

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:

Zakrajšek, J., 2016. Izkoriščanje energetskega potenciala vodotokov s poudarkom na ohranjanju narave. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kryžanowski, A.): 101 str.

Datum arhiviranja: 14-09-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Zakrajšek, J., 2016. Izkoriščanje energetskega potenciala vodotokov s poudarkom na ohranjanju narave. M.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kryžanowski, A.): 101 pp.

Archiving Date: 14-09-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*

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



**PODIPLOMSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
HIDROTEHNIČNA SMER**

Kandidat:

JANEZ ZAKRAJŠEK

**IZKORIŠČANJE ENERGETSKEGA POTENCIALA
VODOTOKOV S PoudARKOM NA OHRANJANJU
NARAVE**

Magistrsko delo št.: 275

**THE EXPLOITATION OF THE ENERGY POTENTIAL
OF WATERCOURSES WITH EMPHASIS**

Graduation – Master Thesis No.: 275

Mentor:

doc. dr. Andrej Kryžanowski

Somentor:

prof. dr. Mitja Brilly

Ljubljana, 08. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisani študent Janez Zakrajšek, vpisna številka 26109341, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Izkoriščanje energetskega potenciala vodotokov s poudarkom na ohranjanju narave

IZJAVLJAM

1. Obkrožite eno od variant a) ali b)

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

V: Ljubljana

Datum: 8.9.2016

Podpis študenta:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	627.1(043.3)
Avtor:	Janez Zakrajšek, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž..
Mentor:	doc. dr. Andrej Kryžanowski
Somentor:	prof.dr. Mitja Brilly
Naslov:	Izkoriščanje energetskega potenciala vodotokov s poudarkom na ohranjanju narave
Tip dokumenta:	magistrsko delo
Obseg in oprema:	101 str., 42 pregl., 37 graf., 35 sl., 6 pril.
Ključne besede:	porečje Tržiške Bistrice, hidroenergetska raba, vrednotenje vodotokov, večkriterijska analiza, vidik privlačnosti, vidik okoljske ranljivosti

Izvleček

V magistrski nalogi je bila izvedena analiza vrednotenja vodotokov na porečju Tržiške Bistrice glede primernosti rabe vode za hidroenergetske rabe z upoštevanjem ciljev doseganja dobrega stanja in ohranjanja narave. Vrednotenje odsekov je zasnovano na način, da zagotovimo usklajevanje nacionalnih in evropskih ciljev, na primer s cilji doseganja dobrega stanja voda in ohranjanja narave (Evropska komisija, 2003). Glavna vidika pri analizi primernosti hidroenergetske rabe vode sta vidik privlačnosti in vidik okoljske ranljivosti. Medtem, ko so na eni strani prisotni kriteriji, ki določajo visoko primernosti umestitve rabe, pa je treba na drugi strani upoštevati tudi vidik ohranjanja narave. Rezultati naloge lahko lokalnim skupnostim in tudi nacionalnemu nivoju nudijo ustrezno podlago za usklajeno strateško odločanje. Območje analize primernosti hidroenergetske rabe obsega povodje Tržiške Bistrice, na katerem so bili izbrani vodotoki s prispevno površino večjo od 10 km². Cilj je torej poiskati najustreznejše lokacije umeščanja hidroenergetske rabe na treh glavnih vodotokih na porečju Tržiške Bistrice. Ustrezne lokacije so tiste, ki imajo visok hidroelektrični potencial in hkrati relativno nizko ekološko in pokrajinsko vrednost ali pa se pri njih ekološko stanje ne bi znatno poslabšalo z ustrezno uporabo hidroenergije.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	627.1(043.3)
Author:	Janez Zakrajšek, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž..
Supervisor:	Assist. Prof. Andrej Kryžanowski, Ph.D.
Cosupervisor:	Prof. Mitja Brilly, Ph.D.
Title:	The exploitation of the energy potential of watercourses with emphasis on nature conservation
Document type:	M. Sc. Thesis
Scope and tools:	101 p., 42 tab., 37 graph., 35 fig., 6 app.
Keywords:	the Tržiška Bistrica sub-basin, hydropower use, watercourses analysis, multi-criteria analysis, attractiveness, environmental vulnerability

Abstract

This master's thesis presents the analysis of the watercourses of the Tržiška Bistrica sub-basin, carried out to determine their suitability for hydropower water use and bearing in mind such objectives as the achievement of good water status and nature conservation. The analysis of watercourse sections is designed to ensure the coordination of national and European objectives with the objectives of achieving good water status and nature conservation (European Commission, 2003). The two main aspects of the hydropower water use suitability analysis are the aspects of attractiveness and environmental vulnerability. Account must be taken of the criteria determining the suitability for inclusion on the one hand and of nature conservation on the other hand. The results of this thesis can provide an appropriate basis for balanced strategic planning at local community level as well as at national level. The hydropower suitability analysis area covers the area of the Tržiška Bistrica river basin and includes watercourses with contributory areas larger than 10 km². The objective is therefore to identify the most suitable locations for positioning hydropower systems along the three main watercourses that make up the Tržiška Bistrica sub-basin. Suitable locations have high hydropower potential and relatively low ecological and landscape value and, though appropriate use of hydropower, would not have a significant negative ecological impact.

ZAHVALA

Zahvaljujem se moji družini, ki me je ves čas podpirala v celotnem procesu študija.

KAZALO VSEBINE

IZJAVE	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA.....	V
KAZALO VSEBINE.....	VII
1 UVOD.....	1
2 IZHODIŠČA IN CILJI NALOGE.....	2
2.1 Stanje in problematika.....	2
2.2 Zakonski okvirji in usmeritve	2
2.3 Metoda dela.....	3
2.4 Izhodišča naloge.....	4
2.5 Delovni proces naloge.....	4
2.6 Uporabljena oprema.....	5
3 HIDROGRAFSKE IN HIDROLOŠKE LASTNOSTI POREČJA TRŽIŠKE BISTRICE	6
3.1 Hidrološka slika porečja Tržiške Bistrice	6
3.1.1 Hidrografske značilnosti porečja.....	7
3.1.2 Hidravlična prevodnost in pokrovnost tal	8
3.2 Meteorološki podatki.....	9
3.2.1 Padavinske postaje	9
3.2.2 Maksimalne dnevne padavine	10
3.2.3 Analiza nalivev	11
3.2.4 Padavine – uporabljene v hidrološkem modelu.....	12
3.3 Hidrološki podatki.....	12
3.3.1 Padavinske situacije	14
3.3.2 Visoke vode Tržiške Bistrice	26
4 RABA VODE NA POREČJU TRŽIŠKE BISTRICE.....	29
4.1 Raba vode za proizvodnjo električne energije na porečju Tržiške Bistrice	29
4.2 Analiza proizvedenih letnih količin električne energije.....	31
5 OPIS METODE ZA PRESOJO PRIMERNOSTI HIDROENERGETSKE RABE VODE..	35
5.1 Način določanja alternativ.....	37
5.2 Način ocenjevanja	38
5.3 Vidiki in kriteriji.....	40
5.4 Določitev ocenjevalnih funkcij	40
5.5 Določevanje pomembnosti izbranih kriterijev	41

5.6	Izračuni in rezultati.....	42
6	PRIDOBIVANJE PODATKOV IN PODPORA ORODJA.....	43
6.1	Območje in obseg analize.....	43
6.2	Pridobivanje podatkov in podpora informacijska orodja.....	44
7	MODELIRANJE PRIMERNOSTI HIDROENERGETSKE RABE NA POREČJU TRŽIŠKE BISTRICE	46
7.1	Določitev alternativ – odsekov	46
7.2	Kriteriji za izračun primernosti hidroenergetske rabe	47
8	OPIS KRITERIJEV, KI DOLOČAJO VIDIK PRIVLAČNOSTI	49
8.1	Določanje razpoložljivega hidroenergetskega potenciala Tržiške Bistrice	49
8.1.1	Določitev ocenjevalne funkcije za hidroenergetski potencial	50
8.1.2	Primerjava izračunanega hidroenergetskega potenciala med vodotoki	52
8.2	Oddaljenost od jezov in pregrad	53
8.3	Oddaljenost od obstoječih HE in mHE.....	55
8.4	Oddaljenost od prometne infrastrukture	56
8.5	Oddaljenost od elektroenergetskega omrežja	58
8.6	Plazljivo območje	60
8.7	Erozijsko območje	61
9	OPIS KRITERIJEV, KI DOLOČAJO OKOLJSKO RANLJIVOST.....	63
9.1	Hidromorfološka spremenjenost odseka.....	63
9.2	Oddaljenost od drstišča.....	65
9.3	Natura 2000	67
9.4	Naravna vrednota.....	69
9.5	Ekološko pomembno območje	71
9.6	Zavarovano območje	73
10	OBMOČJA IZVZETE RABE.....	76
10.1	Dovžanova soteska	76
10.2	Referenčni odseki po vodni direktivi.....	77
11	IZRAČUN OBEH VIDIKOV IN PRIMERNOSTI RABE.....	79
11.1	Rezultati vidika privlačnosti za hidroenergetsko rabo.....	79
11.1.1	Izračunan kriterij hidroenergetski potencial (K1):.....	80
11.1.2	Oddaljenost od jezov in pregrad (K2)	80
11.1.3	Oddaljenost od obstoječih malih hidroelektrarn (K3)	80
11.1.4	Oddaljenost od prometne infrastrukture (K4).....	81
11.1.5	Oddaljenost od elektroenergetskega omrežja (K5).....	81
11.1.6	Plazljivo območje (K6).....	81

11.1.7	Erozijsko območje (K7)	81
11.2	Izračunana vrednost odseka za vidik privlačnosti	82
11.3	Rezultati vidika okoljske ranljivosti za hidroenergetsko rabo	82
11.3.1	Hidromorfološka spremenjenost odseka	82
11.3.2	Oddaljenost od drstišča	83
11.3.3	Natura 2000	83
11.3.4	Naravna vrednota	83
11.3.5	Ekološko pomembna območja	83
11.3.6	Zavarovana območja	83
11.4	Izračunana vrednost odseka za okoljsko ranljivost	84
11.5	Izračunana primernost odseka za hidroenergetsko rabo.....	84
12	NAJPRIMERNEJŠE LOKACIJE ZA UMESTITEV HIDROENERGETSKE RABE	85
12.1	Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici.....	87
12.2	Najprimernejše lokacije na Mošeniku.....	91
12.3	Najprimernejše lokacije na Lomščici	93
12.4	Verifikacija rezultatov na terenu	94
13	ZAKLJUČEK	96
14	POVZETEK.....	97
15	SUMMARY	98
VIRI.....		99

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Hidrografske značilnosti podporečij	7
Preglednica 2: Dolžina glavnega vodotoka na odseku med vozliščema in povprečni padec glavnega vodotoka na odseku med vozliščema	8
Preglednica 3: Hidravlična prevodnost in pokrovnost tal za območje porečja Tržiške Bistrice	9
Preglednica 4: Seznam obravnavanih padavinskih postaj (IzVRS, 2013)	10
Preglednica 5: Maksimalne in povprečne višine maksimalnih dnevnih padavin (mm) na posamezni padavinski postaji ter višina maksimalnih dnevnih padavin s 100-letno povratno dobo (mm) (IzVRS, 2013).....	11
Preglednica 6: Verjetnostna analiza nalivov s postaje Lesce-Hlebce za obdobje 1964-2004. Vrednosti padavin s povratno dobo 10, 100 in 500 let (IzVRS, 2013)	12
Preglednica 7: Padavine uporabljene v modelu – korigirane na podlagi metode izohiet (IzVRS, 2013)	12
Preglednica 8: Rezultati verjetnostne analize pretokov za povratno dobo 10, 100 in 500 let (IzVRS, 2013).....	13
Preglednica 9: Dnevna količina padavin 18. in 19.9.2007 (IzVRS, 2013).....	15
Preglednica 10: Urne vrednosti padavin na ombrogrfskih postajah (mm) (IzVRS, 2013).....	15
Preglednica 11: Maksimalne padavine glede na trajanje na postaji Lesce-Hlebce in ocenjena povratna doba (IzVRS, 2013).....	16
Preglednica 12: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Tržič - elektrarna (IzVRS, 2013)...	16
Preglednica 13: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Podljubelj (IzVRS, 2013)	16
Preglednica 14: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Jelendol (IzVRS, 2013)	16
Preglednica 15: Dnevna količina padavin od 17. do 20.9.2010 (IzVRS, 2013).....	20
Preglednica 16: Maksimalne padavine 17. do 20.9.2010 glede na trajanje na postaji Lesce-Hlebce in ocenjena povratna doba (IzVRS, 2013).....	20
Preglednica 17: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Podljubelj (IzVRS, 2013)	20
Preglednica 18: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Jelendol (IzVRS, 2013)	20
Preglednica 19: Dnevna količina padavin od 27. oktobra do 6. novembra 2012 (IzVRS, 2013).....	23
Preglednica 20: Pokrovnost tal na porečju Tržiške Bistrice	27
Preglednica 21: Hidravlična prevodnost tal na porečju Tržiške Bistrice.....	27
Preglednica 22: Izračunani izhodiščni vhodni podatki modela (CN in Tp)	27
Preglednica 23: Vrednosti maksimalnih pretokov s povratno dobo 100 let	28
Preglednica 24: Podeljene vodne pravice za rabo voda na porečju Tržiške Bistrice (ARSO, 2014)	29
Preglednica 25: Podatki o dejanski distribuirani količini električne energije (kWh) na mHE na porečju Tržiške Bistrice.....	32
Preglednica 26: Razmerje (%) med proizvedeno električno energijo in letno količino iz koncesijske pogodbe za posamezno mHE na porečju Tržiške Bistrice	33
Preglednica 27: Analizirani vodotoki s prispevno površino večjo od 10 km ²	44
Preglednica 28: Vodomerne postaje na porečju Tržiške Bistrice	44
Preglednica 29: Kriteriji privlačnosti in ranljivosti ter njihove uteži (IzVRS, 2015).....	47
Preglednica 30: Razporeditev HE potenciala odsekov po posameznih razredih.....	51
Preglednica 31: Primerjava povprečnega HE potenciala med vodotoki.....	52
Preglednica 32: Vodna infrastruktura na porečju Tržiške Bistrice.....	53
Preglednica 33: Razdelitev odsekov glede na oceno kriterija oddaljenost od prečnih objektov	55
Preglednica 34: Razdelitev odsekov vodotokov glede na oceno EMK	64
Preglednica 35: Primerjava hidromorfološke spremenjenosti med vodotoki	65
Preglednica 36: Porazdelitev območja Nature 2000 po odsekih vodotokov	68

Preglednica 37: Porazdelitev območij naravnih vrednot po vodotokih.....	71
Preglednica 38: Porazdelitev ekološko pomembnih območij po vodotokih	72
Preglednica 39: Rezultati vidika privlačnosti za hidroenergetske rabo po odsekih	80
Preglednica 40: Rezultati vidika okoljske ranljivosti za hidroenergetske rabo po odsekih	82
Preglednica 41: Razpon ocen po razredih primernosti HE rabe.....	86
Preglednica 42: Rezultat analize primernosti – 10 najbolj ugodnih lokacij za hidroenergetske rabo.....	87

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Histogram padavin postaje Davča (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	17
Grafikon 2: Histogram padavin postaje Zgornje Jezersko (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	17
Grafikon 3: Histogram padavin postaje Javorniški Rovt (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	18
Grafikon 4: Histogram padavin postaje Lesce-Hlebce (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	18
Grafikon 5: Hidrogram odтока Tržiške Bistrice v.p. Preska z maksimalno izmerjeno konico 115,7 m ³ /s in histogramom padavin postaj Lesce za situacijo 18-21.9.2007 (IzVRS, 2013)	19
Grafikon 6: Histogram padavin postaje Davča (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	21
Grafikon 7: Histogram padavin postaje Zgornje Jezersko (16.9.2010 08:00 – 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	21
Grafikon 8: Histogram padavin postaje Javorniški Rovt (16.9.2010 08:00 – 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	21
Grafikon 9: Histogram padavin postaje Lesce (16.9.2010 08:00-19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	22
Grafikon 10: Hidrogram odтока Tržiške Bistrice v.p. Preska z maksimalno izmerjeno konico 95,5 m ³ /s in histogramom padavin postaj Lesce za situacijo 16.9. - 21.9.2010 (IzVRS, 2013)	22
Grafikon 11: Količina padavin na postaji Lesce-Hlebce v polurnem intervalu (26.10.-6.11.2012) (IzVRS, 2013)	23
Grafikon 12: Histogram padavin postaje Davča (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	24
Grafikon 13: Histogram padavin postaje Zgornje Jezersko (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	24
Grafikon 14: Histogram padavin postaje Javorniški Rovt (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	25
Grafikon 15: Histogram padavin postaje Lesce-Hlebce (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	25
Grafikon 16: Hidrogram odтока (val 3) z maksimalno izmerjeno konico 68,3 m ³ /s in histogramom padavin postaj Lesce–Hlebce in Zgornje Jezersko za situacijo 5.-6.11.2012 (IzVRS, 2013)	26
Grafikon 17: Prikaz proizvedene električne energije na obstoječih mHE na porečju Tržiške Bistrice	30
Grafikon 18: Izkoriščenost hidroenergetskega potenciala mHE na porečju Tržiške Bistrice	34
Grafikon 19: Opredelitev metode in načina ocenjevanja variant na podlagi primera z dvema vidikoma	39
Grafikon 20: Ocenjevanje alternativ	41
Grafikon 21: Ocenjevalna funkcija za HE potencial (MWh/leto)	51
Grafikon 22: Razporeditev HE potenciala odsekov po posameznih razredih	52
Grafikon 23: Primerjava povprečnega HE potenciala med vodotoki	53
Grafikon 24: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od prečnega objekta	55
Grafikon 25: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od obstoječe mHE	56
Grafikon 26: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od ceste	58
Grafikon 27: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od najbližjega elektro omrežja	60
Grafikon 28: Ocenjevalna funkcija za nevarnost plazljivosti	61
Grafikon 29: Ocenjevalna funkcija za nevarnost erozije	61
Grafikon 30: Ocenjevalna funkcija za HM spremenjenost vodotoka	64
Grafikon 31: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od drstišč	67

Grafikon 32: Ocenjevalna funkcija za območje Nature 2000 v odvisnosti od vode	69
Grafikon 33: Ocenjevalna funkcija za območja naravnih vrednot	71
Grafikon 34: Ocenjevalna funkcija za ekološko pomembna območja	73
Grafikon 35: Ocenjevalna funkcija za zavarovana območja	75
Grafikon 36: Porazdelitev ocen primernosti hidroenergetske rabe od najmanjše do največje	85
Grafikon 37: Primerjava primernosti rabe odsekov med vodotoki	86

KAZALO SLIK

Slika 1: Razdelitev investicije na strateško, prostorsko načrtovalsko in izvedbeno fazo z zaključno fazo vzdrževanja in obratovanja (IzVRS, 2015)	4
Slika 2: Skica situacije porečja Tržiške Bistrice z oznakami	8
Slika 3: Lokacija vodomerne postaje Preska (Piso, 2016)	13
Slika 4: Lokacije malih hidroelektrarn na porečju Tržiške Bistrice	31
Slika 5: Hidroenergija in ekosistemi v alpski regiji: področje konfliktov, ki povzročata pritiske in pričakovanja (Alpska konvencija, 2011)	35
Slika 6: Trije sestavni vidiki trajnosti (Alpska konvencija, 2011)	36
Slika 7: Koraki pri večkriterijski analizi	37
Slika 8: Način določanja alternativ - odseki vodotokov v izbrani dolžini (IzVRS, 2015)	38
Slika 9: Opredelitev metode na podlagi dveh glavnih vidikov (Alpska konvencija, 2011)	40
Slika 10: Vodotoki s prispevno površino večjo od 10 km ²	43
Slika 11: Določanje vrednosti hidrotehničnega potenciala za posamezen odsek	50
Slika 12: Prečni objekti na porečju Tržiške Bistrice	54
Slika 13: Prometna infrastruktura na porečju Tržiške Bistrice	57
Slika 14: Elektroenergetsko omrežje na porečju Tržiške Bistrice	59
Slika 15: Erozijska območja na porečju Tržiške Bistrice	62
Slika 16: Hidromorfološka spremenjenost vodotokov na porečju Tržiške Bistrice	63
Slika 17: Drstišča na porečju Tržiške Bistrice	66
Slika 18: Območje Nature 2000 na porečju Tržiške Bistrice	68
Slika 19: Naravne vrednote na porečju Tržiške Bistrice	70
Slika 20: Ekološko pomembna območja na porečju Tržiške Bistrice	72
Slika 21: Zavarovana območja na porečju Tržiške Bistrice	74
Slika 22: Območje izvzete rabe – Dolžanova soteska	77
Slika 23: Referenčni odseki brez bioloških obremenitev na porečju Tržiške Bistrice (zeleno obarvana odseka) (Atlas okolja, 2016)	78
Slika 24: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odseki 494-496 (Piso, 2016)	88
Slika 25: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odseki 494-496 – hibridna karta (Piso, 2016)	88
Slika 26: Najbolje ocenjen odsek po analizi primernosti - odsek 495	89
Slika 27: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odsek 440 (Piso, 2016)	89
Slika 28: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odsek 506	90
Slika 29: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odsek 512	91
Slika 30: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 134 (Piso, 2016)	91
Slika 31: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 134 – pogled gorvodno	92
Slika 32: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 170 (Piso, 2016)	93
Slika 33: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 170 – pogled gorvodno	93
Slika 34: Najprimernejše lokacije na Lomščici – odsek 35 (Piso, 2016)	94
Slika 35: Najprimernejša lokacija - analiza in teren – pogled dolvodno	95

LIST OF TABLES

Table 1: Hydrographic sub-basin features	7
Table 2: The length of the main watercourse in the section between the nodes and the average drop in the main watercourse in the section between the nodes	8
Table 3: Hydraulic conductivity and ground cover for the Tržiška Bistrica basin	9
Table 4: List of precipitation stations (IzVRS, 2013)	10
Table 5: Maximum and average amount of maximum daily precipitation (mm) at each precipitation station and the level of maximum daily precipitation with a 100-year return period (mm) (IzVRS, 2013)	11
Table 6: Probabilistic analysis of rainfall from the Lesce-Hlebce station for the period 1964-2004. The values of rainfall with a return period of 10, 100 and 500 years (IzVRS, 2013)	12
Table 7: Precipitation used in the model - corrected by the isohyetal method (IzVRS, 2013)	12
Table 8: The results of probabilistic analysis of flows for a return period of 10, 100 and 500 years (IzVRS, 2013)	13
Table 9: Daily rainfall of 18 and 19 September 2007 (IzVRS, 2013).....	15
Table 10: Hourly values of rainfall obtained from recording raingauges (mm) (IzVRS, 2013).....	15
Table 11: Maximum precipitation for a given duration at the Lesce-Hlebce station and estimated return period (IzVRS, 2013)	16
Table 12: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Tržič - elektrarna station (IzVRS, 2013)	16
Table 13: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Podljubelj station (IzVRS, 2013)	16
Table 14: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Jelendol station (IzVRS, 2013)	16
Table 15: Daily rainfall from 17 to 20 September 2010 (IzVRS, 2013).....	20
Table 16: Maximum rainfall from 17 to 20 September 2010 in relation to a given duration at the Lesce-Hlebce station and estimated return period (IzVRS, 2013)	20
Table 17: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Podljubelj station (IzVRS, 2013)	20
Table 18: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Jelendol station (IzVRS, 2013)	20
Table 19: Daily rainfall from 27 October to 6 November 2012 (IzVRS, 2013)	23
Table 20: Land cover in the Tržiška Bistrica basin.....	27
Table 21: Hydraulic conductivity of soils in the Tržiška Bistrica basin	27
Table 22: Model inputs (CN and Tp).....	27
Table 23: The values for maximum flows with a return period of 100 years	28
Table 24: Granted water rights for water use in the Tržiška Bistrica basin (ARSO, 2014).....	29
Table 25: Actual distributed amount of electricity (kWh) per small hydro power in the Tržiška Bistrica basin	32
Table 26: The ratio (%) between the electricity generated and the annual volume from concession contracts for each SHP on the Tržiška Bistrica basin	33
Table 27: Streams with a catchment area of more than 10 km ²	44
Table 28: Hydrological stations of the Tržiška Bistrica basin	44
Table 29: The criteria of attractiveness and vulnerability and their weights (IzVRS, 2015).....	47
Table 30: Distribution of hydroelectric potential of river segments for individual classes	51
Table 31: Comparison of the average hydropower potential of watercourses	52
Table 32: Water infrastructure in the Tržiška Bistrica basin.....	53
Table 33: Classification of sections according to the assessment criteria of the distance from the transverse objects	55
Table 34: Classification of watercourse sections according to the EMC	64
Table 35: Comparison of hydromorphological alterations of watercourses	65

Table 36: Distribution of the Natura 2000 area by sections of the streams	68
Table 37: Distribution of areas of valuable natural features by watercourses	71
Table 38: Distribution of ecologically important areas by watercourses	72
Table 39: The results of the attractiveness of hydropower use aspect by segments	80
Table 40: The results of environmental vulnerability of hydropower use aspect by segments	82
Table 41: The range of estimates by hydropower use suitability	86
Table 42: The result of the suitability analysis- 10 of the most attractive sites for hydroelectric power use	87

LIST OF GRAPHS

Graph 1: Histogram of precipitation at the Davča station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	17
Graph 2: Histogram of precipitation at the Zgornje Jezersko station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	17
Graph 3: Histogram of precipitation at the Javorniški Rovt station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	18
Graph 4: Histogram of precipitation at the Lesce-Hlebce station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)	18
Graph 5: Runoff hydrograph for the Tržiška Bistrica - Preska gauging station with the maximum measured peak of 115.7 m ³ /s and the histogram of precipitation at the Lesce station for the situation 18.-21.9.2007 (IzVRS, 2013)	19
Graph 6: Histogram of precipitation at the Davča station (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	21
Graph 7: Histogram of precipitation at the Zgornje Jezersko station (16.9.2010 08:00 – 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	21
Graph 8: Histogram of precipitation at the Javorniški Rovt (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	21
Graph 9: Histogram of precipitation at the Lesce station (16.9.2010 08: 00-19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)	22
Graph 10: Runoff hydrograph for the Tržiška Bistrica - Preska gauging station with the maximum measured peak 95.5 m ³ /s and the histogram of precipitation at the Lesce stations 16.9 for the situation. (16.9. - 21.9.2010) (IzVRS, 2013)	22
Graph 11: Precipitation at the station Lesce-Hlebce station in a half-hour interval (26.10.-11.06.2012) (IzVRS, 2013)	23
Graph 12: Histogram of precipitation at the Davča station (4.11. 2012 02:00 to 6:11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	24
Graph 13: Histogram of precipitation at the Zgornje Jezersko station (4.11. 2012 02:00 to 6:11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	24
Graph 14: Histogram of precipitation at the Javorniški Rovt station (4.11. 2012 02:00 to 6:11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	25
Graph 15: Histogram of precipitation at the Lesce-Hlebce station (4.11. 2012 02:00 to 6:11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)	25
Graph 16: Runoff hydrograph (wave 3) with the maximum measured peak of 68.3 m ³ /s and the histogram of precipitation at the Lesce-Hlebce and Zgornje Jezersko stations for the situation 5-11/06/2012 (IzVRS, 2013)	26
Graph 17: Only the electricity produced at the existing SHPs in the Tržiška Bistrica basin	30
Graph 18: Utilization of hydroelectric potential in the Tržiška Bistrica basin	34
Graph 19: Definition of methods and ways of evaluation of variants based on example with two aspects	39
Graph 20: Evaluating alternatives	41
Graph 21: The evaluation function for the hydroelectric potential (MWh/year)	51
Graph 22: Distribution of hydropower potential segments into individual classes	52
Graph 23: Comparison of the average hydropower potential of watercourses	53
Graph 24: The evaluation function for the distance from the transverse in-stream structure	55
Graph 25: The evaluation function for the distance from existing sHEPs	56
Graph 26: The evaluation function for the distance from the road	58

Graph 27: The evaluation function for the distance from the nearest electrical grid	60
Graph 28: The evaluation function for the landslide danger	61
Graph 29: The evaluation function for the erosion risk.....	61
Graph 30: The evaluation function for the hydromorphological alteration.....	64
Graph 31: The evaluation function for the distance from the spawning grounds.....	67
Graph 32: The evaluation function for Natura 2000 sites, depending on the water	69
Graph 33: The evaluation function for areas of natural values	71
Graph 34: The evaluation function for ecologically important areas	73
Graph 35: The evaluation function for protected areas	75
Graph 36: Distribution of hydropower suitability assessment from smallest to largest.....	85
Graph 37: Comparison of suitability for hydropower use by river segments.....	86

LIST OF FIGURES

Figure 1: Distribution of investments into strategic, spatial planning and implementation phases with the final operations and and maintenance phase (IzVRS, 2015).....	4
Figure 2: Tržiška Bistrica basin with labels	8
Figure 3: Location of the Preska water gauging station (Piso, 2016)	13
Figure 4: Locations od small hydropower plants locations in the Tržiška Bistrica basin	31
Figure 5: Hydropower and ecosystems in the Alpine region: the area of conflict, causing pressures and expectations (Alpine Convention, 2011).....	35
Figure 6: Three integral aspects of sustainability (Alpine Convention, 2011).....	36
Figure 7: Multi-Criteria Analysis steps	37
Figure 8: The method of determining alternatives – watercourse sections in the selected length	38
Figure 9: Definition of methods based on two main aspects (Alpine Convention, 2011)	40
Figure 10: Watercourses with a catchment area of more than 10 km ²	43
Figure 11: Determining the value of other hydraulic potential for each segment	50
Figure 12: Transverse structures in the Tržiška Bistrica basin.....	54
Figure 13: Transport infrastrucutre in the Tržiška Bistrica basin.....	57
Figure 14: The electricity grid in the Tržiška Bistrica basin	59
Figure 15: Erosion areas in the Tržiška Bistrica basin	62
Figure 16: Hydromorphological alteration of watercourses in the Tržiška Bistrica basin	63
Figure 17: Spawning grounds in the Tržiška Bistrica basin.....	66
Figure 18: Natura 2000 area in Tržiška Bistrica basin	68
Figure 19: Natural values in the Tržiška Bistrica basin	70
Figure 20: Ecologically important areas in the Tržiška Bistrica basin.....	72
Figure 21: Protected areas in the Tržiška Bistrica basin	74
Figure 22: Exempt use area – Dovžanova soteska	77
Figure 23: Reference sections without biological load in the Tržiška Bistrica basin (Atlas okolja, 2016)	78
Figure 24: The preferred location: Tržič Bistrica - sections 494-496 (Piso, 2016).....	88
Figure 25: The preferred location: Tržič Bistrica - sections 494-496 - hybrid view (Piso, 2016)	88
Figure 26: Top rated section according to the suitability analysis - section 495	89
Figure 27: The preferred location: Tržič Bistrica – section 440 (Piso, 2016).....	89
Figure 28: The preferred location: Tržiška Bistrica – section 506.....	90
Figure 29: The preferred location: Tržiška Bistrica – section 512.....	91
Figure 30: The preferred location: Mošenik - section 134 (Piso, 2016)	91
Figure 31: The preferred location: Mošenik - section 134 - upstream view	92
Figure 32: The preferred location Mošenik - section 170 (Piso, 2016).....	93
Figure 33: The preferred location Mošenik: section 170 – upstream view	93
Figure 34: The preferred location: Lomščica - section 35 (Piso, 2016).....	94
Figure 35: The preferred location - the analysis and terrain - downstream view	95

1 UVOD

Voda je osnovni vir življenja in obenem potencial našega razvoja. Z vodami je potrebno delati skrbno, celovito in trajnostno. V Sloveniji je prisoten velik hidroenergetski potencial, to predvsem velja za alpske regije. V to regijo spada tudi porečje Tržiške Bistrice. Zaradi visokega potenciala hidroenergije na eni strani in prizadevanj za ohranitev ekosistemov in pokrajine na drugi strani povzroča uporaba malih hidroelektrarn v alpskih predelih nasprotje interesov med zagovorniki uporabe obnovljivih virov energije in tistimi, ki si prizadevajo zaščititi vodne ekosisteme. Na podlagi teh tez je cilj naloge prepoznati potencialno primerne rečne odseke za hidroenergetsko rabo z najmanjšim možnim vplivom na okoljske cilje.

V sklopu magistrske naloge je bila pripravljena analiza vrednotenja vodotokov na porečju Tržiške Bistrice glede primernosti rabe vode za hidroenergetsko rabo z upoštevanjem ciljev doseganja dobrega stanja in ohranjanja narave. Rezultati naloge lahko lokalnim skupnostim in tudi nacionalnemu nivoju nudijo ustrezno podlago za usklajeno strateško odločanje. Vrednotenje odsekov je zasnovano na način, da zagotovimo usklajevanje nacionalnih in evropskih ciljev, na primer s cilji doseganja dobrega stanja voda in ohranjanja narave (Evropska komisija, 2003). Glavna vidika pri analizi primernosti hidroenergetske rabe sta vidik privlačnosti in vidik okoljske ranljivosti. Medtem, ko so na eni strani prisotni kriteriji, ki določajo visoko primernosti umestitve rabe, pa je treba na drugi strani upoštevati tudi vidik ohranjanja narave.

Metoda, po kateri je določena primernost hidroenergetske rabe sledi že pripravljenim smernicam (Alpska konvencija, 2011; ICPDR, 2013), ki so bile pripravljene kot podlaga za trajnostno načrtovanje hidroenergetske rabe v skladu z okoljskimi cilji.

Območje analize primernosti hidroenergetske rabe obsega povodje Tržiške Bistrice, na katerem so bili izbrani vodotoki s prispevno površino večjo od 10 km² (Priloga A). Mreža hidroenergetske rabe na porečju Tržiške Bistrice je sicer gosta, vseeno pa je na nekaterih odsekih slaba izkoriščenost vodotokov, kjer je raba že prisotna. Zaradi naravnih danosti so vodotoki na porečju Tržiške Bistrice sicer zelo primerni za gospodarsko izkoriščanje vode, vendar pa je pri umeščanju rab v prostor potrebno slediti tudi ciljem ohranjanja narave. Temu sledi tudi raziskava v magistrski nalogi, da upošteva tako vidik privlačnosti, a je na drugi strani potrebno upoštevati tudi pomen ohranjanja narave. Cilj je torej poiskati najustreznejše lokacije umeščanja hidroenergetske rabe. Ustrezne lokacije so tiste, ki imajo visok hidroelektrični potencial in hkrati relativno nizko ekološko in pokrajinsko vrednost ali pa se pri njih ekološko stanje ne bi znatno poslabšalo z ustrezno uporabo hidroenergije.

Poudariti je potrebno, da končni rezultati primernosti odsekov za hidroenergetsko rabo ne pomeni tudi dejanske realizacije, ampak služi kot podlaga za odločitev o nadaljnjem podrobnem načrtovanju. Lahko se zgodi, da bi v nadaljnjem podrobnem načrtovanju ugotovili, da določen odsek vseeno ni primeren za hidroenergetsko rabo. Rezultati naloge lahko služijo kot podlaga drugemu nivoju v postopku presoje, in sicer poglobljeni lokalni oceni konkretnega projekta, pri čemer se upoštevajo merila za izgradnjo in natančna merila za specifično lokacijo, kot tudi dodatni družbeno-ekonomski vidik, pri čemer gre za celostno tehtanje vseh ustreznih meril. Ali z drugimi besedami lokacije, ki so v nalogi prepoznane kot ugodne za hidroenergetsko rabo, so lahko na pobudo morebitnega investitorja predmet nadaljnjih analiz (tehničnih, finančnih) pri umestitvi male hidroelektrarne v prostor.

2 IZHODIŠČA IN CILJI NALOGE

Izziv naloge je analizirati in poiskati tiste odseke na vodotokih Tržiške Bistrice, ki so najbolj primerni za umestitev male hidroelektrarne. Odseki, ki se izkažejo kot najbolj primerni, so lahko tudi informacija morebitnim investitorjem, ki želijo investirati v malo hidroelektrarno, a ne vedo točno, kje bi bilo to najbolj smiselno. Take strokovne podlage bi investitorjem podale oceno, kje bi bilo smiselno začeti aktivnosti prostorskega načrtovanja in kasneje tudi umestitve v prostor. Na ta način bi se povečala tudi sistematičnost pri podeljevanju vodnih pravic. Pobude za vodne pravice bi bilo potrebno obravnavati bolj celostno, v regionalnem merilu ali vsaj na ravni porečja. Eden od namenov naloge je tudi ugotoviti primernost metode, njeno objektivnost in ponovljivost. V kolikor se izkaže, da je metoda podala dobre rezultate, bi lahko na ta način primernost rabe ugotavljali tudi na preostalih porečjih in povodjih v Sloveniji. Lokalne skupnosti bi tako dobile karto prihodnje potencialne rabe, ARSO pa sistematičen pregled stanja in okoljsko ekonomsko preverjenih pobud (IzVRS, 2015).

Cilj naloge je poiskati potencialno ustreznost na podlagi primerjave med dvema vidikoma, vidikom privlačnosti in vidikom ranljivosti. Na ta način je možno prepoznati potencialno primerne rečne odseke za hidroenergetsko rabo z najmanjšim možnim vplivom na okoljske cilje. Cilj naloge je najti potencialno ustreznost rečnega odseka kot mesta za gradnjo male hidroelektrarne z regionalne, strateške perspektive. Ustreznost rečnega odseka se določa z hidroenergetskim potencialom na eni strani in ekološko vrednostjo na drugi strani. Višji kot je hidroenergetski potencial in manjša kot je ekološka vrednost, bolj je odsek ugoden za pridobivanje energije. In obratno, manjši kot je hidroenergetski potencial in višja kot je ekološka vrednost, manj ugoden je odsek za hidroenergetsko rabo. Rezultat naloge so razvrščeni odseki vodotokov v naslednje razrede primernosti: ugodno, manj ugodno, neustrezno za pridobivanje hidroenergije ter izključeno za pridobivanje hidroenergije. Kjer je mesto ugodno za pridobivanje hidroenergije, je v skladu s standardi okoljske zakonodaje gradnja malih hidroelektrarn na splošno mogoča. Na mestih, ki so za pridobivanje hidroenergije manj ugodna, je nujno preučiti dodatne vidike in pretehtati vsa ustrezna merila. Poleg usklajenosti s standardi okoljske zakonodaje bo verjetno potrebno upoštevati še druge strožje zahteve. Odseki, kjer se izkaže močan interes ohranjanja narave, pa so za pridobivanje hidroenergije neustrezni. Gradnja malih hidroelektrarn je možna le v izjemnih primerih (npr. potreba po samooskrbi). Na odsekih vodotokov je lahko izraba hidroenergije tudi izključena, prepovedana z zakonom.

Poleg analize iskanja novih lokacij za hidroenergetsko rabo je bila izdelana tudi hidrološka študija kot analiza obravnavanega območja.

2.1 Stanje in problematika

Zaradi neusklajenosti državnih inštitucij in lokalnih skupnosti imajo slednje pogosto težave pri prostorskem načrtovanju oziroma pri umeščanju posameznih rab v prostor. Za nekatera območja se nakazuje možnost in potreba po določeni rabi vode, vendar pa se postavlja vprašanje, če je smiselno pričeti s postopkom prostorskega načrtovanja, če nismo prepričani, da soglasja ali vodne pravice ne bo možno pridobiti. Ena izmed rešitev takih vprašanj so tovrstne analize, ki preliminarno lahko pokažejo, kje je smiselna umestitev rabe vode v prostorski načrt. Take podlage bi bile tudi medresorsko usklajene na državnem strateškem nivoju in do nesoglasij z lokalno skupnostjo tako morda ne bi več prihajalo.

2.2 Zakonski okvirji in usmeritve

Zakonski okvirji različnih področij so bistvena za pravilno načrtovanje. Za potrebe naloge je bilo potrebno pridobiti podatke o obstoječem stanju rabe. Slediti je potrebno tistim sektorskim ciljem, ki so vezani na vode. Pri umeščanju rabe v prostor se pojavlja glavni navzkrižni cilj, in sicer doseganje

dobrega stanja in ohranjanje narave. Za cilje ohranjanja narave in doseganja dobrega stanja voda pa je treba poiskati usklajene rešitve že v fazi strateškega načrtovanja, ko se dejansko preverjajo tudi možna odstopanja od določenih ciljev, ki pa se morajo tudi ustrezno utemeljevati. Ravno zato je pravilno, da se nova načrtovanja rabe vode in obvodnega prostora obdelajo celovito za večja območja (IzVRS, 2015).

Pri analizi je bilo potrebno upoštevati zakonske okvirje in omejitve, ki torej izhajajo iz področij doseganja ciljev dobrega stanja voda in ohranjanja narave. Na ravni Evropske unije je pomembna Okvirna direktiva o vodah (2000/60/ES), ki je prenesena v slovensko zakonodajo. Pri izvedbi naloge so predvsem pomembni Zakon o vodah (ZV-1), Zakon o ohranjanju narave in Zakon o varstvu okolja.

Na področju ohranjanja narave in varstva okolja obstaja več predpisov, ki urejajo možnosti rabe prostora. Upoštevati je bilo potrebno območja Nature 2000, ekološko pomembna območja, naravne vrednote ali zavarovana območja (parki, rezervati). V večini omenjenih predpisov prepovedi določene rabe niso natančno določene. Zato je potrebno ugotavljanje vplivov in ciljev trajnostnega razvoja, določanje ustreznih omilitvenih ukrepov in odstopanje od le-teh ter se na podlagi tega opredelitev, ali je izvedba posega v prostor smiselna. Poleg tega je možno, da so na območju obdelave, v tem primeru na porečju Tržiške Bistrice, prisotna tudi območja, ki določeno rabo dejansko prepovedujejo. Ta območja imenujemo območja izvzete rabe («no go area«).

Na porečju Tržiške Bistrice se nahaja Dovžanova soteska, ki je zavarovano območje ožjega pomena. Gre za naravni spomenik. Pogoje za ureditev Dovžanove soteske opredeljuje Odlok o občinskem podrobnem prostorskem načrtu za območje naravnega spomenika z oznako 6 T1 Dolina – Dovžanova soteska (Uradni list RS, št. 30/2013). V 34. členu odloka je navedeno, da je na ožjem zavarovanem območju prepovedano posegati v strugo in obrežje vodotoka s kakršnimikoli deli, regulacijami, akumulacijami ali pa ga hidroenergetsko izkoriščati (4. člen odloka), zato urejanje brežin za dostop do vodotoka na ožjem območju ni dopustno. Območje Dovžanove soteske torej predstavlja območje izvzete rabe.

V območje izvzete rabe spadajo tudi referenčni odseki po vodni direktivi. Na porečju Tržiške Bistrice je prisotno eno referenčno območje, in sicer pri Jelendolu. Tu raba vode za hidroenergetske namene ni možna.

Strateške odločitve glede trajnostnih ciljev rabe voda in obvodnih prostorov morajo biti usklajene na nivoju Evropske unije. Tem ciljem morajo slediti države članice in lokalne skupnosti. Nekatere strateške usmeritve pa se lahko sprejemajo tudi na nivoju regije. Tako sta sprejeta dva dokumenta na regionalnem nivoju, ki sta pomembna pri umeščanju hidroenergetske rabe v prostor:

- Splošne smernice za uporabo malih hidroelektrarn v alpskih regijah (Alpska konvencija, 2011) in
- Sustainable hydropower development in the Danube basin, Guiding principles.

2.3 Metoda dela

V magistrski nalogi je bila uporabljena metoda ocenjevanja problemov na podlagi več kriterijev. Za te kriterije je značilno, da so si med seboj lahko nasprotujoči, to pomeni, da izboljšanje zagotavljanja nekega kriterija lahko povzroči poslabšanje zagotavljanja drugega. Pomembnost kriterijev se določa z utežmi, ki predstavljajo brezdimezionalne vrednosti, ki izražajo pomembnost kriterija ter predstavljajo relativno pomembnost ciljev. Metoda sledi splošnim ciljem Alpske konvencije za uporabo malih hidroelektrarn, ki upoštevata tako energetske kot okoljske zakonodaje, in sicer povečanje proizvodnje energije iz obnovljivih virov, z izkoriščanjem hidroenergije na eni in zmanjšanje prizadetosti vodnega ekosistema in pokrajine na minimum na drugi strani.

Osnovni cilj pri vzpostavitvi metode je izbor kriterijev, zagotovitev tehničnih podlag za ocenjevanje variantnih rešitev, pripraviti ustrezna navodila za vzpostavitev ocenjevalnih funkcij in določitev uteži oz. pomembnosti izbranih kriterijev.

Osnovni namen metode dela je torej določiti primernost določenega vodotoka za izbrano rabo, v našem primeru za hidroenergetsko rabo. Določitev primernosti temelji na upoštevanju različnih vidikov. V samem postopku spremljamo vidik privlačnosti za hidroenergetsko rabo na eni strani in vidik ranljivosti na drugi strani. Ta dva vidika določata končno oceno primernosti. Večja kot je privlačnost nekega odseka in je hkrati tam tudi majhna vrednost oz. manjša ranljivost, večja je primernost odseka za rabo vode. Metodologija je podrobneje predstavljena v poglavju 5.

2.4 Izhodišča naloge

Na področju hidroenergetske rabe je potrebno dati prednost optimizaciji obstoječe infrastrukture, šele potem pa razmišljati o umestitvi nove rabe v prostor. Če je le možno, je novo rabo potrebno umestiti na tiste odseke vodotokov, ki so hidromorfološko že spremenjeni. V prejšnjem poglavju so omenjena območja izvzete rabe, torej območja, kjer raba ni možna. Ti odseki so bil izločeni na koncu, torej po izvedenem postopku ugotavljanja primernosti.

Pri postopku določanja primernosti rabe vode gre za obravnavo večjega območja. Rezultati naloge lahko služijo pri usklajevanju in odločanju na strateškem nivoju v fazi, ko se odloča, kateri odseki so primerni za podrobnejše postopke. Rezultat bo podal informacijo, kje so bolj podrobne analize prostorskega načrtovanja najbolj smiselne. Na teh odsekih se nadalje izvede tehnično načrtovanje, analiza stroškov in koristi, presoja vplivov na okolje itd. S temi dodatnimi analizami, lahko pridemo tudi do ugotovitve, da določen odsek vseeno ni primeren za hidroenergetsko rabo. Končne podlage so seveda lahko podpora tudi lokalnemu nivoju, predvsem pri umeščanju strateških ureditev v prostorske akte.

	STRATEŠKO NAČRTOVANJE				PROSTORSKO NAČRTOVANJE				IZVEDBA								VZDRŽEVANJE/ OBRATOVANJE	
PROSTORSKI/ UPRAVNI AKTI	Nacionalna strategija in programi			Akcijski in strateški načrti	Sprejemanje prostorskega načrta			Vodna pravica	Gradbeno dovoljenje							Uporabno dovoljenje		
TEH. IN PROJ. DOKUMENTACIJA		Študijske naloge/ strokovne podlage			Idejna zasnova	Idejni projekt			PGD	PZI	PZR					PID, PVOO		Poročila o stanju
OKOLJSKA DOKUMENTACIJA	Celovita presoja vplivov na okolje								Presoja vplivov na okolje									Poročila o stanju
INVESTICIJSKA DOKUMENTACIJA		Predinvesticijske študije		Dok. identif. inv. Projekta	Predinvest. zasnova		Investicijski program					Poročilo o izvajanju investicije	Novelacija IP					Poročilo o spremljanju učinkov investicije

Slika 1: Razdelitev investicije na strateško, prostorsko načrtovalsko in izvedbeno fazo z zaključno fazo vzdrževanja in obratovanja (IzVRS, 2015)

Figure 1: Distribution of investments into strategic, spatial planning and implementation phases with the final operations and and maintenance phase (IzVRS, 2015)

2.5 Delovni proces naloge

Aktivnosti naloge so razdeljene na naslednje korake:

- Inventarizacija podatkov
- Pridobivanje podatkov
- Analiza in pridobivanje dodatnih podatkov
- Validacija rezultatov in ponovne analize primernosti
- Končni rezultati
- Ugotovitev potreb po nadaljnjih aktivnostih

Analize so se vršile kabinetno z geografskimi informacijskimi orodji (ArcMap) in programi (HEC-HMS). Izvedeni so bili tudi terenski ogledi za pridobitev dodatnih podatkov in seveda na koncu za verifikacijo podatkov.

2.6 Uporabljena oprema

Za obdelavo podatkov sem uporabil programsko orodje ArcGis 10.1, del analize pa je bil izveden v orodju MS Excel. Hidrologija – analiza visokih voda je bila izvedena v hidrološkem modelu Hec-Hms.

Na terenskih ogledih mi je bila v pomoč GPS naprava, vodomerna lata in padomer (naprava za merjenje padca).

3 HIDROGRAFSKE IN HIDROLOŠKE LASTNOSTI POREČJA TRŽIŠKE BISTRICE

V sklopu analize obravnavanega območja je bila za porečje Tržiške Bistrice izdelana hidrološka študija visokih voda z določitvijo "dejanskih" maksimalnih pretokov in visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v nekaterih ključnih prerezih Tržiške Bistrice in njenih pritokih. Podatki in rezultati so prikazani za hidrološke prereze za celotno porečje Tržiške Bistrice. Del besedila v poglavju 3 je povzet iz hidrološke študije visokih vod na porečju Tržiške Bistrice za OPVP 10 – Tržič Inštituta za vode RS (Anzeljc, D., Sovre, K., Zakrajšek, J., 2013).

Za potrebe študije so bili pridobljeni in analizirani meteorološki in hidrološki podatki Agencije RS za okolje. Analiza padavin (maksimalne dnevne padavine, maksimalne padavine z različnim trajanjem 5 minut do 24 ur) je obravnavala 19 padavinskih postaj od tega 5 ombrografov. Opredeljeno je prispevno območje Tržiške Bistrice in njenih pritokov, določena so bila posamezna prispevna območja, dolžine vodotokov ter padci terena in padci vodotokov. Celotno prispevno območje Tržiške Bistrice in njenih pritokov je bilo opredeljeno na podlagi kart TTN 1:5.000 (GURS, 2013). Pokrovnost tal je bila določena s pomočjo podatkovnega sloja Corine Land Cover za Slovenijo. Odtočni potencial zemljine je bil ocenjen na podlagi rezultatov študije "Ocena hidravlične prevodnosti tal v Sloveniji za pedokartografske enote merila 1:250000" (Biotehniška fakulteta UL, 2009). Glede na pokrovnost tal in odtočni potencial je bil določen izhodiščni parameter CN (številka krivulje) za določitev padavinskih izgub po SCS metodi.

Za posamezna prispevna območja je bil izdelan hidrološki model površinskega odtoka z različico programa HEC–HMS 3.5. Visokovodni valovi so bili izrednoteni z metodo sintetičnega enotnega hidrograma po metodi SCS. Za modeliranje transformacije visokovodnega vala je bila uporabljena metoda Muskingum–Cunge. Na osnovi verjetnostne analize padavin in izdelanega hidrološkega modela so bili izračunani maksimalni odtoki v odvisnosti od padavin s povratno dobo 10, 100 in 500 let.

V študiji so obravnavane sledeče vsebine:

- opis hidrografskih, topografskih in drugih značilnosti porečja,
- analiza meteoroloških in hidroloških podatkov,
- izračun "dejanskih" pretokov in visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v izbranih hidroloških prerezih za različno trajanje padavin.

3.1 Hidrološka slika porečja Tržiške Bistrice

Tržiška Bistrica je levi pritok Save in izvira v Karavankah na zahodni strani pod Pečovnikom. Do sotočja s potokom Kališnikom (pod Jelendolom) teče v jugozahodni smeri, nato skozi Dolžanovo sotesko do Tržiča, kjer se po sotočju z Mošenikom spremeni v večjo reko in do sotočja s Savo, južno od Podnarta, teče v južni smeri. Povirje Tržiške Bistrice se razprostira med Storžiškim pogorjem in Košuto, ter med obema prečnima hrbtoma, Stegovnikom in Dobrčo, ter Begunjščico.

Tržiška Bistrica ima številne pritoke. V Trziču se ji z desne strani pridruži potok Mošenik, največji od pritokov (39,2 km²), ki teče iz severa pravokotno čez sloje v glavnem grebenu Karavank in v dolino prinaša precej odkladnin.

Z leve strani, tik pred Tržičem se v Tržiško Bistrico izliva drugi največji pritok Lomščica (19.5 km²), ki teče v podolžni, širši dolini. Ostali večji pritoki z desne strani so še Košutnik, Zali potok, Dolžanka, Kališnik in Blajšnica. Z leve pa je pomembnejši pritok še Stegovnik.

Padavinska razvodnica poteka na severu od Ravne peči (1503 m), na Rjavo peč (1614 m), po vrhovih Košute na Pečovnik (1640 m) in Stegovnik (1692 m). Nato gre preko pobočij Kriške gore in Udinega boršta na Gradišče (471 m) in od tu do sotočja Tržiške Bistrice in Save pri Podnartu. Od tu poteka

zahodna meja porečja preko Resja (512 m) in Slemenca (652 m), na vrh Vaško (1046 m) in se preko grebenov Dobrče in Begunjščice priključi razvodnici na severni meji porečja.

Prispevna površina Tržiške Bistrice do izliva v Savo znaša 144,4 km², od tega je prispevna površina kraškega območja nekaj več kot 4 km². Povprečni naklon terena Tržiške Bistrice od izvira do lokacije vodomerne postaje Preska vseskozi narašča, zaradi prispevnega območja pritokov iz Karavank, ki imajo bolj strma pobočja kot levi pritoki. Za prerez v.p. Preska je povprečni naklon terena ca 61 %. Potem se povprečni naklon terena do izliva v Savo zmanjšuje in znaša ca 55 % v prerezu vtoka v Savo.

3.1.1 Hidrografske značilnosti porečja

Hidrografske značilnosti porečja so predstavljene s površino, povprečnim padcem terena ter dolžino in povprečnim padcem vodotoka za posamezno prispevno površino. Hidrografske značilnosti so predstavljene z naslednjimi parametri:

- F..... skupna površina vodozbirnega zaledja do hidrološkega prereza (km²)
- OLS.....povprečni padec terena do prereza vodotoka (%)
- L.....hidravlična dolžina vodotoka do iztočnega profila (km)
- L..... povprečni padec glavnega vodotoka na odseku med vozliščema (%)
- L_p.....dolžina glavnega vodotoka na odseku med vozliščema (km)

Površina porečja predstavlja površino, ki jo obdaja orografska razvodnica do hidrološkega prereza. Povprečni padec terena je padec terena, merjen pravokotno na vodotok (brez upoštevanja zakraselega dela porečja), medtem ko povprečni padec vodotoka predstavlja padec premice, ki veže začetek in konec odseka vodotoka tako, da je površina trikotnika, ki ga tvorita premica in horizontala enaka površini med vzdolžnim profilom in horizontalo. Hidravlična dolžina vodotoka je najdaljša dolžina vodotoka in/ali grabna, kjer je razvidno, da se lahko tvori površinski tok.

Velikost posameznega prispevnega območja je bila določena s pomočjo podatkov o razvodnicah za raven merila 1:25000 (ARSO), razvodnic, ki smo jih določili na skanogramih državne topografske karte v merilu 1:25000 in temeljnih topografskih načrtov v merilu 1:5000 (GURS). Vrednosti padca terena, padca vodotoka in ostalih parametrov hidrografskih značilnosti so bile določene s pomočjo podatkov digitalnega modela višin DMV12,5 in modela reliefa mrežne ločljivosti 5 m, vektorizirane državne topografske karte DTK5 in temeljnih topografskih načrtov TTN5 v merilu 1:5000.

V preglednici (Preglednica 1) so prikazane hidrografske značilnosti posameznih podporečij. Pomen oznak podporečij in prerezov je razviden iz slike (Slika 2).

Preglednica 1: Hidrografske značilnosti podporečij

Table 1: Hydrographic sub-basin features

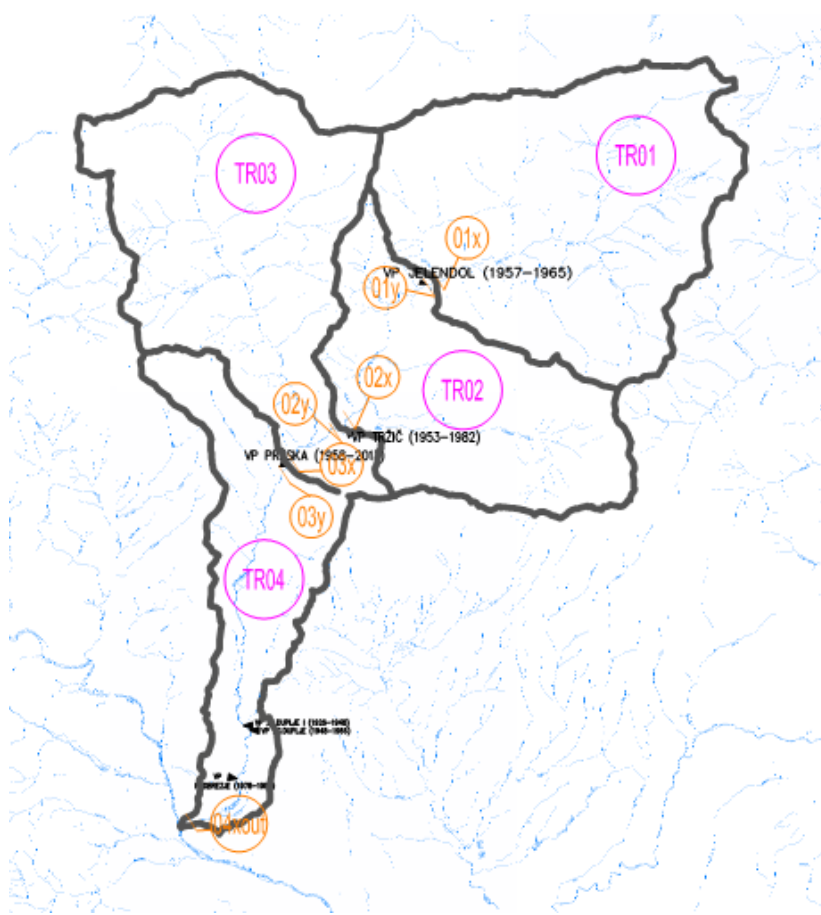
Oznaka podporečja	Vodotok	F (km ²)	OLS (%)	L (km)
TR01	Tržiška Bistrica	36,58	56,2	9,60
TR02	Tržiška Bistrica	34,18	55,6	9,08
TR03	Tržiška Bistrica	21,58	57,8	12,50
TR04	Tržiška Bistrica	16,29	51,9	15,09

V preglednici (Preglednica 2) so prikazane dolžine glavnega vodotoka in povprečni padec glavnega vodotoka na odseku med vozliščema.

Preglednica 2: Dolžina glavnega vodotoka na odseku med vozliščema in povprečni padec glavnega vodotoka na odseku med vozliščema

Table 2: The length of the main watercourse in the section between the nodes and the average drop in the main watercourse in the section between the nodes

Odsek med vozliščema	Vodotok	L_p (km)	I (%)
1y-2x	Tržiška Bistrica	10,1	3,56
2y-3x	Tržiška Bistrica	1,9	1,85
3y-4x	Tržiška Bistrica	11,5	1,02



Slika 2: Skica situacije porečja Tržiške Bistrice z oznakami
Figure 2: Tržiška Bistrica basin with labels

3.1.2 Hidravlična prevodnost in pokrovnost tal

Litološke enote Geološke karte Slovenije v merilu 1:250.000 so razdeljene na osnovi njihovih hidrogeoloških lastnosti. Vodonosniki in ostale hidrogeološke enote so razvrščene glede na tip poroznosti (medzrnska in razpoklinska ali kraška), glede na obširnost (obširni, lokalni, manjši) in glede na izdatnost (srednja do visoka izdatnost, nizka do srednja izdatnost, spremenljiva (nizka/visoka), lokalni in omejeni viri podzemne vode, brez pomembnih virov podzemne vode).

Sredogorska pokrajina je tu zelo razgibana kot posledica geološke pestrosti in goste prepreženosti s potoki, ki so razrezali površje. Dolina Tržiške Bistrice je zelo tesna in poševno zarezana v apnenice. Pobočja doline so bogato porasla z gozdom, golega skalovja je malo. Tržiški Bistrici se z desne strani

pridruži potok Mošenik, ki teče iz severa pravokotno čez sloje v glavnem grebenu Karavank in v dolino prinaša precej odkladnin. Lomščica, drugi največji pritok, pa teče v podolžni, širši dolini.

Hidravlična prevodnost tal na porečju Tržiške Bistrice je srednja do visoka, kar pomeni povprečni do nizek odtočni potencial. Zemljina ima, tudi če je nasičena, povprečno do visoko stopnjo infiltracije.

Pokrovnost tal je opredeljena večinoma kot gozd, razmeroma veliko je tudi mešanih kmetijskih površin, le teh je največ v spodnjem delu porečja Tržiške Bistrice. Predvsem v povirnih podporečjih je zastopano tudi grmovje, še manjša je pokritost s pašniki, medtem ko so urbane in industrijske površine zastopane v samem kraju Tržič. Porečje Tržiške Bistrice je 71 % pokrito z gozdom, 15 % je mešanih kmetijskih površin, 7 % urbanih površin in 3 % grmovja, medtem ko je pašnikov in industrijskih površin v manjši meri. Spodnja preglednica (Preglednica 3) prikazuje hidravlično prevodnost in pokrovnost tal posameznega podporečja.

Preglednica 3: Hidravlična prevodnost in pokrovnost tal za območje porečja Tržiške Bistrice
Table 3: Hydraulic conductivity and ground cover for the Tržiška Bistrica basin

Podporečje	Hidravlična prevodnost tal			Pokrovnost tal						
	Nizka (%)	Srednja (%)	Visoka (%)	Gozdovi (%)	Meš. kmet. površine (%)	Grmovje (%)	Pašniki (%)	Urbano (%)	Industrijske, trgovinske, transportne površine (%)	Neporasle (%)
TR01	0	42	58	79	0	13	0	0	0	7
TR02	0	38	62	81	12	5	2	0	0	0
TR03	0	26	74	69	3	9	1	2	0	15
TR04	0	18	82	42	48	0	0	9	1	0

3.2 Meteorološki podatki

3.2.1 Padavinske postaje

Za obravnavano območje so bili na razpolago podatki padavinskih postaj v upravljanju ARSO. Padavinske postaje, katerih podatki so bili uporabljeni za analizo, se nahajajo v bližnji in širši okolici obravnavanega porečja. Za vse obravnavane postaje so bili na razpolago podatki o maksimalnih dnevni padavinah, podatki o urnih vrednostih padavin pa so zabeleženi le na postajah opremljenih z ombrografom. Take postaje so Brnik, Zgornje Jezersko, Lesce-Hlebce, Davča in Javorniški Rovt. Za omenjene postaje je bila izdelana verjetnostna analiza nalivov. V preglednici (Preglednica 4) je prikazana številka in ime padavinske postaje, nadmorska višina in lokacija (koordinate) postaje, ter obdobje pridobljenih podatkov.

Za analizo padavin je bilo izbranih 19 padavinskih postaj, ki se nahajajo v bližnji in širši okolici porečja. Na podlagi razpoložljivih podatkov je bila izdelana verjetnostna analiza maksimalnih dnevni padavin in verjetnostna analiza nalivov.

Preglednica 4: Seznam obravnavanih padavinskih postaj (Izvrš, 2013)

Table 4: List of precipitation stations (IzVRS, 2013)

Št. in ime padavinske postaje	v.n.m.	Obdobje	Padavine	Koordinata X	Koordinata Y
8 BRNIK – LETALIŠČE	373 m	1951-2012	dnevne	5460143	5119267
9 PRIMSKOVO PRI KRANJU	395 m	1951-2012	dnevne	5451172	5123036
10 KOKRICA	405 m	1961-1994	dnevne	5451186	5124888
11 POLICA PRI NAKLEM	410 m	1952-2009	dnevne	5448617	5124909
12 ZGORNJA BESNICA	480 m	1953-2011	dnevne	5443479	5124955
13 BUKOVŠČICA	395 m	1940-2012	dnevne	5443445	5121250
21 DAVČA	960 m	1930-2012	dnevne	5427977	5117708
25 DRAŽGOŠE	930 m	1929-2012	dnevne	5437037	5123165
26 PREDDVOR	475 m	1951-2011	dnevne	5456384	5128554
27 ZGORNJE JEZERSKO	894 m	1951-2012	dnevne	5461556	5139633
28 PODLJUBELJ	740 m	1951-2012	dnevne	5444898	5139761
29 TRŽIČ – ELEKTRARNA	480 m	1951-2010	dnevne	5446130	5134192
30 JELENDOL	760 m	1961-2012	dnevne	5450024	5139716
32 PODBREZJE	460 m	1961-1989	dnevne	5444798	5128648
33 BREG (MOSTE PRI ŽIROVNICI)	550 m	1961-2012	dnevne	5433365	5139876
35 JAVORNIŠKI ROVT	940 m	1961-2012	dnevne	5430886	5147314
42 GORJUŠE	940 m	1951-2010	dnevne	5425563	5130704
403 LESCE (HLEBCE)	515 m	1951-2012	dnevne	5437172	5136131
433 BLEDE	482 m	1951-2012	dnevne	5432042	5136186

3.2.2 Maksimalne dnevne padavine

Za analizo smo uporabili podatke o maksimalnih dnevni padavinah v posameznem letu na posamezni padavinski postaji. Verjetnostna analiza po Gumbelovi porazdelitvi je bila izdelana za povratne dobe 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 in 500 let. V spodnji preglednici (Preglednica 5) so prikazane maksimalne in povprečne višine maksimalnih dnevni padavin za celotno obdobje delovanja posamezne postaje, ter višina dnevni padavin s 100-letno povratno dobo. Kot je razvidno iz preglednice, je bila višina dnevni padavin s 100-letno povratno dobo v večini od navedeni padavinski postaj preseženih v nekem daljšem časovnem obdobju.

Preglednica 5: Maksimalne in povprečne višine maksimalnih dnevni padavin (mm) na posamezni padavinski postaji ter višina maksimalnih dnevni padavin s 100-letno povratno dobo (mm) (IzVRS, 2013)

Table 5: Maximum and average amount of maximum daily precipitation (mm) at each precipitation station and the level of maximum daily precipitation with a 100-year return period (mm) (IzVRS, 2013)

Št. in ime padavinske postaje	v.n.m.	Obdobje	Hmax	Hpov	H ₁₀₀	
8	BRNIK – LETALIŠČE	373 m	1951-2012	227	72,2	160
9	PRIMSKOVO PRI KRANJU	395 m	1951-2012	160	78,1	145
10	KOKRICA	405 m	1961-1994	120	72,2	134
11	POLICA PRI NAKLEM	410 m	1952-2009	135	75,8	139
12	ZGORNJA BESNICA	480 m	1953-2011	147	80,4	145
13	BUKOVŠČICA	395 m	1940-2012	151	82,9	144
21	DAVČA	960 m	1930-2012	228	86,4	167
25	DRAŽGOŠE	930 m	1929-2012	216	88,6	168
26	PREDDVOR	475 m	1951-2011	173	76,4	153
27	ZGORNJE JEZERSKO	894 m	1951-2012	214	108,0	237
28	PODLJUBELJ	740 m	1951-2012	166	98,2	177
29	TRŽIČ – ELEKTRARNA	480 m	1951-2010	184	79,3	161
30	JELENDOL	760 m	1961-2012	162	85,6	162
32	PODBREZJE	460 m	1961-1989	123	82,9	160
33	BREG (MOSTE PRI ŽIROVNICI)	550 m	1961-2012	173	89,1	197
35	JAVORNIŠKI ROVT	940 m	1961-2012	168	103,0	186
42	GORJUŠE	940 m	1951-2010	247	109,0	230
403	LESCE (HLEBCE)	515 m	1951-2012	180	81,9	172
433	BLED	482 m	1951-2012	179	76,8	174

3.2.3 Analiza nalivov

Vhodni podatek za račun pretokov so nalivi z neko povratno dobo. Analiza nalivov je bila izvedena iz razpoložljivih podatkov za postajo Brnik (1964-1993 in 2004), Zgornje Jezersko (1977-2012), Lesce-Hlebce (1981-2012), Davča (1999-2012) in Javorniški Rovt (1966-2012). Izračun je bil izveden po Gumbelovi verjetnostni porazdelitvi. V spodnji preglednici (Preglednica 6) je prikazana verjetnostna analiza nalivov s postaje Lesce-Hlebce za obdobje 1981-2012. Vrednosti prikazujejo višino padavin s povratno dobo 500, 100 in 10 let za trajanje naliva od 5 min do 1440 min.

Preglednica 6: Verjetnostna analiza nalivov s postaje Lesce-Hlebce za obdobje 1964-2004. Vrednosti padavin s povratno dobo 10, 100 in 500 let (IzVRS, 2013)

Table 6: Probabilistic analysis of rainfall from the Lesce-Hlebce station for the period 1964-2004. The values of rainfall with a return period of 10, 100 and 500 years (IzVRS, 2013)

Trajanje padavin (min)	Povratna doba (leta), padavine (mm)		
	500	100	10
5	18,3	15,1	10,5
10	29,5	24,4	16,9
15	39,1	32,1	21,9
20	45,8	37,6	25,5
30	54,9	45,0	30,5
45	59,0	48,7	33,8
60	63,3	52,3	36,4
90	68,0	56,4	39,6
120	74,2	61,6	43,1
180	82,6	68,6	48,3
240	89,6	74,6	52,7
300	98,4	81,8	57,5
360	104,2	86,6	61,0
540	119,4	99,2	69,8
720	129,1	108,0	77,3
900	139,3	116,8	83,9
1080	144,9	121,7	88,0
1440	157,9	132,5	95,5

3.2.4 Padavine – uporabljene v hidrološkem modelu

Na podlagi primerjave rezultatov verjetnostne analize dnevni padavin in 24-urnih nalivov, so bile določene vrednosti padavin s trajanjem 24 ur s povratno dobo 100 let za vse padavinske postaje. To je bilo izvedeno tako, da so bile vrednosti maksimalnih dnevni padavin s povratno dobo 100 let povečane za 1 do 8%. Na podlagi teh vrednosti so bile izrisane izohiete. Za vsako podporečje so bile določene maksimalne povprečne 24 urne padavine s povratno dobo 100 let, na podlagi metode izohiet. Iz teh vrednosti so bile določene padavine s krajšim trajanjem na podlagi korelacije s postajo Lesce-Hlebce (1981-2012). Za razmerje med povratnimi dobami, pa je bilo izbrano razmerje, dobljeno z verjetnostno analizo maksimalnih dnevni padavin postaje Tržič-elektrarna (1951-2012), ki je geografsko primerna za celotno območje. Padavine so prikazane v preglednici (Preglednica 7).

Preglednica 7: Padavine uporabljene v modelu – korigirane na podlagi metode izohiet (IzVRS, 2013)

Table 7: Precipitation used in the model - corrected by the isohyetal method (IzVRS, 2013)

Povratna doba	Trajanje (min), količina (mm)													
	30	45	60	90	120	180	240	300	360	540	720	900	1080	1440
500	57	70	80	98	113	139	157	164	170	183	193	200	207	216
100	46	56	65	79	91	111	126	132	137	149	158	165	171	180
10	30	36	42	51	58	71	79	84	89	99	106	113	118	127

V meteorološkem modelu hidrološkega modela HEC-HMS, je bila za način podajanja padavin izbrana metoda uporabniško določenega histograma padavin.

3.3 Hidrološki podatki

Na obravnavanem porečju Tržiške Bistrice je delujoča ena vodomerna postaja in sicer v.p. Preska. Vodomerna postaja je na levem bregu pri mostu, približno 500 metrov pod sotočjem z Mošenikom

(Slika 3). Postaja je opremljena z dvodelno vodomerno letvijo od leta 1957 in kasneje tudi z limnigrafom. Od izliva Tržiške Bistrice do postaje je 11,17 km. Velikost vodozbirnega zaledja znaša po podatkih ARSO 121 km². Podatki z vodomerne postaje Preska so na voljo od leta 1958 naprej.



Slika 3: Lokacija vodomerne postaje Preska (Piso, 2016)

Figure 3: Location of the Preska water gauging station (Piso, 2016)

Iz merjenih maksimalnih pretokov vsakega leta je bila narejena osnovna statistična analiza pretokov. Verjetnostna analiza je bila izdelana po Log–Pearson III porazdelitvi za različna obdobja delovanja vodomernih postaj. Na Tržiški Bistrici: Preska, Zgornje Duplje, Podbrezje, Jelendol, Tržič, na Mošeniku Tržič I. V preglednici (Preglednica 8) so prikazani rezultati verjetnostne analize pretokov za povratne dobe 10, 100 in 500 na različni vodomernih postajah.

Preglednica 8: Rezultati verjetnostne analize pretokov za povratno dobo 10, 100 in 500 let (IzVRS, 2013)

Table 8: The results of probabilistic analysis of flows for a return period of 10, 100 and 500 years (IzVRS, 2013)

Vodotok	Ime postaje	Obdobje analize	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
Tržiška Bistrica	v.p. Jelendol	1957-1965	83	162	236
Tržiška Bistrica	v.p. Tržič	1953-1982	80	135	176
Tržiška Bistrica	v.p. Preska	1958-2012	102	152	186
Tržiška Bistrica	v.p. Zgornje Duplje I	1926-1948	98	176	239
Tržiška Bistrica	v.p. Zgornje Duplje	1948-1966	151	226	271
Tržiška Bistrica	v.p. Podbrezje	1978-1988	80	104	120
Mošenik	v.p. Tržič I	1965-1986	43	88	137

Iz primerjave doseženih maksimalnih pretokov je razvidno, da podatki na vodomernih postajah niso usklajeni med seboj. Morda je bil razlog za ukinitve vodomernih postaj ravno njihova nezanesljivost? Ne glede na to, sem s sestavljanjem podatkov iz različnih vodomernih postaj in z analizo različnih časovnih nizov, izbral izhodišča za umerjanje hidrološkega modela t.j., da so rezultati verjetnostne analize realnejše pri povratnih dobah do Q10.

3.3.1 Padavinske situacije

Za boljše razumevanje hidroloških razmer na izbranem porečju so bile obdelane 3 padavinske situacije v preteklem obdobju, katerih posledice so bile visoke vode. Podatke o padavinah in visokovodnih valovih je posredoval ARSO. Padavinske situacije, ki smo jih obravnavali so jesenske padavinske situacije za katere so značilne orografske padavine, ki nastajajo ob gorskih pregradah, ko se zrak ob pobočjih dviga. Te padavine so lahko zelo obilne. Iz analize količine in razporeditve padavin je možno z analizo merjenih pretokov (hidrogramov odtoka) oceniti koeficient odtoka pri določenih hidroloških razmerah.

Oblika visokovodnega vala je odvisna od količine in razporeditve padavin, vlažnosti zemljine, rabe tal, vegetacije, tipa zemljine, lokalnega naklona terena itd. Vsi ti različni dejavniki delujejo istočasno v različnih kombinacijah.

Za tri padavinske situacije z visokimi pretoki na Tržiški Bistrici (v.p. Preska) so bili pridobljeni merjeni hidrogrami odtoka za:

- 18. in 19. september 2007,
- 16. do 19. september 2010 in
- 26. oktober do 3. november 2012.

Ti podatki so bili analizirani v sklopu analize padavinskih situacij v naslednjem poglavju.

3.3.1.1 Padavinska situacija 18.-19.9.2007

Lahko rečemo, da situacija septembra 2007 ni bila tipična za jesenske orografske padavine, saj je zajela izredno ozko območje z izredno intenzivnimi padavinami, kar so bolj karakteristike poletnih neviht.

Preglednica 9 prikazuje vrednosti dnevni padavin izmerjenih ob 7 h 18. in 19. septembra 2007 na obravnavanih padavinskih postajah. Največja intenziteta padavin je bila 18.9.2007, kar prikazuje Preglednica 10. V predhodnih 6 dneh ni bilo padavin, v predhodnih 10 dneh pa je padlo le do 10 mm padavin, torej so bila tla precej suha.

Na podlagi verjetnostne analize nalivov za padavinsko postajo Lesce-Hlebce, ki se nahaja zahodno od porečja Tržiške Bistrice in merjenih podatkov lahko povemo, da so imele padavine s trajanjem 9 in 12 ur povratno dobo ca 150 let (Preglednica 11). Vsa količina padavin je padla v 17 urah.

Na podlagi analize dnevni padavin na postaji Tržič-elektrarna (Preglednica 12) Podljubelj (Preglednica 13) in Jelendol (Preglednica 14), ki se nahajajo na samem porečju Tržiške Bistrice, pa lahko sklepamo, da so bile padavine, ki so padle na porečje Mošenika s povratno dobo približno 20 let, na porečje Tržiške Bistrice do sotočja z Mošenikom 50-100 let in dolvodno od sotočja več kot 100 let.

Preglednica 9: Dnevna količina padavin 18. in 19.9.2007 (IzVRS, 2013)

Table 9: Daily rainfall of 18 and 19 September 2007 (IzVRS, 2013)

Padavinska postaja		Dnevne padavine (mm)	
		18.9.2007	19.9.2007
8	BRNIK – LETALIŠČE	9,0	227,1
9	PRIMSKOVO PRI KRANJU	13,2	160,2
11	POLICA PRI NAKLEM	12,4	134,8
12	ZGORNJA BESNICA	14,8	147,0
13	BUKOVŠČICA	11,7	150,9
25	DRAŽGOŠE	15,4	216,4
21	DAVČA	11,1	227,9
26	PREDDVOR	12,5	124,0
27	ZGORNJE JEZERSKO	9,4	118,2
28	PODLJUBELJ	7,8	146,4
29	TRŽIČ – ELEKTRARNA	8,2	184,1
30	JELENDOL	11,5	161,7
33	BREG (MOSTE PRI ŽIROVNICE)	1,7	113,8
35	JAVORNIŠKI ROVT	1,3	113,7
42	GORJUŠE	6,5	247,3
403	LESCE (HLEBCE)	3,8	180,0
433	BLED	3,9	179,0

Preglednica 10: Urne vrednosti padavin na ombrografskih postajah (mm) (IzVRS, 2013)

Table 10: Hourly values of rainfall obtained from recording raingauges (mm) (IzVRS, 2013)

Datum in ura	21-Davča	27-Zgornje Jezersko	35-Javorniški Rovt	403-Lesce - Hlebce
<i>vsota (mm)</i>	<i>220,1</i>	<i>117,4</i>	<i>114,2</i>	<i>178,2</i>
18.09.2007 03:00:00	0	0	0	0
18.09.2007 04:00:00	0,1	0	0	0
18.09.2007 05:00:00	2,6	0	0	0
18.09.2007 06:00:00	0,6	2,7	0,9	1,7
18.09.2007 07:00:00	0,1	0,1	0,1	0
18.09.2007 08:00:00	1,8	0,4	0,4	0,5
18.09.2007 09:00:00	20,9	10,9	6,8	8,6
18.09.2007 10:00:00	30,5	2,9	3,1	9,0
18.09.2007 11:00:00	26,4	11,9	2,6	13,0
18.09.2007 12:00:00	72,0	8,5	6,2	5,6
18.09.2007 13:00:00	0,1	25,0	11,7	26,9
18.09.2007 14:00:00	2,4	6,1	9,4	46,7
18.09.2007 15:00:00	4,5	11,1	2,7	26,5
18.09.2007 16:00:00	0,4	4,1	6,8	21,1
18.09.2007 17:00:00	19,2	6,2	11,2	3,4
18.09.2007 18:00:00	16,8	8,9	6,4	7,2
18.09.2007 19:00:00	12,7	6,4	17,1	2,1
18.09.2007 20:00:00	8,1	4,4	11,1	2,4
18.09.2007 21:00:00	0,9	6,2	13,8	3,2
18.09.2007 22:00:00	0	1,6	3,9	0,3
18.09.2007 23:00:00	0	0	0	0
19.09.2007 00:00:00	0	0	0	0
19.09.2007 01:00:00	0	0	0	0
19.09.2007 02:00:00	0	0	0	0
19.09.2007 03:00:00	0	0	0	0

Preglednica 11: Maksimalne padavine glede na trajanje na postaji Lesce-Hlebce in ocenjena povratna doba (IzVRS, 2013)

Table 11: Maximum precipitation for a given duration at the Lesce-Hlebce station and estimated return period (IzVRS, 2013)

Maksimalne padavine glede na trajanje na postaji Lesce-Hlebce in ocenjena povratna doba										
trajanje (ur)	1	2	3	4	5	6	9	12	15	24
(mm)	46,7	74	100	121	127	140	161	173	177	178
p.d. (let)	20	20-50	50	ca 100	50-100	100	ca 150	ca 150	> 100	50-100

Preglednica 12: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Tržič - elektrarna (IzVRS, 2013)

Table 12: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Tržič - elektrarna station (IzVRS, 2013)

Verjetnostna analiza dnevnih padavin za različna obdobja				
Obdobje	Št. pod.	100 let (mm)	500 let (mm)	Tržič-elektrarna 19.9.2007 (mm)
1951-2010	60	161	193,4	184,1
1961-2010	50	166	199,9	184,1
1966-2010	45	168	202,6	184,1
1981-2010	30	184	225,0	184,1

Preglednica 13: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Podljubelj (IzVRS, 2013)

Table 13: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Podljubelj station (IzVRS, 2013)

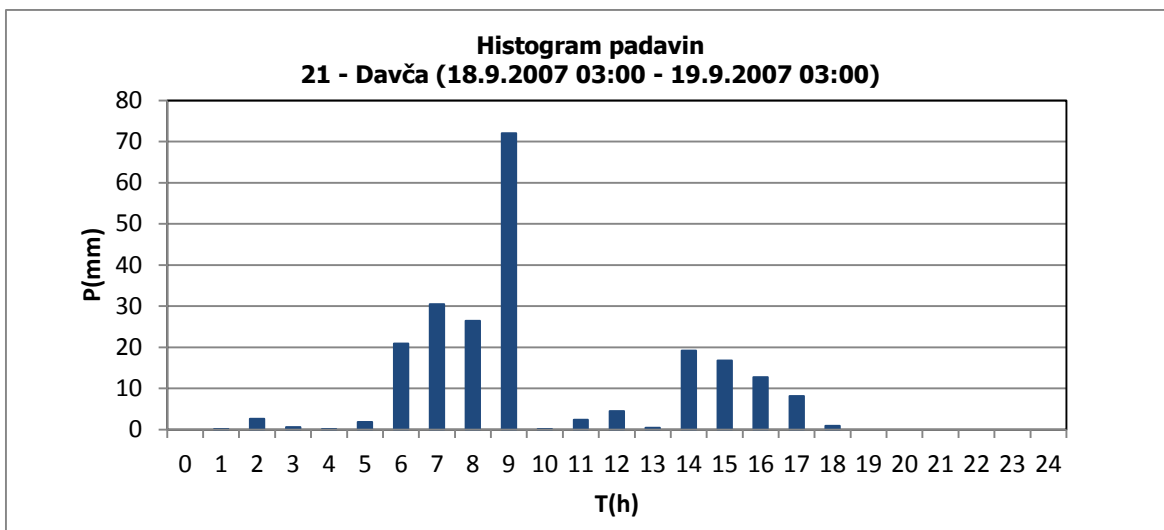
Verjetnostna analiza dnevnih padavin za različna obdobja				
Obdobje	Št. pod.	20 let (mm)	50 let (mm)	Podljubelj 19.9.2007 (mm)
1951-2012	62	145,4	163,6	146,4
1961-2012	52	148,4	167,7	146,4
1966-2012	47	141,5	159,2	146,4
1981-2012	32	141,4	166,6	146,4

Preglednica 14: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Jelendol (IzVRS, 2013)

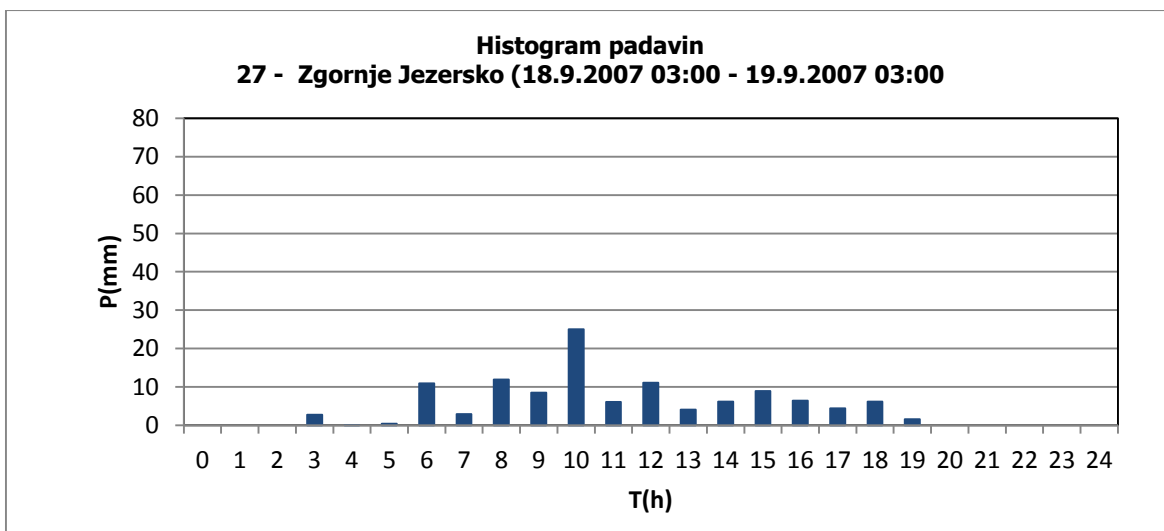
Table 14: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Jelendol station (IzVRS, 2013)

Verjetnostna analiza dnevnih padavin za različna obdobja				
Obdobje	Št. pod.	50 let (mm)	100 let (mm)	Jelendol 19.9.2007 (mm)
1961-2012	52	148,9	162	161,7
1966-2012	47	150,8	164	161,7
1981-2012	32	150,7	165	161,7

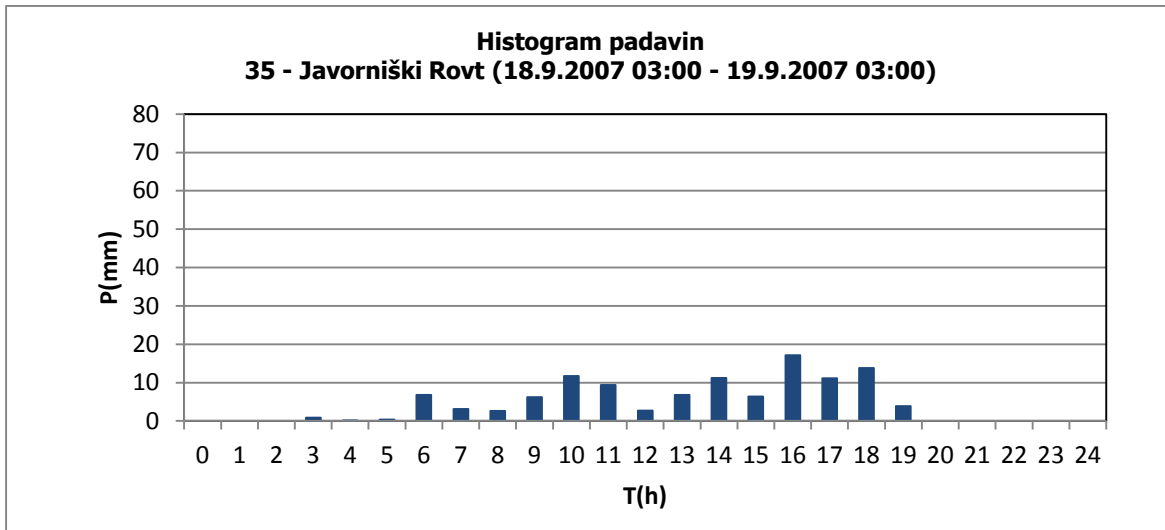
Grafi na spodnjih slikah (Grafikon 1, Grafikon 2, Grafikon 3, Grafikon 4) prikazujejo urno razporeditev padavin na bližnjih ombrografskih postajah. Postaji Lesce-Hlebce in Davča sta zajeli osrednje padavinsko dogajanje, postaji Javorniški Rovt in Jezersko pa le rob intenzivnega dogajanja.



Grafikon 1: Histogram padavin postaje Davča (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)
Graph 1: Histogram of precipitation at the Davča station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)

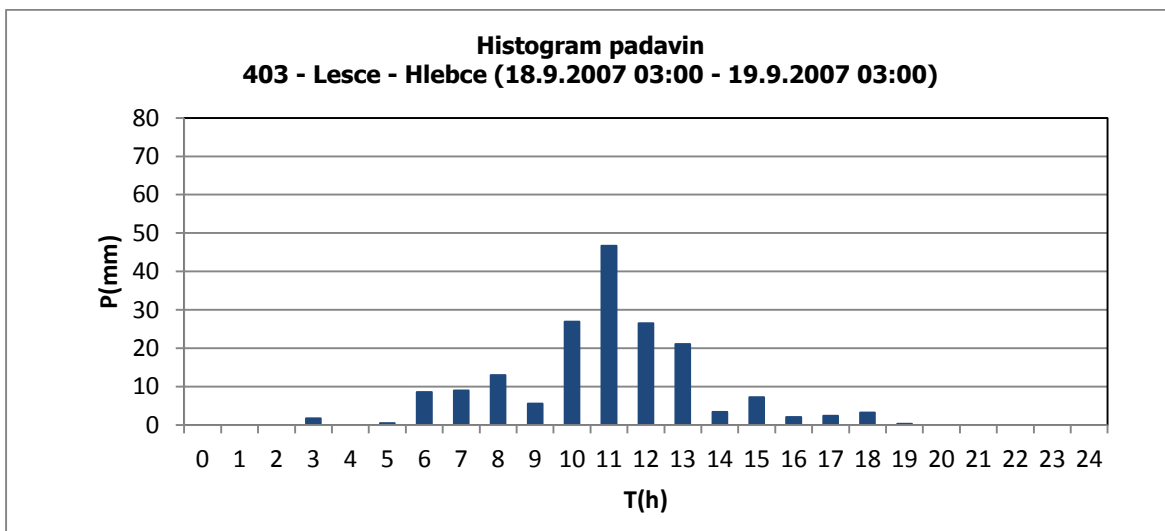


Grafikon 2: Histogram padavin postaje Zgornje Jezersko (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)
Graph 2: Histogram of precipitation at the Zgornje Jezersko station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)



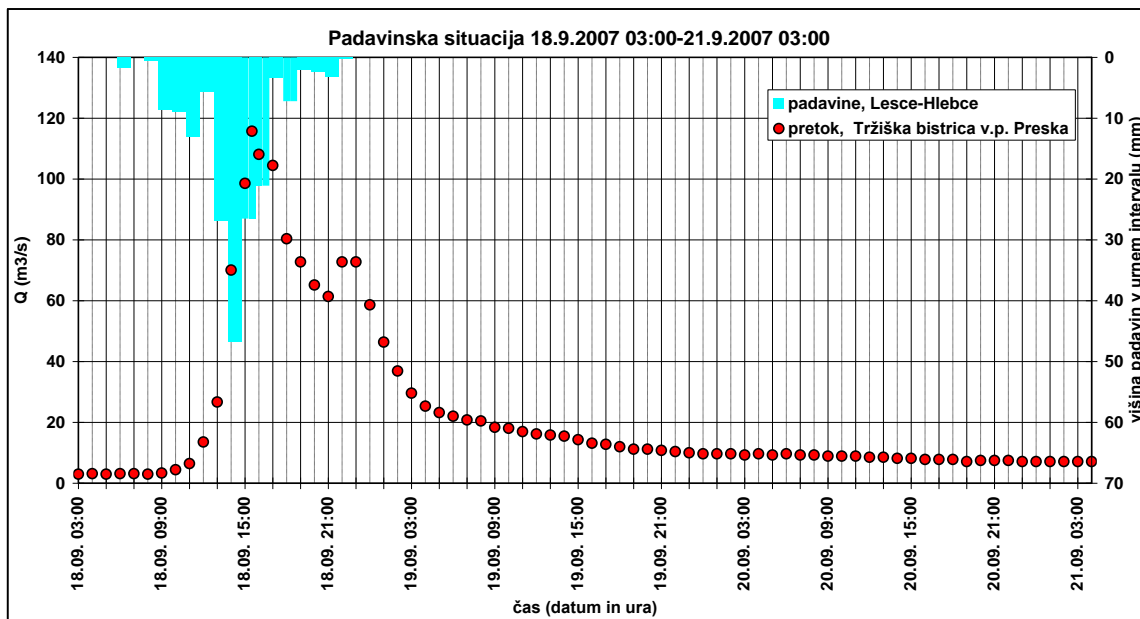
Grafikon 3: Histogram padavin postaje Javorniški Rovt (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)

Graph 3: Histogram of precipitation at the Javorniški Rovt station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)



Grafikon 4: Histogram padavin postaje Lesce-Hlebce (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)

Graph 4: Histogram of precipitation at the Lesce-Hlebce station (18.9. 2007 03:00 – 19.9. 2007 03:00) (IzVRS, 2013)



Grafikon 5: Hidrogram odtoka Tržiške Bistrice v.p. Preska z maksimalno izmerjeno konico 115,7 m³/s in histogramom padavin postaj Lesce za situacijo 18-21.9.2007 (IzVRS, 2013)

Graph 5: Runoff hydrograph for the Tržiška Bistrica - Preska gauging station with the maximum measured peak of 115.7 m³/s and the histogram of precipitation at the Lesce station for the situation 18.-21.9.2007 (IzVRS, 2013)

Za padavinsko situacijo septembra 2007 je koeficient odtoka ocenjen na 0,29 - 0,33. Maksimalni pretok na vodomerni postaji v.p. Preska je znašal 115,7 m³/s.

Na podlagi analiz lahko povemo sledeče:

- Padavine so bile kratkotrajne.
- Padavine so dosegle povratno dobo med 20 in 100 let.
- Padavine so padle na suho zemljinjo.
- Dvig hidrograma odtoka je bil izredno hiter, v 2,5 urah za ca 90 m³/s.
- Glede na verjetnostno analizo pretokov na v.p. Preska je bil dosežen pretok s povratno dobo ca 20 let.

3.3.1.2 Padavinska situacija 16.-19.09.2010

Lahko rečemo, da je bila situacija septembra 2010 tipična za jesenske orografske padavine, saj je zajela izredno veliko območje z dolgotrajnimi padavinami.

Preglednica 15 prikazuje vrednosti dnevnih padavin na obravnavanih padavinskih postajah izmerjenih ob 7 h 17. do 20. septembra 2010. Padavine so trajale 3 dni. Največ jih je padlo 18.9.2010, na večini postaj več kot polovico celotne količine.

Na podlagi analize dnevnih padavin in nalivov lahko zaključimo, da so padavine s trajanjem do enega dneva imele povratno dobo do 10 let.

Padavine z dne 18.9. so padle na namočena tla.

Grafi na slikah (Grafikon 6, Grafikon 7, Grafikon 8, Grafikon 9) prikazujejo urno razporeditev padavin na bližnjih ombrografskih postajah od 16.9.2010 08:00 do 19.9.2010 08:00.

Preglednica 15: Dnevna količina padavin od 17. do 20.9.2010 (IzVRS, 2013)

Table 15: Daily rainfall from 17 to 20 September 2010 (IzVRS, 2013)

	Padavinska postaja	Dnevne padavine (mm)				skupaj
		17.9.2010	18.9.2010	19.9.2010	20.9.2010	
8	BRNIK – LETALIŠČE	21,9	89,5	75,8	0,1	187,3
9	PRIMSKOVO PRI KRANJU	23,1	99,2	71,1	0,6	194,0
12	ZGORNJA BESNICA	20,1	104,5	56,1	0,0	180,7
13	BUKOVŠČICA	19,5	95,3	70,6	0,0	185,4
21	DAVČA	24,9	132,9	71,4	0,1	229,3
25	DRAŽGOŠE	40,5	106,6	62,6	0,0	209,7
26	PREDDVOR	15,5	96,2	61,2	0,4	173,3
27	ZGORNJE JEZERSKO	24,3	112,5	49,8	0,4	187,0
28	PODLJUBELJ	36,7	117,7	53,6	0,0	208,0
30	JELENDOL	24,8	110,3	45,7	0,3	181,1
33	BREG (MOSTE PRI ŽIROVNICI)	32,3	77,9	37,6	0,3	148,1
35	JAVORNIŠKI ROVT	27,4	78,0	40,0	0,0	145,4
42	GORJUŠE	37,9	60,5	52,4	0,0	150,8
403	LESCE (HLEBCE)	35,8	118,8	46,1	0,0	200,7
433	BLED	40,5	114,5	41,0	0,5	196,5

Preglednica 16: Maksimalne padavine 17. do 20.9.2010 glede na trajanje na postaji Lesce-Hlebce in ocenjena povratna doba (IzVRS, 2013)

Table 16: Maximum rainfall from 17 to 20 September 2010 in relation to a given duration at the Lesce-Hlebce station and estimated return period (IzVRS, 2013)

Maksimalne padavine glede na trajanje na postaji Lesce-Hlebce in ocenjena povratna doba							
trajanje (ur)	1	2	6	12	24	36	48
(mm)	18,5	31,3	60,4	80,7	113,1	142,1	171,4
p.d. (let)	<2	2	2-5	2-5	5-10		

Iz primerjave dnevne vrednosti in maksimalne 24 urne je razvidna nekonsistentnost meritev. Maksimalne 24 urne padavine so namreč lahko kvečjemu enake ali večje od maksimalnih dnevnih padavin.

Preglednica 17: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Podljubelj (IzVRS, 2013)

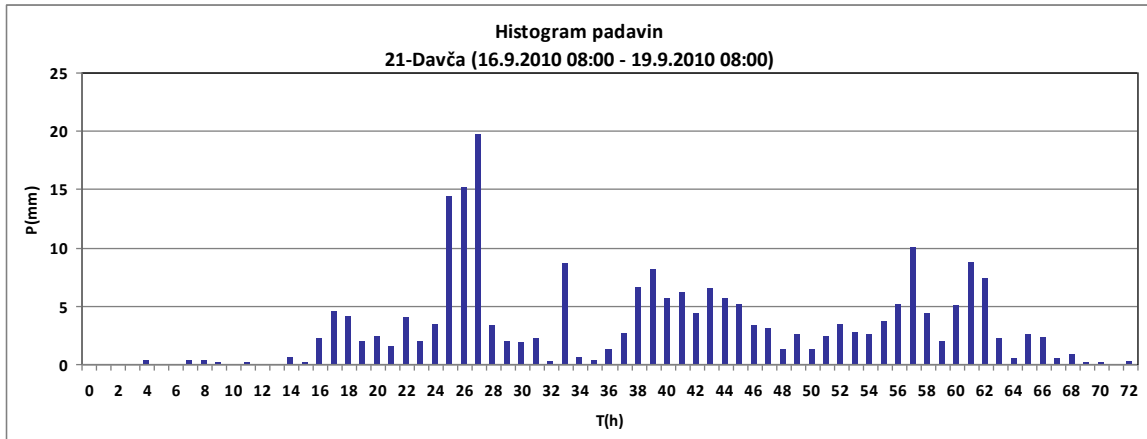
Table 17: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Podljubelj station (IzVRS, 2013)

Verjetnostna analiza dnevnih padavin za različna obdobja				
Obdobje	Št. pod.	5 let (mm)	10 let (mm)	Podljubelj 18.9.2010 (mm)
1951-2012	62	116,7	131,4	117,7
1961-2012	52	117,9	133,5	117,7
1966-2012	47	113,5	127,8	117,7
1981-2012	32	112,7	127,3	117,7

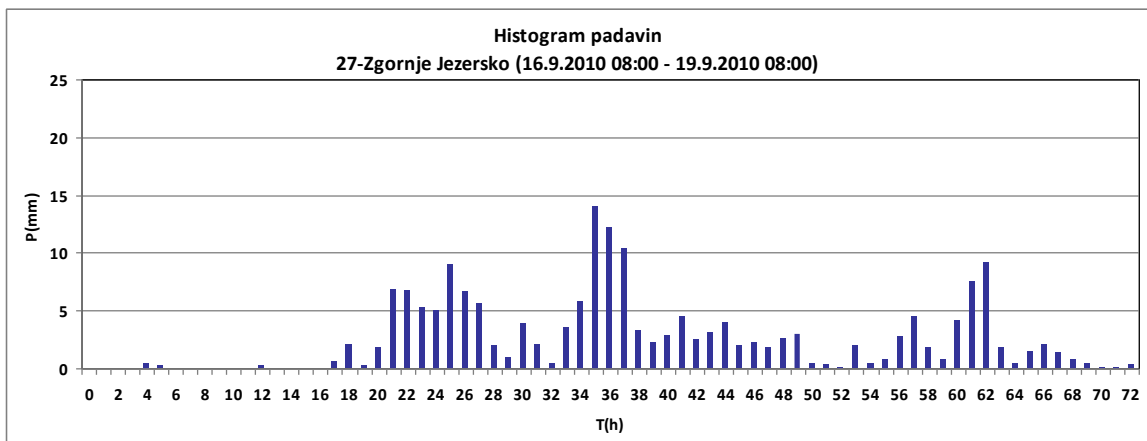
Preglednica 18: Verjetnostna analiza dnevnih padavin za postajo Jelendol (IzVRS, 2013)

Table 18: Probabilistic analysis of daily precipitation for the Jelendol station (IzVRS, 2013)

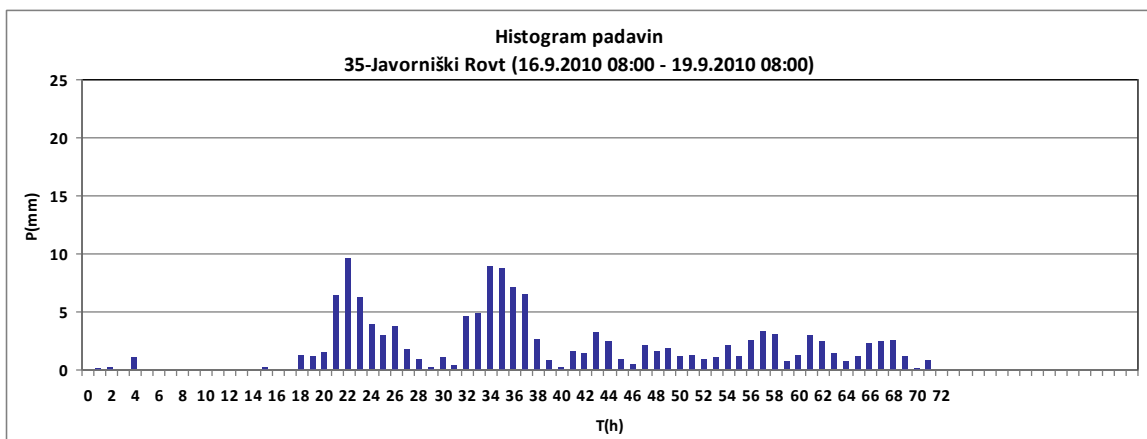
Verjetnostna analiza dnevnih padavin za različna obdobja				
Obdobje	Št. pod.	5 let (mm)	10 let (mm)	Jelendol 18.10.2010 (mm)
1961-2012	52	103,5	117,7	110,3
1966-2012	47	104,4	118,9	110,3
1981-2012	32	103,1	118,0	110,3



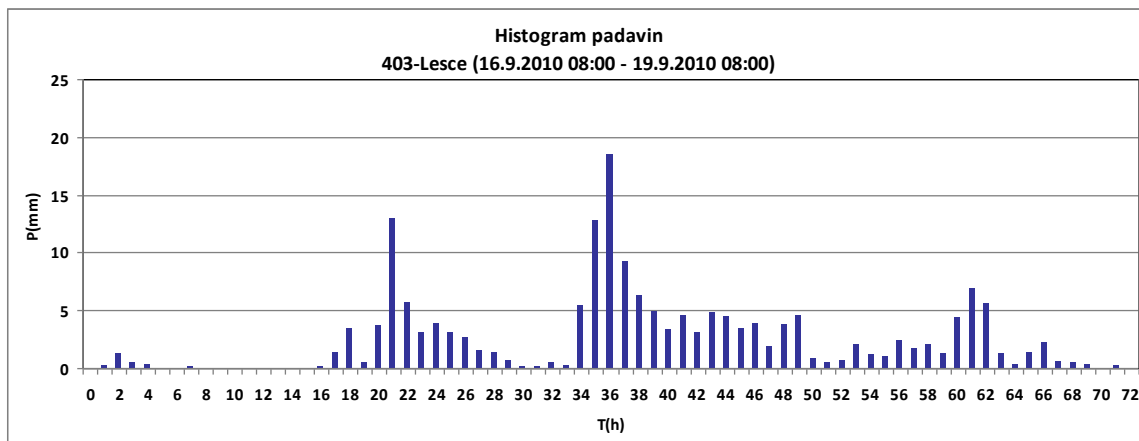
Grafikon 6: Histogram padavin postaje Davča (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)
Graph 6: Histogram of precipitation at the Davča station (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)



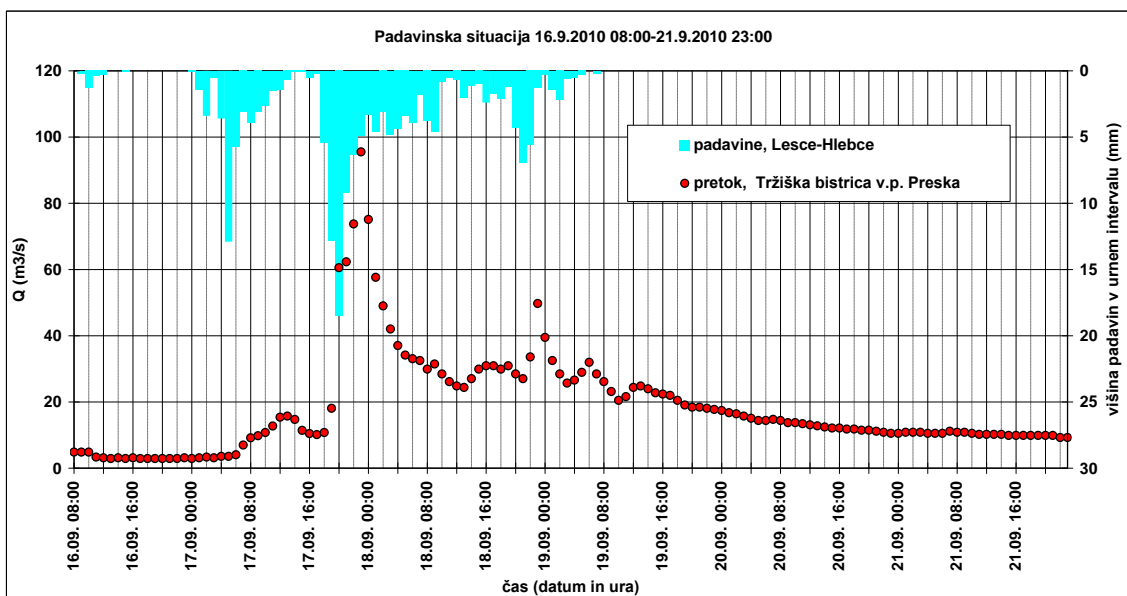
Grafikon 7: Histogram padavin postaje Zgornje Jezersko (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)
Graph 7: Histogram of precipitation at the Zgornje Jezersko station (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)



Grafikon 8: Histogram padavin postaje Javorniški Rovt (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)
Graph 8: Histogram of precipitation at the Javorniški Rovt (16.9.2010 08:00 - 19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)



Grafikon 9: Histogram padavin postaje Lesce (16.9.2010 08:00-19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)
Graph 9: Histogram of precipitation at the Lesce station (16.9.2010 08:00-19.9.2010 08:00) (IzVRS, 2013)



Grafikon 10: Hidrogram odtoka Tržiške Bistrice v.p. Preska z maksimalno izmerjeno konico 95,5 m³/s in histogramom padavin postaj Lesce za situacijo 16.9. - 21.9.2010 (IzVRS, 2013)
Graph 10: Runoff hydrograph for the Tržiška Bistrica - Preska gauging station with the maximum measured peak 95.5 m³/s and the histogram of precipitation at the Lesce stations 16.9 for the situation. (16.9. - 21.9.2010) (IzVRS, 2013)

Za obravnavano padavinsko situacijo septembra 2010 je koeficienta odtoka ocenjen na 0,36-0,43. Maksimalni pretok na vodomerni postaji v.p. Preska je znašal 95,5 m³/s.

Na podlagi analiz lahko povemo sledeče:

- Padavine so bile večdnevne.
- Enodnevne padavine so dosegle povratno dobo med 5 do 10 let.
- Padavine so padle na namočeno zemljo.
- Dvig hidrograma odtoka ni bil izrazito hiter, v 5 urah za ca 85 m³/s.
- Enurni dvig hidrograma odtoka je bil zelo hiter ca 42 m³/s.
- Glede na verjetnostno analizo pretokov na v.p. Preska je bil dosežen pretok s povratno dobo ca 10 let.

3.3.1.3 Padavinska situacija 5.-6.11.2012

Lahko rečemo, da je bila situacija novembra 2012 tipična za jesenske orografske padavine, saj je zajela izredno veliko območje z dolgotrajnimi padavinami.

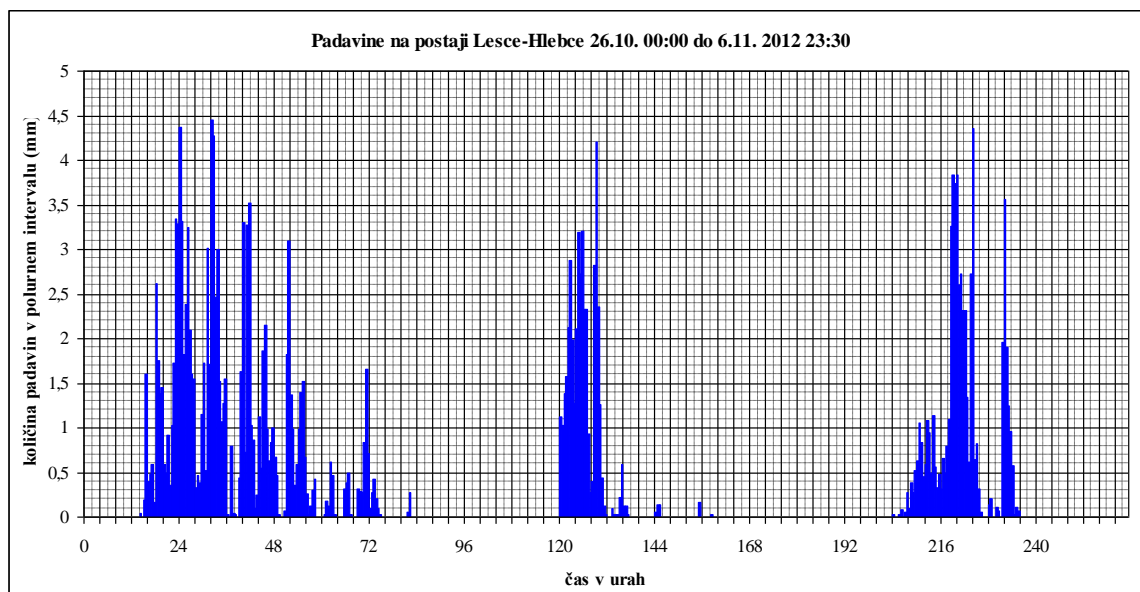
Preglednica 19 prikazuje vrednosti dnevni padavin izmerjenih ob 7 h v obdobju od 27. oktobra do 6. novembra 2012 na obravnavanih padavinskih postajah. Padavine izmerjene 27.10. do 29.10. so povzročile prvi visokovodni val. Nato so za dva dni prenehale. Sledil je drugi val padavin (izmerjenih 1.-3.11.) z manjšo intenziteto in povzročil drugi visokovodni val. Sledil je dan brez padavin, ter nato ponovno dvodnevni pojav padavin (5.-6.11.), ki je povzročil tretji visokovodni val z najvišjo konico od treh.

Iz analize dnevni in urni padavin je razvidno, da je povratna doba kratkotrajnih do enodnevnih padavin manjša ali enaka 2 leti.

Preglednica 19: Dnevna količina padavin od 27. oktobra do 6. novembra 2012 (IzVRS, 2013)

Table 19: Daily rainfall from 27 October to 6 November 2012 (IzVRS, 2013)

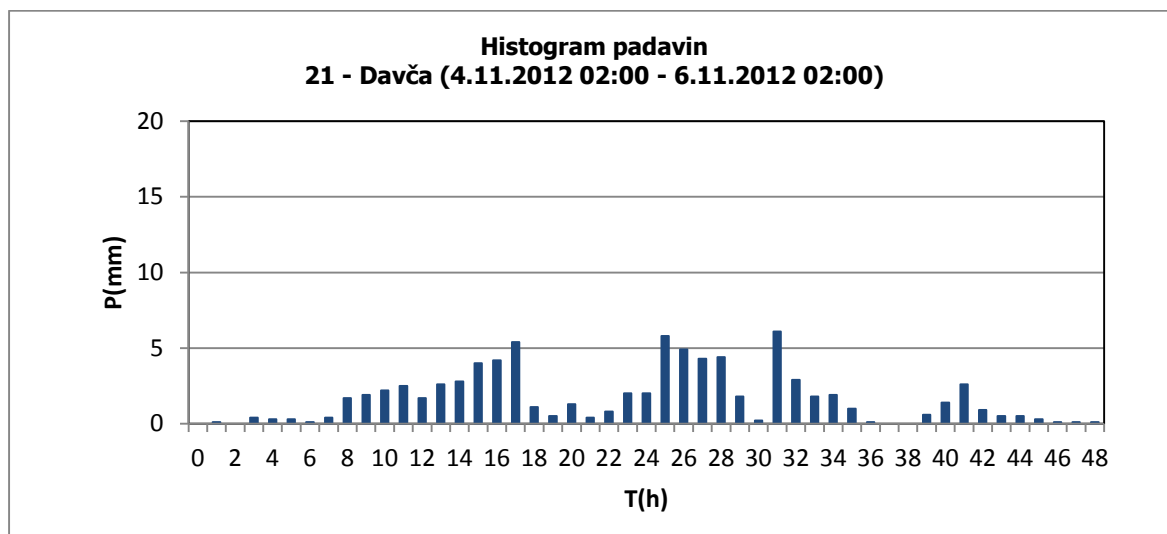
Padavinska postaja		Vrednosti dnevni padavin izmerjenih ob 7 h v obdobju od 27. oktobra do 6. novembra 2012 (mm)										
		27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.	1.11.	2.11.	3.11.	4.11.	5.11.	6.11.
8	BRNIK – LETALIŠČE	50,7	102,9	22,6	0	0	27,6	23,0	3,3	0	32,8	53,4
9	PRIMSKOVO PRI KRANJU	51,2	94,3	25,8	0	0	35,3	26,7	5,8	0	58,6	29,4
13	BUKOVŠČICA	62,3	104,5	16,8	0	0	35,2	25,7	4,1	0	79,4	18,4
25	DRAŽGOŠE	79,9	71,2	15,8	0	0	51,8	11,2	5,4	3,1	69,8	26,8
21	DAVČA	88,2	106,2	16,0	0	0	40,4	23,3	6,4	3,4	62,3	22,5
27	ZGORNJE JEZERSKO	56,8	80,6	14,8	0	0	42,4	24,8	2,4	0	95,3	54,4
28	PODLJUBELJ	68,4	83,5	12,6	0,4	0	35,7	21,4	0,8	0	61,8	32,4
30	JELENDOL	43,2	70,5	11,8	0	0	30,9	18,8	2,0	0	47,7	28,1
33	BREG (MOSTE PRI ŽIROVNICI)	71,2	53,1	12,3	0	0	41,6	16,3	0,6	0	59,6	24,3
35	JAVORNIŠKI ROVT	44,1	66,7	15,8	0,4	0	30,5	15,2	1,9	0	86,2	40,1
403	LESCE (HLEBCE)	59,0	75,4	15,2	0,3	0	44,7	17,5	0,2	0	47,4	25,5
433	BLED	58,5	67,6	10,2	0	0	44,7	12,5	1,5	0,2	82,5	14,8



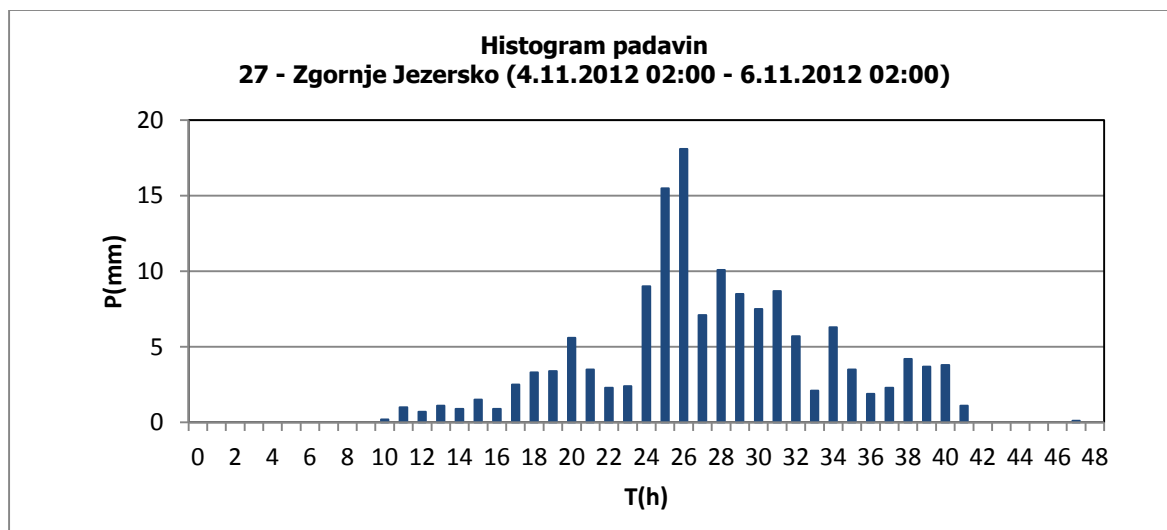
Grafikon 11: Količina padavin na postaji Lesce-Hlebce v polurnem intervalu (26.10.-6.11.2012) (IzVRS, 2013)

Graph 11: Precipitation at the station Lesce-Hlebce station in a half-hour interval (26.10.-11.06.2012) (IzVRS, 2013)

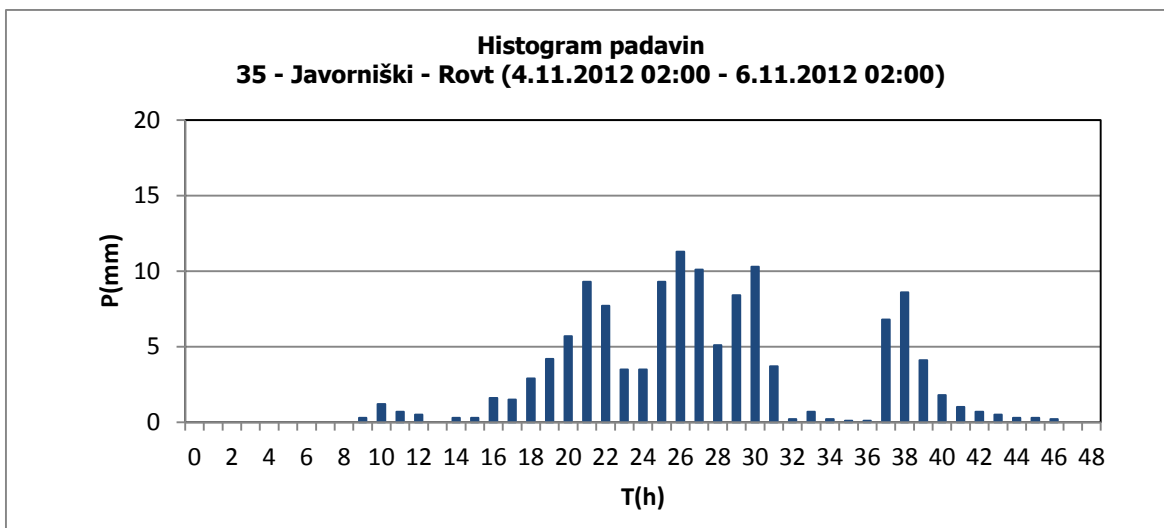
Grafi na spodnjih slikah (Grafikon 12, Grafikon 13, Grafikon 14, Grafikon 15) prikazujejo urno razporeditev padavin na bližnjih ombrografskih postajah od 4.11. 2012 02:00 do 6.11. 2012 02:00.



Grafikon 12: Histogram padavin postaje Davča (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)
Graph 12: Histogram of precipitation at the Davča station (4.11. 2012 02:00 to 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)

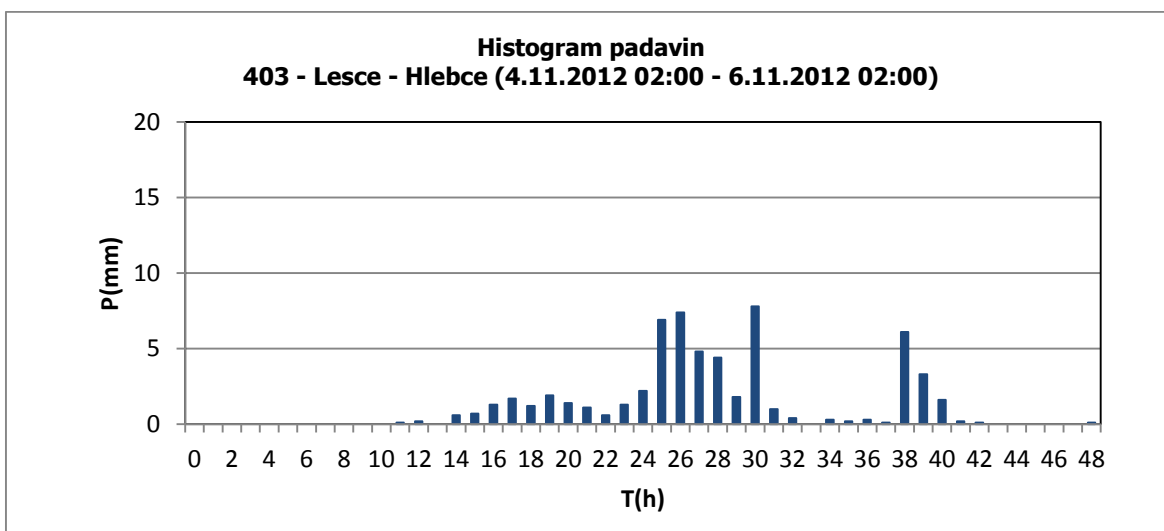


Grafikon 13: Histogram padavin postaje Zgornje Jezersko (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)
Graph 13: Histogram of precipitation at the Zgornje Jezersko station (4.11. 2012 02:00 to 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)



Grafikon 14: Histogram padavin postaje Javorniški Rovt (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)

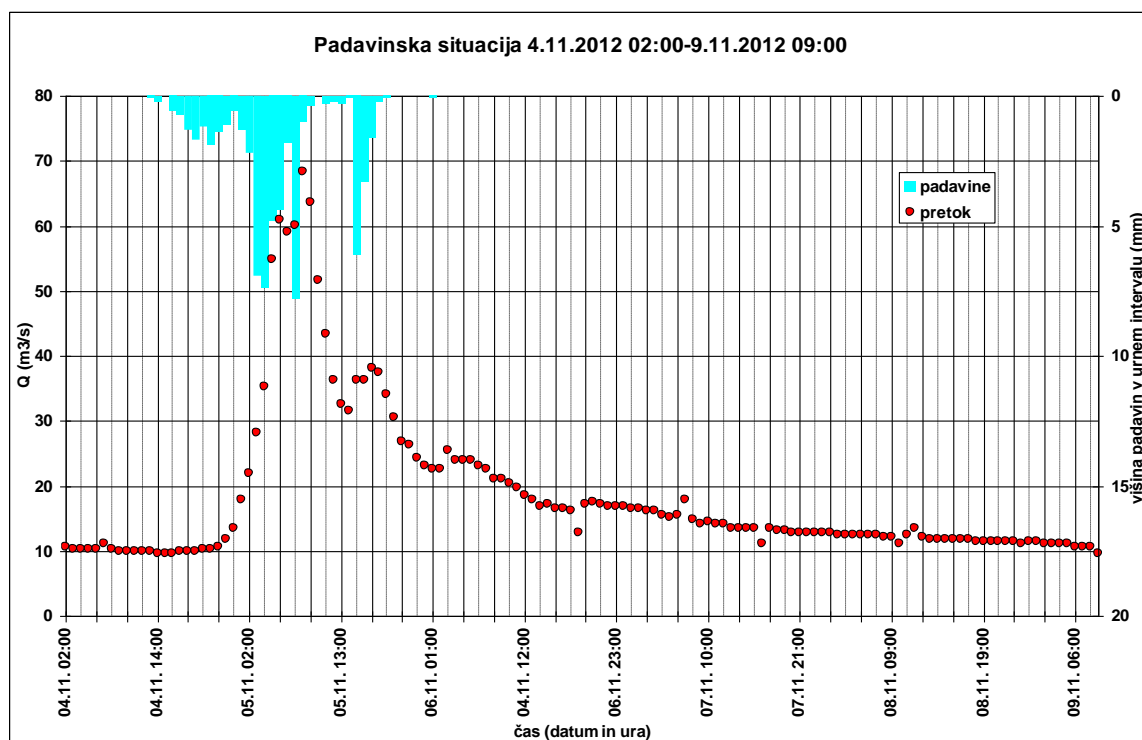
Graph 14: Histogram of precipitation at the Javorniški Rovt station (4.11. 2012 02:00 to 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)



Grafikon 15: Histogram padavin postaje Lesce-Hlebce (4.11. 2012 02:00 – 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)

Graph 15: Histogram of precipitation at the Lesce-Hlebce station (4.11. 2012 02:00 to 6.11. 2012 02:00) (IzVRS, 2013)

Koeficient odtoka je razmerje med količino padavin, ki so odtekale in količino padavin, ki so dejansko padle. Vrednost koeficienta odtoka je odvisna od več dejavnikov med drugim tudi od predhodne namočenosti tal in akumuliranih snežnih padavin.



Grafikon 16: Hidrogram odtoka (val 3) z maksimalno izmerjeno konico 68,3 m³/s in histogramom padavin postaj Lesce–Hlebce in Zgornje Jezersko za situacijo 5.-6.11.2012 (IzVRS, 2013)

Graph 16: Runoff hydrograph (wave 3) with the maximum measured peak of 68.3 m³/s and the histogram of precipitation at the Lesce-Hlebce and Zgornje Jezersko stations for the situation 5-11/06/2012 (IzVRS, 2013)

Koeficient odtoka padavin tretjega visokovodnega vala ($Q_{max} = 68,6 \text{ m}^3/\text{s}$) je ocenjen na 0,45 do 0,55 in je zelo visok (a pričakovan) zaradi predhodne namočenosti.

Na podlagi analiz lahko povemo sledeče:

- Padavine so bile dolgotrajne, v treh delih.
- Dnevne padavine so dosegle povratno dobo ca 2 leti, z daljšim trajanjem nekoliko več ca 5 do 10 let.
- Maksimalni dvig hidrograma odtoka (val 3) v eni uri je bil ca 20 m³/s.
- Glede na verjetnostno analizo pretokov je bil dosežen maksimalni pretok s povratno dobo 2–5 let.

3.3.2 Visoke vode Tržiške Bistrice

3.3.2.1 Izhodiščni-izračunani vhodni podatki modela

V preglednicah (Preglednica 20, Preglednica 21) so prikazani osnovni podatki za izračun vhodnih podatkov modela HEC-HMS. Program HEC-HMS je orodje, ki opisuje količinski odnos med padavinami in odtokom in omogoča oceno odtoka s povodja. Projekt v programu HEC-HMS je sestavljen iz treh različnih modelov, in sicer modela povodja, meteorološkega modela in kontrolnega modela.

V preglednici (Preglednica 20) je prikazana pokrovnost tal na porečju Tržiške Bistrice. Prevladujejo gozdovi, v spodnjem delu porečja pa mešane kmetijske površine.

Preglednica 20: Pokrovnost tal na porečju Tržiške Bistrice

Table 20: Land cover in the Tržiška Bistrica basin

	Vodotok	Površina [km ²]	Gozdovi (%)	Meš. kmet. površine (%)	Grmovje (%)	Pašniki (%)	Urbano (%)	Industrijske, trgovinske, transportne površine (%)	Neporasle (%)
TR01	Tržiška Bistrica	48,6	79,3	0,2	13,1	0,0	0,0	0,0	7,1
TR02	Tržiška Bistrica	30,3	80,8	12,3	5,1	1,8	0,0	0,0	0,0
TR03	Tržiška Bistrica	42,4	69,2	3,2	8,8	1,3	2,1	0,3	14,8
TR04	Tržiška Bistrica	23,2	42,4	48,2	0,0	0,0	9,0	0,6	0,0

V preglednici (Preglednica 21) je prikazana hidravlična prevodnost tal na porečju Tržiške Bistrice.

Preglednica 21: Hidravlična prevodnost tal na porečju Tržiške Bistrice

Table 21: Hydraulic conductivity of soils in the Tržiška Bistrica basin

	Nizka (%)	Srednja (%)	Visoka (%)	Ni mogoče določiti (%)
TR01	0	41,8	58,1	0
TR02	0	38,4	61,6	0
TR03	0	26,0	73,9	0
TR04	0	17,9	82,1	0

V preglednici (Preglednica 22) sta prikazana izračunana koeficienta CN in čas zakasnitve Tp. To so izhodiščne vrednosti modela pred umerjanjem. Po umerjanju se je vrednost CN spremenila. CN je izračunan na podlagi pokrovnosti tal na posameznem podporečju (Preglednica 20). Za vsakega izmed štirih podporečij so bili pridobljeni podatki o tem, koliko površine predstavlja gozd, mešane kmetijske površine, grmovje, pašniki, urbane površine, industrijske in neporasle površine. Brezdimenzijski koeficient CN je nadalje določen glede na tabele agencije ameriškega ministrstva SCS na osnovi pedologije in rabe tal. Čas zakasnitve Tp predstavlja čas zakasnitve od težišča histograma učinkovitih padavin do pojava maksimalnega pretoka (v urah). Odvisen je od hidravlične dolžine povodja (v km), od maksimalne retenzije porečja Sr (v mm) in naklona porečja (OLS v %).

Preglednica 22: Izračunani izhodiščni vhodni podatki modela (CN in Tp)

Table 22: Model inputs (CN and Tp)

	Enotni CN	Ia [mm]	Retenzija - Sr [mm]	Lzak (km)	OLS [%]	SCS Tp [h]	SCS Tp [min]	Odtočni potencial
TR01	48	55	275	10	56	2	94	A
TR02	47	56	282	9	56	2	92	A
TR03	52	46	232	13	58	2	103	A
TR04	56	40	202	15	52	2	116	A

3.3.2.2 Modelirane visoke vode Tržiške Bistrice

Za določitev vrednosti visokih vod v posameznih hidroloških prerezih je bil uporabljen hidrološki model HEC-HMS 3.5.

Za izdelavo hidrološkega modela so bile uporabljene vrednosti padavin različnega trajanja, hidrografske karakteristike (površina in nagnjenost vodozbirnega zaledja, ter dolžina vodotoka), izbrane krivulje CN, v katerem je upoštevana tudi karakteristika tal, ter pokrovnost tal. Karakteristike prečnih prevez korit (oblika in koeficient hrapavosti), ki se uporabljajo pri propagaciji visokovodnih valov z Muskingum-Cunge metodo, so bile določene na podlagi kart TTN 5000 in digitalnih ortofoto posnetkov in terenskega ogleda. Metoda Muskingum-Cunge v modelu zahteva naslednje parametre: dolžina odseka L, padec vodotoka S, tip korita in Manningov koeficient trenja. V primeru

sestavljene korita je potrebno podati vrednost Manningovega koeficienta v osnovnem koritu ter vrednosti za levo in desno poplavno polje.

Predpostavljene so bile enakomerno porazdeljene padavine do posameznih obravnavanih prerezov.

- Dogodek v letu 2007 smatramo za dokaj redek dogodek.
- Dogodek v letu 2010 smatramo za kar pogost dogodek.
- Dogodek v letu 2012 je dokaj pogost in običajen.

Izbira končnega hidrološkega modela je slonela tudi na sledečih izhodiščih:

- Rezultati verjetnostne analize pretokov so bližje realnim pri povratnih dobah do 10 let.
- Koeficient odtoka pri Q20 je ca 0,3.

Vrednosti visokih vod za 100-letno povratno dobo v posameznih hidroloških prerezih so prikazane v spodnji preglednici (Preglednica 23).

Preglednica 23: Vrednosti maksimalnih pretokov s povratno dobo 100 let
Table 23: The values for maximum flows with a return period of 100 years

Oznaka prereza	Ime prereza	F (km ²)	Q100 (m ³ /s)
01x	Tržiška Bistrica do VP Jelendol	48,55	109
01y	Tržiška Bistrica pod VP Jelendol	48,55	109
02x	Tržiška Bistrica do VP Tržič	78,8	174
02y	Tržiška Bistrica pod VP Tržič	78,8	174
03x	Tržiška Bistrica do VP Preska	121,22	281
03Y	Tržiška Bistrica pod VP Preska	121,22	281
04Y	Tržiška Bistrica v Savo	144,45	361

4 RABA VODE NA POREČJU TRŽIŠKE BISTRICE

Porečje Tržiške Bistrice je precej bogato s količino, posledica tega pa je tudi veliko število podeljenih vodnih pravic. Kot je razvidno iz spodnje preglednice (Preglednica 24) je na porečju Tržiške Bistrice podeljenih 205 vodnih pravic. Največ od tega (106) za lastno oskrbo s pitno vodo (ARSO –Vodna knjiga, 2014). To so podatki iz leta 2014.

Preglednica 24: Podeljene vodne pravice za rabo voda na porečju Tržiške Bistrice (ARSO, 2014)
Table 24: Granted water rights for water use in the Tržiška Bistrica basin (ARSO, 2014)

Vrsta rabe	Število podeljenih vodnih pravic	Skupna količina
HE	/	/
za proizvodnjo električne energije v malih HE do 10 MW	26	43 m ³ /s
odvzem podzemne vode iz vodnih virov za stekleničenje in proizvodnjo pijač	1	5,5 l/s (cca. 64.000 m ³ /leto)
Lastna oskrba s pitno vodo	106	153 m ³ /dan
Dejavnost bazenskih kopališč, ko se voda rabi iz javnega vodovoda	1	12 l/s (cca. 4500 m ³ /leto)
Namakanje drugih površin	1	30 l/s
Namakanje kmetijskih površin	3	8,75 l/s (cca. 14.800 m ³ /leto)
Oskrba s pitno vodo, ki se izvaja kot gospodarska javna služba	19	166 l/s (cca. 3.132.180 m ³ /leto)
Voda za druge namene	39	1650 m ³ /leto
Voda za komercialne ribnike	1	30 l/s
Voda za pridobivanje toplote	1	0,83 l/s
Voda za tehnološke namene	6	14 l/s (cca. 271.400 m ³ /leto)
Voda za vzrejo vodnih organizmov	1	20 l/s

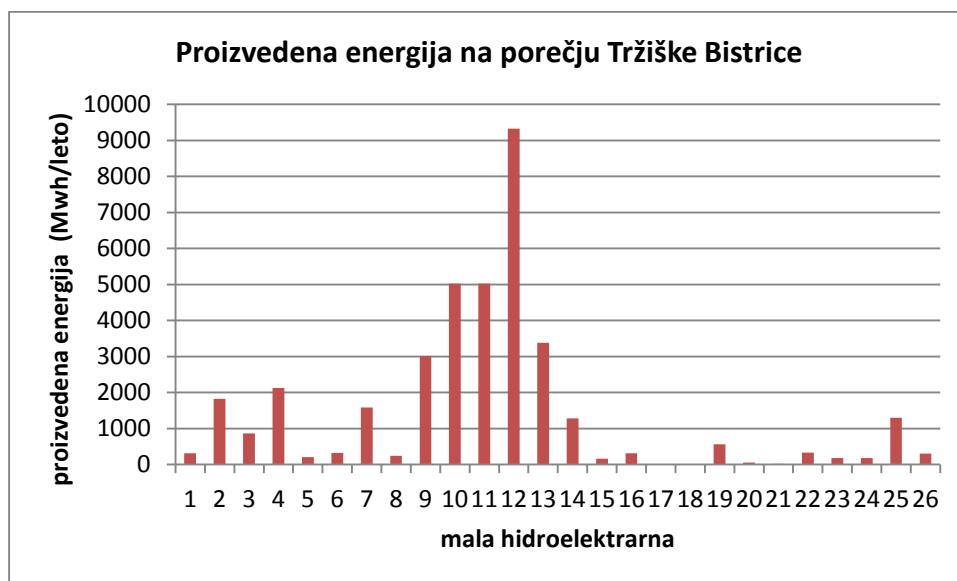
4.1 Raba vode za proizvodnjo električne energije na porečju Tržiške Bistrice

Na porečju Tržiške Bistrice se vodna energija dobro izkorišča z malimi hidroelektrarnami. Velik padec v zgornjem povirnem delu porečja in pa dober pretok v spodnjem delu porečja omogočata proizvodnjo električne energije v večjem delu porečja. Na to kaže tudi razporeditev malih hidroelektrarn, ki niso prisotne samo v povirnih delih, kjer je padec vodotokov večji. V nadaljevanju je prikazan pregled rabe vode na proizvodnjo električne energije na porečju Tržiške Bistrice.

Podatki o obstoječih vodnih pravicah za proizvodnjo električne energije v malih hidroelektrarnah (v nadaljevanju mHE) do 10 MW so pridobljeni na ARSO s pomočjo spletne objektne storitve (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov.

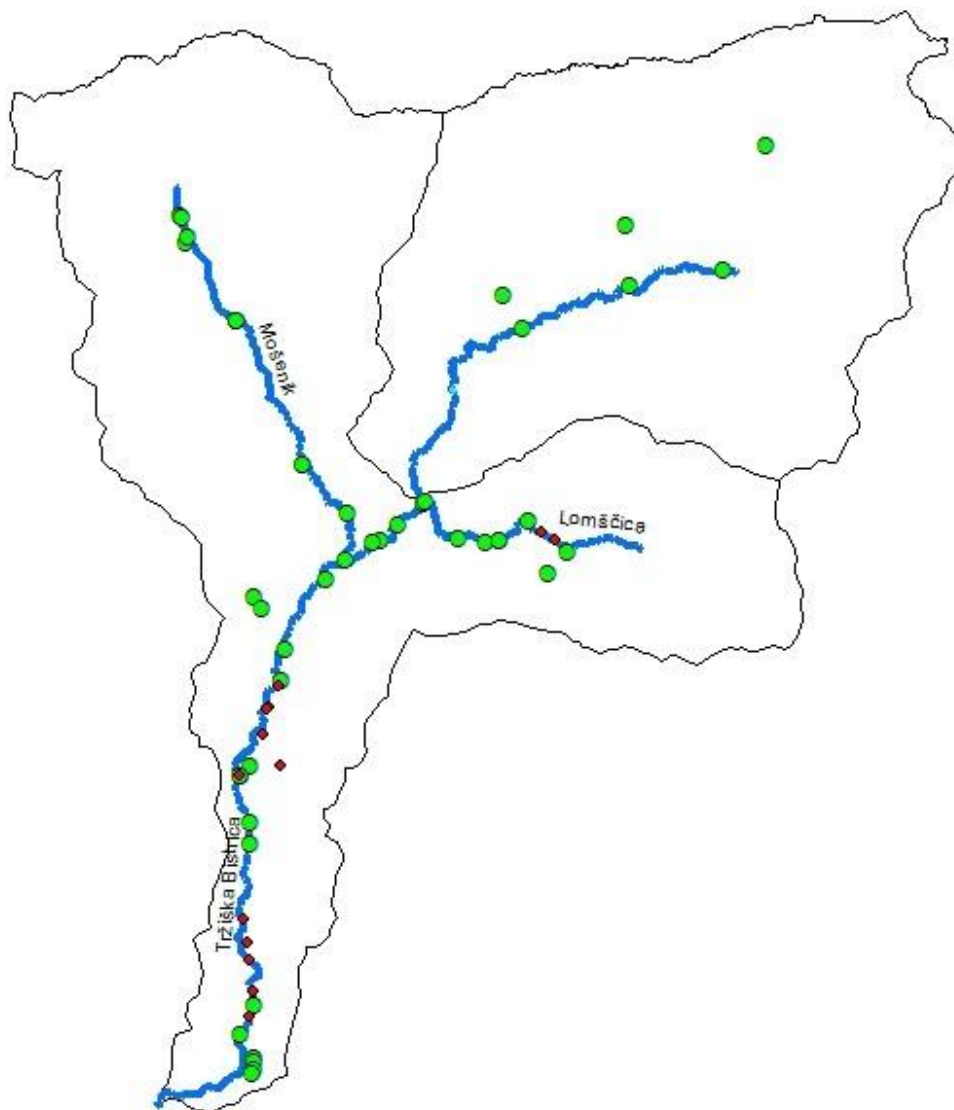
Glede na svoje naravne danosti ima Tržiška Bistrica skupaj z Mošenikom in Lomščico izjemen energetskega potenciala. To potrjuje tudi število koncesij za rabo vode za proizvodnjo električne energije v malih HE do 10 MW. Teh je namreč kar 26, skupna dovoljena količina za vse mHE pa je 43 m³/s. Spodnji grafikon (Grafikon 17) prikazuje rabo vode za proizvodnjo električne energije v mHE do 10 MW na porečju Tržiške Bistrice. Podatki so pridobljeni na spletni strani ARSO (WFS aplikacija) (ARSO, 2016). Iz grafikona je razvidno, da nekaj malih hidroelektrarn po količini kar precej izstopa, saj ena izmed hidroelektrarn lahko proizvede kar več kot 9 tisoč MWh/leto. Sicer pa je povprečje proizvedene (dejanske predvidene) energije 1461 MWh/leto. Podatki kažejo, da je dejanska proizvedena električna energija lahko precej drugačna od predvidene, kar je prikazano v naslednjem poglavju.

Podatki kažejo, da je dejanska proizvedena energija na leto lahko precej drugačna od predvidene.



Grafikon 17: Prikaz proizvedene električne energije na obstoječih mHE na porečju Tržiške Bistrice
Graph 17: Only the electricity produced at the existing SHPs in the Tržiška Bistrica basin

Iz slike spodaj (Slika 4) je razvidno, kako so po porečju razdeljene male hidroelektrarne. Zeleno obarvane točke prikazujejo lokacije mHE, za katere so podeljene koncesije. Od leta 2013 naprej pa se namesto koncesij za izkoriščanje vode za proizvodnjo električne energije podeljujejo vodna dovoljenja (rdeče obarvane točke). Največ malih hidroelektrarn je lociranih na Tržiški Bistrici dolvodno od sotočja z Lomščico. Od tega sotočja gorvodno so male hidroelektrarne locirane predvsem na pritokih Tržiške Bistrice. Razloge za to gre morda iskati v manjšem razpoložljivem hidrotehničnem potencialu in večji okoljski vrednosti zgornjega dela porečja Tržiške Bistrice. Po sotočju Tržiške Bistrice z Lomščico se razpoložljivi hidrotehnični potencial precej poveča, skladno s tem je na tem delu že lociranih več malih hidroelektrarn kot gorvodno. Razpoložljivost hidrotehničnega potenciala je razvidna iz priloge (Priloga B).



Slika 4: Lokacije malih hidroelektrarn na porečju Tržiške Bistrice

Figure 4: Locations of small hydropower plants in the Tržiška Bistrica basin

4.2 Analiza proizvedenih letnih količin električne energije

Pri pregledu podatkov oz. pri primerjavi med letno predvideno proizvodnjo električne energije (iz koncesijske pogodbe) in dejansko distribuirano energijo v omrežje, je bilo ugotovljeno, da se omenjeni količini med sabo lahko precej razlikujeta. Na voljo so podatki o dejansko distribuirani količini električne energije (kwh) za vsako leto posebej za obdobje 2006-2012 za vsako mHE na Tržiški Bistrici (Preglednica 25). Zaradi neskladja dovoljene proizvedene količine električne energije v primerjavi z distribuirano energijo, podatki o imetnikih vodne pravice niso navedeni. Tudi vrstni red imetnikov je naključen.

Preglednica 25: Podatki o dejanski distribuirani količini električne energije (kWh) na mHE na porečju Tržiške Bistrice

Table 25: Actual distributed amount of electricity (kWh) per small hydro power in the Tržiška Bistrice basin

zap. št. mHE	dovoljen odvzem (m ³ /s)	dovoljena proizvedena energija (kWh/leto)	Dejanska distribuirana letna količina (kWh)							
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	2,1	311000	ni podatka	33353	304332	283215	308395	334028	103111	9501
2	2,1	1829000	ni podatka	61239	1541105	1702228	1950677	1951827	1370458	ni podatka
3	2,6	865000	581185	605247	487787	718968	967423	957142	642402	691145
4	0,33	2130000	1916102	1937796	1959771	2245082	2843016	2730754	1687780	2230977
5	2	206000	232280	220410	225783	220661	268860	270242	297497	286681
6	0,33	320000	621042	614772	544090	342213	826042,5	786262	662638	650968,5
7	5	1582000	ni podatka	ni podatka	572836	1765517	2125881	2013735	1618504	1613911
8	0,14	238000	ni podatka	ni podatka	ni podatka	131605	434488	442118	329226	338148
9	2	3017000	2722444	2701530	1527498	3033450	4275180	4122938	2637498	2955278
10	0,2	5028000	4322594	4408348	4378619	5104678	5706507	6602656	5252536	5277948
11	1,15	5028000	že upoštevano pri zavezancu pod številko 10							
12	1,35	9325000	8645188	8747817	8676294	10029723	11924068	12477707	10095967	10082028
13	1,6	3383000	3112268	3288464	3038198	4035539	4666095	4602099	3656454	3862637
14	2	1280000	1210326	1254905	1132638	1407809	1706244	1683326	1318732	1353477
15	2	159000	177013	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka
16	2,9	317000	ni podatka	298300	301774	363764	435550	386244	275175	320519
17	0,08	9000	ni podatka	0	9000	9000	9000	9000	9000	9000
18	0,01	15000	ni podatka	3257	6649	14120	16016	13930	9460	8424
19	0,4	562000	ni podatka	619637	660800	605247	763200	604211	608816	505357
20	0,6	53000	ni podatka	59448	60000	60000	59000	57000	57000	58661
21	0,6	20000	ni podatka	15711	60260	62213	50232	73974	13632	18117
22	4	334000	ni podatka	267964	271017	344499	418751	350000	250000	350000
23	2	183000	453720	431988	408974	442308	475321	474321	486132	483266
24	2	183000	21647	98283	147200	158858	174537	157285	170599	180585
25	6	1303000	ni podatka	1284376	1167192	1435686	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka
26	0,4	306000	ni podatka	302000	336500	420700	508800	490000	389010	457160

V naslednji preglednici (Preglednica 26) je prikazano razmerje (%) med proizvedeno (distribuirano) električno energijo (kWh/leto) in energijo, določeno v koncesijski pogodbi (kWh/leto). Primerjava kaže, da nekatere mHE niso dovolj izkoriščene, medtem ko nekatere proizvedejo celo več kot imajo določeno v koncesijski pogodbi (sivo osenčena polja). Tudi v tem primeru imetniki vodne pravice niso imenovani, vrstni red malih hidroelektrarn pa je naključen.

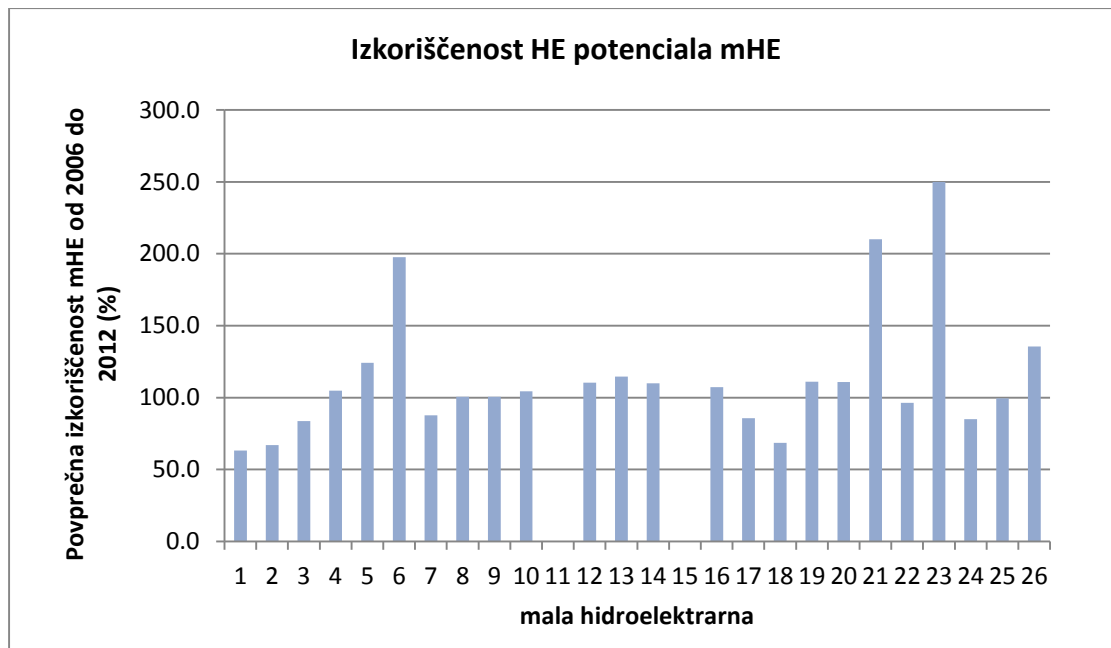
Preglednica 26: Razmerje (%) med proizvedeno električno energijo in letno količino iz koncesijske pogodbe za posamezno mHE na porečju Tržiške Bistrice

Table 26: The ratio (%) between the electricity generated and the annual volume from concession contracts for each SHP on the Tržiška Bistrice basin

Zap. št.	Razmerje med proizvedeno električno energijo in letno "dovoljeno" količino iz koncesijske pogodbe (%) za posamezno leto						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	10,72	97,86	91,07	99,16	107,40	33,15	3,05
2	3,35	84,26	93,07	106,65	106,72	74,93	0,00
3	69,97	56,39	83,12	111,84	110,65	74,27	79,90
4	90,98	92,01	105,40	133,47	128,20	79,24	104,74
5	107,00	109,60	107,12	130,51	131,19	144,42	139,17
6	192,12	170,03	106,94	258,14	245,71	207,07	203,43
7	0,00	36,21	111,60	134,38	127,29	102,31	102,02
8	0,00	0,00	55,30	182,56	185,76	138,33	142,08
9	89,54	50,63	100,55	141,70	136,66	87,42	97,95
10	87,68	87,08	101,53	113,49	131,32	104,47	104,97
11	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka
12	93,81	93,04	107,56	127,87	133,81	108,27	108,12
13	97,21	89,81	119,29	137,93	136,04	108,08	114,18
14	98,04	88,49	109,99	133,30	131,51	103,03	105,74
15	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka
16	94,10	95,20	114,75	137,40	121,84	86,81	101,11
17	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
18	21,71	44,33	94,13	106,77	92,87	63,07	56,16
19	110,26	117,58	107,70	135,80	107,51	108,33	89,92
20	112,17	113,21	113,21	111,32	107,55	107,55	110,68
21	78,56	301,30	311,07	251,16	369,87	68,16	90,59
22	80,23	81,14	103,14	125,37	104,79	74,85	104,79
23	236,06	223,48	241,70	259,74	259,19	265,65	264,08
24	53,71	80,44	86,81	95,38	85,95	93,22	98,68
25	98,57	89,58	110,18	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka
26	98,69	109,97	137,48	166,27	160,13	127,13	149,40

Izkoriščenost obstoječih malih hidroelektrarn na porečju Tržiške Bistrice prikazuje tudi spodnji grafikon (Grafikon 18). Primerjalna vrednost posamezne male hidroelektrarne (26) predstavlja povprečna letna vrednost proizvedene električne energije v letih od 2006 do 2012. Iz primerjave med mHE je razvidno, da kar 15 od 26 hidroelektrarn proizvede več električne energije kot je njihova predvidena proizvodnja iz koncesijske pogodbe. Preostalih 9 mHE svoje proizvodnje električne energije ne izkorišča v možnem obsegu, za 2 mHE pa ni podatkov o proizvedeni količini. Vzrok za neizkoriščenost hidroenergetskega potenciala bi lahko bil tehnološke narave, saj lokacija ne vpliva na izkoriščenost male hidroelektrarne. Ali drugače, na podobni lokaciji, je izkoriščenost hidroenergetskega potenciala lahko drugačna. Torej podoben padec terena, podoben pretok, izkoriščenost pa drugačna. Vzrok bi lahko torej bil neoptimizirana tehnologija proizvodnje električne energije. Nekatere mHE so tudi že zastarele in ne dosegajo optimalne izkoriščenosti. Zaradi te

ugotovitve je tudi nadaljnja analiza primernosti hidroenergetske rabe izvedena ob predpostavki, da je tehnološka izkoriščenost vseh novih potencialnih mHE enaka, preverja se samo naravne danosti.



Grafikon 18: Izkoriščenost hidroenergetskega potenciala mHE na porečju Tržiške Bistrice
Graph 18: Utilization of hydroelectric potential in the Tržiška Bistrica basin

5 OPIS METODE ZA PRESOJO PRIMERNOSTI HIDROENERGETSKE RABE VODE

Izbor metode temelji na večkriterijskem pristopu, pri katerem se medsebojno usklajuje več medsebojnih vplivnih ciljev. Gre za metodo ocenjevanja problemov na podlagi več kriterijev. Za te kriterije je značilno, da so si med seboj lahko nasprotujoči, to pomeni, da izboljšanje zagotavljanja nekega kriterija lahko povzroči poslabšanje zagotavljanja drugega. Pomembnost kriterijev se določa z utežmi, ki predstavljajo brezdimenzionalne vrednosti, ki izražajo pomembnost kriterija ter predstavljajo relativno pomembnost ciljev.

Pri določanju primernosti hidroenergetske rabe vode na porečju Tržiške Bistrice je bila izbrana metoda, ki je bila uporabljena na projektu CAMIS (Coordinated activities for management of Isonzo Soča). V sklopu tega projekta je bila med drugim razvita metoda na področju trajnostnega integralnega modeliranja rabe voda (razvoj energetske-okoljsko-prostorskega modela) na območju povodja zgornje Soče. Primernost metode za določanje hidroenergetske rabe vode vidim v tem, da so v metodi kot izhodišče upoštevane smernice Alpske konvencije (Platforma za upravljanje voda v Alpah, 2011) in smernice za trajnostno hidroenergetsko rabo Mednarodne komisije za varstvo reke Donave (ICPDR, 2013). Smernice teh dveh dokumentov so bile pripravljene kot podlaga za trajnostno načrtovanje hidroenergetske rabe v skladu z okoljskimi cilji in jih je v geografskem smislu možno uporabiti na območju Alpske konvencije (Alpe).

Alpska konvencija – smernice za uporabo malih hidroelektrarn vključuje splošne smernice in priporočila, okvirne postopke vrednotenja ter nabor evalvacijskih meril. Ne vsebuje pa konkretne metodologije z namenom, da se ohrani dovolj gibkosti pri implementaciji smernic, s čimer se omogoča upoštevanje regionalnih razlik in različnih. Zaradi visokega potenciala hidroenergije na eni strani in prizadevanj za ohranitev ekosistemov in pokrajine na drugi strani povzroča uporaba malih hidroelektrarn v alpskih predelih nasprotje interesov med zagovorniki uporabe obnovljivih virov energije in tistimi, ki si prizadevajo zaščititi vodne ekosisteme in pokrajine (Alpska konvencija, 2011). Smernice so namenjene predvsem tistim, ki sprejemajo odločitve in izdajajo dovoljenja, s pomočjo katerih bodo lahko reševali to zahtevno problematiko. Zaradi mnogih pritiskov in nasprotujočih si pričakovanj (Slika 5) v zvezi z malimi hidroelektrarnami na območju Alp so bile smernice potrebne.



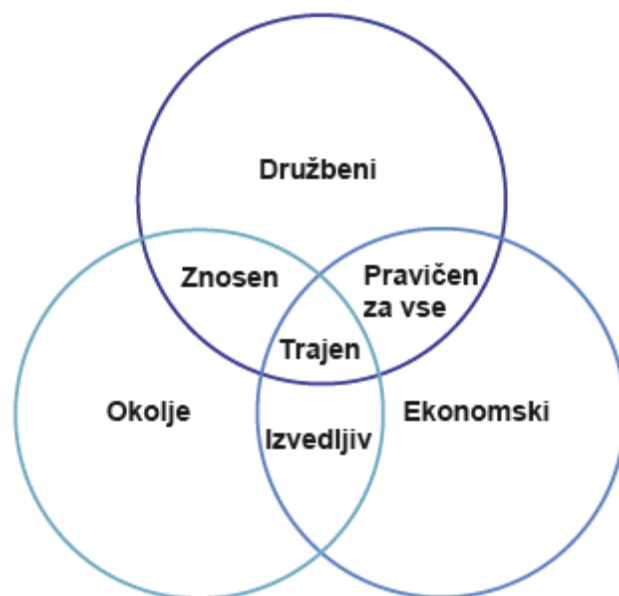
Slika 5: Hidroenergija in ekosistemi v alpski regiji: področje konfliktov, ki povzročata pritiska in pričakovanja (Alpska konvencija, 2011)
Figure 5: Hydropower and ecosystems in the Alpine region: the area of conflict, causing pressures and expectations (Alpine Convention, 2011)

Splošna cilja Alpske konvencije za uporabo malih hidroelektrarn, ki upoštevata tako energetske kot okoljske zakonodaje sta:

- povečanje proizvodnje energije iz obnovljivih virov, z izkoriščanjem hidroenergije
- zmanjšanje prizadetosti vodnega ekosistema in pokrajine na minimum

Cilja sta si torej v navzkrižju, kar zahteva iskanje ravnovesja med omenjenima ciljema, torej iskanje optimuma doseganja ciljev. V ta namen je potrebno ločevati med lokacijami, ki so potencialno naklonjene hidroenergiji in tistimi, ki so ekološko občutljive in kot take manj ugodne za uporabo hidroenergije. Primernost lokacij za male hidroelektrarne je tako v principu treba oceniti glede na uporabno in konzervacijsko merilo. To primernost lokacij sem na porečju Tržiške Bistrice iskal s pomočjo metode, razvite v projektu CAMIS in bo predstavljena v nadaljevanju.

Ključno načelo pri upravljanju z vodnimi viri je trajnost, za kar je potreben celostni pristop, ki zahteva koordinacijo in integracijo okoljskih, ekonomskih in socialnih vidikov.



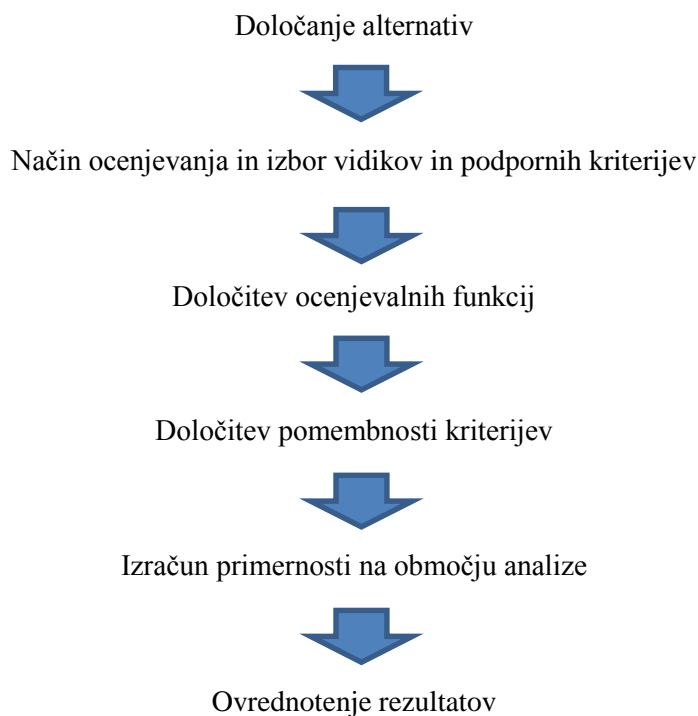
Slika 6: Trije sestavni vidiki trajnosti (Alpska konvencija, 2011)

Figure 6: Three integral aspects of sustainability (Alpine Convention, 2011)

Za doseganje ravnovesja med povečanjem izrabe hidroenergije in varovanjem okolja je potrebno transparentno tehtanje interesov na osnovi trajnostnih meril. Trajnostno upravljanje je tisto, za katerega lahko trdimo, da vključuje tako okoljski kot tudi družbeni in ekonomski vidik. Poleg načela trajnosti pa je potrebno pri umeščanju rabe v vodni prostor upoštevati tudi specifične regionalne in nacionalne dejavnike.

Osnovni cilj pri vzpostavitvi metode so izbor kriterijev, zagotovitev tehničnih podlag za ocenjevanje variantnih rešitev, pripraviti ustrezna navodila za vzpostavitev ocenjevalnih funkcij in določitev uteži oz. pomembnosti izbranih kriterijev (Hajkowicz et al, 2007). Postopek večkriterijske analize je prikazan na sliki (Slika 7). Prvi korak pri večkriterijski analizi je določitev možnih alternativ. Odločamo se lahko med analizo določenega vodotoka ali pa analiziramo samo določene odseke in jih med seboj primerjamo. Po določitvi alternative se določijo kriteriji, ki jih grupiramo v vidike. To so kriteriji, s pomočjo katerih se prek ocenjevalnih funkcij določi primernost rabe. Ena od pomembnejših zadev v postopku je obtežitev kriterijev oziroma določitev pomembnosti vrednosti posameznih

kriterijev. Po izračunu primernosti rabe vode na podlagi verifikacije in ovrednotenja rezultatov se analiza lahko zaključi ali pa vrne v predhodne korake (Camis, 2015).



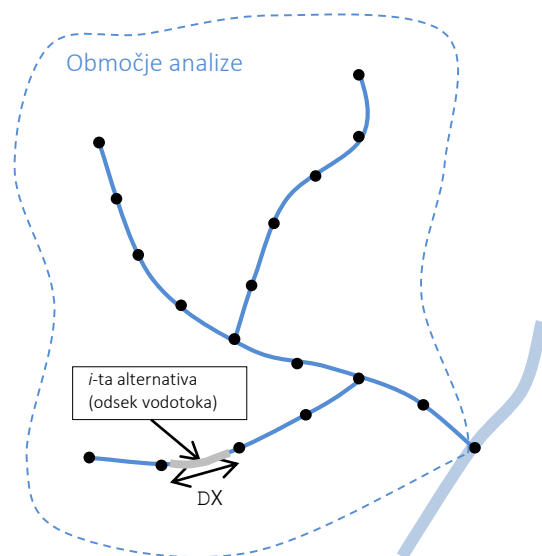
Slika 7: Koraki pri večkriterijski analizi
Figure 7: Multi-Criteria Analysis steps

Osnovni cilj je torej določiti primernosti določenega vodotoka za izbrano rabo, v našem primeru za hidroenergetsko rabo. Določitev primernosti temelji na upoštevanju različnih vidikov. V samem postopku spremljamo vidik privlačnosti za hidroenergetsko rabo na eni strani in vidik ranljivosti na drugi strani. Ta dva vidika določata končno oceno primernosti. Večja kot je privlačnost nekega odseka in je hkrati tam tudi majhna vrednost oz. manjša ranljivost, večja je primernost odseka za rabo vode. Po končanem izračunu sledi še pregled območij izvzete rabe vode. To pomeni, da je potrebno pregledati, ali na določenem območju veljajo kakšni drugi predpisi ali zakoni (npr. prepoved rabe vode z Zakonom ipd.).

5.1 Način določanja alternativ

V začetni fazo so bile določene alternative – območja, ki sem jih vrednotil in medsebojno primerjal. Območje analize obsega vodotoke na porečju Tržiške Bistrice s prispevno površino večjo od 10 km². Na porečju Tržiške Bistrice so trije taki vodotoki:

- Tržiška Bistrica
- Lomščica
- Mošenik



Slika 8: Način določanja alternativ - odseki vodotokov v izbrani dolžini (IzVRS, 2015)

Figure 8: The method of determining alternatives – watercourse sections in the selected length (IzVRS, 2015)

Omenjeni vodotoki so razdeljeni na enako dolge odseke z dolžino 50 metrov. Pri izboru dolžine odseka sem upošteval natančnost in razpoložljivost vhodnih podatkov, večje je območje analize, manjša je natančnost. Območje analize je veliko nekaj več kot 40 km. Iz tega razloga je izbor odseka 50 metrov smiseln, manjša enota ne pride v poštev, saj za umestitev nekega objekta v vodni prostor potrebuje vsaj 50 m. Poleg tega tudi izbor daljšega odseka ni potreben, saj se podobne ocene lahko med seboj za neko umestitev v prostor tudi združi. Na podlagi teh ugotovitev se mi zdi določitev 50-metrskih odsekov smiselna. Vsak odsek predstavlja eno alternativo. Večje kot je območje analize, večje je število alternativ. Skupno število določenih alternativ na porečju Tržiške Bistrice je 727.

5.2 Način ocenjevanja

V metodi sta prisotna dva vidika, vidik privlačnosti in vidik ranljivosti, posamezni vidik pa je ovrednoten na podlagi kriterijev. Vsak kriterij ima svojo vrednost, vsota vseh kriterijev pa je največ 1. Posamezen ocenjen vidik je torej ocenjen z vrednostjo med 0 in 1. Vrednost kriterija določajo uteži. Metoda vrednotenja za posamezne kriterije je bila izbrana seštevna normalizacijska metoda, pri kateri se produkti uteži in vrednosti upoštevanih kriterijev za vsak glavni kriterij seštejejo. Ker so uteži in funkcije vrednotenja normalizirane, se gibljejo vrednosti alternativ za vsak izbran glavni kriterij v obsegu [0,1]. Vrednost 0 predstavlja najnižjo vrednost, vrednost 1 pa najvišjo možno vrednost za posamezen kriterij. Glede na omenjeno, se skupna ocena i -te alternative za npr. kriterij privlačnosti (A_i) izračuna na podlagi naslednje enačbe (IzVRS, 2015):

$$A_i = \sum A_{ij} * |w_j|,$$

Kjer je A_{ij} ocena in $|w_j|$ normalizirana utež j -tega kriterija za kriterij privlačnosti. A_{ij} se izračuna na podlagi naslednje enačbe:

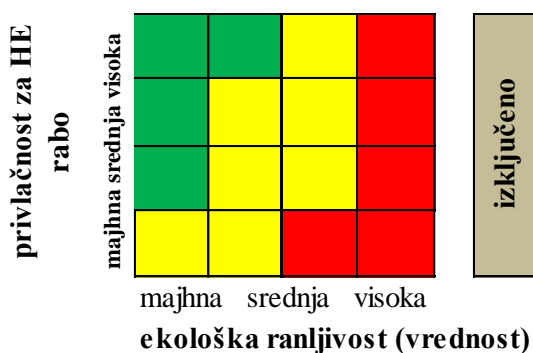
$$A_{ij} = |f_j(x_{ij})|,$$

kjer je $|f_j|$ normalizirana ocenjevalna funkcija za j -ti kriterij in x_{ij} vrednost i -te alternative za j -ti kriterij. Prav tako se računa tudi kriterije znotraj vidika ekološke ranljivosti (B). Končna ocena

Pri načinu ocenjevanja je eden najpomembnejših korakov obtežitev izbranih kriterijev glede na njegovo pomembnost. Ta postopek se izvede na podlagi strokovne presoje. Pri izračunu primernosti hidroenergetske rabe na porečju Tržiške Bistrice sem torej uteži izbranih kriterijev spreminjal s ciljem doseganja večje razpršenosti alternativ po polju ali na podlagi znanih lokacij.

5.3 Vidiki in kriteriji

Osnovna metodologija je privzeta po Splošnih smernicah, ki so bile sprejete na Alpski konvenciji leta 2011 in smernicah ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River). Pri analizi gre za dva vidika, torej lahko govorimo o dvodimenzijski matriki, del, ki jo zaznamuje vidik privlačnosti za rabo (npr. hidroenergetski potencial) in del ekološke ranljivosti (npr. Natura 200).



Slika 9: Opredelitev metode na podlagi dveh glavnih vidikov (Alpska konvencija, 2011)

Figure 9: Definition of methods based on two main aspects (Alpine Convention, 2011)

Privlačnost za hidroenergetsko rabo voda lahko razumemo kot primeren prostor za umestitev rabe zaradi dobrih pogojev: ugodne hidromorfološke, hidrološke danosti, obstoječa vodna infrastruktura in raba vodnega okolja itd. Okoljsko ranljivost pa na drugi strani razumemo kot vrednost zaradi neokrnjenosti narave, neumeščnosti rabe v vodni prostor, dobrega ekološkega stanja. Upošteval sem predvsem kriterije, ki opredeljujejo stanje voda in podpirajo cilje ohranjanja in varovanja narave ter okolja. Pri ocenjevanju alternativ z vidika okoljske ranljivosti je pravilno, da se upošteva Vodna direktiva, saj se v postopku njene implementacije pridobivajo podatki o reprezentativnih kriterijih hidromorfološkega stanja, bioloških parametrov, kemijskem in ekološkem stanju, obremenitvah ipd. (Camis, 2015). Primernost za rabo voda določata oba vidika, ki ju med sabo primerjamo in ugotavljamo koristi zaradi obravnavane rabe voda. Višje koristi zaradi izvajanja obravnavane rabe in manjši negativni vplivi pomenijo višjo primernost. A (privlačnost za HE) in B (ekološka ranljivost) med seboj nista neposredno odvisna. To pomeni, da je nekem odseku, kjer je A izjemno velik, lahko ekološka ranljivost majhna ali velika in obratno. Pomembno pa je to, da skupaj določata oceno primernosti.

Pri izboru kriterijev sem poleg strokovnih izhodišč upošteval tudi, da so podatki za določitev vrednosti alternativ po izbranem kriteriju na razpolago, da kriterij omogoča medsebojno vrednotenje alternativ.

5.4 Določitev ocenjevalnih funkcij

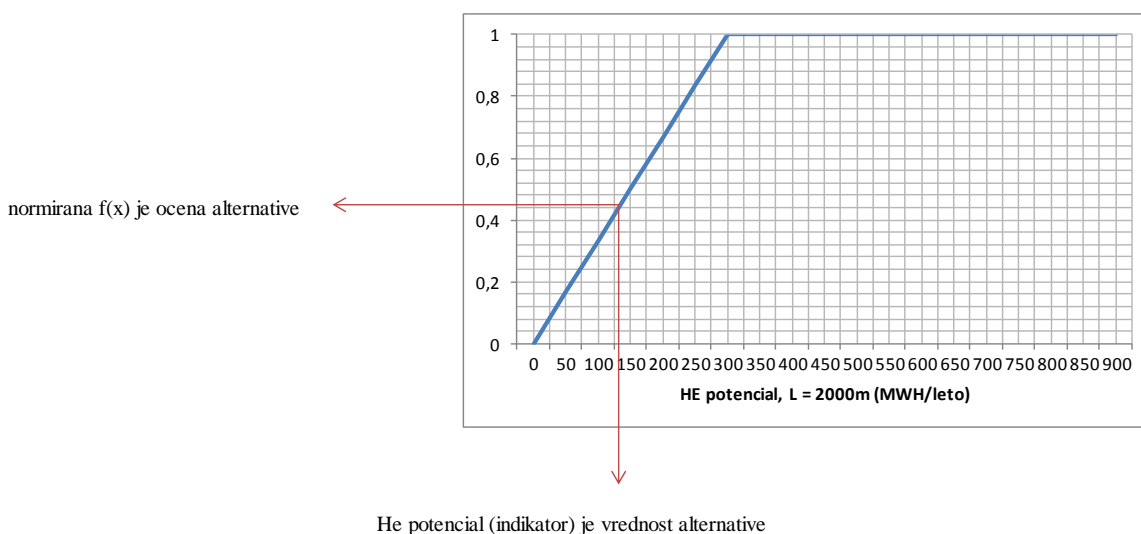
V primeru določanja primernosti hidroenergetske rabe na porečju Tržiške Bistrice gre za večje območje, je pri določitvi ocenjevalnih funkcij vodilo enostavnost. Uporabljajo se enostavne linearne naraščajoče ali padajoče funkcije (diskretne ali zvezne). Pri zveznih funkcijah je potrebno določiti tudi pragova, ki določata vrednost od katere naprej se ocena alternativ po izbranem kriteriju ne

spreminja več oziroma je dosežena minimalna ali maksimalna vrednost (Camis, 2015). Na primer, ko ocenjujem hidroenergetski potencial za posamezni odsek (večji potencial je bolje ocenjen), lahko določim, da so vse alternative z HE potencialom večjim od 300 MWH/leto ocenjeni z najvišjo možno oceno, to je 1. Vse ostale vrednosti od 0 do 300 MWH/leto pa so ocenjene z vrednostjo od 0 do 1.

5.5 Določevanje pomembnosti izbranih kriterijev

Pomemben korak pri implementaciji metode je t.i. obtežitev izbranih kriterijev. Uteži se določajo glede na vpliv posameznih kriterijev na primernost. Vsota uteži vseh kriterijev za posamezen vidik je 100 % ali 1, če računamo v deležih. Na primer za porečje Tržiške Bistrice je za vidik privlačnosti hidroenergetske rabe izbranih 7 kriterijev (kriteriji so podrobno predstavljeni v naslednjih poglavjih). Kot najpomembnejši kriterij je razpoložljivi hidroenergetski potencial, delež uteži pa znaša 0,36. Kriteriji so določeni na podlagi strokovnih stališč in razpoložljivosti podatkov. Poleg tega so izbrani tako, da potencialnemu investitorju nudijo podlago za odločanje, ali je določen odsek vodotoka primeren za hidroenergetsko rabo.

Normirana $f(x)$ je ocena alternative. Hidroenergetski potencial x pa je v tem primeru vrednost alternative (Grafikon 20). Naprimer, če na nekem odseku vodotoka maksimalni HE potencial znaša 130 MWH/leto, ocena tega odseka po spodnji ocenjevalni funkciji znaša 0,45. 0,45 potem pomnožimo utežjo tega indikatorja (HE potencial). Vsota teh izračunov po vseh indikatorjih določa privlačnost (A) nekega odseka za rabo. Bolj podrobno je to navedeno v naslednjih poglavjih.



Grafikon 20: Ocenjevanje alternativ

Graph 20: Evaluating alternatives

$A = \sum | f_j(x_{ij}) * | w_j |$, pri čemer je:

A - privlačnost za rabo

f_j – ocenjevalna funkcija za j -ti indikator

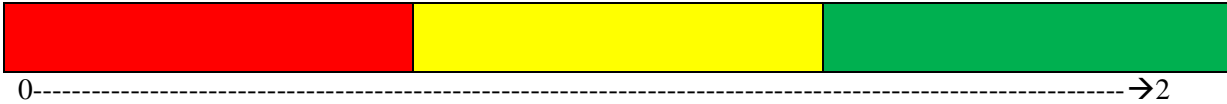
x_{ij} – vrednot i -te alternative za j -ti indikator

w_j – utež (pomembnost) j .tega indikatorja

Privlačnost se torej računa na način, da se pomnožene vrednosti i -te alternative in uteži med sabo seštevajo. S to normalizacijo ocenjevalnih funkcij in uteži zagotovimo, da so ocene za posamezen vidik od 0 do 1.

5.6 Izračuni in rezultati

Rezultati primernosti za posamezen odsek so ovrednoteni od 0 do 2. Višja kot je ocena, bolj je odsek primeren za posamezno rabo vode. Posamezne ocene lahko razdelimo v razrede primernosti (npr. manj primerno za rabo, srednje primerno, primerno), poleg tega pa pri končnih ocenah upoštevamo tudi območja izvzete rabe. To pomeni, da je raba na teh območjih prepovedana. To so območja referenčnih odsekov, območja izvzeta na podlagi 5. člena uredbe Načrta upravljanja voda, kjer so navedeni pogoji, prepovedi in omejitve posebne rabe površinskih voda ipd.



Primernost rabe vode za posamezen odsek se izračuna po seštevni metodi:

$P = A_i + (1 - B_i)$, kjer je

A_i – vidik privlačnosti

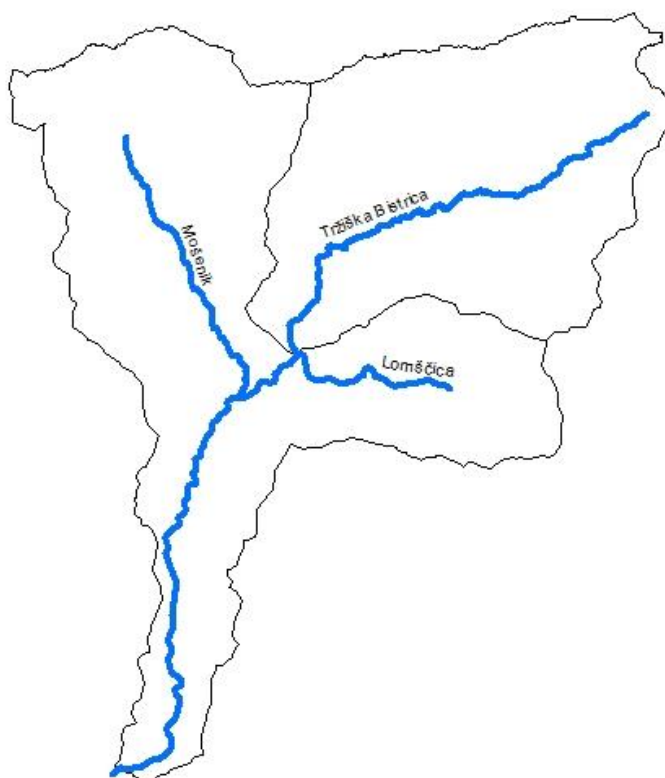
B_i – vidik okoljske ranljivosti

6 PRIDOBIVANJE PODATKOV IN PODPORNNA ORODJA

6.1 Območje in obseg analize

V analizo primernosti za hidroenergetsko rabo je vključeno porečje Tržiške Bistrice. Tržiška Bistrica je namreč s svojimi pritoki poznana kot reka z velikim hidroenergetskim potencialom. Prispevna površina porečja Tržiške Bistrice do izliva v Savo znaša 144,4 km². Tržiška Bistrica ima številne pritoke. V Tržiču se ji z desne strani pridruži potok Mošenik, največji od pritokov (39,2 km²), ki teče iz severa pravokotno čez sloje v glavnem grebenu Karavank in v dolino prinaša precej odkladnin. Z leve strani, tik pred Tržičem se v Tržiško Bistrico izliva drugi največji pritok Lomščica (19,5 km²), ki teče v podolžni, širši dolini. Ostali večji pritoki z desne strani so še Košutnik, Zali potok, Dolžanka, Kališnik in Blajšnica. Z leve pa je pomembnejši pritok še Stegovnik.

Zaradi omejenosti podatkov so v analizo vključeni vodotoki s prispevno površino večjo od 10 km². Takim kriterijem ustrezajo trije vodotoki: Tržiška Bistrica, Mošenik in Lomščica (Slika 10).



Slika 10: Vodotoki s prispevno površino večjo od 10 km²

Figure 10: Watercourses with a catchment area of more than 10 km²

Naslednja preglednica (Preglednica 27) prikazuje karakteristike vodotokov na porečju Tržiške Bistrice, ki so predmet analize primernosti hidroenergetske rabe.

Preglednica 27: Analizirani vodotoki s prispevno površino večjo od 10 km²
Table 27: Streams with a catchment area of more than 10 km²

Zap. št.	Ime vodotoka	Dolžina vodotoka (km)	Prispevna površina vodotoka (km ²)
1	Tržiška Bistrica	27,07	144,4
2	Mošenik	9,09	39,2
3	Lomščica	4,70	19,5

Po določitvi obsega analize je bila izbrana raba za določitev primernosti hidroenergetske raba. Kljub temu, da je izkoriščenost vodotokov na porečju relativno dobra, je cilj te naloge najti še kakšen primeren odsek za hidroenergetsko rabo.

6.2 Pridobivanje podatkov in podporna informacijska orodja

Za potrebe izvedbe analize so bili potrebni tudi nekateri podporni programi. Za določitev meja prispevnega območja sem uporabil program AutoCad. S pomočjo plastnic so bile določene prispevne površine. Pri celotnem procesu pa sem si pomagal tudi z geografskim orodjem ArcMap 10.1 (ArcGis).

Pomemben del celotne analize so hidrološki podatki. Na obravnavanem porečju Tržiške Bistrice je delujoča ena vodomerna postaja in sicer v.p. Preska. Vodomerna postaja je na levem bregu pri mostu, približno 500 metrov pod sotočjem z Mošenikom. Postaja je opremljena z dvodelno vodomerno letvijo od leta 1957 in kasneje tudi z limnigrafom. Od izliva Tržiške Bistrice do postaje je 11,17 km. Velikost vodozbirnega zaledja znaša po podatkih ARSO 121 km². Podatki z vodomerne postaje Preska so na voljo od leta 1958 naprej. Podatki o vodomernih postajah in pretokih so bili pridobljeni s strani ARSO. Iz podatkov so izračunani srednji letni pretoki (v nadaljevanju sQs) in srednji mali pretoki (v nadaljevanju sQnp) ter v skladu z Uredbo o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (v nadaljevanju Uredba Qes) tudi ekološko sprejemljive pretoke (Qes).

Preglednica 28: Vodomerne postaje na porečju Tržiške Bistrice
Table 28: Hydrological stations of the Tržiška Bistrica basin

Ime VP	Vodotok	Obdobje	sQnp	sQs
Jelendol	Tržiška Bistrica	1957-1965	0,42	1,77
Tržič	Tržiška Bistrica	1953-1982	0,61	2,38
Preska	Tržiška Bistrica	1958-2013	2,35	5,03
Zgornje Duplje I	Tržiška Bistrica	1926-1948	1,91	5,55
Zgornje Duplje	Tržiška Bistrica	1948-1968	1,44	5,16
Podbrezje	Tržiška Bistrica	1978-1988	0,78	3,35
Tržič I	Mošenik	1965-1986	1,65	3,33

Podatki o pretokih so torej povzeti iz vodomerne postaje Preska, ki je na vodotoku Tržiška Bistrica. Na podlagi vrednosti pretokov v tej točki so bile izračunane vrednosti vseh točk vzdolž Tržiške Bistrice na razdalji 50 m, in sicer na podlagi razlik v prispevni površini posamezne točke od točke vodomerne postaje. Enako so bili pridobljeni tudi podatki o pretokih za preostala vodotoka, Lomščico in Mošenik.

Za določitev Qes je potrebno v skladu z Uredbo o Qes na podlagi skupine ekoloških tipov, velikostjo prispevnih površin in z upoštevanjem dolgega povratnega odvzema določiti faktorja f (za mokro in suho obdobje) za vse odseke obravnavanih vodotokov, torej na vsakih 50 metrov. Povprečni letni faktor f je bil določen na podlagi letnega povprečja, skupaj z določitvijo sQn pa je bil določen Qes. Statistični pretoki vzdolž vodotoka so določeni na podlagi interpolacije in ekstrapolacije. Pri določanju Qes na porečju Tržiške Bistrice je bil privzet dolg povratni odzvem, tako je zagotovljeno, da so rezultati na varni strani, saj je pri odvzemih tega tipa Qes najvišji.

Ekološko sprejemljivi pretok se na podlagi hidroloških izhodišč določi z izračunom po naslednji enačbi:

$$Q_{es} = f \cdot sQ_{np},$$

pri čemer je Q_{es} ekološko sprejemljivi pretok, f faktor, odvisen od ekološkega tipa vodotoka, in sQ_{np} srednji nizki pretok. Vrednosti faktorja f so določene glede na:

- nepovraten ali povraten odvzem vode,
- dolžino povratnega odvzema vode,
- količino odvzema, opredeljeno glede na vrednost srednjega pretoka na mestu odvzema,
- skupino ekoloških tipov vodotokov in
- razmerje med srednjim in srednjim malim pretokom.

V Uredbi so natančno določene odvisnosti na faktor glede na zgornje kriterije. Pri manjših prispevnih površinah je faktor večji kot pri večji prispevnih površinah. V primeru Tržiške Bistrice je faktor določen za dolg povratni odvzem v vodnatem obdobju, ekološkega tipa 3, za prispevno površino 10-100 km². Faktor po tej Uredbi znaša 1,1.

Pri določanju Q_{es} na porečju Tržiške Bistrice je bil torej privzet dolg povratni odvzem. Ekološko sprejemljivi pretok na vodomerni postaji Preska torej znaša $Q_{es} = 1,1 \cdot 2,35 = 2,58$ m³/s.

Za potrebe analize primernosti so bili uporabljeni obstoječi podatki zavarovanih območij, ekološko pomembnih območij, naravnih vrednot, nature 2000, drstišča in hidromorfološkega stanja. To so podatki, potrebni za vidik ranljivosti, medtem ko so bili za vidik privlačnosti uporabljeni obstoječi podatki za erozijska območja, plazljiva območja, podatki o elektro omrežju, podatki o cestnem omrežju, oddaljenost od obstoječih HE in mHE, oddaljenost od jezov in pregrad. Razpoložljivi hidroenergetski potencial sem izračunal za odseke 200 m glede na padec vodotoka in razpoložljivo količino vode. To so pomembni podatki pri umeščanju rabe v prostor. Na primer, če obstaja na nekem odseku nevarnosti pojavljanja plazov, je gradnja male hidroelektrarne na tem območju veliko dražja, s čimer je privlačnost za rabo zmanjšana. Podobno velja za erozijska območja. Povirje z izrazito erozijo povečuje nastanek prodonosnosti, posledično pa obvladovanje tega pojava povečuje investicijske stroške za gradnjo objektov za rabo vode.

7 MODELIRANJE PRIMERNOSTI HIDROENERGETSKE RABE NA POREČJU TRŽIŠKE BISTRICE

7.1 Določitev alternativ – odsekov

Vzpostavljen je bil celoten model za izvedbo večkriterijske analize za oceno primernosti. Za vse tri vodotoke (Tržiška Bistrica, Lomščica, Mošenik) je bil izdelan model v orodju VapIdroAste in določene alternative. Ključni podatki o merodajnih pretokih (sQs, sQnp, Qes) so bili določeni na podlagi podatkov na vodomerni postaji Preska v Trziču. Na podlagi primerjalne analize velikosti prispevnih površin so bili določeni pretoki za vse alternative, torej za vse odseke po vodotoku na razdalji 50 metrov.

Orodje za oceno hidroenergetskega potenciala imenovano VapIdroAste, je razdeljeno v dve zaporedni fazi. Prva faza je namenjena določitvi razpoložljivega tehničnega potenciala po posameznih obravnavanih vodotokih ali njihovih izbranih odsekih, v drugi fazi pa se preverja in določi tudi ekonomsko upravičen potencial, ki je podlaga za ugotovitev možnosti ali uspešnosti izvedbe objektov za proizvodnjo električne energije. V primeru magistrske naloge je bila uporabljena samo prva faza, torej določitev hidroenergetskega potenciala (Šantl, 2012). Prva faza zahteva izvedbo priprave vhodnih podatkov pred samo analizo in prikazom končnih rezultatov:

- vzpostavitev rečne mreže s podatki o nadmorski višini na podlagi digitalnega modela terena,
- ugotovitev razpoložljivih količin vode na podlagi hidroloških podatkov, obstoječi rabi vode, zahtev glede ohranjanja Qes in drugih omejitev glede rabe vode in
- določitev hidravličnih parametrov in parametrov izkoristkov za objekte in naprave hidroelektrarn.

Rečna mreža in prispevna območja se določijo z orodjem VapIdroAste, ki je kot GIS orodje vezano na uporabo obstoječega ArcGIS orodja in njegovih razvitih algoritmov. Algoritmi za vzpostavitev rečne mreže in prispevnih območij temeljijo na več teoretičnih pristopih, pri katerih se kot vhodni podatek pripravi rastrski digitalni model terena (DMT). Z orodjem lahko rečno mrežo generiramo z želeno podrobnostjo (izris števila pritokov in podaljševanje v povirje) in določimo število generiranih podporečij (Šantl, 2012).

Za analizo in določanje potencialnih lokacij za hidroenergetsko rabo vode na nivoju vodotokov so podatki o razpoložljivi vodi bistveni. Pri tem je treba pridobiti in v model vnesti naslednje podatke:

- statistični pretok (srednji letni pretok; sQs) vsaj v eni točki v analiziranem odseku,
- količine odvzete vode (praviloma v skladu s podeljenimi vodnimi pravicami) in v primeru povratnih odvzemov tudi količine vrnjene vode z natančno lokacijo odvzemov in izpustov vzdolž analiziranega vodotoka.

Za izračun tehničnega potenciala v točkah analiziranega odseka, ki v osnovi temelji na razpoložljivem pretoku v točki x z analizirano dolžino L, je potrebno določiti tudi bistvene parametre izkoristkov pri pretvorbi potencialne energije in proizvodnji električne energije. V orodju VapIdroAste so vgrajene splošno privzete enačbe. Opis teh enačb je v poglavju 8.1.

To je opis določanja hidroenergetskega potenciala. Za vse ostale kriterije so bile s prostorsko analizo v programu ArcGis so bili vsem odsekom podane vrednosti. Na primer, za kriterij oddaljenosti od elektro omrežja, se je razdalja določila na podlagi sloja elektro omrežja. Analizo in oceno kriterijev ter skupno oceno primernosti sem izdelal s programom MS Excel.

7.2 Kriteriji za izračun primernosti hidroenergetsko rabe

Izbrana sta bila torej dva vidika, vidik privlačnosti in vidik okoljske ranljivosti. **Vidik privlačnosti** se določa po naslednjih kriterijih:

- razpoložljivi hidroenergetski potencial
- oddaljenost od jezov in pregrad
- oddaljenost od obstoječih HE in mHE
- oddaljenost od prometnih povezav
- oddaljenost od elektroenergetskega omrežja
- plazljivo območje ter
- erozijsko območje.

Na drugi strani pa je potrebno upoštevati kriterije, ki varujejo naravo in vodno okolje. Te kriterije združujemo pod **vidik okoljske ranljivosti**:

- hidromorfološko stanje
- oddaljenosti od drstišča
- natura 2000
- naravna vrednota
- ekološko pomembno območje
- zavarovano območje

Posamezen vidik je lahko ocenjen z vrednostjo od 0 do 1. Izračunan se kot produkt vrednosti kriterija in uteži. Iz preglednice (Preglednica 29) je razvidno, da je daleč najpomembnejši kriterij privlačnosti razpoložljivi hidroenergetski potencial, ki prispeva kar 36% ocene vidika. Manj pomembni, a med seboj zelo podobni so kriteriji oddaljenost od jezov in pregrad, oddaljenost od obstoječih HE in mHE, oddaljenost od prometne infrastrukture ter oddaljenost od elektroenergetskega omrežja. Skupno oceno določata še kriterija plazljivo in erozijsko območje.

Na drugi strani kriteriji okoljske ranljivosti varujejo posege v prostor, saj zmanjšujejo primernost lokacij za HE rabo. Pri izračunu vidika okoljske ranljivosti so upoštevana območja Nature 2000, naravnih vrednot, ekološko pomembna območja, zavarovana območja ter drstišča, upoštevana pa je še hidromorfološka spremenjenost vodotokov.

Vrednosti kriterijev so bile izračunane s pomočjo programskega orodja ArcGis 10.1. Ker niso vsi podatkovni sloji javni in dostopni, sem nekatere od teh pridobil s strani Geodetske uprave RS, Zavoda za ribištvo RS in Direkcije RS za vode.

Preglednica 29: Kriteriji privlačnosti in ranljivosti ter njihove uteži (IzVRS, 2015)

Table 29: The criteria of attractiveness and vulnerability and their weights (IzVRS, 2015)

VIDIK	KRITERIJ	UTEŽ
HE PRIVLAČNOST	Razpoložljivi HE potencial	0,36
	Oddaljenost od jezov in pregrad	0,12
	Oddaljenost od obstoječih HE in mHE	0,16
	Oddaljenost od ceste	0,12
	Oddaljenost od elektro omrežja	0,12
	Plazljivo območje	0,08
	Erozijsko območje	0,04
OKOLJSKA RANLJIVOST	Hidromorfološko stanje	0,196
	Oddaljenost od drstišča	0,235
	Natura 2000	0,196
	Naravna vrednota	0,118
	Ekološko pomembno območje	0,118
	Zavarovano območje	0,137

Ocena posameznega vidika je izračunana kot vsota vseh produktov ocene kriterija in uteži:

Ocena vidika = $\sum X \cdot u$, pri čemer je:

- X ocena (vrednost) kriterija;
- u utež oz. pomembnost kriterija.

Skupna ocena vidika je opredeljena z oceno od 0 do 1.

8 OPIS KRITERIJEV, KI DOLOČAJO VIDIK PRIVLAČNOSTI

8.1 Določanje razpoložljivega hidroenergetskega potenciala Tržiške Bistrice

Na osnovi razpoložljivih hidroloških in topografskih podatkov je izračunan brutoenergetski potencial ter specifične bruto moči in njihova razporeditev vzdolž vodotokov. Za ugotavljanje hidroenergetskega potenciala je bilo uporabljeno orodje VapIdroAste (Šantl, 2012). Najprej je potrebna priprava vhodnih podatkov, vzpostavitev rečne mreže s podatki o nadmorski višini na podlagi digitalnega modela terena, ugotovitev razpoložljivih količin vode na podlagi hidroloških podatkov, obstoječi rabi vode, zahtev glede ohranjanja Qes in drugih omejitev glede rabe vode in določitev hidravličnih parametrov in parametrov izkoristkov za objekte in naprave hidroelektrarn (CAMIS, 2015).

Rečna mreža in prispevna območja se določijo z orodjem VapIdroAste, ki je kot GIS orodje vezano na uporabo obstoječega ArcGIS orodja in njegovih razvitih algoritmov. Z orodjem lahko rečno mrežo generiramo z želeno podrobnostjo in določimo število podporečij. Za analizo in določanje potencialnih lokacij za hidroenergetsko rabo vode na nivoju vodotokov so podatki o razpoložljivi vodi bistveni. V model je treba vnesti naslednje podatke: srednji letni pretok (sQs) vsaj v eni točki (VP Preska), količine odvzete vode (podeljene vodne pravice) in v primeru povratnih odvzemov tudi količine vrnjene vode z natančno lokacijo odvzemov in izpustov.

Za določitev tehničnega hidroenergetskega potenciala, ki temelji na izračunu letne proizvodnje električne energije so bile uporabljene naslednje enačbe in parametri (enačbe so splošno privzete v orodju VapIdroAste – Šantl 2012):

- enačba za izračun količine proizvedene energije E v točki x je:

$$E = \eta_0 * 9,81 * H_n * Q_{sr} * 8760 * Cut, \text{ kjer je}$$

H_n – neto razpoložljivi padeč
 η_0 – skupni izkoristek (izgube v tlačnem cevovodu, izkoristek turbinsko generatorske opreme, izgube pri prenosu v električno omrežje (80 %)
Cut – koeficient obratovanja v letu (95 %)

- moč hidroelektrarne:

$$P = \eta_t * 9,81 * H_n * Q_{max} * k_{hp}, \text{ kjer je}$$

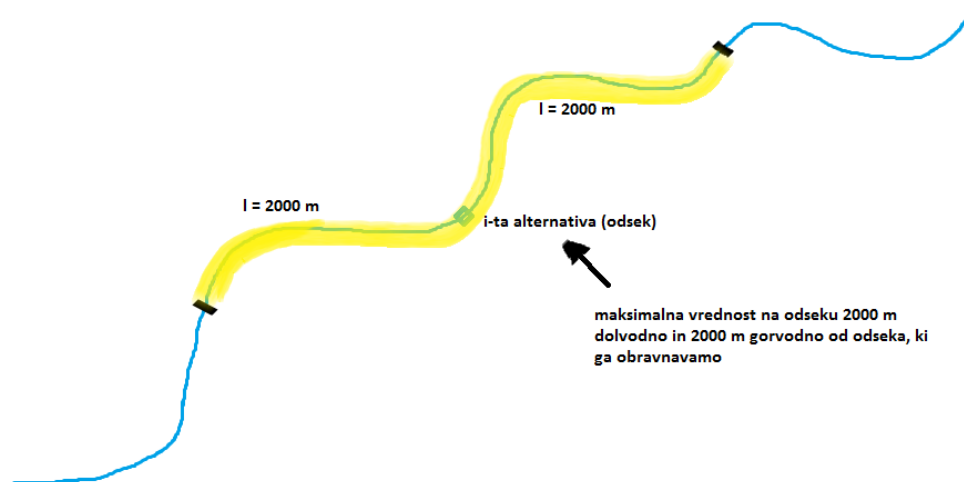
η_t – izkoristek turbine (90 %)
 H_n – neto razpoložljivi padeč
 K_{hp} – faktor instalacije moči (razmerje med $Q_{instalirani}$ in sQs) (1.3)

H_n (neto razpoložljivi padeč) je odvisen od:

- maksimalna hitrost vode v cevovodu (1,8 m/s)
- koeficient dolžinskih izgub (0.01)
- koeficient lokalnih izgub v vodotoku (0.5)
- Striklerjev koeficient hrapavosti (90)

S pomočjo orodja VapIdroAste so bili vodotoki Tržiške Bistrice, Lomščice in Mošenika razdeljeni na odseke, dolžine 50 metrov. Glede na značilnosti in lastnosti odseka, je bil izračunan HE tehnični potencial za vsako posamezno alternativo (odsek). Določenih je bilo 727 odsekov. Najmanjši HE potencial na posameznem odseku je znašal 3 MWH/leto, največji pa kar 843 MWH/leto. To je izračunan potencial na 50 metrskih odsekih. Ker pa vemo, da je izbrana dolžina odseka kratka, kar povzroča hitre spremembe v potencialu med sosednjimi odseki in ker so hidroenergetske sheme

ponavadi daljše, se je HE potencial za posamezno alternativo določil na podlagi izračuna potenciala na dolžini 2000 m odseka vodotoka (Slika 11). Alternativa i se znotraj takega daljšega odseka lahko nahaja v točki odvzema, točki izpusta in ostalih vmesnih točkah. Z izbrano dolžino 2000 metrov in dolžino kraka 50 m je treba za vsako alternativo preveriti 40 različnih hidroenergetskih shem, katerih sestavni del je i -ta alternativa. Vrednosti i -te alternative je določena kot največja vrednost izračunane letne proizvodnje električne energije med temi 40 različnimi shemami, katerih sestavni del je i -ta alternativa (IzVRS, 2015). Rezultati so prikazani v Prilogi B.



Slika 11: Določanje vrednosti hidrotehničnega potenciala za posamezen odsek
Figure 11: Determining the value of other hydraulic potential for each segment

8.1.1 Določitev ocenjevalne funkcije za hidroenergetski potencial

Za določanje ocene privlačnosti, ki jo prispeva kriterij HE potencial je bilo potrebno določiti ocenjevalno funkcijo za ta kriterij. Znano je, da k skupni oceni privlačnosti ($\max = 1$) največ prispeva razpoložljivi HE potencial, in sicer v deležu 0,36. Ocenjevalna funkcija določa, da so vse vrednosti odsekov HE potenciala, večje od 400 MWh/leto, prepoznane kot zelo primerno (Grafikon 21).

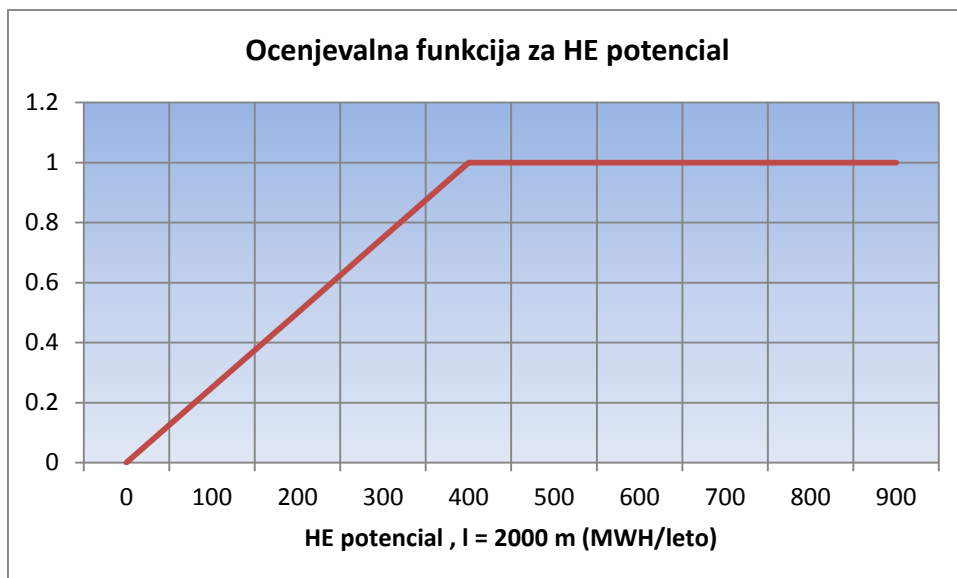
Kriterij razpoložljivi HE potencial:

- 1, če je HE potencial > 400 MWh/leto
- od 0 do 1, če je HE potencial med 0 in 400 MWh/leto; v tem primeru je kriterij določen na podlagi linearne funkcije:

$$E > 400 \dots X = 1$$

$$E < 400 \dots X = E_i/400$$

Utež za hidroenergetski potencial je ovrednotena z 0,36.



Grafikon 21: Ocenjevalna funkcija za HE potencial (MWh/leto)

Graph 21: The evaluation function for the hydroelectric potential (MWh/year)

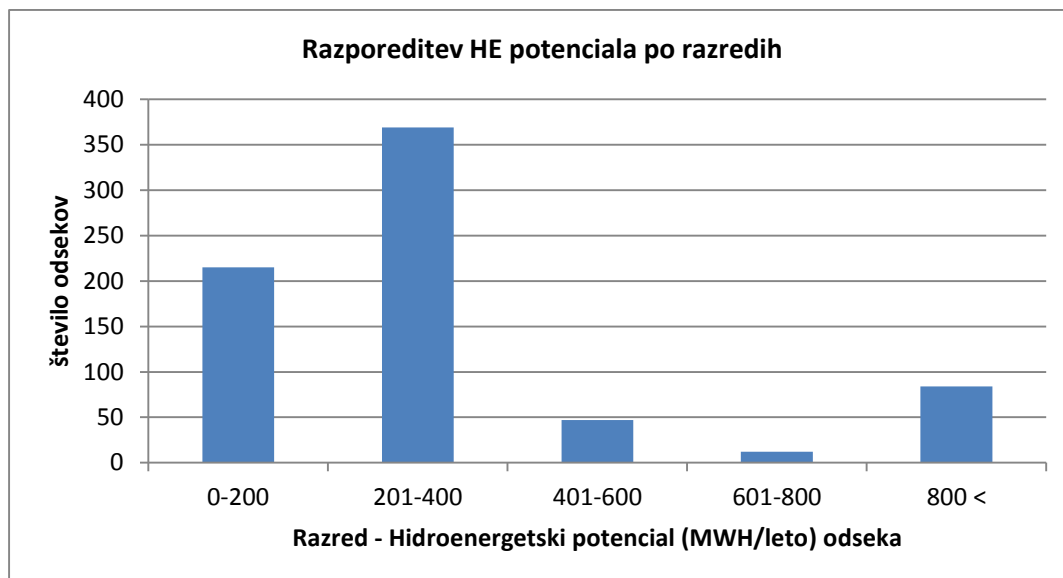
Po pregledu odsekov, dolžine 2000 metrov ugotovimo, da so vrednosti HE potenciala višje kot bi bile sicer, če bi ocenjevali samo 50 metrov. Preglednica 30 prikazuje razporeditev hidroenergetskega potenciala odsekov po posameznih razredih. Vrednosti so razdeljene v 5 razredov. Največ odsekov ima potencial od 201 do 400 MWh/leto, in sicer 369, od skupno 727 odsekov. Izstopajo pa odseki s HE potencialom večjim od 800 MWh/leto, teh je kar 84. Zanimivo, da so vsi ti odseki z najvišjim potencialom na Tržiški Bistrici. Rezultati so prikazani v Prilogi 2.

Preglednica 30: Razporeditev HE potenciala odsekov po posameznih razredih

Table 30: Distribution of hydroelectric potential of river segments for individual classes

	MWh/leto	Število odsekov
1	0-200	215
2	201-400	369
3	401-600	47
4	601-800	12
5	800 <	84

Iz grafa spodaj (Grafikon 22) je razvidno, da je najmanjše število odsekov ovrednotenih z HE potencialom med 601 in 800 MWh/leto, in sicer 12.



Grafikon 22: Razporeditev HE potenciala odsekov po posameznih razredih
Graph 22: Distribution of hydropower potential segments into individual classes

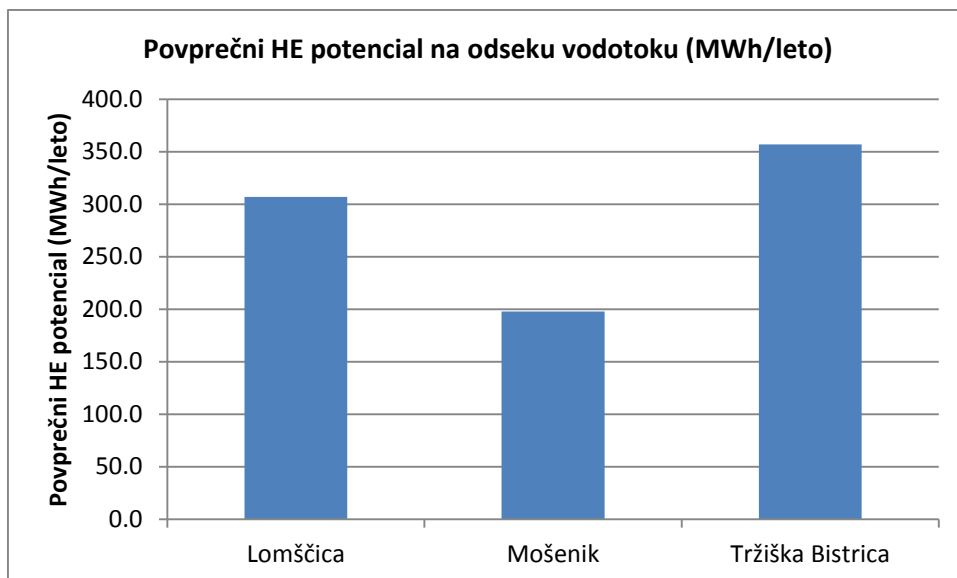
8.1.2 Primerjava izračunanega hidroenergetskega potenciala med vodotoki

Analiza HE potenciala je bila izvedena na treh vodotokih, in sicer na Lomščici, Mošeniku in Tržiški Bistrici. Najdaljši vodotok med temi je Tržiška Bistrica, katera je bila razdeljena na 465 odsekov po 50 metrov, najkrajša pa je Lomščica, 97 odsekov. Kot je bilo opisano v prejšnjih poglavjih se je HE potencial odseka (50 m) določal kot maksimalna vrednost na razdalji 2 km gorvodno in 2 km dolvodno od obravnavanega odseka.

Preglednica 31: Primerjava povprečnega HE potenciala med vodotoki
Table 31: Comparison of the average hydropower potential of watercourses

	Število odsekov	Povprečni HE potencial na odseku
Lomščica	97	307,0
Mošenik	165	198,0
Tržiška Bistrica	465	357,1

Primerjava je izdelana glede na povprečno vrednost HE potenciala na posameznem vodotoku. Izstopata Tržiška Bistrica in Lomščica. Povprečna vrednost HE potenciala odsekov na Tržiški Bistrici znaša 357 MWh/leto (Grafikon 23).



Grafikon 23: Primerjava povprečnega HE potenciala med vodotoki
Graph 23: Comparison of the average hydropower potential of watercourses

8.2 Oddaljenost od jezov in pregrad

Pomemben vidik pri umeščanju novih rab v vodni prostor imajo tudi že obstoječi objekti in vodne naprave na porečju, saj se potencialno lahko umesti rabo na že obstoječ objekt. Pri pregledu objektov in naprav sem ugotovil, da je na porečju Tržiške Bistrice evidentiranih 388 objektov. Preglednica (Preglednica 32) prikazuje pregled objektov in naprav vodne infrastrukture na porečju Tržiške Bistrice.

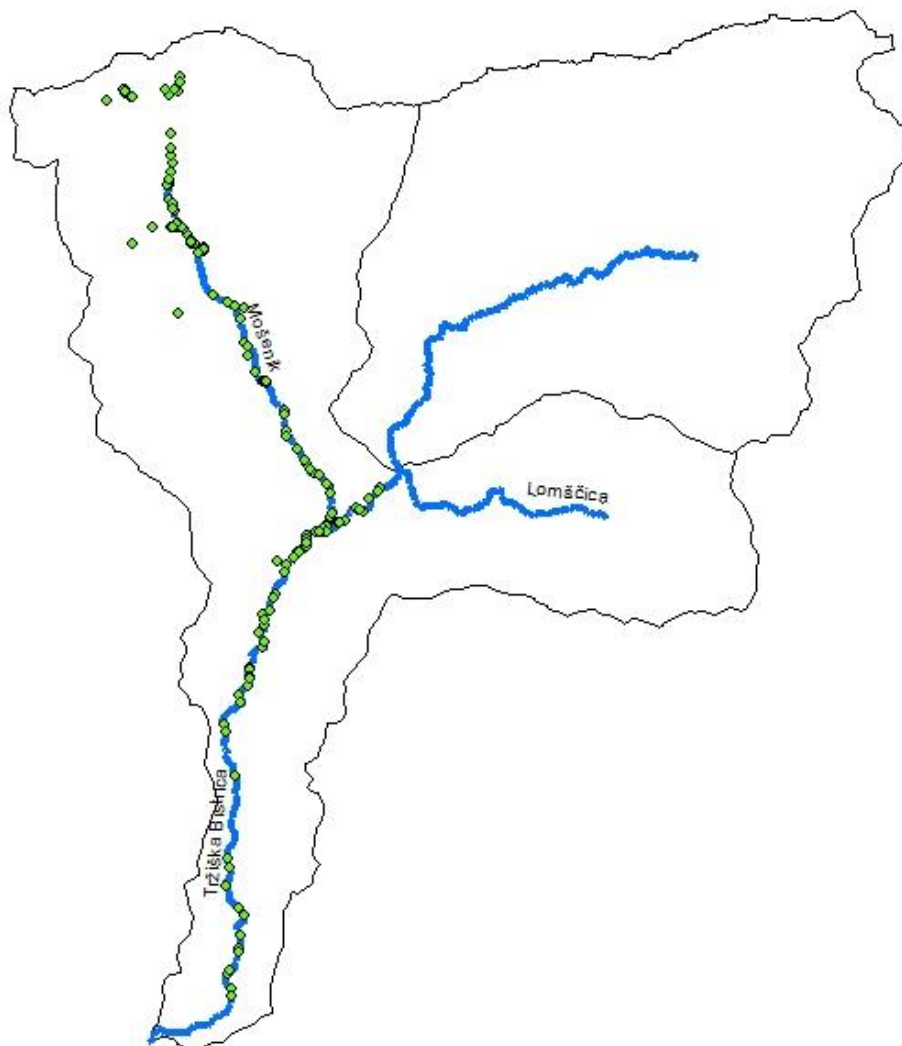
Preglednica 32: Vodna infrastruktura na porečju Tržiške Bistrice
Table 32: Water infrastructure in the Tržiška Bistrica basin

Zap. št.	Vrsta objekta ali naprave vodne infrastrukture	Število evidentiranih objektov
1	Drča	3
2	Jez	15
3	Kanal	3
4	Obrežno zavarovanje	160
5	Prag	132
6	Pregrada	17
7	Visokovodno zavarovanje	1
8	Vodilna zgradba	9
9	Zapornica	1
10	Zavarovanje v dnu struge	4
11	Drugi objekti (kineta, objekt za odvzem vode, most...)	32

Največ objektov služi obrežnemu zavarovanju (160), veliko je tudi število pragov (132), kar potrjuje izjemno velik padec struge. Ti podatki nam bodo služili v nadaljevanju kot eden izmed kriterijev določanja primernosti hidroenergetske rabe.

Naslednji od kriterijev, ki določajo HE privlačnost je oddaljenost od prečnih objektov. Tržiška Bistrica, Lomščica in Mošenik so izjemno bogati po številu vodnogospodarskih objektov. Osnova za pregled vodnogospodarskih objektov je kataster, ki ga vodi ARSO. Znano je, da popolnega katastra vodnogospodarskih objektov v Sloveniji ni, je pa zbirka ARSO najbolj popolna, zato je vključena v analizo. Na omenjenih treh vodotokih je skupaj umeščenih 197 prečnih objektov kot so jezovi,

pregrade in pragovi (Slika 12). Na teh mestih je poseg v vodni prostor že izveden, zato bi bila ranljivost ob umestitvi objekta HE manjša. Poleg tega so nekateri prečni objekti potencialni za razširitev in izgradnjo objekta v malo hidroelektrarno. Če se torej na vodotoku pojavi prečni objekt, to predstavlja prednost pri umeščanju mHE na vodotok. Obnova malih hidroelektrarn ali vodnih objektov, ki že obratujejo, ne povzroča nadaljnjih negativnih vplivov na okolje. Zato za obnovo obstoječih delujočih malih hidroelektrarn na splošno velja, da je primernejša od gradnje novih objektov.



Slika 12: Prečni objekti na porečju Tržiške Bistrice
Figure 12: Transverse structures in the Tržiška Bistrica basin

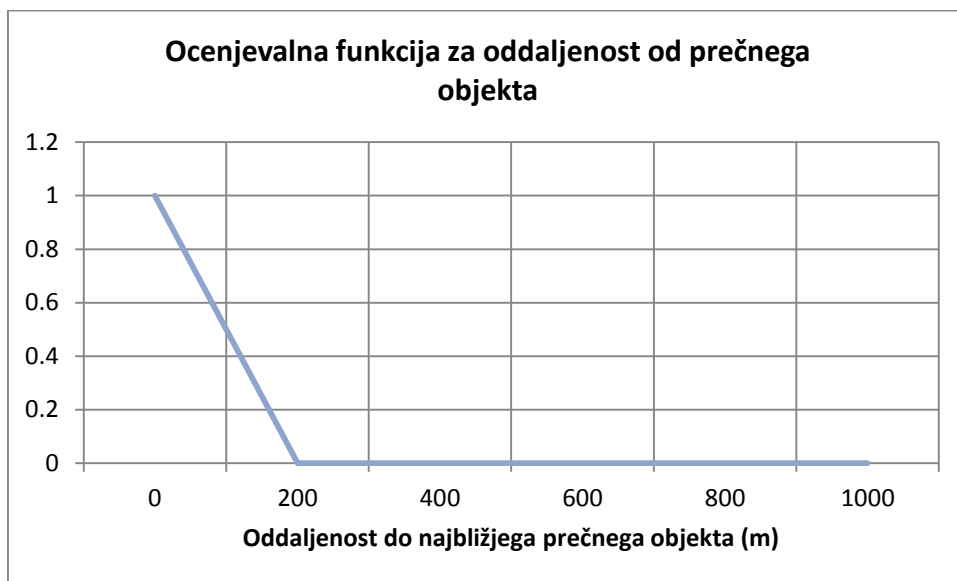
Privlačnost se z oddaljenostjo od jezov in pregrad zmanjšuje. Največja privlačnost umestitve nove mHE je torej na točki obstoječega prečnega objekta. Do razdalje 200 metrov od prečnega objekta se ocena privlačnosti zmanjša na 0. Vse oddaljenosti večje od 200 metrov tako niso ocenjene kot privlačne za umestitev mHE (Grafikon 24).

Kriterij oddaljenost od jezov in pregrad:

- 1, če je oddaljenost 0 metrov;
- od 1 do 0, če je oddaljenost od 1 do 200 metrov;
- 0, če je oddaljenost več kot 200 metrov.

$$Y = (200 - X)/200$$

Utež za kriterij hidroenergetski potencial je ovrednotena z 0,12.



Grafikon 24: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od prečnega objekta

Graph 24: The evaluation function for the distance from the transverse in-stream structure

Analiza je pokazala, da je precejšnje število odsekov v bližini že obstoječih prečnih objektov (Preglednica 33), in sicer kar 128. To so najbolj privlačni odseki za hidroenergetsko rabo glede na kriterij razdalje od najbližjega prečnega objekta. Največ odsekov (392) pa v bližini 200 metrov nima obstoječega prečnega objekta. Taki so odseki so po ocenjevalni manj privlačni za HE rabo in so ocenjeni z 0.

Preglednica 33: Razdelitev odsekov glede na oceno kriterija oddaljenost od prečnih objektov

Table 33: Classification of sections according to the assessment criteria of the distance from the transverse objects

Vrednost kriterija	Število odsekov	Razdalja od prečnega objekta (m)
1	128	0
$1 > x > 0$	207	50 do 200
0	392	200 in več

Utež za kriterij oddaljenost od prečnega objekta je ovrednotena z 0,12.

8.3 Oddaljenost od obstoječih HE in mHE

Analiza v prejšnjih poglavjih v zvezi z malimi hidroelektrarnami je bila izvedena s podatki iz leta 2014. Takratno število podeljenih vodnih pravic za proizvodnjo električne energije je bilo 26. Po zadnjih podatkih Spletne objektne storitve (WFS-ARSO) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov (januar, 2016) pa je na vodotokih Tržiška Bistrica, Lomščica in Mošenik lociranih 30 malih hidroelektrarn. Od tega je izdanih 23 koncesij in 7 vodnih dovoljenj.

Na porečju Tržiške Bistrice se vodna energija dobro izkorišča z malimi hidroelektrarnami. Velik padec v zgornjem povirnem delu porečja in pa dober pretok v spodnjem delu porečja omogočata proizvodnjo električne energije v večjem delu porečja. Na to kaže tudi razporeditev malih hidroelektrarn, ki niso prisotne samo v povirnih delih, kjer je padec vodotokov večji (Slika 4). V nadaljevanju je prikazan pregled rabe vode na proizvodnjo električne energije na porečju Tržiške Bistrice.

Oddaljenost od obstoječih malih hidroelektrarn vpliva na primernost lokacije za umestitev nove. Če je na neki lokaciji že umeščena mala hidroelektrarna, to pomeni, da je vodotok primeren, poseg v prostor pa že izveden.

Ocenjevalna funkcija (Grafikon 25) za oddaljenost od obstoječih male hidroelektrarne prikazuje porazdelitev ocene tega kriterija glede na oddaljenost. Če je oddaljenost 0 m, pomeni, da je na odseku dolžine 50 m gorvodno in dolvodno že locirana mHE. Privlačnost se zmanjšuje z oddaljenostjo od obstoječih mHE. Če je oddaljenost od 0 do 150 metrov, je ocena privlačnosti po omenjenem kriteriju naslednja:

$$Y = 1 - (X/150), \text{ če je } X < 150$$

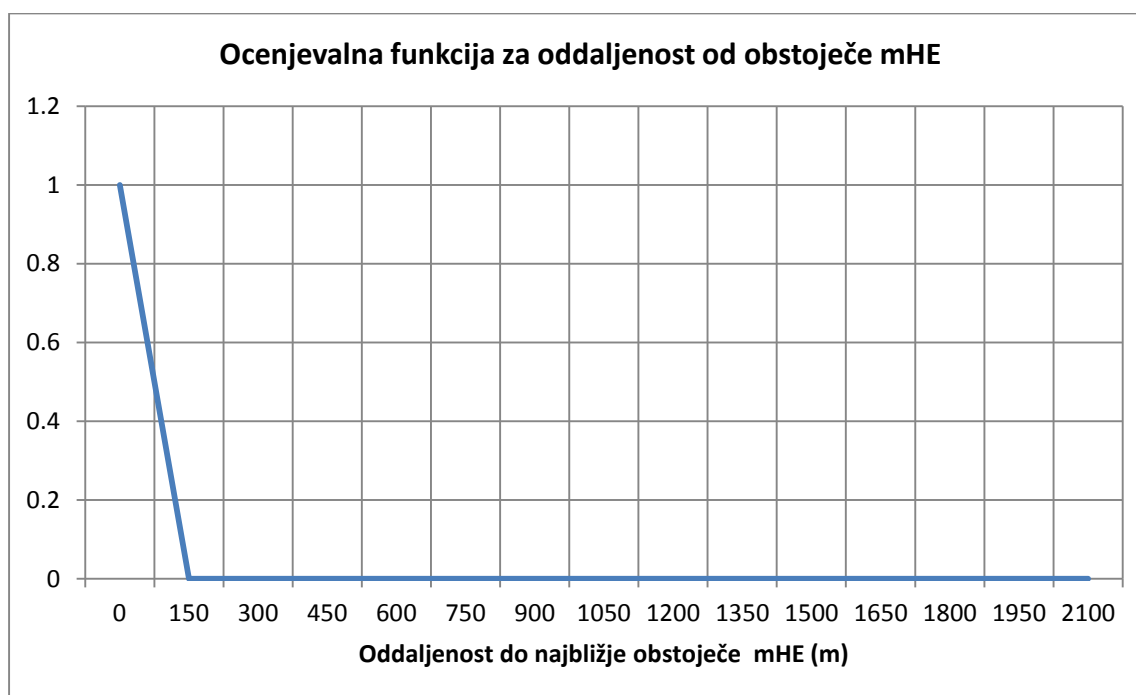
$$Y = 0, \text{ če je } X > 150$$

Pri čemer je:

Y – ocena kriterija oddaljenost od obstoječih mHE

X – oddaljenost od obstoječih mHE

Utež za kriterij oddaljenost od obstoječe mHE je 0,16.



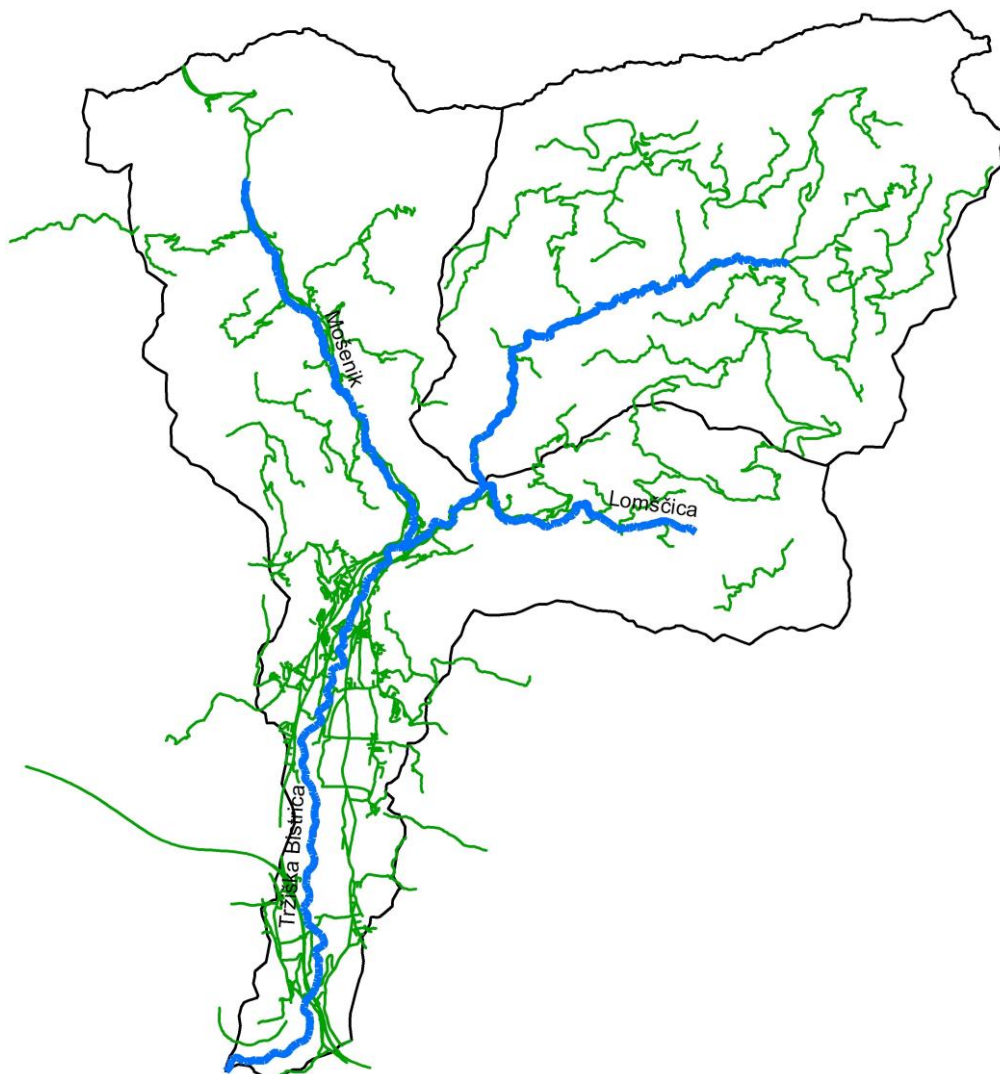
Grafikon 25: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od obstoječe mHE

Graph 25: The evaluation function for the distance from existing sHEPs

8.4 Oddaljenost od prometne infrastrukture

Ko umeščamo malo hidroelektrarno v prostor je zelo pomembno tudi, kakšna je obstoječa prometna infrastruktura na območju. Bližje kot je cesta, bolj je potencialna lokacija primerna za umestitev mHE. Dostopnost je bila ovrednotena na podlagi oddaljenosti najbližje ceste. Osnova za izračun razdalje ceste od odseka je bil podatkovni sloj prometne infrastrukture (GURS, 2016).

Prometne povezave so na celotnem obravnavanem območju zelo dobre, saj večina ves čas potekajo ob vodotokih Lomščica, Tržiška Bistrica in Mošenik (Slika 13). To je pokazala tudi analiza, saj je kar 513 odsekov od skupno 727 znotraj razdalje 30 metrov od vodotoka.



Slika 13: Prometna infrastruktura na porečju Tržiške Bistrice
Figure 13: Transport infrastrucutre in the Tržiška Bistrica basin

Ocenjevalna funkcija (Grafikon 26) nam prikazuje, kako oddaljenost od ceste vpliva na vrednost kriterija. Če je cesta tik ob vodotoku, je vrednost kriterija 1. Z oddaljenostjo se vrednost zmanjšuje do razdalje 30 metrov. Kjer je razdalja večja od 30 m, je vrednost kriterija 0. Če je oddaljenost od 0 do 30 metrov, je ocena privlačnosti po omenjenem kriteriju naslednja:

$$Y = 1 - (X/30), \text{ če je } X < 30$$

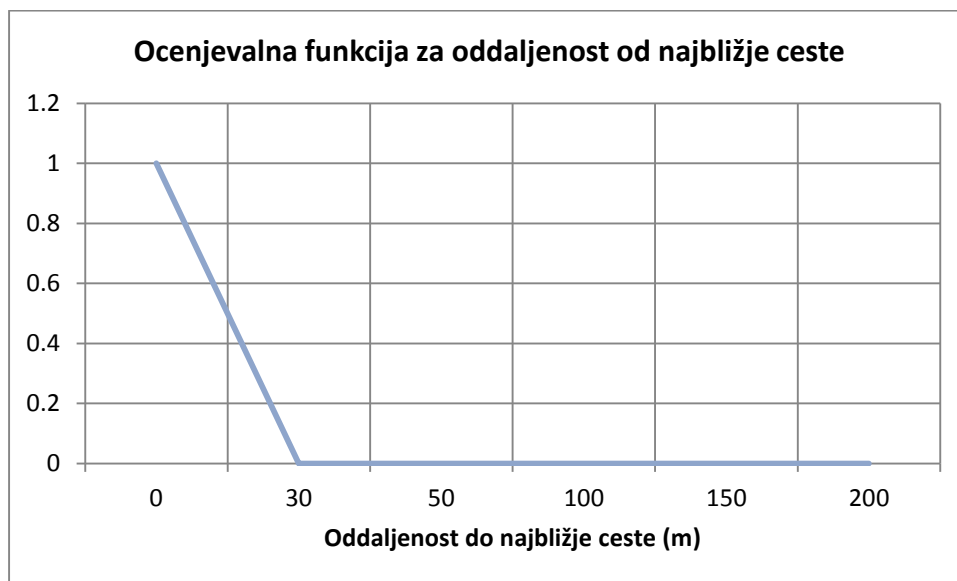
$$Y = 0, \text{ če je } X > 30$$

Pri čemer je:

Y – ocena kriterija oddaljenost od ceste

X – oddaljenost od obstoječih ceste

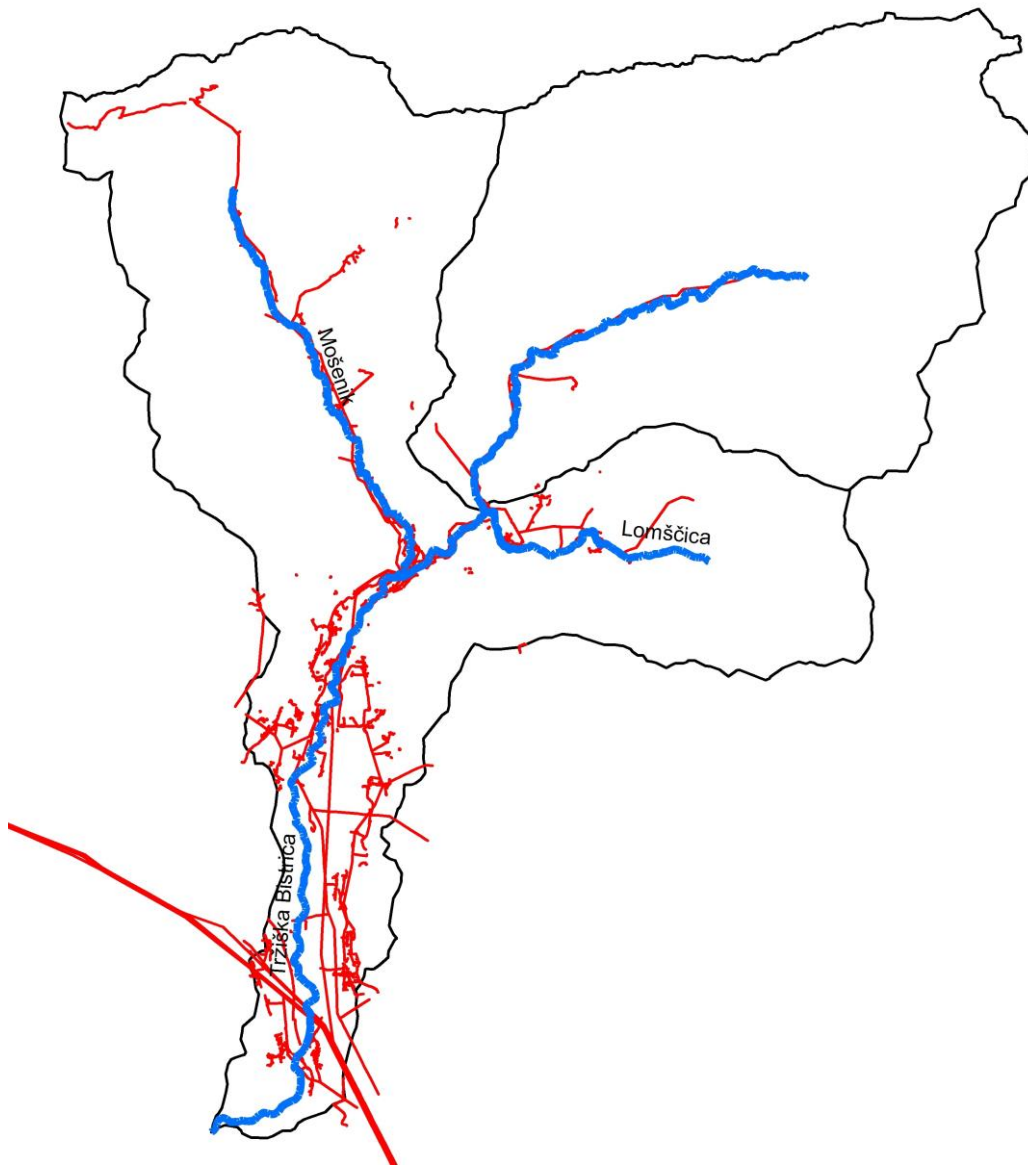
Utež za kriterij oddaljenost od ceste je 0,12.



Grafikon 26: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od ceste
Graph 26: The evaluation function for the distance from the road

8.5 Oddaljenost od elektroenergetskega omrežja

Zaradi potrebe po priključitvi na elektroenergetsko omrežje je pomemben kriterij tudi oddaljenost lokacij od omrežja. Oddaljenost od elektroenergetskega omrežja je bila določena kot najkrajša razdalja od omrežja. Osnova za določitev je bil podatkovni sloj elektroenergetskega omrežja (GURS, 2016) ne glede na to, ali gre za nizkonapetostno ali srednjenapetostno elektroenergetsko omrežje, saj je možno preko transformatorske postaje transformirati napetost. Razvejanost elektroenergetskega omrežja je na obravnavanih vodotokih dobra, zato so tudi razdalje relativno majhne (Slika 14). Kar 538 odsekov od skupno 727 je znotraj razdalje 100 m.



Slika 14: Elektroenergetsko omrežje na porečju Tržiške Bistrice
 Figure 14: The electricity grid in the Tržiška Bistrica basin

Ocenjevalna funkcija je določena kot linearna funkcija:

$$Y = 1 - (X/2000), \text{ če je } X < 2000$$

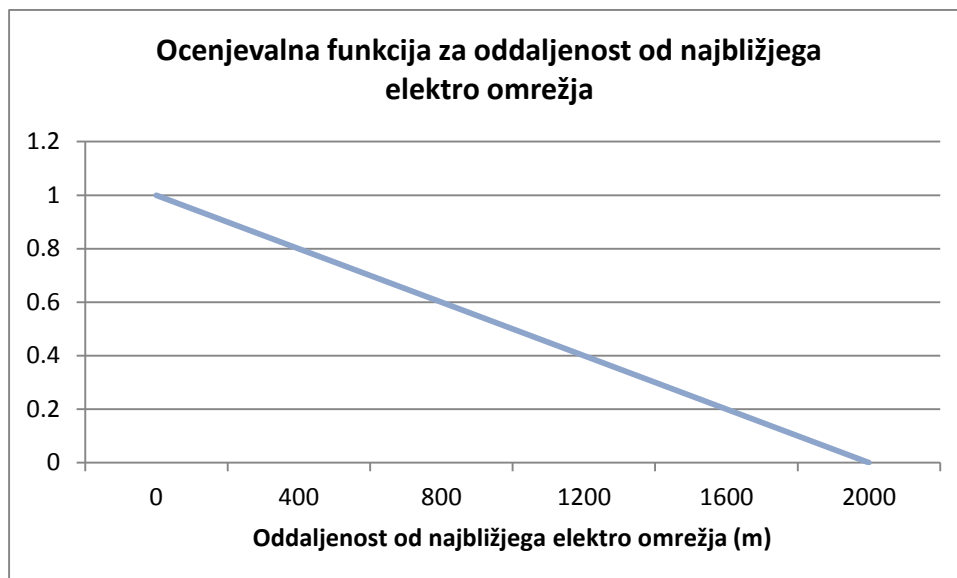
$$Y = 0, \text{ če je } X > 2000$$

Pri čemer je:

Y – ocena kriterija oddaljenost od elektroenergetskega omrežja

X – najkrajša razdalja odseka do elektroenergetskega omrežja

Utež za kriterij oddaljenost od obstoječe elektroenergetskega omrežja je 0,12.



Grafikon 27: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od najbližjega elektro omrežja
Graph 27: The evaluation function for the distance from the nearest electrical grid

8.6 Plazljivo območje

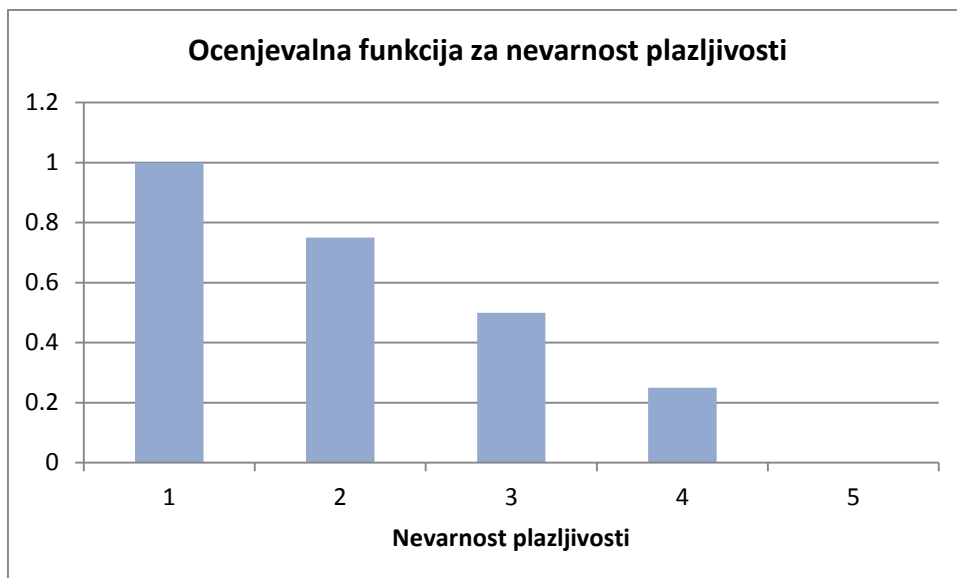
Zakon o vodah (Uradni list RS št. 67/2002 in 56/2015) v 83. členu zaradi zagotavljanja varstva pred škodljivim delovanjem voda določa ogrožena območja. Kot eno izmed ogroženih območij določa tudi plazljiva območja. Po omenjenem zakonu se za plazljiva območja določijo zemljišča, kjer je zaradi pojava vode in geološke sestave tal ogrožena stabilnost zemeljskih ali hribinskih sestojev. Na območju iz prejšnjega odstavka je prepovedano zadrževanje voda, predvsem z gradnjo teras, in drugi posegi, ki bi lahko pospešili zamakanje zemljišč, poseganje, ki bi lahko povzročilo dodatno zamakanje zemljišča in dvig podzemne vode ter izvajati zemeljska dela, ki dodatno obremenjujejo zemljišče ali razbremenjujejo podnožje zemljišča in krčenje in večja obnova gozdnih sestojev ter grmovne vegetacije, ki pospešuje plazenje zemljišč (ZV-1E).

Za plazljivost so določena območja nevarnosti plazljivosti od 1 do 5, in sicer:

- 1 – ni verjetnosti
- 2 – zelo majhna verjetnost
- 3 – majhna verjetnost
- 4 – srednja verjetnost
- 5 – velika verjetnost

Na podlagi podatkovnega sloja ogroženih območij za plazljiva območja (GeoZS) so bila s pomočjo programa ArcGis tudi območja porečja Tržiške Bistrice določena v razrede od 1 do 5 glede na nevarnost. Ocenjevalna funkcija (Grafikon 28) prikazuje vrednost posameznega odseka glede na nevarnost plazljivosti. Na odsekih, kjer verjetnosti za nevarnost ni, je najboljšje umeščati mHE, upoštevajoč ta kriterij. Z višanjem razreda nevarnosti plazljivosti se tudi vrednost odseka zmanjšuje in na ta način tudi primernost odseka za umestitev nove mHE. Podatki o plazljivih območjih so povzeti iz Načrta upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja in kartografske priloge k temu dokumentu (Plazljiva območja – karta verjetnosti pojavljanja plazov, 2010).

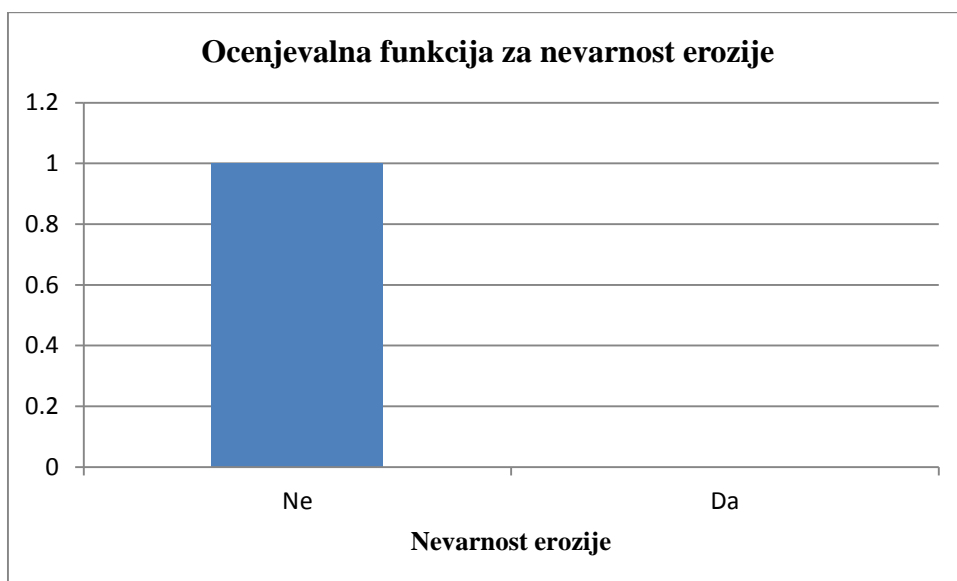
Utež za kriterij plazljivo območje je 0,08.



Grafikon 28: Ocenjevalna funkcija za nevarnost plazljivosti
Graph 28: The evaluation function for the landslide danger

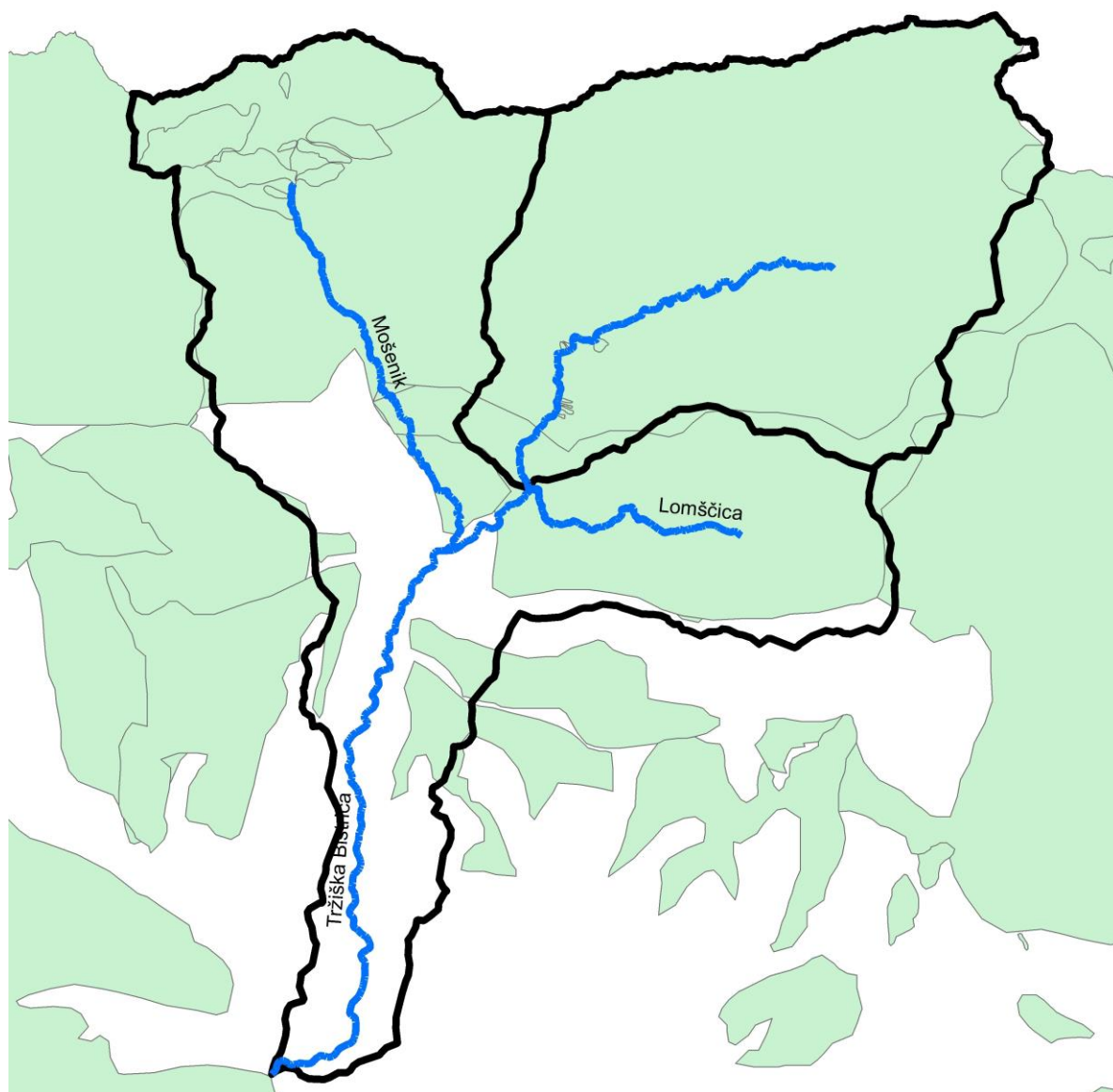
8.7 Erozijsko območje

Erozijska območja so zemljišča, ki so stalno ali občasno pod vplivom površinske, globinske ali bočne erozije vode. Erozija je naravni pojav odplavljanja in odlaganja preperelega kamninskega materiala vodnih in priobalnih zemljišč celinskih voda in morja. Osnova za določitev vrednosti nevarnosti erozije je podatkovni sloj iz študije Erozijska območja in transport plavin (PUH, 1999). Ocenjevalna funkcija (Grafikon 29) prikazuje vrednost kriterija glede na nevarnost erozije. Vzorec sem poenostavil na način, da sem na porečju Tržiške Bistrice določil samo območja, kjer je nevarnost erozija prisotna ali pa je ni. Na sliki so prikazana območja kjer je prisotna nevarnost erozije (zeleno obarvana območja) (Slika 15). Odseki, kjer nevarnosti ni, so ovrednoteni z 1 oz. obratno, pri odsekih, kjer nevarnost obstaja, so odseki ovrednoteni z 0. Utež za kriterij nevarnost erozije območje je 0,04.



Grafikon 29: Ocenjevalna funkcija za nevarnost erozije
Graph 29: The evaluation function for the erosion risk

Utež za kriterij nevarnost erozije je 0,04.



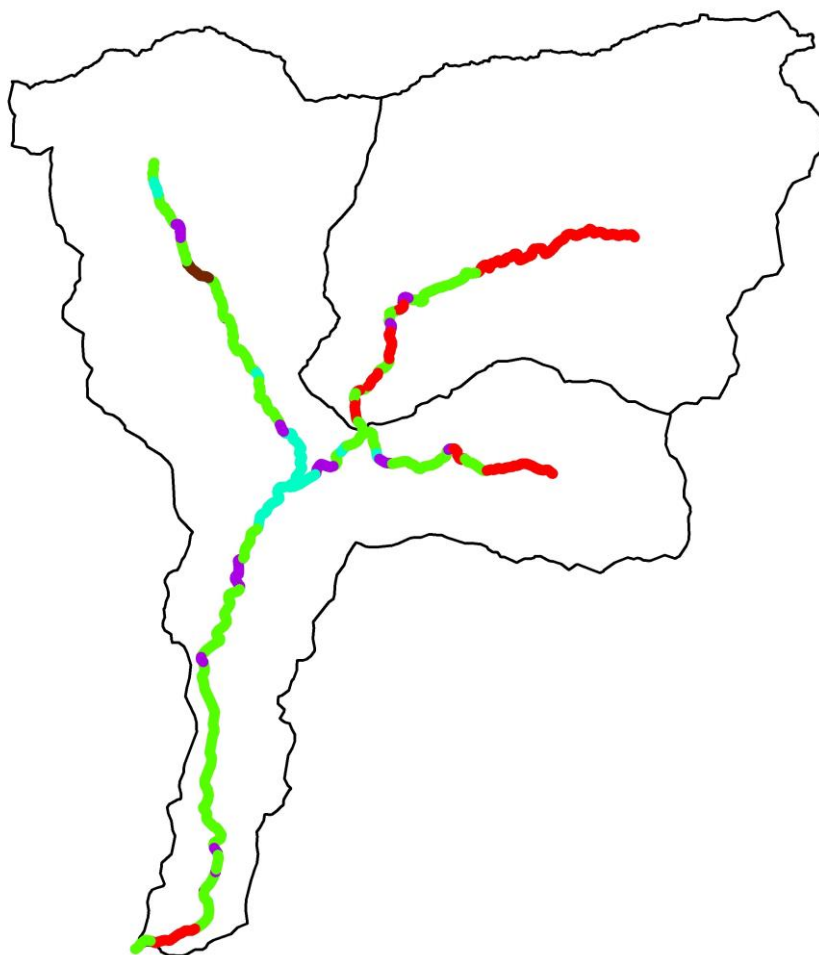
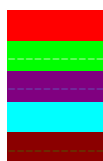
Slika 15: Erozijska območja na porečju Tržiške Bistrice
Figure 15: Erosion areas in the Tržiška Bistrica basin

9 OPIS KRITERIJEV, KI DOLOČAJO OKOLJSKO RANLJIVOST

9.1 Hidromorfološka spremenjenost odseka

Osnova za določitev vrednosti kriterija hidromorfološka spremenjenost je kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu (VGI, 2002). Omenjena klasifikacija razvršča vodotoke glede na ohranjenost vodotoka v 8 razredov, in sicer 5 glavnih in 3 vmesni razredi. Zaradi poenostavitve sem za potrebe naloge razrede razdelil v 5 glavnih razredov (Slika 16), in sicer:

- 1 – naravni vodotok
- 2 – zmerno spremenjen vodotok
- 3 – občutno spremenjen vodotok
- 4 – močno spremenjen vodotok
- 5 – zelo močno spremenjen vodotok



Slika 16: Hidromorfološka spremenjenost vodotokov na porečju Tržiške Bistrice

Figure 16: Hydromorphological alteration of watercourses in the Tržiška Bistrica basin

Spodnja preglednica (Preglednica 34) prikazuje porazdelitev števila odsekov glede na oceno EMK. Iz porazdelitve je razvidno, da so vodotoki Tržiška Bistrica, Lomščica in Mošenik z vidika naravne

ohranjenosti zelo dobro ohranjeni. Od skupno 727 analiziranih vodotokov jih je namreč kar 84 % v območju ocene 1 (naravni vodotok) in 2 (zmerno spremenjen vodotok). Ostalih 16 % odsekov vodotokov se nahaja v območju ocene 3 do 5.

Preglednica 34: Razdelitev odsekov vodotokov glede na oceno EMK

Table 34: Classification of watercourse sections according to the EMC

Emk ocena	Število odsekov	Delež ocene (%)
1	191	26,3
2	424	58,4
3	38	5,2
4	65	9,0
5	8	1,1

Metoda je pri omenjenem kriteriju zasnovana na način, da so odseki z nižjo EMK oceno (1-naravni vodotok) bolj ranljivi in jih je potrebno varovati. Bolj ohranjeni in manj spremenjeni vodotoki so manj primerni za umeščanje nove hidroenergetske rabe. To prikazuje tudi ocenjevalna funkcija. Odseki z EMK oceno 1 so po kriteriju hidromorfološka spremenjenosti ovrednoteni z 1, tisti z EMK oceno 2 so ovrednoteni z 0.75, z EMK oceno 3 so ovrednoteni z 0.5, če je EMK ocena 4 pa so ovrednoteni z 0.25. Po ocenjevalni funkciji so najmanj ranljivi odseki z EMK oceno 5, katerim je dodeljena vrednost 0. Utež za kriterij okoljske ranljivosti po kriteriju ekomorfološka spremenjenost je 0,196.



Grafikon 30: Ocenjevalna funkcija za HM spremenjenost vodotoka

Graph 30: The evaluation function for the hydromorphological alteration

Zanimiva je tudi primerjava hidromorfološke spremenjenosti med odseki treh obravnavanih vodotokov (Preglednica 35). Povprečna EMK ocena 1,67 na vodotoku Lomščica pove, da je Lomščica najmanj hidromorfološko spremenjena. Vrednost kriterija EMK največ prispeva k končni oceni vidika ranljivosti ravno na vodotoku Lomščica. Torej, gledano samo na obravnavani kriterij, je Lomščica najmanj primerna za umeščanje nove hidroenergetske rabe. Povprečni EMK oceni odsekov na Mošeniku in Tržiški Bistrici sta podobni. Pri vseh treh pa gre za zelo podobno porazdelitev ocen. V povirnem delu vodotokov so EMK ocene nižje, po vodotoku dolvodno pa se zvišujejo.

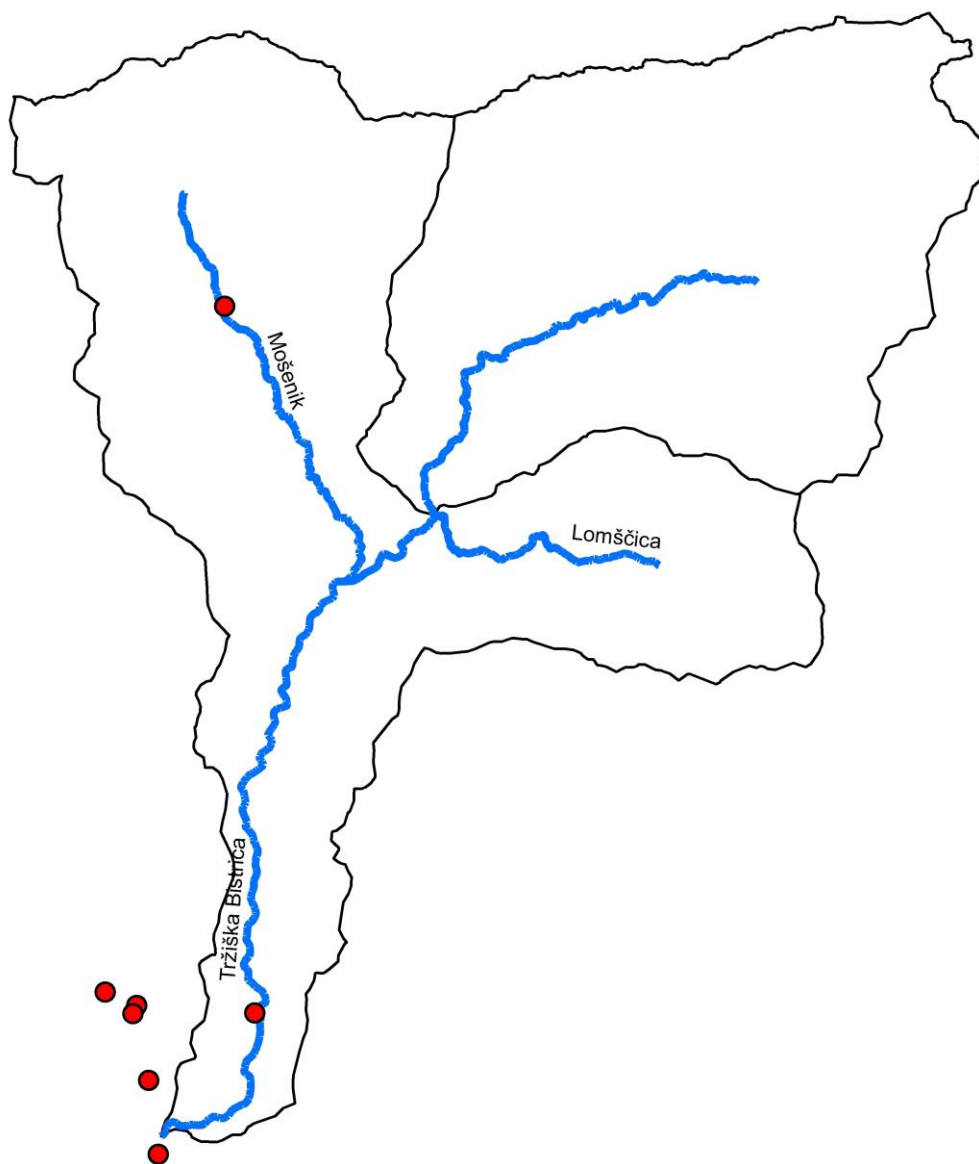
Preglednica 35: Primerjava hidromorfološke spremenjenosti med vodotoki
 Table 35: Comparison of hydromorphological alterations of watercourses

	Vodotok	Število odsekov	Povprečna EMK ocena odseka
1	Lomščica	97	1,67
2	Mošenik	165	2,56
3	Tržiška Bistrica	465	2,43

9.2 Oddaljenost od drstišča

Drstišča se uvrščajo med najpomembnejše habitatne tipe, ki so neobhodni za reprodukcijo posameznih vrst rib. Hidromorfološke lastnosti vodotoka, ki pogojujejo in omogočajo nastanek in obstoj habitatov, da funkcionirajo kot drstišča, so odvisne od geološke podlage, reliefa, padavin in pretokov vode v posameznih letih, predvsem pa od različnih posegov v vodni prostor. Ribe se temu prilagajajo in za drst poiščejo mikrolokacije, ki so primerne za odlaganje iker. Pogosto so drstišča litofilnih drstnic, vrst rib, ki ikre odlagajo na kamnito ali prodno podlago, pod različno visokimi naravnimi ali grajenimi stopnjami, kjer se tvori primerna struktura substrata dna in sta hitrost ter globina vode ustrezni za odlaganje iker. Taka drstišča so bolj ali manj stalna. V kranjskem ribiškem okolišu so taka drstišča na primer v Savi, kjer se drstijo lipan, postrvi, sulec ter še druge litofilne drstnice. Stalna drstišča so tudi v ožjih območjih rečnih sipin na odsekih, kjer širina struge in primeren strmec povzročata zmanjšanje hitrosti vode in s tem zmanjšanje transportne sposobnosti vodotoka, zaradi česar se tam rečne naplavine odlagajo in tvorijo sipine. Podvodni deli sipin litofilnim drstnicam omogočajo drst in na vseh takih odsekih so evidentirana bolj ali manj stalna drstišča. Zaradi gospodarskega izkoriščanja rečnih naplavin-odvzema proda na sipinah ali izvajanja vzdrževalnih del na neprimeren način in ob nepravem času, so mnoga znana drstišča ogrožena in včasih tudi uničena (ZZRS, 2012).

V pritokih in manjših vodotokih, kjer se drstijo predvsem postrvi, ki se drstijo v paru in za uspešno drst zadostujejo tudi manjše površine s primerno podlago, hitrostjo in globino vode, so drstišča mnogo bolj dinamična in manj kot stalne točke. Tu lahko bolj govorimo o daljših ali krajših odsekih, kjer se ribe drstijo, drstne jame pa se iz leta v leto ponavljajo in pojavljajo na enakih ali različnih točkah znotraj primerne odseka. Dinamika spreminjanja pozicije drstišč je odvisna od hidroloških razmer v času drsti. Zato je pri evidentiranju drstišč treba to upoštevati in drstišča jemati kot množico potencialno možnih drstnih mest na določenem odseku vodotoka. Ocena površine drstišč je v takih primerih manj natančna in zelo okvirna. Vrste, ki se drstijo v skupinah, kot na primer podust, imajo bolj stalna drstišča, ki jih večinoma lahko spremenijo le izredni dogodki. Posegi lahko spremenijo funkcionalnost drstišč, v skrajnih primerih jih tudi nepovratno uničijo. To se zgodi v primerih velikih zajezitev, ko se globine, hitrosti in temperature vode ter struktura substrata dna spremenijo do te mere, da drst tam ni več mogoča (ZZRS, 2012).

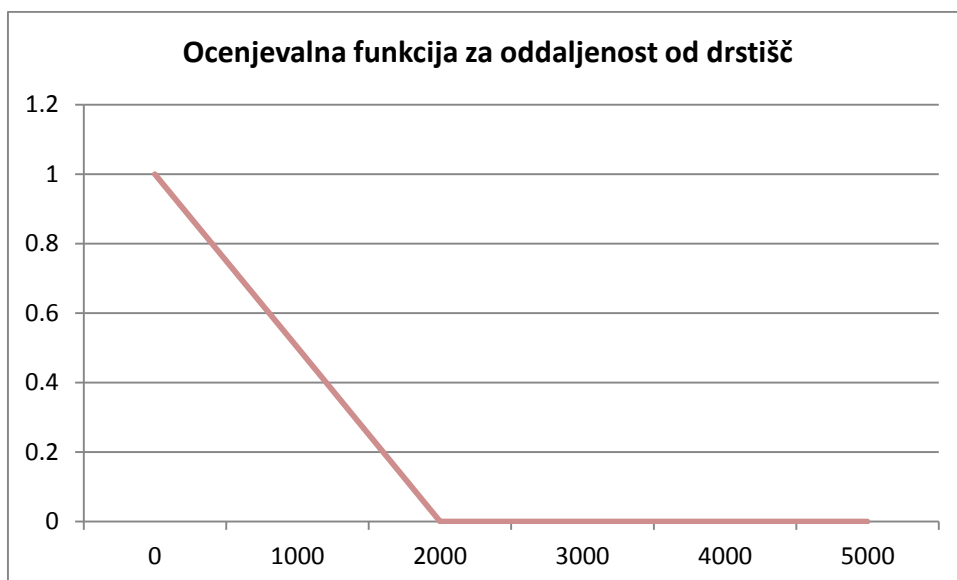


Slika 17: Drstišča na porečju Tržiške Bistrice
Figure 17: Spawning grounds in the Tržiška Bistrica basin

Drstišča so najbolj pomemben kriterij pri okoljski ranljivosti. Območja drstišč so v omenjeni metodi varovana območja, zato je tudi obtežitev tega kriterija največja (0,235). Evidenco drstišč na vodotokih vodi Zavod za ribištvo RS, kjer je bil tudi pridobljen podatkovni sloj drstišč. Omenjeni podatki so podlaga za izračun vrednosti kriterija oddaljenost od drstišč. Žal so na porečju Tržiške Bistrice drstišča slabo popisana, zato so podatki pomanjkljivi. Po pridobljenih podatkih Zavoda za ribištvo, sta na porečju evidentirani samo 2 drstišči (ZZRS, 2016). Na vodotoku Mošenik, pri Podljudelju, je locirano drstišče potočne zlatovčice, ki se drsti od novembra do decembra. Drugo drstišče (lipan) je na Tržiški Bistrici, in sicer pri Podbrezju (Slika 17). Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od drstišč (Grafikon 31) prikazuje, kako oddaljenost vpliva na vrednost kriterija. Največja vrednost kriterija je neposredno na ob drstišču, z oddaljenostjo od drstišča se tudi vrednost zmanjšuje. Odseki, kjer je oddaljenost od drstišč 2000 metrov ali več, so po tem kriteriju ovrednoteni z 0.

Vrednost odseka po kriteriju oddaljenost od drstišč je:

- 1, če je oddaljenost 0 m
- od 0 do 1, če je oddaljenost od 0 do 2000 m →
 $Y = 1 - (X/2000)$, kjer je Y – vrednost kriterija, X – oddaljenost od drstišča
- 0, če je oddaljenost večja od 2000 m



Grafikon 31: Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od drstišč

Graph 31: The evaluation function for the distance from the spawning grounds

9.3 Natura 2000

Natura 2000 je evropsko omrežje posebnih varstvenih območij, razglašanih v državah članicah Evropske unije z osnovnim ciljem ohraniti biotsko raznovrstnost za bodoče rodove. Posebna varstvena območja so torej namenjena ohranjanju živalskih in rastlinskih vrst ter habitatov, ki so redki ali na evropski ravni ogroženi zaradi dejavnosti človeka (ARSO).

Območja NATURA 2000 so določena na podlagi direktive o pticah (Direktiva Sveta 79/409/EGS z dne 2. aprila 1979 o ohranjanju prosto živečih ptic) - SPA območja, in direktive o habitatih (Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst) - SCI območja. Predloge območij, ki jih je Slovenija opredelila na podlagi direktive o habitatih, je Evropska komisija potrdila leta 2008.

Vlada je območja NATURA 2000 določila z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), (Uradni list RS, 49/04), Uredbo o spremembah in dopolnitvah Uredbe o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), (Uradni list RS, 110/04 in 59/07) in Uredbo o dopolnitvah Uredbe o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), (Uradni list RS, 43/08) (ARSO).

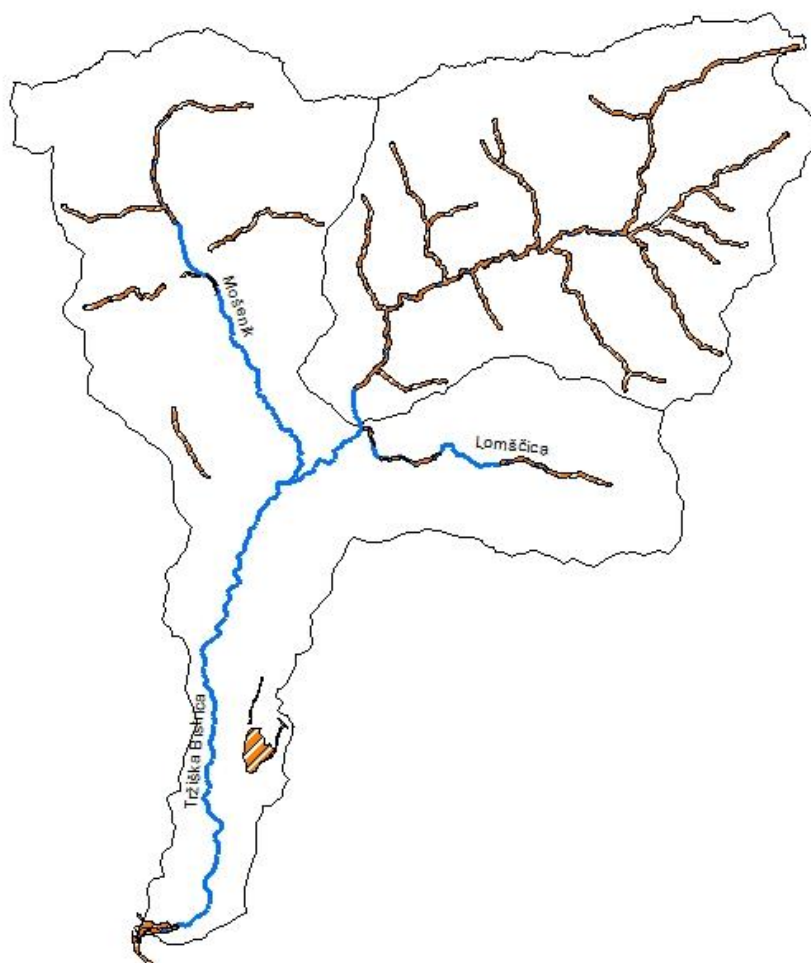
Slovenija je ena izmed biotsko najbolj raznovrstnih držav, kar potrjujejo številne tuje in domače študije. Raznovrstnost se kaže tudi v zelo velikem deležu ozemlja v omrežju Natura 2000. Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji pa potrjuje evropske trende ogroženosti biotske raznovrstnosti, čeprav so manj izraziti kakor v razvitih srednjeevropskih državah (Vlada RS, 2007).

Preglednica 36: Porazdelitev območja Nature 2000 po odsekih vodotokov

Table 36: Distribution of the Natura 2000 area by sections of the streams

	Vodotok	Število odsekov	Število odsekov v Naturi 2000	Delež v Naturi 2000 (%)
1	Lomščica	97	60	61,9
2	Mošenik	165	38	23,0
3	Tržiška Bistrica	465	186	40,0

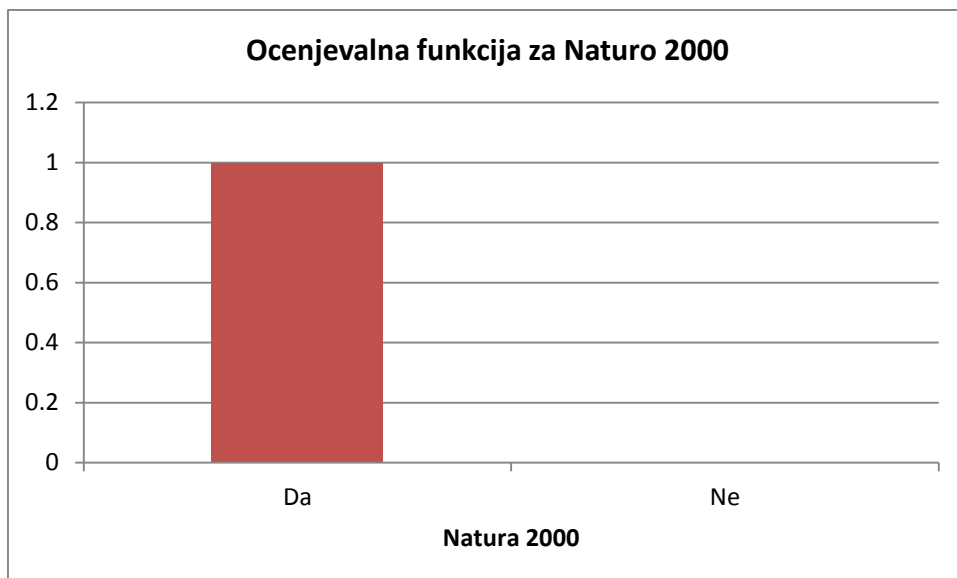
Natura v odvisnosti od vode velja tudi na analiziranih vodotokih magistrske naloge (Slika 18). Na sliki spodaj so območja Nature 2000 obarvana rdeče. Tržiška Bistrica spada v območje Nature 2000 v povirnem delu in se razteza skoraj do sotočja z Lomščico. Mošenik je v območju Nature samo v povirnem delu, v območje Nature spada tudi večina dolžine Lomščice, katere delež Nature 2000, ki pade v to območje je skoraj 62 % (Preglednica 36). Najmanjši delež območja Nature 2000 je na Mošeniku, in sicer 23 %.



Slika 18: Območje Nature 2000 na porečju Tržiške Bistrice

Figure 18: Natura 2000 area in Tržiška Bistrica basin

Pri vrednotenju odsekov je torej pomembno, ali je obravnavan odsek na območju Nature 2000 ali ne. Če je, potem je vrednost odseka po tem kriteriju ocenjena z 1, sicer z 0 (Grafikon 32). Pomembnost kriterija je definirana z deležem 0,196. To pomeni, da je pomemben kriterij, ki vpliva na končno oceno okoljske ranljivosti.

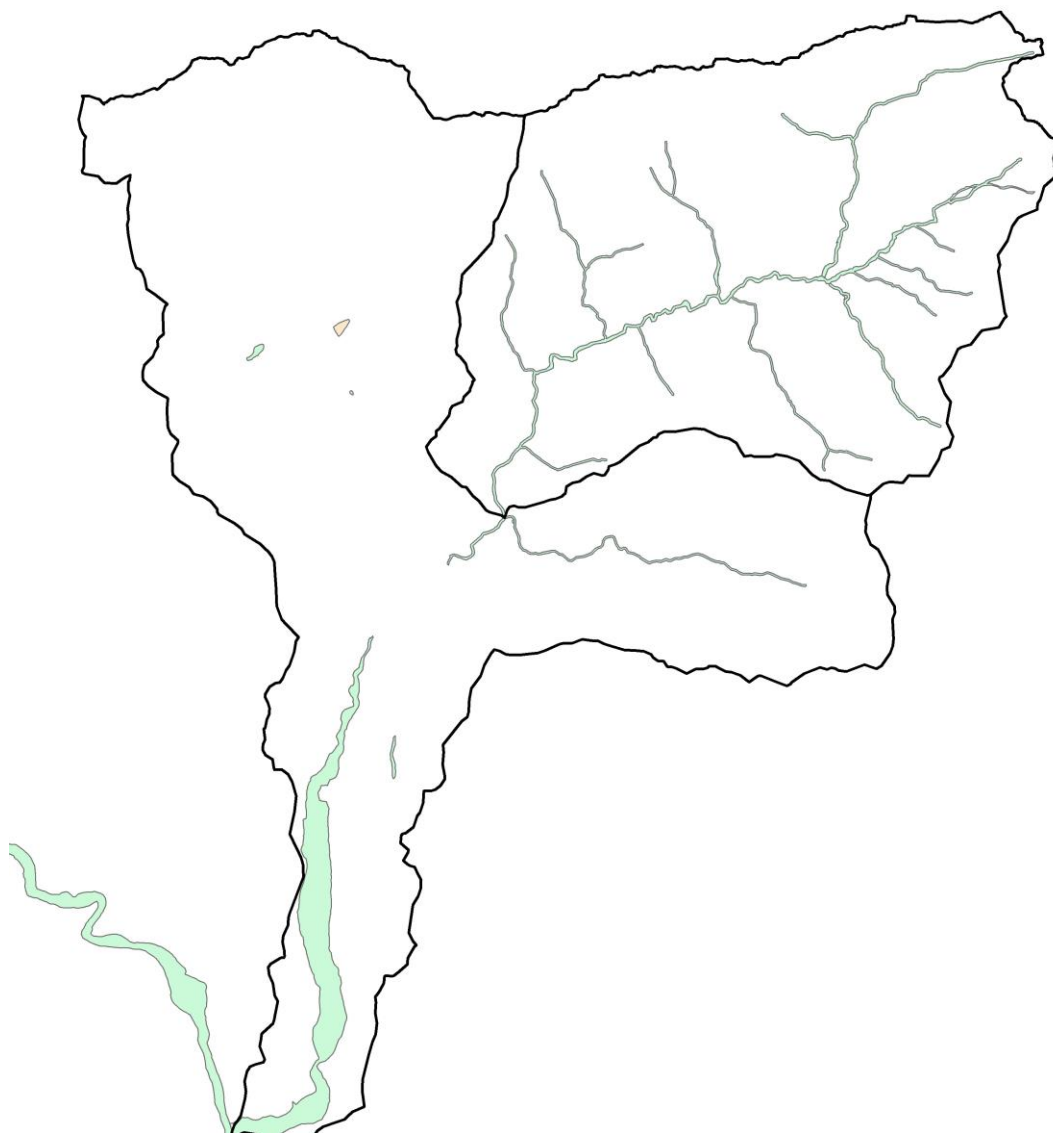


Grafikon 32: Ocenjevalna funkcija za območje Nature 2000 v odvisnosti od vode
 Graph 32: The evaluation function for Natura 2000 sites, depending on the water

9.4 Naravna vrednota

Naravne vrednote obsegajo vso naravno dediščino na območju Republike Slovenije. Naravna vrednota je poleg redkega, dragocenega ali znamenitega naravnega pojava tudi drug vredni pojav, del žive ali nežive narave, naravno območje ali del naravnega območja, ekosistem, krajina ali oblikovana narava. To so geološki pojavi, minerali in fosili ter njihova nahajališča, površinski in podzemski kraški pojavi, podzemске jame, soteske in tesni ter drugi geomorfološki pojavi, ledeniki in oblike ledeniškega delovanja, izviri, slapovi, brzice, jezera, barja, potoki in reke z obrežji, morska obala, rastlinske in živalske vrste, njihovi izjemni osebki ter njihovi življenjski prostori, ekosistemi, krajina in oblikovana narava (ARSO).

S Pravilnikom o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 111/04, 70/06, 58/09, 93/10 in 23/15) je bil 16.1.15 vrednemu delu narave podeljen status naravne vrednote, državnega ali lokalnega pomena. Državnega pomena so tiste naravne vrednote, ki imajo mednarodni ali velik narodni pomen in za katere je pristojna država. Preostale so lokalnega pomena in jih varuje lokalna skupnost. Vse naravne vrednote v zavarovanih območjih, ki jih je ustanovila država so državnega pomena, prav tako pa so državnega pomena tudi vse podzemске jame.



Slika 19: Naravne vrednote na porečju Tržiške Bistrice
Figure 19: Natural values in the Tržiška Bistrice basin

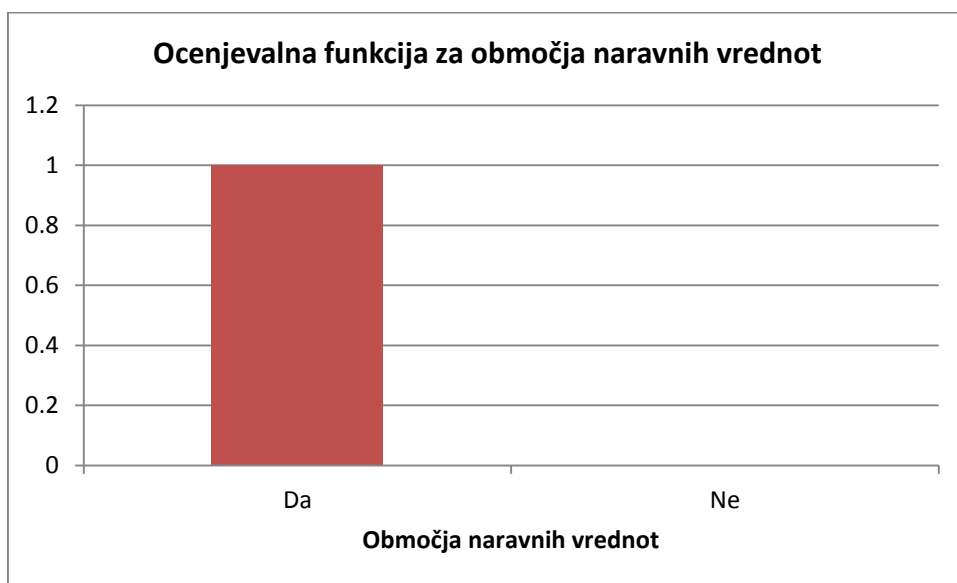
Na naravnih vrednotah se lahko posegi in dejavnosti izvajajo le, če ni drugih prostorskih ali tehničnih možnosti, pa tudi v tem primeru jih je treba opravljati tako, da se naravna vrednota ne uniči in da se ne spreminjajo tiste lastnosti, zaradi katerih je bil del narave spoznan za naravno vrednoto. Na tej se praviloma ohranja obstoječa raba, možna pa je tudi takšna sonaravna raba, ki ne ogroža obstoja naravne vrednote in ne ovira njenega varstva. Naravno vrednoto in neposredno okolico se po predpisanem postopku lahko uredi za obisk javnosti z nadelavo poti, razgledišč, počivališč, postavitev ograj, tabel z informacijami, opozorili in podobno. Vrednote, razvrščene po pomenu na vrednote državnega in lokalnega pomena, lahko nato država ali lokalna skupnost dodatno varuje z ukrepi varstva, ki jih opredeljuje Zakon o ohranjanju narave (pogodbeno varstvo, skrbništvo, začasno in trajno zavarovanje ter obnova) (ARSO). Pri naravnih vrednotah na porečju Tržiške Bistrice (Slika 19) gre predvsem za slapove in druge vrednote v odvisnosti od voda.

Preglednica 37: Porazdelitev območij naravnih vrednot po vodotokih

Table 37: Distribution of areas of valuable natural features by watercourses

	Vodotok	Število odsekov	Število odsekov v NV	Delež odsekov v NV (%)
1	Lomščica	97	97	100,0
2	Mošenik	165	26	15,8
3	Tržiška Bistrica	465	427	91,8

Na porečju Tržiške Bistrice je velik del območij obravnavanih vodotokov v območju naravnih vrednot. Najbolj izstopata Tržiška Bistrica in Lomščica, slednja je v celoti v območju naravnih vrednot. V nasprotju z omenjenima vodotokoma, je na Lomščici razmeroma majhen delež odsekov, ki padejo v območje naravnih vrednot. Vrednosti odsekov po kriteriju naravnih vrednot določa ocenjevalna funkcija (Grafikon 33), in sicer so odseki z naravnimi vrednotami ovrednoteni z 1, kjer pa le-teh ni, z 0. Pomembnost kriterija je definirana z deležem 0,118.

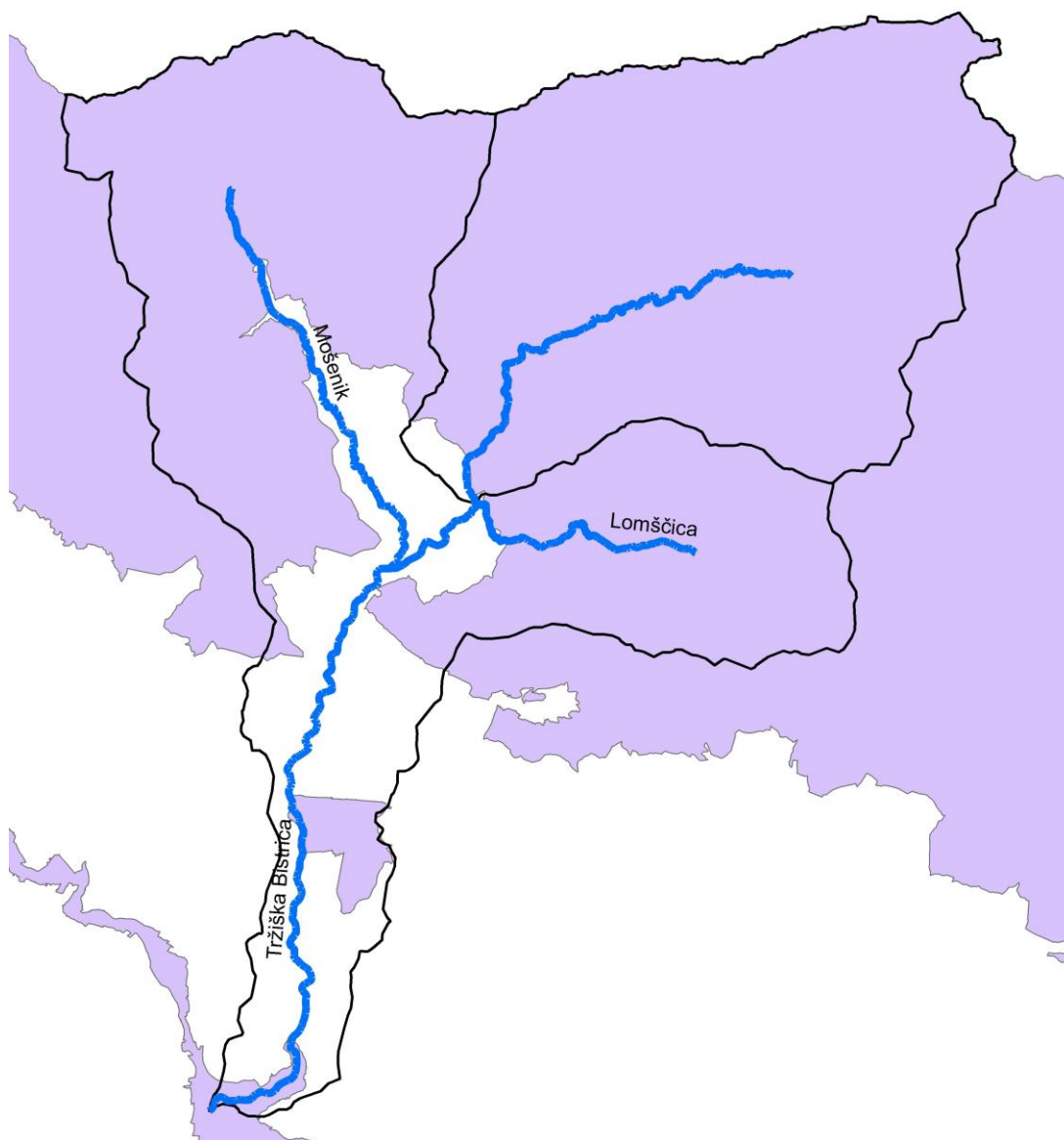


Grafikon 33: Ocenjevalna funkcija za območja naravnih vrednot

Graph 33: The evaluation function for areas of natural values

9.5 Ekološko pomembno območje

Ekološko pomembno območje je po Zakonu o ohranjanju narave območje habitatnega tipa, dela habitatnega tipa ali večje ekosistemske enote, ki pomembno prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti. Ekološko pomembna območja so eno izmed izhodišč za izdelavo naravovarstvenih smernic in so obvezno izhodišče pri urejanju prostora in rabi naravnih dobrin. Za gradnjo objektov na teh območjih, ki niso obenem območje Natura 2000, zavarovano območje ali območje naravnih vrednot, ni treba pridobiti naravovarstvenih pogojev in soglasja (ARSO).



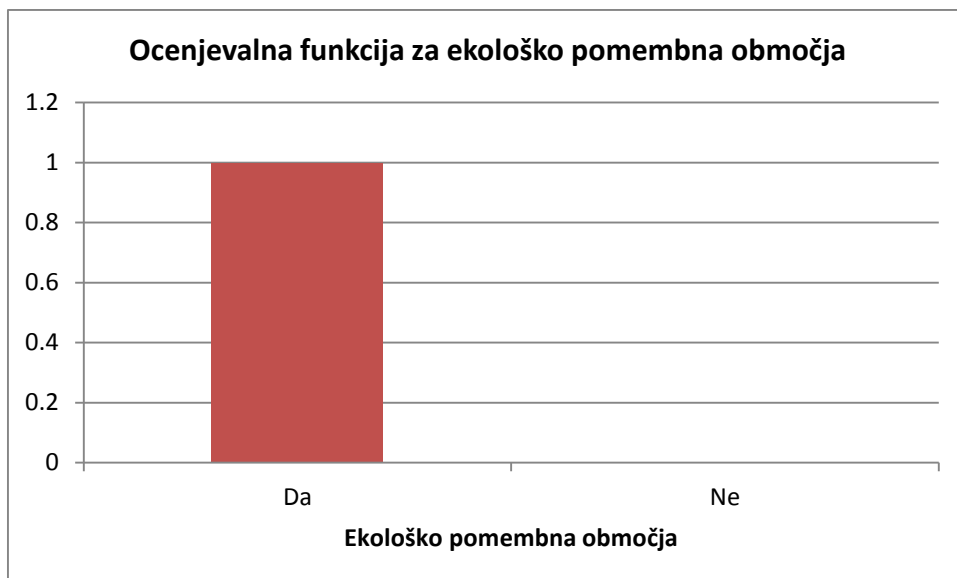
Slika 20: Ekološko pomembna območja na porečju Tržiške Bistrice
Figure 20: Ecologically important areas in the Tržiška Bistrica basin

Preglednica 38: Porazdelitev ekološko pomembnih območij po vodotokih

Table 38: Distribution of ecologically important areas by watercourses

	Vodotok	Število odsekov	Število odsekov v ekološko pomembnih obm.	Delež v ekološko pomembnih obm. (%)
1	Lomščica	97	97	100,0
2	Mošenik	165	88	53,3
3	Tržiška Bistrica	465	182	39,1

Tako kot pri območjih naravnih vrednot, tudi pri ekološko pomembnih območjih izstopajo odseki na Lomščici (Slika 20). Prav vseh 97 obravnavanih odsekov je namreč v pasu ekološko pomembnih območij. Nekaj manj odsekov je na Tržiški Bistrici (39,1) in Mošeniku (53,3). Vrednost odseka po kriteriju ekološko pomembnih območij je ovrednotena z 1 ali z 0, v primeru, če teh območij na odseku ni (Grafikon 34).



Grafikon 34: Ocenjevalna funkcija za ekološko pomembna območja
Graph 34: The evaluation function for ecologically important areas

9.6 Zavarovano območje

Zavarovana območja so eden izmed ukrepov varstva narave. Zakon o ohranjanju narave opredeljuje naslednje vrste zavarovanih območij, in sicer širša in ožja območja (ARSO).

Širša zavarovana območja (spletna stran ARSO):

Narodni park

Narodni park (NP) je veliko območje s številnimi naravnimi vrednotami ter z veliko biotsko raznovrstnostjo. V pretežnem delu narodnega parka je prisotna prvobitna narava z ohranjenimi ekosistemi in naravnimi procesi, v manjšem delu narodnega parka so lahko tudi območja večjega človekovega vpliva, ki pa je z naravo skladno povezan.

Regijski park

Regijski park (RP) je obsežno območje regijsko značilnih ekosistemov in krajine z večjimi deli prvobitne narave in območji naravnih vrednot, ki se prepletajo z deli narave, kjer je človekov vpliv večji, vendarle pa z naravo uravnotežen.

Krajinski park

Krajinski park (KP) je območje s poudarjenim kakovostnim in dolgotrajnim prepletom človeka z naravo, ki ima veliko ekološko, biotsko ali krajinsko vrednost.

Ožja zavarovana območja (spletna stran ARSO):

Strogi naravni rezervat

Strogi naravni rezervat (SNR) je območje naravno ohranjenih geotopov, življenjskih prostorov ogroženih, redkih ali značilnih rastlinskih ali živalskih vrst ali območje, pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, kjer potekajo naravni procesi brez človekovega vpliva.

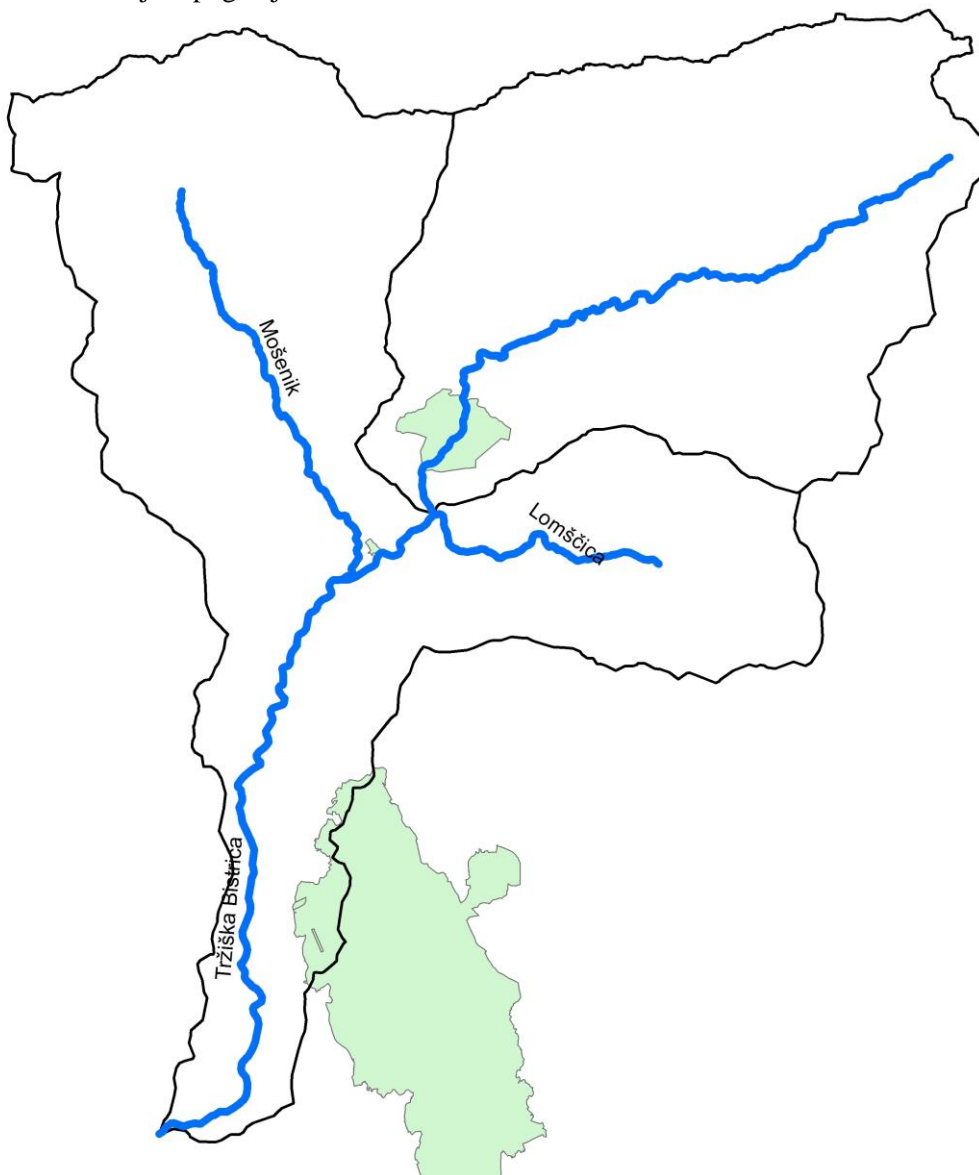
Naravni rezervat

Naravni rezervat (NR) je območje geotopov, življenjskih prostorov ogroženih, redkih ali značilnih rastlinskih ali živalskih vrst ali območje, pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, ki se z uravnoteženim delovanjem človeka v naravi tudi vzdržuje.

Naravni spomenik

Naravni spomenik (NS) je območje, ki vsebuje eno ali več naravnih vrednot, ki imajo izjemno obliko, velikost, vsebino ali lego ali so redek primer naravne vrednote.

Na Tržiški Bistrici je evidentirano samo eno zavarovano območje, ki je vezano neposredno na vodotok, in sicer Dolžanova soteska. Na območju zavarovanega območja Dolžanova soteska je sprejet Odlok o občinskem podrobnem prostorskem načrtu za območje naravnega spomenika z oznako 6 T1 Dolina – Dovžanova soteska (Uradni list št. 30/2013), zato tam umeščanje hidroenergetskih rab vode po 4. členu odloka ni možno. Zato Dolžanova soteska spada v območje izvzete rabe, ki je podrobneje opisana v naslednjem poglavju.



Slika 21: Zavarovana območja na porečju Tržiške Bistrice
Figure 21: Protected areas in the Tržiška Bistrica basin

Iz slike (Slika 21) je razvidno, da je poleg Dovžanove soteske, prisotno še eno zavarovano območje.



Grafikon 35: Ocenjevalna funkcija za zavarovana območja
Graph 35: The evaluation function for protected areas

10 OBMOČJA IZVZETE RABE

Določeni odseki na porečju Tržiške Bistrice so prepoznani kot zelo primerni za hidroenergetsko rabo, vendar na njih ni mogoče načrtovati hidroenergetske rabe zaradi obstoječih predpisov. Taka območja imenujemo območja izvzete rabe («no go areas»). Na porečju Tržiške Bistrice sta tovrstni območji dve, in sicer Dovžanova soteska in referenčni odseki.

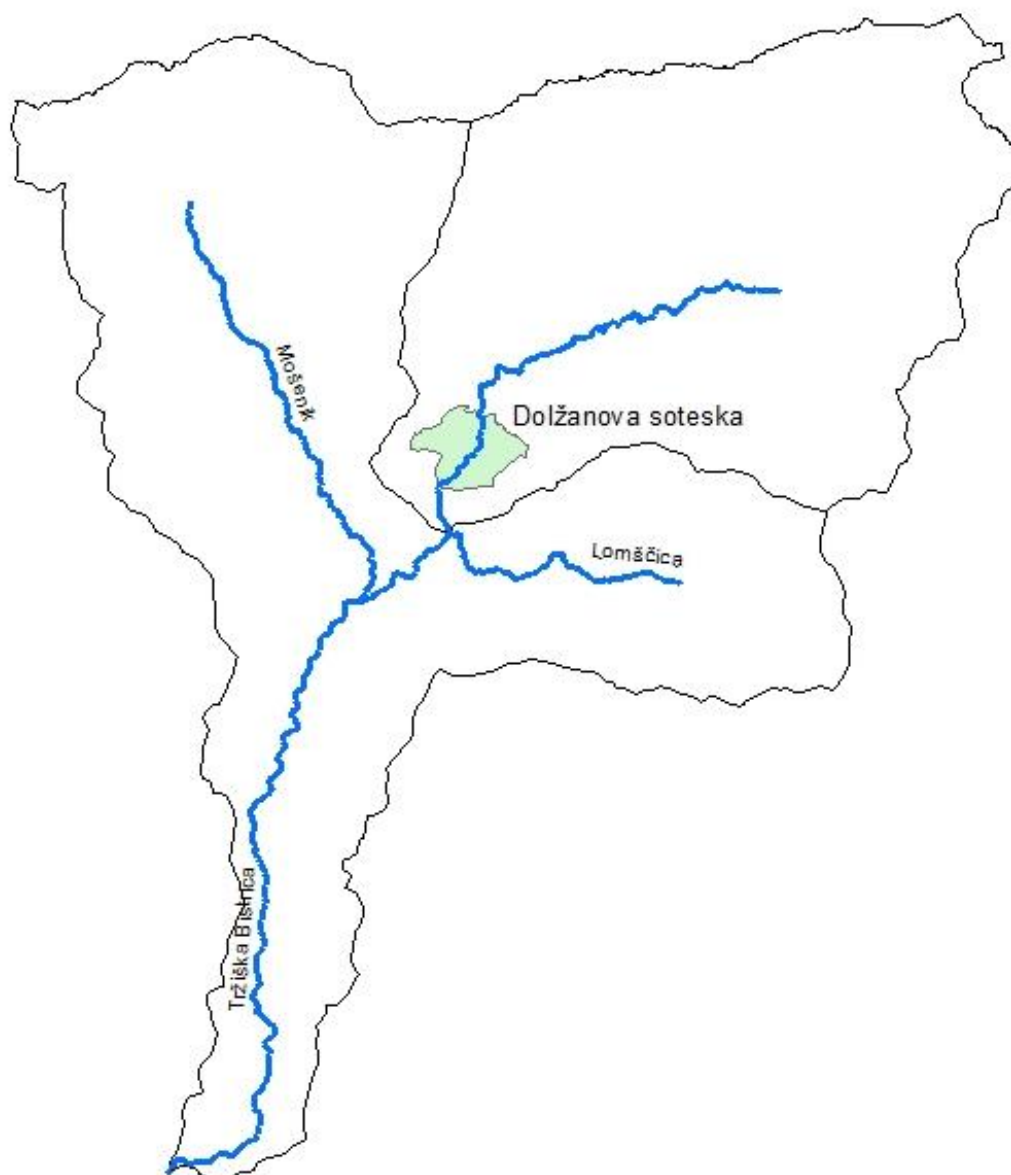
10.1 Dovžanova soteska

Na območju Tržiške Bistrice je sprejet Odlok o občinskem podrobnem prostorskem načrtu za območje naravnega spomenika z oznako 6 T1 Dolina – Dovžanova soteska (Uradni list št. 30/2013). V odloku je v 34. členu navedeno, da je za ohranjanje narave in doseganje ciljev zavarovanega območja za posege treba upoštevati pogoje, določene v odloku o zavarovanju. Tako je na ožjem zavarovanem območju prepovedano posegati v strugo in obrežje vodotoka s kakršnimikoli deli, regulacijami, akumulacijami ali pa ga hidroenergetsko izkoriščati (4. člen odloka), zato urejanje brežin za dostop do vodotoka na ožjem območju ni dopustno. Na ožjem zavarovanem območju so tudi prepovedane gradnje vseh vrst, zato je tu nesprejemljiva gradnja vsakršnih objektov.

Dovžanova soteska je soteska, ki jo je izdoblbla hudourniška reka Tržiška Bistrica v stare zemeljske sklade. Reka kipi čez edinstveno slapišče velikih zaobljenih blokov belega kremenovega konglomerata. Ti veliki boki so se privalili v reko z Borove peči, ta je ime dobila po rdečem boru, ki porašča njena strma pobočja (wikipedia).

Soteska je še posebej slikovita zaradi šestih visokih kamnitih stolpov, Kušpegarjevih turnov, kjer je urejeno plezališče. Skozi sotesko je speljana zanimiva geološka pot, gozdna učna pot Dovžanova soteska, planinska pot, razgledna pot in pot do partizanske tiskarne-tehnike. V manjšem naselju Čadovlje stoji stara Jamenšnikova hiša in pašba (sušilnica za lan) z letnico 1766, ki je primerek edinstvenega karavanškega stavbarstva z vsemi etnografskimi značilnostmi. Soteska je razglašena za naravni spomenik Slovenije in leži 3 km severno od kraja Tržič, ob cesti Tržič-Jelendol (wikipedia).

Na območju vodotoka Tržiške Bistrice tako na liniji vodotoka, kjer je prisotna Dovžanova soteska, ni možno umeščanje hidroenergetske rabe (Slika 22).. To je območje izvzete rabe, ne glede na oceno primernosti, ki jo je dala analiza. Dovžanova soteska je v analizi identificirana kot vodotok Tržiške Bistrice na odsekih od 564-591. Torej na 27 odsekih v skupni dolžini 1350 m vodotoka.

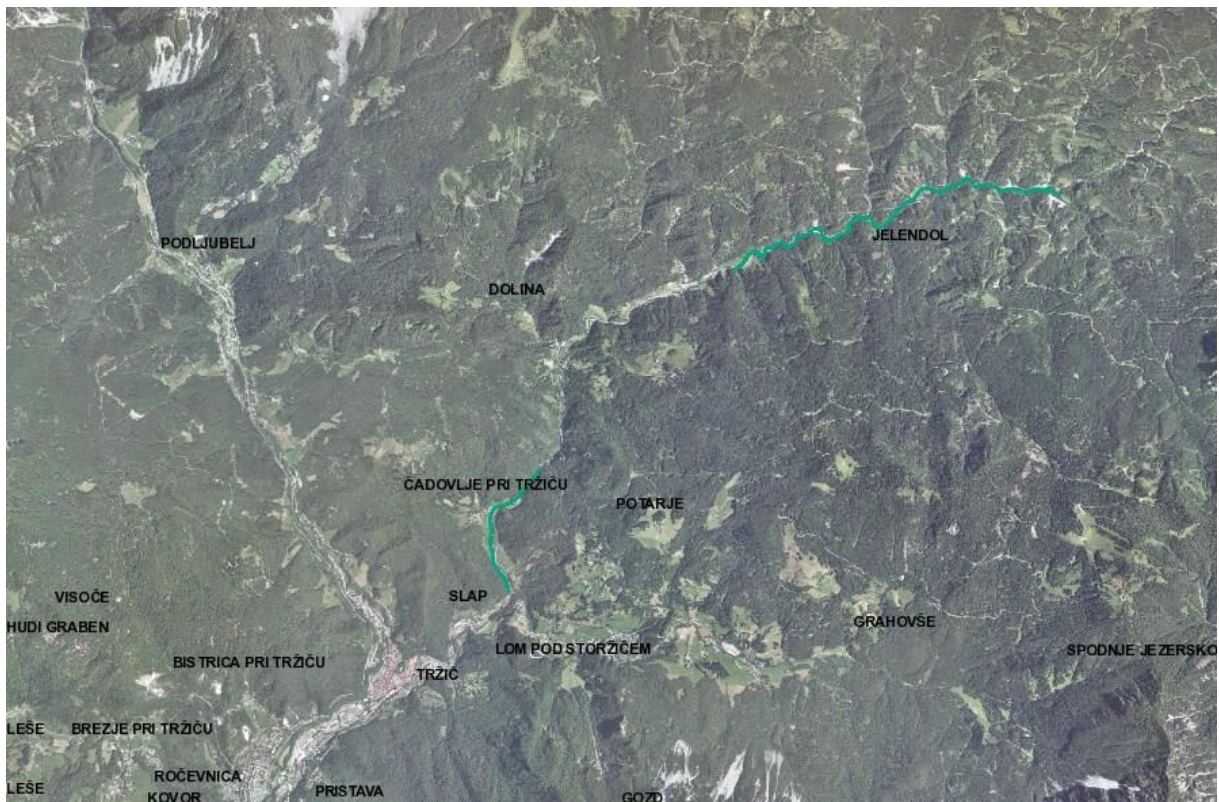


Slika 22: Območje izvzete rabe – Dolžanova soteska
 Figure 22: Exempt use area – Dolžanova soteska

10.2 Referenčni odseki po vodni direktivi

V območje izvzete rabe štejemo tudi referenčne odseke. Naloga vsake države članice Evropske unije je, da skladno z Vodno direktivo (2000/60/ES) določi za vsak tip vodnih teles površinskih voda referenčna mesta in ter zanje značilne biološke, hidromorfološke in fizikalno-kemijske referenčne razmere. Referenčna mesta predstavljajo stanje, ki se nanaša na zelo nizke obremenitve, brez učinkov industrializacije, urbanizacije ter intenzivnega kmetijstva in drugih podobnih aktivnosti človeka ali pa je ta vpliv na strukturo, produktivnost, funkcijo in diverzitetu ekosistema zelo majhen. Velikost odvzema vode se lahko odraža le v majhnih spremembah pretoka in hitrosti vodnega toka (Smolar Žvanut, 2004).

Na porečju Tržiške Bistrice sta prisotna dva referenčna odseka brez bioloških obremenitev v skupni dolžini 5900 metrov. En odsek se nahaja od sotočja Lomščice in Tržiške Bistrice gorvodno do Čadovelj mimo Dolžanove soteske, drugi odsek pa je od izvira Tržiške Bistrice do Jelendola. Na teh dveh odsekih torej hidroenergetska raba vode ni možna.



Slika 23: Referenčni odseki brez bioloških obremenitev na porečju Tržiške Bistrice (zeleno obarvana odseka) (Atlas okolja, 2016)

Figure 23: Reference sections without biological load in the Tržiška Bistrica basin (Atlas okolja, 2016)

11 IZRAČUN OBEH VIDIKOV IN PRIMERNOSTI RABE

Določitev primernosti umeščanja hidroenergetske rabe torej temelji na upoštevanju različnih vidikov. V samem postopku spremljamo vidik privlačnosti za hidroenergetske rabe na eni strani in vidik ranljivosti na drugi strani. Ta dva vidika določata končno oceno primernosti. Večja kot je privlačnost nekega odseka in je hkrati tam tudi majhna vrednost oz. manjša ranljivost, večja je primernost odseka za rabo vode. Po končanem izračunu je bilo potrebno pregledati še območja izvzete rabe vode. To pomeni, da je potrebno pregledati, ali na določenem območju veljajo kakšni drugi predpisi ali zakoni (Dovžanova soteska, referenčni odseki). Prikaz ocen odsekov na porečju Tržiške Bistrice z vidika privlačnosti je razviden iz Priloge C, medtem ko je prikaz ocen odsekov na porečju Tržiške Bistrice z vidika ekološke ranljivosti razviden iz Priloge D.

Kot je bilo opisano v prejšnjih poglavjih, sta v metodi prisotna dva vidika, vidik privlačnosti in vidik ranljivosti, posamezni vidik pa je ovrednoten na podlagi kriterijev. Vsak kriterij ima svojo vrednost, vsota vseh kriterijev pa je največ 1. Posamezen ocenjen vidik je torej ocenjen z vrednostjo med 0 in 1. Vrednost kriterija določajo uteži. Metoda vrednotenja za posamezne kriterije je bila izbrana seštevna normalizacijska metoda, pri kateri se produkti uteži in vrednosti upoštevanih kriterijev za vsak glavni kriterij seštejejo. Ker so uteži in funkcije vrednotenja normalizirane, se gibljejo vrednosti alternativ za vsak izbran glavni kriterij v obsegu [0,1]. Vrednost 0 predstavlja najnižjo vrednost, vrednost 1 pa najvišjo možno vrednost za posamezen kriterij. Glede na omenjeno, se skupna ocena i -te alternative za n -pr. kriterij privlačnosti (A_i) izračuna na podlagi naslednje enačbe (Camis, 2015):

$$A_i = \sum A_{ij} * |w_j|,$$

kjer je A_{ij} ocena in $|w_j|$ normalizirana utež j -tega kriterija za kriterij privlačnosti. A_{ij} se izračuna na podlagi naslednje enačbe:

$$A_{ij} = |f_j(x_{ij})|,$$

kjer je $|f_j|$ normalizirana ocenjevalna funkcija za j -ti kriterij in x_{ij} vrednost i -te alternative za j -ti kriterij. Prav tako se računa tudi kriterije znotraj vidika ekološke ranljivosti (B). Končna ocena primernosti (P) za hidroenergetske rabe se za posamezno alternativo (odsek) določi kot seštevek vseh treh ocen. Primernost rabe za hidroenergetske rabe za i -to alternativo se določi na podlagi naslednje enačbe:

$$P_i = A_i + (1-B_i),$$

pri čemer je

P_i – primernost rabe za posamezno alternativo (odsek)

A_i – privlačnost rabe za posamezno alternativo (odsek)

B_i – ekološka ranljivost za posamezno alternativo (odsek)

Primernost rabe je tako bolj primerna, če je višja ocena za kriterij A in nižja za kriterij B. Izračun primernosti ima torej razpon od 0 do 2 (0 – neprimerno za rabo, 2 – najbolj primerno za rabo).

Analizirani so bili vodotoki Lomščica, Tržiška Bistrica in Mošenik so bili razdeljeni na enako dolge odseke z dolžino 50 metrov. Skupno število določenih alternativ na vseh treh vodotokih je 727.

11.1 Rezultati vidika privlačnosti za hidroenergetske rabe

Po obravnavanih kriterijih in izračunu vidika privlačnosti je na podlagi povprečne ocene možno sklepati, kateri izmed treh obravnavanih vodotokov je z vidika privlačnosti najprimernejši (Preglednica 39). Najvišjo povprečno oceno odsekov z vidika privlačnosti ima Mošenik, in sicer 0,62

(najvišja možna ocena vidika je 1). Z vidika privlačnosti je primerna tudi Tržiška Bistrica, medtem, ko ima Lomščica najnižje povprečje odsekov (0,52).

Preglednica 39: Rezultati vidika privlačnosti za hidroenergetsko rabo po odsekih
Table 39: The results of the attractiveness of hydropower use aspect by segments

	Minimalna ocena odsekov	Maksimalna ocena odsekov	Povprečna ocena odsekov
Lomščica	0,16	0,77	0,52
Mošenik	0,37	0,82	0,62
Tržiška Bistrica	0,34	0,95	0,60
<i>skupaj</i>	0,16	0,95	0,59

Analiza posamezne alternative je prikazana na naslednjem primeru, in sicer na odseku številka 406, ki je stacioniran na Tržiški Bistrici 16,1 km dolvodno od prve točke, katere prispevna površina znaša 10 km² (odsek 1). Iščemo ocene posameznih kriterijev za končno oceno vidika privlačnosti.

11.1.1 Izračunan kriterij hidroenergetski potencial (K1):

$$E = 315 \text{ MWh/leto}$$

$$u \text{ (utež)} = 0,36$$

Ocenjevalna funkcija določa, da so vsi odseki s HE potencialom večjim od 400 MWh/leto ovrednoteni z 1. V tem primeru ima odsek 406 potencial E manjši kot mejna vrednost, zato je vrednost $Y = 315/400 = 0,79$

$$K1 = Y * u = 0,79 * 0,36 = \mathbf{0,28}$$

11.1.2 Oddaljenost od jezov in pregrad (K2)

Oddaljenost odseka 406 od najbližjega praga znaša 150 metrov. Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od jezov in pregrad določa, da je vrednost kriterija:

- 1, če je oddaljenost 0 metrov;
- od 1 do 0, če je oddaljenost od 50 do 200 metrov;
- 0, če je oddaljenost več kot 200 metrov.

V našem primeru je razdalja 150 kar pomeni, da je izračunana vrednost po tem kriteriju:

$$Y = 1 - (150/200) = 0,25$$

$$u \text{ (utež)} = 0,12$$

$$K2 = Y * u = 0,25 * 0,12 = \mathbf{0,03}$$

11.1.3 Oddaljenost od obstoječih malih hidroelektrarn (K3)

Oddaljenost odseka 406 od najbližje male hidroelektrarne znaša 250 metrov. Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od obstoječih malih hidroelektrarn določa, da če je oddaljenost večja od 150 metrov, je vrednost kriterija 0. V tem primeru je razdalja 250 m, kar pomeni, da je vrednost kriterija ovrednotena z 0.

$$Y = 0$$

$$U \text{ (utež)} = 0,16$$

$$K3 = Y * u = 0 * 0,16 = 0$$

11.1.4 Oddaljenost od prometne infrastrukture (K4)

Oddaljenost odseka 406 od najbližje ceste znaša 71 metrov. Ocenjevalna funkcija za oddaljenost od ceste določa, da če je cesta tik ob vodotoku, je vrednost kriterija 1. Z oddaljenostjo se vrednost zmanjšuje do razdalje 30 metrov. Kjer je razdalja večja od 30 m, je vrednost kriterija 0. Če je oddaljenost od 0 do 30 metrov, je ocena privlačnosti po omenjenem kriteriju naslednja:

$$Y = 1 - (X/30);$$

V tem primeru je razdalja večja od 30 metrov, kar pomeni, da je vrednost kriterija $Y = 0$.

$$Y = 0$$

$$u(u) = 0,12$$

$$K4 = Y * u = 0 * 12 = 0$$

11.1.5 Oddaljenost od elektroenergetskega omrežja (K5)

Oddaljenost odseka 406 od najbližjega elektroenergetskega omrežja znaša 230 metrov. Ocenjevalna funkcija je določena kot linearna funkcija:

$$Y = 1 - (X/2000);$$

Pri čemer je:

Y – ocena kriterija oddaljenost od elektroenergetskega omrežja

X – najkrajša razdalja odseka do elektroenergetskega omrežja

$$Y = 1 - (230/2000) = 0,885$$

$$u(\text{utež}) = 0,12$$

$$K5 = Y * u = 0,885 * 0,12 = 0,11$$

11.1.6 Plazljivo območje (K6)

Na odseku 406 je nevarnost plazljivosti ocenjena z 3, kar pomeni, da je majhna verjetnost. Po ocenjevalni funkciji je vrednost tega kriterija ovrednotena z $Y = 0,5$.

$$Y = 0,5$$

$$u(\text{utež}) = 0,08$$

$$K6 = Y * u = 0,5 * 0,08 = 0,04$$

11.1.7 Erozijsko območje (K7)

Na odseku 406 je nevarnost erozije ocenjena z 1, kar pomeni, da nevarnost erozije obstaja. V tem primeru je vrednost kriterija $Y = 1$.

$$Y = 1$$

$$u(\text{utež}) = 0,04$$

$$K7 = Y * u = 1 * 0,04 = \mathbf{0,04}$$

11.2 Izračunana vrednost odseka za vidik privlačnosti

Glede na izračunane vrednosti kriterijev se skupna ocena i-te alternative za kriterij privlačnosti (A_i) izračuna na podlagi naslednje enačbe:

$$A_i = \sum A_{ij} * |w_j|$$

Vrednost odseka 406 za vidik privlačnosti je torej izračunan:

$$A_{406} = K1 + K2 + K3 + K4 + K5 + K6 + K7 = 0,28 + 0,03 + 0 + 0 + 0,11 + 0,04 + 0,04 = \mathbf{0,50}$$

Skupna ocena vidika privlačnosti odseka je izračunana z vrednostjo 0,58. Maksimalna možna vrednost je 1. To pomeni, da je odsek srednje privlačen za umestitev hidroenergetske rabe.

Enak postopek izračuna vrednosti odsekov za vidik privlačnosti je bil izveden za vseh 727 odsekov.

11.3 Rezultati vidika okoljske ranljivosti za hidroenergetsko rabo

Pri umeščanju rabe v prostor je potrebno biti še posebej pozoren na to, da so posegi v vodni prostor čim manjši. Povprečna ocena vidika okoljske ranljivosti nam pove, kateri izmed vodotokov je okoljsko najbolj ranljiv. Izmed treh obravnavanih vodotokov je to Lomščica s povprečno oceno 0,48. Mošenik ima najnižjo povprečno oceno odseka, in sicer 0,24.

Preglednica 40: Rezultati vidika okoljske ranljivosti za hidroenergetsko rabo po odsekih
Table 40: The results of environmental vulnerability of hydropower use aspect by segments

	Minimalna ocena odsekov	Maksimalna ocena odsekov	Povprečna ocena odsekov
Lomščica	0,18	0,63	0,48
Mošenik	0,05	0,65	0,24
Tržiška Bistrica	0,05	0,77	0,40
skupaj	0,05	0,77	0,37

Tudi izračun ocene vidika okoljske ranljivosti je prikazana na odseku številka 406, ki je stacioniran na Tržiški Bistrici 16,1 km dolvodno od prve točke, katere prispevna površina znaša 10 km² (odsek 1). Iščemo ocene posameznih kriterijev za končno oceno vidika okoljske ranljivosti.

11.3.1 Hidromorfološka spremenjenost odseka

Na odseku 406 je hidromorfološka spremenjenost ocenjena z 2, kar pomeni, da gre za zmerno spremenjen odsek. Ocenjevalna funkcija za hidromorfološko spremenjenost določa, da imajo odseki z hidromorfološko oceno 2, vrednost 0.75.

$$Y = 0,75$$

$$u (\text{utež}) = 0,196$$

$$K1 = Y * u = 0,75 * 0,196 = \mathbf{0,15}$$

11.3.2 Oddaljenost od drstišča

Odsek 406 je od najbližjega drstišča oddaljen 3750 metrov, kar pomeni, da v neposredni bližini drstišča ni in s tem tudi ni velike okoljske ranljivosti. Ocenjevalna funkcija določa, da so odseki, kjer je oddaljenost od drstišč 2000 metrov ali več, po tem kriteriju ovrednoteni z 0.

$$Y = 0$$

$$u (\text{utež}) = 0,235$$

$$K2 = Y * u = 0 * 0,235 = \mathbf{0}$$

11.3.3 Natura 2000

Odsek 406 ne leži na območju Nature 2000, zato je tudi ranljivost manjša. Ocenjevalna funkcija določa, da so odseki, ki ne ležijo na območju Nature 2000, ovrednoteni z 0.

$$Y = 0$$

$$u (\text{utež}) = 0,196$$

$$K3 = Y * u = 0 * 0,196 = \mathbf{0}$$

11.3.4 Naravna vrednota

Odsek 406 leži na območju naravne vrednote, zato je okoljska ranljivost večja. Ocenjevalna funkcija določa, da so odseki, ki ležijo na območju naravnih vrednot, ovrednoteni z 1.

$$Y = 1$$

$$u (\text{utež}) = 0,118$$

$$K4 = Y * u = 1 * 0,118 = \mathbf{0,118}$$

11.3.5 Ekološko pomembna območja

Odsek 406 ne leži na območju, ki so ekološko pomembna. Ocenjevalna funkcija določa, da so odseki, ki ne ležijo na predelu ekološko pomembnih območij, ovrednoteni z 0.

$$Y = 0$$

$$u (\text{utež}) = 0,118$$

$$K5 = Y * u = 0 * 0,118 = \mathbf{0}$$

11.3.6 Zavarovana območja

Odsek 406 ne leži na zavarovanem območju, zato je odsek po ocenjevalni funkciji ovrednoten z 0.

$$Y = 0$$

$$u (\text{utež}) = 0,137$$

$$K6 = Y * u = 0 * 0,137 = \mathbf{0}$$

11.4 Izračunana vrednost odseka za okoljsko ranljivost

Glede na izračunane vrednosti kriterijev se skupna ocena i-te alternative za kriterij okoljske ranljivosti (B_i) izračuna na podlagi naslednje enačbe:

$$B_i = \sum B_{ij} * |w_j|$$

Vrednost odseka 406 za vidik okoljske ranljivosti je torej izračunan:

$$B_{406} = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 = 0,15 + 0 + 0 + 0,12 + 0 + 0 = \mathbf{0,27}$$

11.5 Izračunana primernost odseka za hidroenergetske rabo

Končna ocena primernosti (P) za hidroenergetske rabo vode se za posamezno alternativo (odsek) določi kot seštevek vseh treh ocen. Primernost rabe za hidroenergetske rabo za i-to alternativo se določi na podlagi naslednje enačbe:

$$P_i = A_i + (1 - B_i),$$

pri čemer je

P_i – primernost rabe za posamezno alternativo (odsek)

A_i – privlačnost rabe za posamezno alternativo (odsek)

B_i – ekološka ranljivost za posamezno alternativo (odsek)

Primernost rabe je tako bolj primerna, če je višja ocena za kriterij A in nižja za kriterij B. Izračun primernosti ima torej razpon od 0 do 2 (0 – neprimerno za rabo, 2 – najbolj primerno za rabo).

Primernost rabe na odseku 406 je izračunana na sledeč način:

$$P_{406} = A_{406} + (1 - B_{406}) = 0,50 + (1 - 0,27) = \mathbf{1,18}$$

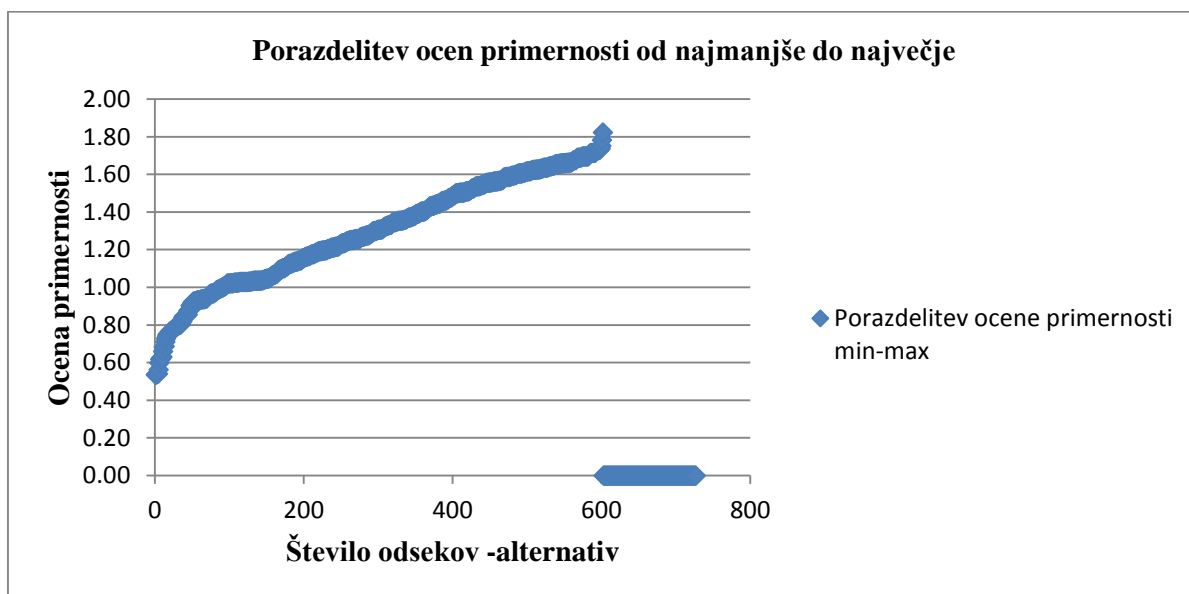
Enak postopek izračuna primernosti hidroenergetske rabe je bil izveden za vseh 727 odsekov na Lomščici, Tržiški Bistrici in Mošeniku.

12 NAJPRIMERNEJŠE LOKACIJE ZA UMEMSTITEV HIDROENERGETSKE RABE

Da bi lahko odgovorili na vprašanji, kje so najprimernejše lokacije za uresničitev ciljev povečanja hidroelektrične proizvodnje in kako izvesti posamezen projekt, potrebujemo transparentne, strukturirane in na jasnih merilih zasnovane postopke, v katerih mora biti upoštevan regionalni/strateški pogled v kombinaciji z lokalno oceno posameznega objekta (Alpska konvencija, 2011).

Za najprimernejše lokacije za male hidroelektrarne so bile določene lokacije, ki so bile preko funkcijskega vrednotenja 7 kazalcev vidika privlačnosti in 6 kazalcev okoljske ranljivosti, ocenjene kot ugodne. Funkcijsko vrednotenje je privedlo do 727 ocen (727 odsekov), ki so bile umeščene v razrede primernosti. Funkcijsko vrednotenje temelji na primerjavi med teoretičnim hidroelektričnim potencialom in ekološko ter pokrajinsko vrednostjo. Klasifikacija rečnih odsekov glede na potencialno ustreznost za uporabo hidroenergije poteka v treh kategorijah: ugodno, manj ugodno in neustrezno. Prikaz primernosti odsekov za hidroenergetsko rabo je razviden iz Priloge E.

Razpona ocene znotraj posameznega razreda primernosti metoda ne predvideva, zato so bili razponi opredeljeni na podlagi ekspertne ocene. Ocene so ovrednotene od minimalne 0,54 do maksimalne 1,82. Maksimalna možna ocena je sicer 2. Preko vrednotenja je bilo izločenih 125 odsekov (ocena primernosti 0), ki se nahajajo na območju t.i. izvzete rabe (referenčni odseki, Dolžanova soteska). Oceno večjo od 0 imata tako 602 odseka. Graf (Grafikon 36) prikazuje porazdelitev ocene primernosti hidroenergetske rabe od najmanjše do največje. Pri formiranju razredov primernosti je bila upoštevana tudi ta porazdelitev.



Grafikon 36: Porazdelitev ocen primernosti hidroenergetske rabe od najmanjše do največje
Graph 36: Distribution of hydropower suitability assessment from smallest to largest

Ugodne lokacije so tiste, ki imajo visok hidroelektrični potencial in hkrati relativno nizko ekološko in pokrajinsko vrednost ali pa se pri njih ekološko stanje ne bi znatno poslabšalo z ustrežno uporabo hidroenergije. Odseki, ki so opredeljeni kot ugodni za hidroenergetsko rabo imajo HE potencial v povprečju nekje okoli 300 MWh/leto, kar je zelo dober potencial. Hkrati so na teh odsekih kazalci okoljske ranljivosti naklonjeni umestitvi rabe, saj večina teh odsekov ni na območju Nature 2000, niti ne na območju naravnih vrednot, ekološko pomembnih območij in zavarovanih območij. Na podlagi teh dejstev je razred »ugoden« ovrednoten z oceno 1,61 – 2,00 (Preglednica 41).

Preglednica 41: Razpon ocen po razredih primernosti HE rabe
Table 41: The range of estimates by hydropower use suitability

	Ocena	Razred primernosti rabe	Število odsekov
1	0,01 - 1,30	neustrezno	299
2	1,31 - 1,60	manj ugodno	190
3	1,61 - 2,00	ugodno	113
4	0	območje izvzete rabe	125

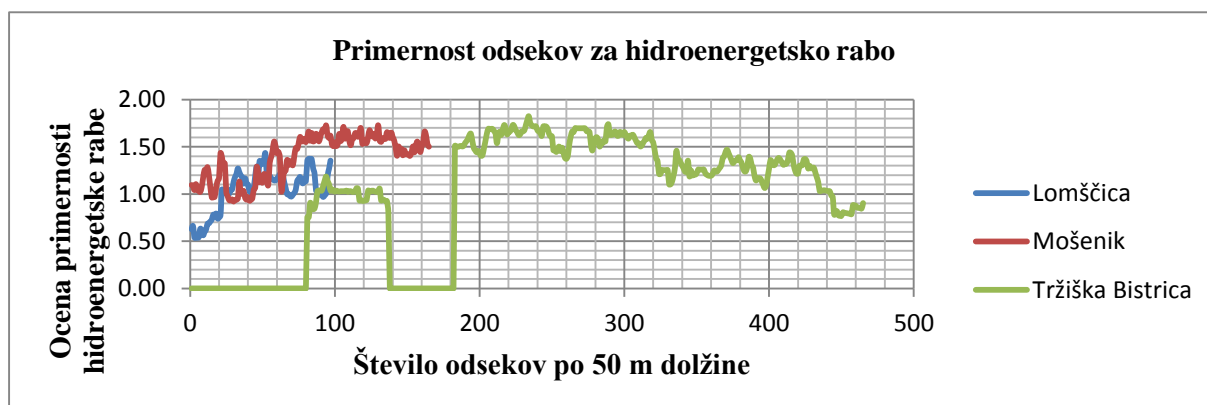
Lokacije, ki so opredeljene kot neustrezne imajo v povprečju precej manjši hidroenergetski potencial (cca. 50 MWh/leto), hkrati pa je ekološka in pokrajinska vrednost teh odsekov precej visoka, zato je smiselno, da se te odseke varuje.

Razrede primernosti so opredeljeni kot (Alpska konvencija, 2011):

- UGODNO: V skladu s standardi okoljske (in druge) zakonodaje je gradnja malih hidroelektrarn na splošno mogoča.
- MANJ UGODNO: Nujno je preučiti dodatne vidike in pretehtati vsa ustrezna merila. Poleg usklajenosti s standardi okoljske zakonodaje bo verjetno potrebno upoštevati še druge, strožje zahteve.
- NEUSTREZNO: Močan interes ohranjanja narave. Gradnja malih hidroelektrarn je možna le v izjemnih primerih (npr. potreba po samooskrbi).

Poleg navedenih razredov primernosti rabe so opredeljena še območja izvzete rabe, saj na njih ni mogoče načrtovati hidroenergetske rabe zaradi obstoječih predpisov.

Zanimiva je primerjava primernosti rabe odsekov po treh obravnavanih vodotokih. Iz grafa (Grafikon 37) je razvidno, da so na splošno odseki na Tržiški Bistrici in Mošeniku precej bolj primerni za rabo vode kot Lomščica. Vodotoki so prikazano od izvira do izliva, in sicer gre za dejanski prikaz od izvira do izliva. Iz grafa je tudi razvidno, da so ocene primernosti odsekov v zgornjih povirnih delih slabše (manj ugodno za rabo) kot v spodnjih delih vodotokov. To je razumljivo, saj je praviloma ravno v zgornjih delih vodotokov pokrajinska in ekološka vrednost vodotokov precej večja kot dolvodno. Na račun tega so tudi odseki v povirnih delih manj primerni za hidroenergetsko rabo.



Grafikon 37: Primerjava primernosti rabe odsekov med vodotoki
Graph 37: Comparison of suitability for hydropower use by river segments

Najbolj ugodni odseki – kot rezultati iskanja primernosti lokacije za hidroenergetske rabe so prikazani v spodnji preglednici.

Preglednica 42: Rezultat analize primernosti – 10 najbolj ugodnih lokacij za hidroenergetsko rabo
 Table 42: The result of the suitability analysis- 10 of the most attractive sites for hydroelectric power use

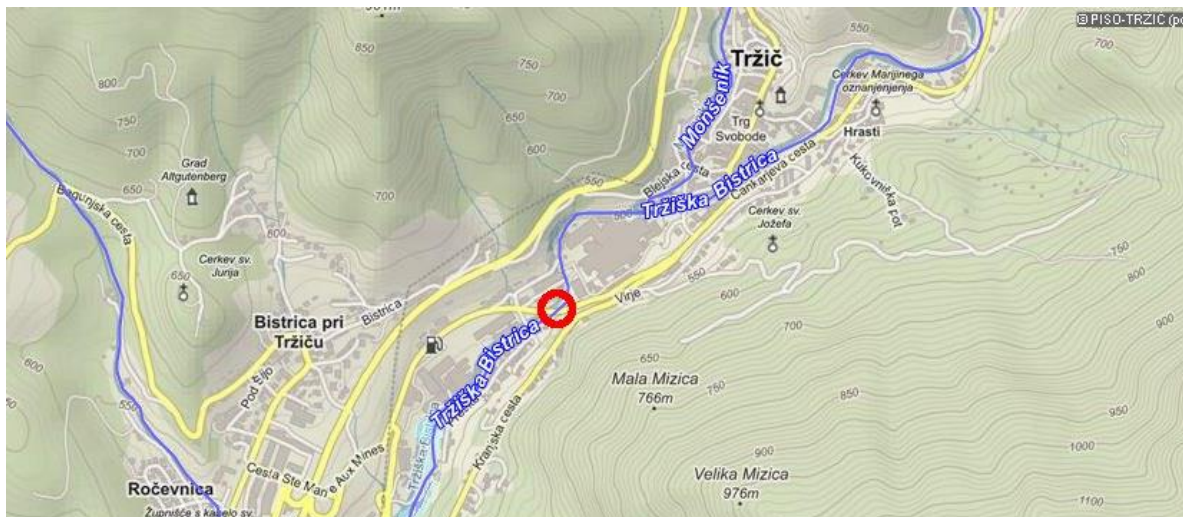
	Odsek	Ocena primernosti (0-2)	Vodotok	Razred primernosti
1	495	1,82	Tržiška Bistrica	ugodno
2	496	1,78	Tržiška Bistrica	ugodno
3	494	1,75	Tržiška Bistrica	ugodno
4	440	1,74	Tržiška Bistrica	ugodno
5	134	1,73	Mošenik	ugodno
6	170	1,73	Mošenik	ugodno
7	506	1,73	Tržiška Bistrica	ugodno
8	512	1,73	Tržiška Bistrica	ugodno
9	493	1,73	Tržiška Bistrica	ugodno
10	497	1,73	Tržiška Bistrica	ugodno
...	
...	35	1,43	Lomščica	manj ugodno

V nadaljevanju so prikazani odseki, ki so po analizi ocenjeni z najvišjimi ocenami primernosti.

12.1 Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici

Pod drobnogled je vzetih 10 najvišjih ocen po vrednotenju vidika privlačnosti in vidik okoljske ranljivosti. Prikaz 10 najbolj ugodnih odsekov za hidroenergetsko rabo je razviden iz Priloge F. Teoretična najvišja možna ocena je 2,00, v tej analizi pa je najvišje ocenjen odsek z 1,82.

Najvišje ocenjen odsek je odsek št. 495 na Tržiški Bistrici (Slika 24) z oceno 1,82, drugi najvišji odsek št. 496 z oceno 1,78 in tretja najvišja ocena 1,75 na odseku 494. To so trije najvišje ocenjeni odseki, ki se nadaljujejo eden v drugega, torej gre za strnjen del, dolg 150 metrov. Če upoštevamo še odseka 493 in 497, ki imata oceno 1,73 (5. najvišja), lahko ugotovimo, da gre za odsek 250 metrov, ki je ugoden za hidroenergetsko rabo. Omenjeni odseki se nahajajo tik nad lokacijo vodomerne postaje Preska in 350 metrov pod sotočjem Tržiške Bistrice z Mošenikom. Hidroenergetski potencial 50-metrskih odsekov je tu cca. 290 MWh/leto. Poleg tega je v neposredni bližini tudi vsa potrebna infrastruktura (ceste, električno omrežje). Na omenjeni lokaciji je tudi že podeljena koncesija za proizvodnjo električne energije do 10 MW. Iz teh razlogov je vidik privlačnosti ovrednoten s precej visoko oceno cca. 0,8 (najvišja možna je 1,0). Na drugi strani je vidik okoljske ranljivosti ovrednoten z zelo nizko oceno, saj na teh odsekih ni naravnih vrednot, niso na območju Nature 2000, v bližini ni ekološko pomembnih območij. Poleg tega so odseki tukaj v mestnem jedru hidromorfološko močno spremenjeni (4). Iz teh razlogov je ocena primernosti umestitev hidroenergetske rabe v prostor zelo visoka.



Slika 24: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odseki 494-496 (Piso, 2016)

Figure 24: The preferred location: Tržič Bistrica - sections 494-496 (Piso, 2016)

Na spodnji sliki (Slika 25) je prikazan strnjen del sedmih 50–metrskih odsekov, ki so prepoznani kot ugodni za hidroenergetsko rabo. Na vseh teh obravnavanih vodotokih je od 727-ih odsekov ravno za teh 7 odsekov izračunana najvišja primernost.



Slika 25: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odseki 494-496 – hibridna karta (Piso, 2016)

Figure 25: The preferred location: Tržič Bistrica - sections 494-496 - hybrid view (Piso, 2016)

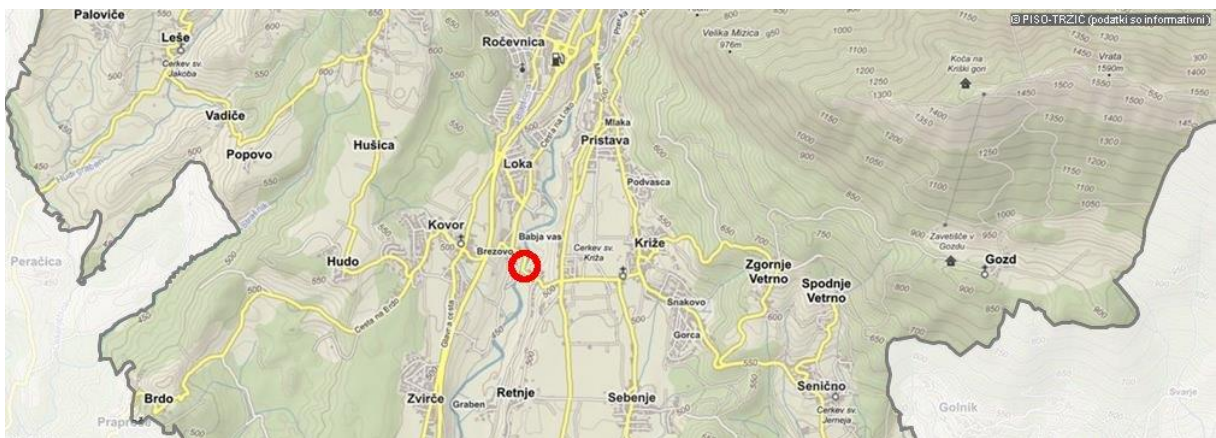
Prvi trije najbolj ocenjeni odseki so torej locirani v samem mestnem jedru (Slika 26), kjer rečno strugo na obeh straneh omejuje obrežni zid. Zelo blizu rečnega zidu so tudi že prve stavbe (trgovski objekti). Na lokaciji treh najbolj ocenjenih odsekov sta umeščena dva pragova. Prag je iz lesenih pilotov in prečno položenih lesenih oblic. Za oblicami je zložen kamenje širine 2,0 m in zložen lomljenec v podslapju širine 2,0 m. Dolžina praga znaša cca. 17 m in višina cca. 0,4 m. Drugi prag se nahaja 150 metrov dolvodno od že omenjenega, in sicer je tukaj lociran leseno kaštni prag s krono iz lesenih plohov, širine 3,5 m, prelivne višine 1 m ter dolžine 17 m. Na že lociranih pragovih bi bila možna umestitev pretočne male hidroelektrarne. Hidroelektrarna z odvzemom vode na tem mestu ne bi bila možna, saj prostorsko ni možno umestiti odvzemnega objekta. To je glavna pomanjkljivost sicer najbolj ocenjenih odsekov.



Slika 26: Najbolje ocenjen odsek po analizi primernosti - odsek 495

Figure 26: Top rated section according to the suitability analysis - section 495

Četrti najbolje ocenjen odsek je odsek v naselju Babja vas pri Križah (Slika 27). Gre za del, kjer se padec Tržiške Bistrice zmanjša, je pa zato struga tu precej široka in HE potencial dober. Prometna infrastruktura je povsem zraven ob odseku, prav tako elektroenergetsko omrežje. Dobra okoliščina je tudi ta, da je na odseku že vodnogospodarski objekt, in sicer betonska pregrada s prelivno širino 6,0 m, vidne višine 4,6 m in širine krone 1,0 m. Celotna širina jezusa meri cca. 32,5 m. Plašč prelivnega robaje tlak iz kamna.



Slika 27: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odsek 440 (Piso, 2016)

Figure 27: The preferred location: Tržič Bistrica – section 440 (Piso, 2016)

Sedmi najbolje ocenjen odsek je odsek 506, ki se nahaja tik nad sotočjem Tržiške Bistrice in Mošenika (Slika 28). Hidroenergetski potencial je na tem delu zelo dober. Ogljed na terenu je pokazal, da odsek morda ni najbolj primeren za umestitev rabe, saj je struga z obeh strani omejena z visokim obrežnim zidom. Poleg tega so tukaj tudi stanovanjski objekti, ki lahko dodatno omejujejo umestitev rabe v prostor. Možnost na tem delu bi sicer bila zajem vode in spust nižje (derivacija).



Slika 28: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odsek 506

Figure 28: The preferred location: Tržiška Bistrica – section 506

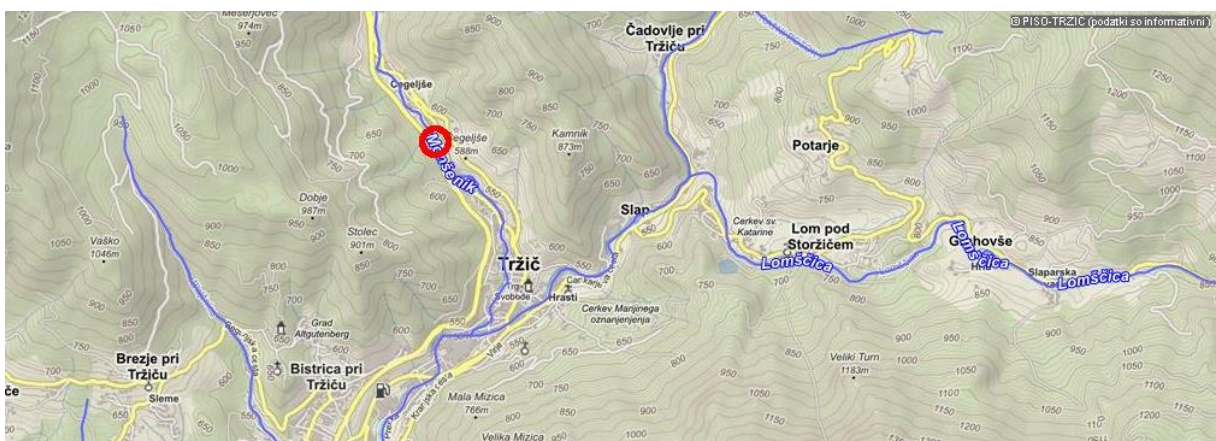
Osmi najboljše ocenjen odsek se nahaja na Tržiški Bistrici, in sicer v samem mestnem jedru v neposredni bližini občinske stavbe (Slika 29). Tudi na tem mestu je že prisotna obstoječa vodna infrastruktura, ki se jo da izkoristiti za namen hidroenergetske rabe. Gre za dvostopnejski lesenokaštni prag ojačan s palvis mrežo, situativno lomljene oblike v dimenzijah 18 m x 2*3,0 m x 1,5 m.



Slika 29: Najprimernejše lokacije na Tržiški Bistrici – odsek 512
 Figure 29: The preferred location: Tržiška Bistrica – section 512

12.2 Najprimernejše lokacije na Mošeniku

Na vodotoku Mošenik bi izpostavil dva odseka, ki sta najbolj ocenjena, in sicer 134 in 170 s primernostjo 1,73. Prvi se nahaja v naselju Za jezom pri Čegeljšah, drugi v Podljubelju. Oba odseka sta na skupni lestvici vseh 727 odsekov med desetimi najbolj ocenjenimi.



Slika 30: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 134 (Piso, 2016))
 Figure 30: The preferred location: Mošenik - section 134 (Piso, 2016)

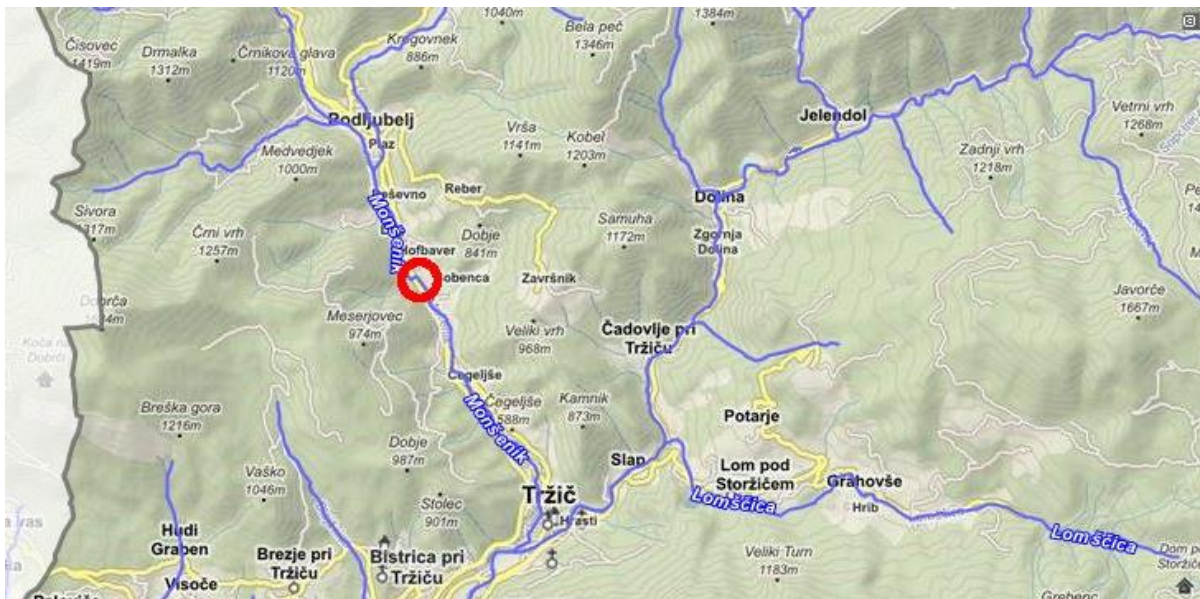
Odsek 134 se nahaja na lokaciji, kjer je že zgrajena vodna infrastruktura – ustalitveni prag iz lesenih kašt in kamna, preliv je zaščiten z lesenimi deskami, na levi strani je zid. S tega stališča bi bila umestitev male hidroelektrarne smiselna. Tudi razpoložljivi potencial na tem odseku je dober – cca. 220 MWh/leto. Poleg tega je v neposredni bližini vsa potrebna infrastruktura (cesta, elektroenergetsko omrežje). Območje je sicer erozijsko in plazljivo, vendar je nevarnost obeh majhna. Okoljski kriteriji

so prav tako naklonjeni umestitvi mHE. Noben od okoljskih kriterijev, ki določajo vidik okoljske ranljivosti ne omejuje rabe na tem odseku. Na spodnji sliki je vidno, da je na odseku že lociran prag (Slika 31).



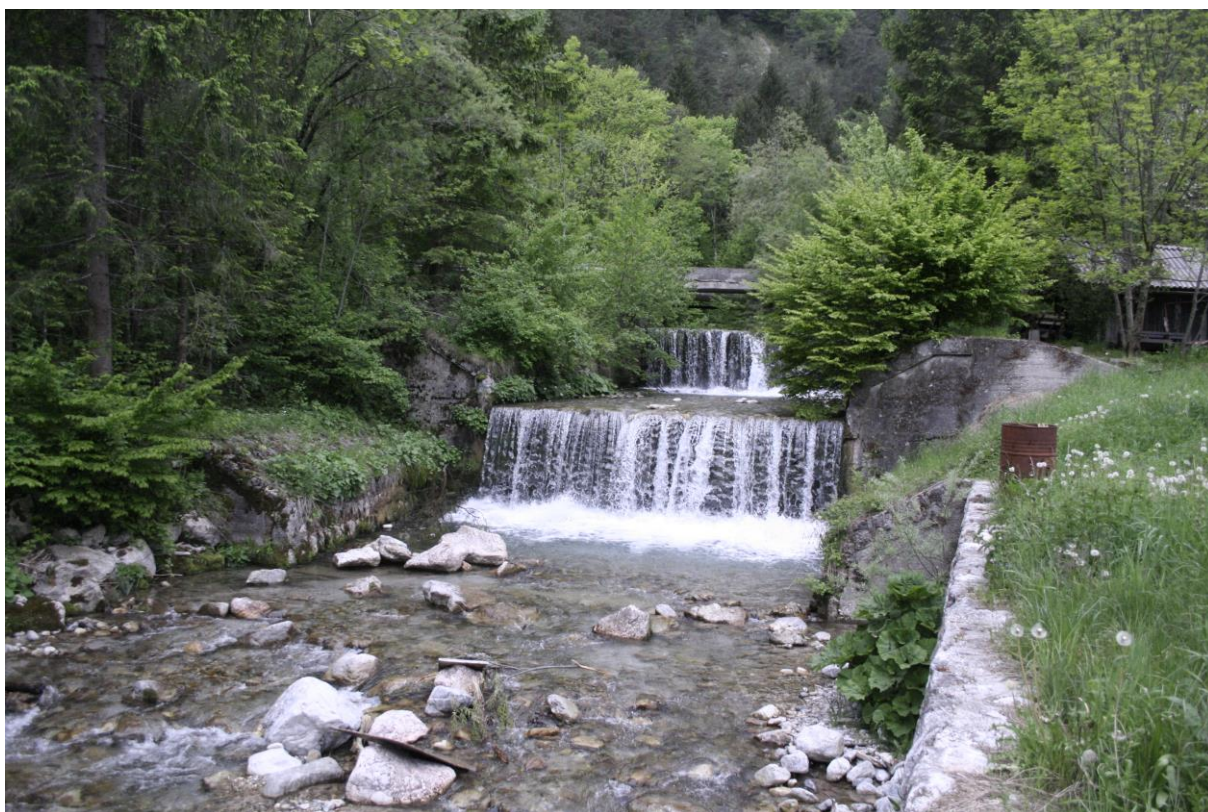
Slika 31: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 134 – pogled gorvodno
Figure 31: The preferred location: Mošenik - section 134 - upstream view

Naslednji primeren odsek za hidroenergetsko rabo na Mošeniku je odsek št. 170 pri kraju Bobenca (Slika 32 in Slika 33). Rezultati po kriterijih so zelo podobni kot na odseku 134. Infrastrukturni objekti, cesta in pa elektroenergetsko omrežje so povsem blizu, poleg tega na odseku ni zavarovanih območij, naravnih vrednot, Nature 2000 in ekološko pomembnih območij. Zaradi teh razlogov je ekološka vrednost manjša kot bi lahko bila, če bi bil odsek na teh območij.



Slika 32: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 170 (Piso, 2016)

Figure 32: The preferred location Mošenik - section 170 (Piso, 2016)



Slika 33: Najprimernejše lokacije na Mošeniku – odsek 170 – pogled gorvodno

Figure 33: The preferred location Mošenik: section 170 – upstream view

12.3 Najprimernejše lokacije na Lomščici

Odseki na Lomščici so v povprečju manj primerni za hidroenergetsko rabo kot Mošenik in Tržiška Bistrica. Pri pregledu rezultatov je bilo ugotovljeno, da so odseki z vidika privlačnosti manj primerni, poleg tega je ekološka vrednost teh odsekov večja. Kot najbolj primeren odsek na Lomščici je ocenjen odsek številka 35 v Grahovju. Izmed treh razredov primernosti je uvrščen v razred: manj ugodno za

hidroenergetsko rabo. V veliko primerih na Lomščici je bil nek odsek prepoznan kot odsek z izjemno visokim hidroenergetskim potencialom, a so na drugi strani okoljski kriteriji varovanja narave prav tako izjemno visoki. Zaradi tega marsikateri odsek z visokim hidroenergetskim potencialom ni bil prepoznan kot ugoden za hidroenergetsko rabo. Tako se zgodi tudi pri odseku 35, ki ima visok hidroenergetski potencial, a je to hkrati območje naravnih vrednot in ekološko pomembnih območij.



Slika 34: Najprimernejše lokacije na Lomščici – odsek 35 (Piso, 2016))

Figure 34: The preferred location: Lomščica - section 35 (Piso, 2016)

12.4 Verifikacija rezultatov na terenu

Vedno je rezultate analiz potrebno preveriti tudi na terenu. V sklopu tega je bilo izvedenih več terenskih ogledov lokacij. Rezultat analize je določen na podlagi sedmih kriterijev privlačnosti in šestih kriterijev okoljske ranljivosti, kar pomeni, da je rezultat kompleksen in upošteva vse pomembne vidike. Vseeno se pogosto na terenu ugotovi, da lokacija za umestitev hidroenergetske rabe, kljub dobri oceni, ni primerna.

V prejšnjem poglavju je so podrobneje predstavljene 10 najbolj ocenjenih lokacij. Kot najbolj ocenjeni so se izkazali odseki v samem jedru Tržiča, kjer je struga bolj ali manj ves čas speljana ob obrežnih zidovih na obeh bregovih. Poselitev ljudi v samem jedru Tržiča je zelo gosta, stavbe so locirane neposredno ob vodotoku. Vse to zmanjšuje primernost umestitve hidroenergetske rabe v samo jedro kraja. V poštev bi bila le pretočna mala hidroelektrarna, ki bi bila glede na veliko število pragov, najbolj smiselna.

V iskanju najbolj primerne lokacije tako z analitičnega vidika kot tudi z vidika terenskih ogledov, bi izpostavil odsek 170 na Mošeniku pri kraju Bobenca. Na odseku sta že locirana dva zaporedna praga (Slika 35), zato umestitev nove male hidroelektrarne ne bi bistveno poslabšala hidromorfološkega stanja. Poleg tega je bistveno to, da se odsek nahaja v naselju in je v obrežnih pasovih možna umestitev strojnice. Tudi razpoložljivi potencial na tem odseku je dober – cca. 220 MWh/leto. Poleg tega je v neposredni bližini vsa potrebna infrastruktura (cesta, elektroenergetsko omrežje). Območje tudi ni erozijsko ali plazljivo. Okoljski kriteriji so prav tako naklonjeni umestitvi mHE. Nobeden od okoljskih kriterijev, ki določajo vidik okoljske ranljivosti ne omejuje rabe na tem odseku. Poleg tega odsek pade izven območja pomembnega vpliva poplav (OPVP).



Slika 35: Najprimernejša lokacija - analiza in teren – pogled dolvodno

Figure 35: The preferred location - the analysis and terrain - downstream view

13 ZAKLJUČEK

Rezultat magistrske naloge so ovrednoteni odseki vodotokov Tržiške Bistrice, Lomščice in Mošenika glede na primernost rabe vode za hidroenergetsko. Rezultati lahko lokalni skupnosti ali nacionalnemu nivoju, predvsem pa morebitnemu investitorju, nudijo ustrezno podlago za usklajeno strateško odločanje. Potencialni investitor male hidroelektrarne lahko ugotovi, kje so najbolj primerni odseki za umestitev glede na obravnavana vidika privlačnosti in okoljske ranljivosti. Seveda to ne pomeni, da so odseki, ki so ugotovljeni za najbolj primerne, tudi dejansko najbolj ugodni. To bi pokazale šele nadaljnje finančne in tehnične analize umestitve male hidroelektrarne v prostor. Vsekakor pa rezultat služi kot podlaga za nadaljnje podrobno načrtovanje.

Na državnem in tudi lokalnem nivoju v Sloveniji še ni nacionalnih ali regijskih načrtov, kako umestiti določene količine obnovljive energije pod varno okrilje. V prihodnjih letih bo torej eden glavnih izzivov določiti lokacije, ki imajo potreben hidroelektrični potencial in v katerih bi bili ekosistemi in pokrajina čim manj prizadeti. V tem smislu je bila torej v magistrski nalogi opravljena analiza, ki ta izziv rešuje na nivoju porečja. Analiza je bila izdelana na način, da ves čas sledimo obema splošnima ciljema, torej povečanje proizvodnje energije iz obnovljivih virov z izkoriščanjem hidroenergije na eni strani in zmanjšanje prizadetosti vodnega ekosistema in pokrajine na drugi strani.

Analiziranih je bilo več kot 40 km vodotokov oz. 727 odsekov dolžine 50 metrov. Osnovni cilj je bil določiti primernost določenega odseka za hidroenergetsko rabo. V samem postopku spremljamo vidik privlačnosti za hidroenergetsko rabo na eni strani in vidik ranljivosti na drugi strani. Ta dva vidika določata končno oceno primernosti. Večja kot je privlačnost nekega odseka in je hkrati tam tudi majhna vrednost oz. manjša ranljivost, večja je primernost odseka za rabo vode. Od kriterijev privlačnosti je bilo na posameznem odseku potrebno izračunati razpoložljiv hidroenergetski potencial, ugotoviti oddaljenost od obstoječih jezov in pregrad, oddaljenost od obstoječih malih hidroelektrarn, oddaljenost od prometne infrastrukture, oddaljenost od elektroenergetskega omrežja ter ugotoviti lokacije plazljivih in erozijskih območij. Na drugi strani pa je bilo potrebno upoštevati kriterije, ki varujejo naravo in vodno okolje. Ti kriteriji so združeni pod vidik okoljske ranljivosti: hidromorfološka spremenjenost vodotokov, oddaljenost od drstišča, Natura 2000, območja naravnih vrednot ter ekološko pomembna in zavarovana območja. Posamezen vidik je bil ocenjen z vrednostjo od 0 do 1 in se izračuna kot produkt vrednosti kriterija in uteži, končno oceno primernosti rabe pa določata oba vidika. Izbrani kriteriji obeh vidikov so ocenjeni kot primerni, saj so določeni tako, da zagotavljajo ravnotežje med posegi v naravo in ohranjanjem le-te. Z večkriterijsko analizo so upoštevane tudi splošne smernice za uporabo malih hidroelektrarn v Alpskih regijah, ki jih predpisuje Alpska konvencija. Prav tako je pomembno, da je načrtovanje, ki je v smislu varovanja pokrajinske in ekološke vrednosti, usklajeno tudi z zahtevami Okvirne vodne direktive.

Po končani večkriterijski analizi primernosti odsekov za hidroenergetsko rabo je bilo ugotovljeno, da so rezultati primernosti rabe zelo podobni dejanski porazdelitvi lokacij malih hidroelektrarn na porečju Tržiške Bistrice. Ugotovljeno je bilo, da so odseki od povirja Tržiške Bistrice in do sotočja z Lomščico neustrezni za umestitev hidroenergetske rabe. Na teh odsekih, razen na pritokih Tržiške Bistrice, trenutno tudi ni lociranih malih hidroelektrarn. Primernost odsekov za hidroenergetsko rabo se potem po sotočju z Lomščico dolvodno izboljša, saj je tam ocena odsekov po večini ugodna. Z vidika primernosti umestitve hidroenergetske rabe je ugoden tudi Mošenik od Podljubelja dolvodno, medtem ko sta zgornji del vodotoka Mošenik in Lomščica manj primerna (Priloga E).

Dejanski izkoristek proizvodnje hidroenergije je na porečju Tržiške Bistrice precejšen. Kljub vsemu je bilo v magistrski nalogi ugotovljeno, da so na teh vodotokih tudi še neizkoriščeni odseki, ki predstavljajo velik potencial za umestitev hidroenergetske rabe in so v nalogi tudi predstavljeni. Ker so neizkoriščene reke postale že prava redkost, je nujno potrebna strategija izkoriščanja vodotokov za rabo, tudi na porečju Tržiške Bistrice. Analiza je pokazala, da so obstoječe hidroelektrarne umeščene primerno, potrebna bi bila le strateška nadgradnja obstoječe slike malih hidroelektrarn na tem porečju.

14 POVZETEK

Pri iskanju najprimernejših lokacij za umestitev hidroenergetske rabe so potrebni transparentni, strukturirani in na jasnih merilih zasnovani postopki, v katerih mora biti upoštevan regionalni/strateški pogled v kombinaciji z lokalno oceno posameznega objekta. Postopki morajo biti zasnovani na način, da bi lahko odgovorili na vprašanje, kje je potrebno razširiti horizont presoje v zvezi z iskanjem najustreznějšíh lokacij, ki poteka na regionalnem nivoju. Ustrezne lokacije so tiste, ki imajo visok hidroelektrični potencial in hkrati relativno nizko ekološko in pokrajinsko vrednost ali pa se pri njih ekološko stanje ne bi znatno poslabšalo z ustrezno uporabo hidroenergije. Izraz "regionalno" se v tem kontekstu nanaša na širši prostorski kontekst onkraj lokalne, projektno specifične perspektive, pa naj bo to v geografskem smislu, npr. porečje ali pa v smislu provincialnega/kantonskega teritorija (Alpska konvencija, 2011).

Cilj magistrske naloge je bil iskanje najustreznějšíh lokacij na regionalnem nivoju. Gre za transparentno presojo o potencialni ustreznosti rečnih odsekov za uporabo hidroenergije z upoštevanjem hidroenergetskega potenciala in ekološko – pokrajinske vrednosti ter zaščite območij. Rezultati naloge lahko služijo kot podlaga drugemu nivoju v postopku presoje, in sicer poglobljeni lokalni oceni konkretnega projekta, pri čemer se upoštevajo merila za izgradnjo in natančna merila za specifično lokacijo, kot tudi dodatni družbeno-ekonomski vidik, pri čemer gre za celostno tehtanje vseh ustreznih meril. Lokacije, ki so v nalogi prepoznane kot ugodne za hidroenergetsko rabo, so lahko na pobudo morebitnega investitorja predmet nadaljnjih analiz (tehničnih, finančnih) pri umestitvi male hidroelektrarne v prostor.

Metodo, ki je bila uporabljena pri iskanju primernih lokacij na vodotokih Tržiška Bistrica, Mošenik in Lomščica, bi ocenil kot primerno. Metoda upošteva splošne smernice za uporabo malih hidroelektrarn v Alpских regijah, ki jih predpisuje Alpska konvencija – Platforma za upravljanje voda v Alpah. Poleg tega metoda sledi smernicam Mednarodne komisije za varstvo reke Donave (ICPDR, 2013). Pomembno je dejstvo, da je načrtovanje, ki je v smislu varovanja pokrajinske in ekološke vrednosti usklajeno tudi z zahtevami Okvirne vodne direktive, katere člen 4.7 zahteva pretehtanje koristi, ki jih prinašajo spremembe, s koristmi, ki izhajajo iz zaščite voda ali javnega interesa. Z načrtovanjem, ki je bilo uporabljeno v nalogi, torej tehtanje interesov in klasifikacija odsekov v ugodno, manj ugodno in neustrezno za uporabo hidroenergije, se upravičijo tudi izjeme v skladu s členom 4.7 Okvirne vodne direktive. Na splošno gledano je metoda primerna predvsem z vidika ohranjanja narave. V veliko primerih je bil nek odsek prepoznan kot odsek z izjemno visokim hidroenergetskim potencialom, a so na drugi strani okoljski kriteriji varovanja narave prav tako izjemno visoki. Na ta način marsikateri odsek z visokim hidroenergetskim potencialom ni bil prepoznan kot ugoden za hidroenergetsko rabo.

Izbrani kriteriji obeh vidikov, ki določajo primernost hidroenergetske rabe, so primerni, saj s tem ohranjamo številčnost kriterijev ter ravnotežje med posegi v naravo in ohranjanjem le-te. Kot pomanjkljiv kriterij bi izpostavil oddaljenost od prečnih pregrad. Gre za pomemben kriterij z vidika privlačnosti, zato je pomembno, da so evidence o vodnogospodarskih objektih usklajene z dejanskim stanjem v naravi, saj le na ta način pridobimo realno oceno primernosti. Vemo pa, da evidence nemalokrat niso usklajene in tudi sam sem pri svojem delu opazil razlike med evidenco vodnogospodarskih objektov in dejanskim stanjem na terenu. Pomanjkljivost metode je tudi ta, da kriteriji morda niso pravilno obteženi. Za pravilno obtežitev bi bilo potrebno izvesti okvirno analizo občutljivosti in pridobiti podatke o nekaj odsekih, za katere se tudi vsi deležniki strinjajo, da so sprejemljivi. Na ta način bodo ti podatki služili za preveritev pravilnosti izbranih kriterijev in njihovih uteži.

Pri samem procesu iskanja primernih odsekov je bilo ugotovljeno, da je zelo pomemben faktor preveritev lokacij na terenu. Kabinetno delo in s tem pridobitev ocene je prvi pokazatelj, ali je odsek primeren za umestitev hidroenergetske rabe ali ne, nadalje pa je vsako oceno potrebno preveriti s terenskimi ogledi. Potencialnemu investitorju ocena analize zadostuje kot podlaga za nadaljnje analize in preveritve, vključno s terenskimi ogledi in tehničnimi ter finančnimi aspekti.

15 SUMMARY

Finding the most favourable locations for hydropower use requires transparent, structured and criteria-based procedures that combine the regional/strategic point of view with the local assessment of individual objects. The procedures must be designed to provide an answer to the question of where to broaden the evaluation horizon regarding the identification of the most suitable locations, which takes place on the regional level. Suitable locations are those with high hydropower potential and relatively low ecological and landscape value or where the ecological status would not be significantly degraded by appropriate hydropower use. In this context, the term “regional” refers to a wider spatial context, beyond the local, project-specific perspective, be it in the geographical sense, e.g. a river basin, or in the provincial/cantonal territory sense (Alpine Convention, 2011).

The objective of this master's thesis was to find the most favourable locations on the regional level. It is a transparent evaluation of the potential appropriateness of the river stretches for hydropower exploitation, bearing in mind the hydroelectric potential, the ecological and landscape value as well as the protection of ecosystems and landscapes. The results of this thesis can serve as a basis for the second level of the evaluation procedure, namely for the project-specific in-depth local assessment taking into consideration installation criteria, detailed site-specific criteria and further socio-economic aspects – an integrated weighting of all relevant criteria. At the initiative of a potential investor, locations identified as apt for hydropower use by this thesis can be the subject of further analyses (technical, financial) for the integration of a small hydropower plant in the landscape.

I consider the method used for identifying favourable locations along the Tržiška Bistrica, Mošenik and Lomščica watercourses suitable. The method follows the common guidelines for the use of small hydropower plants in the Alpine regions laid down by the Alpine Convention – a water management platform in the Alps. The method also follows the guidelines of the International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR, 2013). It is also important that, taking into consideration the ecological and landscape value, the planning meets the requirements of the Water Framework Directive, where, under Article 4.7, the benefits of modifications must be balanced with the benefits of the protection of water bodies or of the public interest. The planning used in the thesis, based on weighing the interests and classifying the river stretches as favourable, less favourable and not favourable for hydroelectric exploitation, can justify exemptions according to Article 4.7 of the Water Framework Directive. In general terms, this method is especially appropriate from a nature conservation standpoint. In many cases a particular river stretch has been identified as having significant hydropower potential, but on the other hand, the nature conservation criteria are equally high. For this reason, many river stretches with high hydropower potential have not been identified as apt for hydropower use.

The chosen criteria of both aspects determining the appropriateness for hydropower use are fitting, for they maintain the abundance of criteria and the balance between modifications and nature conservation. I would like to highlight the distance from transverse barriers, a criterion significant from the attractiveness perspective, as an insufficient criterion. It is therefore important that records of water management objects be consistent with the actual situation in nature, because only in this way will we acquire a realistic appropriateness assessment. We are aware that records are often inconsistent and during my work I came across discrepancies between records of water management objects and the actual conditions in the field. Another shortcoming of this method is the fact that criteria may be weighted incorrectly. Correct specification of weights requires a sensitivity analysis and information on several river stretches found appropriate by all stakeholders. Data gathered in this way will help verify the regularity of the selected criteria and their weights.

During the search for favourable river stretches, the verification of locations in the field has been established as a very important factor. Desk work and the accompanying obtainment of the assessment serve as the first indicator of the appropriateness of a river section for hydropower use. However, each evaluation must later be verified through field visits. To potential investors, the analysis assessment is a basis for further analyses and assessments, including field visits and technical and financial aspects.

VIRI

Anzeljc, D., Sovre, K., Zakrajšek, J. 2013. Hidrološka študija visokih vod na porečju Tržiške Bistrice za OPVP 10 –Tržič. Inštitut za vode RS: 34 str.

ARSO. 2007. Hidrološki letopis Slovenije 2007. I. Razvoj na področju hidrološkega monitoringa. http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/I.Razvoj_Developments.pdf (Pridobljeno 1.3.2016.)

ARSO.2014. Vodna knjiga.

ARSO MKO. 2012. Podatki o padavinah in pretokih. <http://www.arso.gov.si/vreme/>, <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/> (Pridobljeno 2.6.2013.)

ARSO MKO. 2016. Spletna objektna storitev (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov. [http://gis.arso.gov.si/wfs_web/faces/WFSLayersList.jspx_\(Pridobljeno_5.2.2016.\)](http://gis.arso.gov.si/wfs_web/faces/WFSLayersList.jspx_(Pridobljeno_5.2.2016.))

Atlas okolja. Hidrogeološka karta 1:250.000. http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 7.2.2016.)

Anderson Malcolm, G., Bates Paul, D. 2003. Model Validation: Perspectives in Hydrological Science. University of Bristol, UK: 512 str.

Bertok M., Jenič A. 2012. Ribiškogojitveni načrt za izvajanje ribiškega upravljanja v bistriškem ribiškem okolišu za obdobje 2011 – 2016. Osnutek. Zavod za ribištvo Slovenije, Sp. Gameljne: 102 str.

Bizjak, A., Skroza, A., Bašelj, A., Šantl, S. 2013. Integralna presoja primernosti lokacij za rabe voda v Zgornjem Posočju. 24. Mišičev vodarski dan 2013: 253-261.

Brilly, M., Šraj, M. 2003. Osnove hidrologije. Univerzitetni učbenik. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 308 str.

Bunčič, G. 2012. Geografski potencial za male hidroelektrarne v Zgornjesavski dolini. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta (samozaložba G. Bunčič): 81 str.

CFCAS. 2004. Calibration, Verification and sensitivity analysis of the HEC-HMS hydrologic model. Project Report IV: 113 str.

Evropska komisija. 2000. Direktiva Sveta 2000/60/ES Evropskega Parlamenta in Sveta z dne, 23. oktobra 2000, ki določa okvir za delovanje Skupnosti na področju vodne politike (OL L št. 327/1 z dne 22.12.2000)

Evropska komisija. 2009. Direktiva Sveta 2009/28/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne, 23. aprila 2009 o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, spremembi in poznejši razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES

Globevnik, L. in ostali. 1998. Načrt urejanja povodja, vodnogospodarsko načrtovanje v okvirih približevanja Evropski uniji: načrt urejanja povodja Kokre: šopek kapljic za vsakogar. Ljubljana. Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave: 103 str.

GURS. 2013. Geodetska uprava Republike Slovenije, Pokrovnost tal CORINE Land Cover Slovenija (2006).

- GURS. 2013. Geodetska uprava Republike Slovenije, TTN 1:5000. Kartografsko gradivo v digitalni obliki.
- GURS. 2013. Geodetska uprava Republike Slovenije, TTN 1:25000. Kartografsko gradivo v digitalni obliki.
- GURS. 2013. Geodetska uprava Republike Slovenije, TTN 1:250000. Kartografsko gradivo v digitalni obliki.
- GURS. 2016. Geodetska uprava Republike Slovenije. Digitalni podatki za geografske analize številka 35392-1/2016-216, 3 x CD.
- ICPDR. 2013. Sustainable Hydropower Development in the Danube Basin. Guiding Principles. International Commission for the Protection of the Danube River, Dunaj, Avstrija: 38 str.
- Inštitut za vode RS. 2015. Integralna presoja vodnega in obvodnega prostora za rabe voda v zgornjem Posočju, Raziskovalno strokovni projekt Inštituta za vode Republike Slovenije v sklopu projekta CAMIS – delno poročilo: 93 str.
- Kataster mHE na območju Slovenije. 1987. Študija: Kataster vodnih moči, I.del: Zvezek I-1 Poročilo in pregled vodnih moči v SRS. Inženirski biro elektroprojekt Ljubljana: 45 str.
- Ocena hidravlične prevodnosti tal v Sloveniji za pedokartografske enote merila 1:250 000. 2009. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 14 str.
- Operativni program – program upravljanja območij Natura 2000. 2007. Vlada RS: 33 str.
- Odlok o občinskem podrobnem prostorskem načrtu za območje naravnega spomenika z oznako 6 T1 Dolina – Dovžanova soteska. Uradni list RS, št 30/2013.
- Petkowska, V., Štupnikar, N., Urbanič, G. 2015. Referenčna mesta in odseki za določitev referenčnih razmer (v2.0). Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: 33 str.
- Platforma za upravljanje voda v Alpah, Platforma v okviru Alpske konvencije. 2011. Splošne smernice za uporabo malih hidroelektrarn v alpskih regijah. Stalni sekretariat Alpske konvencije, Generalni sekretar: Marco Onida: 35 str.
- Smolar Žvanut, N. 2004. Kriteriji za določitev referenčnih mest v vodotokih. 15. Mišičev vodarski dan 2004: 120-125.
- Smolar Žvanut, N. 2009. Certificiranje hidroelektrarn – priložnost za izboljšanje stanja vodotokov. 20. Mišičev vodarski dan 2009: 147-152.
- Šantl, S., Alterach, J., Kozelj, D. 2012. Razvoj informacijskega orodja za ugotavljanje učinkovitega hidroenergetskega potenciala Development of an informatics tool for efficient hydropower potential determination. Acta Hydrotechnica (25) 42: 17-28.
- Šantl, S. Mrak, S., Kozelj, D. 2010. Načrtovanje hidroenergetske rabe voda – večkriterijska analiza. 21. Mišičev vodarski dan 2010: 53-60.
- Šantl, S., Cunder, M., Bašelj, A., Šavli, K., Marovt, L., Bizjak, A. 2014. Celovito upravljanje vodnega in obvodnega prostora z vidika zagotavljanja trajnostne rabe vode. 25. Mišičev vodarski dan 2014: 154-160.

Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (2009). Uradni list št. 97/2009.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uradni list RS št. 21/16.

Uredba o načrtu upravljanja voda na območju Donave in Jadranskega morja. Uradni list RS št. 61, 2011.

Vlada RS. 2009. Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka. Ur. L. RS št. 97-12919/2009.

VGI. 1992. Hidrološka študija Tržiške Bistrice, C-986. Vodnogospodarski inštitut.

VGI. 2002. Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu. Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-274, Ljubljana. Vodnogospodarski inštitut.

SEZNAM PRILOG

Priloga A:	PRIKAZ OBRAVNAVANEGA OBMOČJA – POREČJE TRŽIŠKE BISTRICE	A1
Priloga B:	PRIKAZ HIDROENERGETSKEGA POTENCIALA NA POREČJU TRŽIŠKE BISTRICE	B1
Priloga C:	PRIKAZ OCEN ODSEKOV NA POREČJU TRŽIŠKE BISTRICE Z VIDIKA PRIVLAČNOSTI	C1
Priloga D:	PRIKAZ OCEN ODSEKOV NA POREČJU TRŽIŠKE BISTRICE Z VIDIKA OKOLJSKE RANLJIVOSTI	D1
Priloga E:	PRIKAZ PRIMERNOSTI ODSEKOV ZA HIDROENERGETSKO RABO	E1
Priloga F:	PRIKAZ 10 NAJBOLJ UGODNIH ODSEKOV ZA HIDROENERGETSKO RABO	F1

