

INŠTITUT
ZA VODE
REPUBLIKE
SLOVENIJE

Institute
for Water of
the Republic
of Slovenia

*Voda za življenje, znanje za vode.
Water for Life, Knowledge for Water.*

Program dela IzVRS za leto 2013

I/2 Priprava in zagotovitev strokovnih podlag za izvajanje poplavne direktive (2007/60/ES)

I/2/1 Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart razredov poplavne nevarnosti za 7 območij pomembnega vpliva poplav v RS

Naslov naloge:

**Hidrološka študija visokih vod na porečju Lepene - za
OPVP 60–Hrastovec–skladišče razstreliv**
vmesno poročilo

Vodja naloge:

Darko Anzeljc, univ.dipl.inž.grad.

LJUBLJANA, DECEMBER 2013

PROGRAM: Program dela IzVRS za leto 2013

I/2 Priprava in zagotovitev strokovnih
podlag za izvajanje poplavne direktive
(2007/60/ES)

I/2/1 Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart
razredov poplavne nevarnosti za 7 območij
pomembnega vpliva poplav v RS

NASLOV NALOGE: **Hidrološka študija visokih vod na porečju
Lepene - za OPVP 60–Hrastovec–skladišče
razstreliv**
vmesno poročilo

ŠIFRA NALOGE:

NAROČNIK: REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

IZVAJALEC: INŠTITUT ZA VODE REPUBLIKE SLOVENIJE
Hajdrihova 28c
1000, Ljubljana

AVTOR(JI): Darko Anzeljc, univ.dipl.inž.grad.
Katja Sovre, univ.dipl.inž.vod. in kom.inž.

SODELAVCI:

KRAJ IN DATUM: LJUBLJANA, december 2013



VSEBINA

KAZALO TABEL.....	II
KAZALO SLIK	II
KAZALO PRILOG	II
1.0 UVOD	1
2.0 HIDROLOŠKA SLIKA POREČJA	2
2.1 Hidrografske značilnosti porečja	2
2.2 Hidravlična prevodnost in pokrovnost tal	2
3.0 METEOROLOŠKI PODATKI.....	3
3.1 Padavinske postaje	3
3.2 Maksimalne dnevne padavine	4
3.3 Analiza nalivov	5
3.4 Padavine uporabljene v hidrološkem modelu	5
4.0 HIDROLOŠKI PODATKI	6
5.0 PADAVINSKE SITUACIJE.....	7
6.0 VISOKE VODE	8
6.1 "Dejanske" visoke vode.....	8
7.0 ZAKLJUČEK.....	9
8.0 VIRI	10
9.0 PRILOGE.....	11



KAZALO TABEL

Tabela 1: Maksimalne in povprečne višine maksimalnih dnevnih padavin na posamezni padavinski postaji ter višina maksimalnih dnevnih padavin s 100-letno povratno dobo	4
Tabela 2: Rezultati verjetnostne analize maksimalnih pretokov - konic za posamezno vodomersko postajo na širšem območju OPVP 60–Hrastovec–skladišče razstreliv.....	6

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz obravnavanih območij in padavinskih postaj	3
Slika 2: Hidrološki model porečja Lepene in Sopote	8

KAZALO PRILOG

<i>H-4 in H-5</i>	Vrednosti rezultatov verjetnostne analize maksimalnih dnevnih padavin v letu za vse obravnavane padavinske postaje
<i>H-6 do H-17</i>	Podatki in rezultati verjetnostne analize nalivov



1.0 UVOD

Tu podajamo presek stanja na projektu, ki še poteka.

Za porečje Lepene do iztoka v Velenjsko jezero bo 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 Lepene in njenih pritokih, in sicer za potrebe izdelave kart razredov poplavne nevarnosti za območji pomembnega vpliva poplav (OPVP) 60–Hrastovec–skladišče razstreliv.

Za ustreznejšo obravnavo (primerjavo) bo izveden tudi hidrološki model Sopote (Lubele) do iztoka Velenjskega jezera v Pako.

Za potrebe obdelave so bili pridobljeni in analizirani meteorološki in hidrološki podatki Agencije RS za okolje (v nadaljevanju ARSO). Analiza padavin (maksimalne dnevne padavine, maksimalne padavine z različnim trajanjem 5 minut do 24 ur) je obravnavala 38 padavinskih postaj od tega 5 ombrografov.

Opređeljeno je prispevno območje Lepene in Sopote, ter njenih pritokov do iztoka iz Velenjskega jezera, določena so bila posamezna prispevna območja. Razvodnice prispevnih območij posameznih podporečij so bile določene na podlagi obstoječih digitalnih razvodnic ARSO (dobljenih na podlagi kart M 1:25000), le te pa smo dopolnili z dodatnimi hidrološkimi prerezi. Dodatni prerezi so bili določeni predvsem na območju pomembnega vpliva poplav ter manjših pritokov.

Pokrovnost tal bo bila določena s pomočjo podatkovnega sloja Corine Land Cover za Slovenijo. Odtočni potencial zemljine bo 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 bo 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 bodo izvrednoteni z metodo sintetičnega enotnega hidrograma po metodi SCS. Za modeliranje transformacije visokovodnega vala bo bila uporabljena metoda Muskingum–Cunge. Na osnovi verjetnostne analize padavin in izdelanega hidrološkega modela bodo izračunani maksimalni odtoki v odvisnosti od padavin s povratno dobo 10, 100 in 500 let.



2.0 HIDROLOŠKA SLIKA POREČJA

2.1 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 predstavljamo z naslednjimi parametri:

- F skupna površina vodozbirnega zaledja do hidrološkega prereza (km^2)
- F_k površina zakraselega dela podporečja (km^2)
- F_n površina vodozbirnega zaledja (nezakraselega) do hidrološkega prereza (km^2)
- OLS povprečni padec terena do prereza vodotoka (%)
- L hidravlična dolžina vodotoka do iztočnega prereza (km)
- I 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 profila. 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 prerezom in horizontalo. Hidravlična dolžina vodotoka je najdaljša dolžina vodotoka in/ali grabna kjer je razvidno da se lahko tvori površinski tok. V študiji uporabljen termin zakraselega dela porečja pomeni tisto kraško površje, ki je vidno na površini kot so vrtače, uvale in kraška polja. Predpostavljamo da dotok iz tega območja lahko odteka le preko podzemnega toka in sicer tako, da s časovnim zamikom in znižano konico doseže površinski vodotok.

2.2 Hidravlična prevodnost in pokrovnost tal

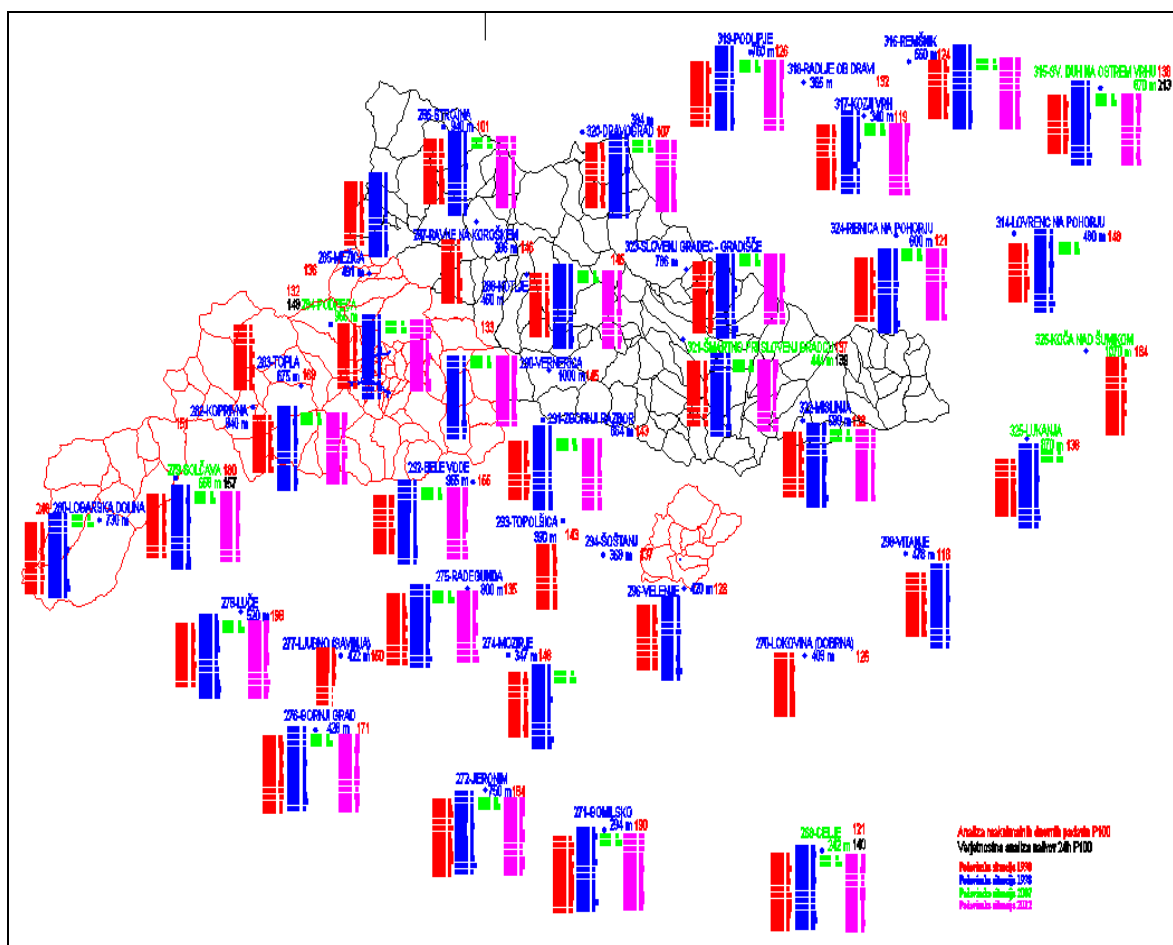
Litološke enote Geološke karte Slovenije v merilu 1:250.000 so razdeljene na osnovi njihovih hidrogeoloških lastnosti. Vodonosniki in ostale hidrogeološke enote so razvrščene glede na tip poroznosti (medzrnska in razpoklinska ali kraška), glede na obširnost (obširni, lokalni, manjši) in glede na izdatnost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



3.0 METEOROLOŠKI PODATKI

3.1 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. Za te postaje je bila izdelana verjetnostna analiza nalivov.



Slika 1: Prikaz obravnavanih območij in padavinskih postaj

Za analizo padavin je bilo izbranih 38 padavinskih postaj, ki se nahajajo v bližnji in širši okolici porečja. Na podlagi razpoložljivih podatkov smo izdelali verjetnostno analizo maksimalnih dnevni padavin in verjetnostno analizo nalivov.

Izbrane so bile tudi štiri padavinske situacije posledica katerih je bilo visokovodno stanje, v letih 1990, 1998, 2007, 2012. Za obravnavane padavinske postaje so bili pridobljene razpoložljive dnevne in urne vrednosti padavin.

Ti podatki bodo analizirani v sklopu analize padavinskih situacij.



3.2 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 tabeli so prikazane maksimalne in povprečne višine maksimalnih dnevni padavin za celotno obdobje delovanja posamezne postaje, ter višina dnevni padavin s 100 letno povratno dobo. Izdelana je bila analiza maksimalni dnevni padavin za različna časovna obdobja. Vrednosti rezultatov verjetnostni analiz so prikazane v **prilogah H-4 in H-5**.

Št. in ime padavinske postaje		v.n.m.	obdobje	št.pod.	Hmax	Hpov	P100
268	CELJE	244 m	1864-2012	146	131,6	61,8	121
270	LOKOVINA PRI DOBRNI	403 m	1961-1990	30	97,1	63,4	126
271	GOMILSKO	294 m	1972-2012	38	173,1	77,9	190
272	JERONIM	760 m	1952-2012	61	193,5	82,2	184
274	MOZIRJE	347 m	1923-2009	65	151,6	69,3	148
275	RADEGUNDA	789 m	1961-2012	52	122,8	71,6	135
276	GORNJI GRAD	428 m	1930-2012	75	180,9	83,1	171
277	LJUBNO OB SAVINJI	422 m	1952-1989	38	123,0	75,2	150
278	LUČE	520 m	1923-2012	80	193,5	90,8	198
279	SOLČAVA	658 m	1924-2012	82	177,3	89,7	180
280	LOGARSKA DOLINA	755 m	1952-2009	54	247,0	111,3	248
282	KOPRIVNA	840 m	1928-2012	70	148,4	76,9	151
283	TOPLA	675 m	1946-1993	48	150,1	82,7	169
284	PODPECA	950 m	1945-2012	68	125,5	74,0	132
285	MEŽICA	491 m	1951-2000	50	149,5	71,2	136
286	STROJNA	980 m	1951-2012	61	84,9	58,6	101
287	RAVNE NA KOROŠKEM	440 m	1955-1990	35	110,9	69,9	146
288	KOTLJE	450 m	1961-2012	52	126,0	67,8	133
290	VERNERICA	1105 m	1961-2012	33	130,5	71,6	145
291	ZGORNJI RAZBOR	864 m	1923-2012	83	135,7	74,5	143
292	BELE VODE	965 m	1923-2012	76	147,8	78,6	155
293	TOPOLŠICA	390 m	1923-1990	59	133,5	71,0	143
294	ŠOŠTANJ	368 m	1961-1982	22	120,2	62,5	137
296	VELENJE	420 m	1924-2010	79	120,4	64,5	128
298	VITANJE	478 m	1923-2001	60	109,6	60,2	118
314	LOVRENC NA POHORJU	480 m	1956-2008	50	138,8	72,7	148
315	SVETI DUH NA OSTREM VRHU	882 m	1951-2012	58	141,4	66,0	138
316	REMŠNIK	660 m	1951-2012	60	122,4	64,3	124
317	KOZJI VRH (VUHRED)	377 m	1961-2012	52	112,0	65,0	119
318	RADLJE OB DRAVI	365 m	1951-1989	39	114,0	68,3	132
319	PODLIPJE	760 m	1961-2000	40	119,6	66,5	126
320	DRAVOGRAD	360 m	1951-2000	49	115,2	56,3	107
321	ŠMARTNO PRI SLOVENJ GRADCU	445 m	1951-2012	62	141,2	69,2	137
322	MISLINJA	589 m	1952-2012	61	125,3	70,2	138
323	SLOVENJ GRADEC - GRADIŠČE	800 m	1952-2012	56	172,6	74,2	146
324	RIBNICA NA POHORJU	602 m	1951-2012	62	123,3	67,6	121
325	LUKANJA	870 m	1951-2009	58	129,0	69,9	138
326	KOČA NAD ŠUMIKOM	1070 m	1954-1996	39	176,0	81,0	184

Tabela 1: Maksimalne in povprečne višine maksimalni dnevni padavin na posamezni padavinski postaji ter višina maksimalni dnevni padavin s 100-letno povratno dobo



3.3 Analiza nalivov

Analiza nalivov je bila izvedena iz razpoložljivih podatkov za postajo Celje, Solčava, Podpeca, Sv. Duh na ostrem vrhu in Šmartno pri Slovenj Gradcu. Izračun je bil izveden po Gumbelovi verjetnostni porazdelitvi. Vrednosti 5 minutnih do 24-urnih višin padavin s povratno dobo 2, 5, 10, 20, 50, 100 ter 500 let so prikazane v **prilogah H-6 do H-17**.

3.4 Padavine uporabljene v hidrološkem modelu

Za hidrološki model bo privzeta predpostavka, da padavina s povratno dobo n povzroči pretok s povratno dobo n .

Za izračun bodo uporabljene enakomerno porazdeljene padavine.

V meteorološkem modelu hidrološkega modela HEC–HMS, bo za način podajanja padavin izbrana metoda uporabniško določenega histograma padavin.



4.0 HIDROLOŠKI PODATKI

Hidrološke podatke do leta 2011 smo pridobili v spletnem arhivu ARSO, za leto 2012 pa so nam jih posredovali iz sektorja za analize in prognoze površinskih vod. Analiza pretokov je bila izvedena po Log Pearson III porazdelitvi. Podatki in rezultati analiz bodo služili pri vrednotenju rezultatov hidrološkega modela.

Ime vodotoka	F (km ²)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
Lepena v.p. Pesje (združene vse postaje, 1964-1968, 1979-1981, 1983-1984, 1986-1996, 2000-2012)		9	30	64
Lepena v.p. Škale (1979-2012)	7,1	5	12	21
Sopota v.p. Škale (1979-2012)	6,72	6	12	16
Paka v.p. Velenje (1953-1957, 1964-1968, 1978-2012)	63,3	45	149	318
Velunja v.p. Gaberke (1986-2012)	28,85	37	113	221
Velunja v.p. Šoštanj (1956-2012)		20	42	58
Savinja v.p. Solčava (združeni, 1949-1951, 1953-2012)	63,7	65	110	144
Savinja v.p. Solčava I (1959-2012)		68	117	155

Tabela 2: Rezultati verjetnostne analize maksimalnih pretokov - konic za posamezno vodomersko postajo na širšem območju OPVP 60–Hrastovec–skladišče razstreliv

Izbrane so bile tudi štiri padavinske situacije posledica katerih je bilo visokovodno stanje, v letih 1990, 1998, 2007, 2012. Za obravnavane vodomerne postaje so bili pridobljeni razpoložljivi merjeni hidrogrami odtoka.

Ti podatki bodo analizirani v sklopu analize padavinskih situacij v naslednjem poglavju.



5.0 PADAVINSKE SITUACIJE

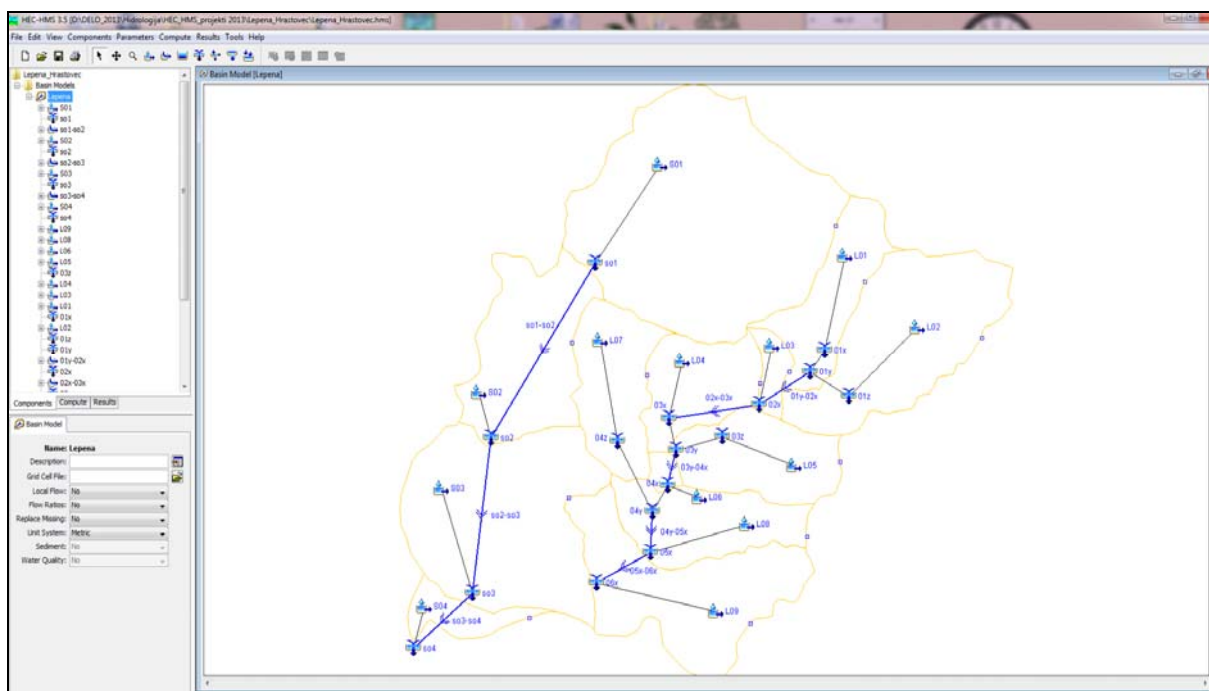
Izbrane so bile tudi štiri padavinske situacije, posledica katerih je bilo visokovodno stanje v letih 1990, 1998, 2007, 2012.



6.0 VISOKE VODE

6.1 "Dejanske" visoke vode

Za določitev vrednosti visokih vod v posameznih hidroloških prerezih bo uporabljen program HEC-HMS 3.5. Model porečja je predstavljen na spodnji sliki.



Slika 2: Hidrološki model porečja Lepene in Sopote



7.0 ZAKLJUČEK

Namen študije je določitev »dejanskih« visokih vod Lepene in pritokov s povratno dobo 10, 100 in 500 let za posamezne hidrološke prereze, ki upoštevajo današnjo urejenost vodotokov, in sicer za potrebe izdelave kart razredov poplavne nevarnosti za območja pomembnega vpliva poplav Hrastovec-skladišče streliv.

Maksimalne vrednosti pretokov v posameznih hidroloških prerezih bodo t.i. ovojnica vseh dogodkov. Verjetnost, da nastopijo te vrednosti na različnih delih vodotokov istočasno, je manjša kot 10% v primeru 10-letnih vod, manjša kot 1% v primeru 100-letnih vod ter manjša kot 0,2% v primeru 500-letnih vod.

S simulacijo visokih vod dobimo rezultat, ki naj bi napovedal visoke vode v prihodnosti. Nobenega zagotovila pa nimamo, da bo klima ostala ista, da umetni posegi na vodotokih in v zaledju ne bodo vplivali na formiranje višjih visokih vod, da makro posegi v okolje ne spreminjajo padavinskih pojavov itd. Zato je veljavnost vrednosti visokih vod predvidena le za neko obdobje in jih je potrebno občasno preverjati.

Poročilo sestavila:

Darko Anzeljc, univ.dipl.inž.grad.

Katja Sovre, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž.



8.0 VIRI

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

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

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

GURS, Geodetska uprava Republike Slovenije, TTN 1:5000. Kartografsko gradivo v digitalni obliki.

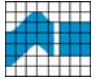
GURS, Geodetska uprava Republike Slovenije, TTN 1:25000. Kartografsko gradivo v digitalni obliki.

GURS, Geodetska uprava Republike Slovenije, TTN 1:250000. Kartografsko gradivo v digitalni obliki.

Ocena hidravlične prevodnosti tal v Sloveniji za pedokartografske enote merila 1:250 000. 2009. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 14 str.

Atlas okolja. Hidrogeološka karta 1:250.000

Podatke, ki niso dostopni na spletnih straneh, smo za obravnavo padavinskih situacij (padavine in pretoki) pridobili od ARSO



9.0 PRILOGE