vode%20v%20sloveniji.pdf>
(Pridobljeno 11. 7. 2014)

Mura. 2014.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Mura> (Pridobljeno 17. 7. 2014)

Načelna vodnogospodarska zasnova za mejno Muro I. faza. 2001.

http://www.rd-mura-paloma.si/faza_porocilo.pdf (Pridobljeno 11. 7. 2014)

Novak, J. neznano. Poplavna zaščita in ukrepi ob nastopu visokih voda v porečju Mure. Murska Sobota, Agencija RS za okolje, Urad za upravljanje z vodami: str. 106 – 126.

http://www.drustvo-geografov-pomurja.si/projekti/zborovanje/zbornik/iJoze_Novak_T.pdf
(Pridobljeno 11. 9. 2014)

Občina Lendava. 2014

<http://www.lendava.si/sl/lendava-v-%C5%A1tevilkah> (Pridobljeno 3. 11. 2014)

Občina Ljutomer. 2014.

<http://www.obcinaljutomer.si/> (Pridobljeno 3. 11. 2014)

Občina Odranci. 2014.

<http://www.odranci.si/kraj-odranci/geografska-lega/> (Pridobljeno 3. 11. 2014)

Odranci. 2014.

http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/opvp/OPVP_Si_61_obmocij_DOFi/27_OPVP_Odranci.jpg (Pridobljeno 3. 11. 2014)

Poročilo o določitvi območij pomembnega vpliva poplav v Republiki Sloveniji in spremljanju aktivnosti obvladovanja poplavne ogroženosti na območjih pomembnega vpliva poplav. 2014.

http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/porocilo_OPVP.pdf
(Pridobljeno 3. 11. 2014)

Predhodna ocena poplavne ogroženosti Republike Slovenije. 2011.

http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/predhodna_ocena_poplavne_ogrozenosti.pdf (Pridobljeno 13. 10. 2014)

Prlekija. 2014.

<http://www.prlekija-on.net/lokalno/5591/vodotoki-narascajo-tudi-pri-nas.html> (Pridobljeno 8. 8. 2014)

Reberc, E. 2012. Vodnogospodarski ukrepi varstva pred poplavami. Diplomaska naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: str. 3 – 20.

Roškar, V. 2007. Krajinska ureditev reguliranega vodotoka na primeru reke Ščavnice. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: str. 4 – 55.

http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_roskar_vesna.pdf (Pridobljeno 11. 7. 2014)

Sladki vrh. 2014.

http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/opvp/OPVP_Si_61_obmocij_DOFi/58_OPVP_Sladki_vrh.jpg (Pridobljeno 3. 11. 2014)

Steinman, F. 2012. EU PROJEKT DRA-MUR-CI – WP 2 (Act. 2.3), Hydraulic study of the border reach of the Mura River (Analiza poplavljanja Mejne Mure). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 4 – 19.

Steinman, F. 1999. Hidravlika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 132 – 141.

Strassberger, S. 2007. Sonaravno urejanje voda v načrtovanju podeželskega prostora. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 7 – 88.
http://drugg.fgg.uni-lj.si/749/1/PUM_0057_Strassberger.pdf (Pridobljeno 11. 7. 2014)

Šandor, D. 2010. Možnost izkoriščanja vodnega potenciala reke Ledave. Diplomski naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko: str. 5 – 39.

Ščavnica. 2014.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/%C5%A0%C4%8Davnica> (Pridobljeno 11. 9. 2014)

Šraj, M., Brilly, M. 2000. Šifrant hidrografskih območij R Slovenije. V: Mišičev vodarski dan 2000: str. 93 – 100.

<http://mvd20.com/LETO2000/R14.pdf> (Pridobljeno 19. 7. 2014)

Štravs, L. 2014. Okvir spremljanja aktivnosti obvladovanja poplavne ogroženosti na območjih pomembnega vpliva poplav in karte poplavne nevarnosti in ogroženosti.

<http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/opvp/OPOPO.pdf>
(Pridobljeno 13. 10. 2014)

The Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG). 1998.

http://www.ecrr.org/publication/guidelines_doc6.pdf (Pridobljeno 4. 9. 2014)

Uprava RS za zaščito in reševanje. 2008. Interaktivna vizualizacija poplavnih območij za podporo interventnemu ukrepanju. str. 61- 171.

http://www.sos112.si/slo/tdocs/naloga_71.pdf (Pridobljeno 13. 10. 2014)