

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:

Ahac, S., 2016. Volumska analiza vpliva suhih zadrževalnikov na poplavne razmere v Spodnji Savinski dolini. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Rusjan, S., somentor Rak, G.): 58 str.

Datum arhiviranja: 04-07-2016

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:

Ahac, S., 2016. Volumska analiza vpliva suhih zadrževalnikov na poplavne razmere v Spodnji Savinski dolini. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Rusjan, S., co-supervisor Rak, G.): 58 pp.

Archiving Date: 04-07-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Kandidatka:

SARA AHAC

**VOLUMSKA ANALIZA VPLIVA SUHIH
ZADRŽEVALNIKOV NA POPLAVNE RAZMERE V
SPODNJI SAVINSKI DOLINI**

Diplomska naloga št.: 289/VKI

**VOLUME ANALYSIS OF THE IMPACT OF DRY
RETENTION AREAS ON FLOODING SITUATION IN
THE LOWER SAVINJA VALLEY**

Graduation thesis No.: 289/VKI

Mentor:

doc. dr. Simon Rusjan

Somentor:

viš. pred. mag. Gašper Rak

Ljubljana, 20. 06. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisana študentka Sara Ahac, vpisna številka 26300079, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Volumska analiza vpliva suhih zadrževalnikov na poplavne razmere v Spodnji Savinjski dolini

IZJAVLJAM

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila 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: _____

Datum: _____

Podpis študentke:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	556.166:627.8(497.4)(043.2)
Avtor:	Sara Ahac
Mentor:	doc. dr. Simon Rusjan
Somentor:	viš. pred. mag. Gašper Rak
Naslov:	Volumska analiza vpliva suhih zadrževalnikov na poplavne razmere v Spodnji Savinjski dolini
Tip dokumenta:	diplomska naloga - univerzitetni študij
Obseg in oprema:	58 str., 11 pregl., 41 sl.
Ključne besede:	Savinja, poplave, poplavna problematika, suhi zadrževalniki, SAGA GIS, analiza volumnov

Izvleček

V začetnem delu diplomske naloge je na kratko predstavljeno porečje Savinje z osnovnimi hidrografskimi lastnostmi. V nadaljevanju je predstavljena poplavna problematika njenega porečja. Spodnja Savinjska dolina velja za poplavno eno bolj ogroženih območij v Sloveniji. Zaradi hudourniškega značaja imajo narasle vode Savinje in njenih pritokov izredno velike pretočne hitrosti in rušilno moč. Ljudje se že od nekdaj borijo z nemirno in nepredvidljivo reko ter jo poskušajo ukrotiti. Za zmanjševanje ogroženosti poseljenih površin je predvideno zadrževanje visokih voda na poplavnih območjih. V nadaljevanju naloge smo analizirali vlogo in delovanje suhih zadrževalnikov, ob koncu pa je narejena analiza volumnov suhih zadrževalnikov, ki so umeščeni na izbranem območju in načrtovani za obvladovanje poplavnih voda s 100-letno povratno dobo. Opravljena je analiza volumnov poplavnih voda, ki so se ob preteklih poplavnih dogodkih razlile na odseku Savinje, kjer je predvidena ureditev suhih zadrževalnikov. Nadalje je prikazana vrsta dejanske rabe na območjih, kjer so predvideni suhi zadrževalniki v Spodnji Savinjski dolini, na teh območjih bo treba obstoječim pretežno kmetijskim površinam najverjetneje spremeniti namembnost.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 556.166:627.8(497.4)(043.2)
Author: Sara Ahac
Supervisor: Assist. Prof. Simon Rusjan, Ph.D.
Co-supervisor: Sen. Lect. Gašper Rak, M.Sc.
Title: Volume analysis of the impact of dry retention areas on flooding situation in the Lower Savinja Valley
Document type: Graduation Thesis - University studies
Scope and tools: 58 p., 11 tab., 41 fig.
Key words: the Savinja River, floods, flood problematics, dry retentions, SAGA GIS, volume analysis

Abstract

At the beginning of the graduation thesis, there is a short presentation of the Savinja River basin and its basic hydrographic characteristics. Further, flood problematics of the Savinja River basin is presented. The Lower Savinja Valley is one of the areas in Slovenia with the highest flood risks. Due to the torrential character, high waters of the Savinja River and its tributaries have extremely high flow rates and destructive power. People have always been struggling with the restless and unpredictable river and tried to subdue it. Restraining of the high waters in the flooding areas is anticipated in order to reduce the vulnerability of the populated areas. Further in the thesis, we analysed the role and operation of the dry retentions and we performed the volume analysis of the dry retentions, which are planned in the lower Savinja River Valley in order to control the flood waters with a 100-year return period. Additionally, an analysis of the volumes of the flood waters, which flooded the section of the Savinja River where regulation of the dry retention is anticipated during the previous flooding events, has been made. At the end, the land-use types in the areas where the dry retentions are anticipated in the Lower Savinja Valley are presented. In these areas, the use of the existing mainly agricultural areas will mostly likely have to be changed.

ZAHVALA

Za vso pomoč, napotke in usmerjanje pri pisanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Simonu Rusjanu. Hkrati se zahvaljujem tudi somentorju viš. pred. mag. Gašperju Raku za vse nasvete.

Zahvaljujem se staršem za vso podporo in spodbudo tekom študija.

Hvala tudi sošolcem, prijateljem in fantu za nepozabna študentska leta.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Cilj in namen naloge	2
2	REKA SAVINJA	3
2.1	Topografske in hidrografske značilnosti porečja Savinje.....	4
3	POPLAVE NA POREČJU SAVINJE	6
3.1	Splošno o hudourniških poplavah.....	7
3.2	Značilnosti padavinske in hidrološke situacije	9
3.3	Poplavna problematika porečja Savinje	10
3.4	Kratek pregled večjih poplav ob Savinji v zadnjih dobrih sto letih	12
4	VRSTE PROTIPOPLAVNIH UKREPOV	15
4.1	Gradbeni ukrepi	15
4.1.1	Protipoplavni nasip	15
4.1.2	Skalomet	16
4.1.3	Utrditev posteljice dna struge vodotoka	17
4.1.4	Koncept delovanja zadrževalnikov poplavnih voda	17
4.2	Negradbeni ukrepi	19
5	ZAGOTOVITEV POPLAVNE VARNOSTI NA POREČJU SAVINJE	20
5.1	Pregled predvidenih protipoplavnih ukrepov v Spodnji Savinjski dolini	20
5.2	Opis predvidenih protipoplavnih ukrepov v Spodnji Savinjski dolini	20
5.2.1	Zadrževalniki v Spodnji Savinjski dolini.....	21
5.2.2	Ureditev nasipa Vrbje	21
5.2.3	Ureditev potoka Lava	21
5.2.4	Ureditev Podvinske struge	22
5.3	O projektu »Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi«	22
5.4	Cilji in koristi protipoplavnih ukrepov	24
5.5	Območje ureditve suhih zadrževalnikov vzdolž struge Savinje	25
5.5.1	Izvedba suhih zadrževalnikov na Savinji.....	29

5.5.2	Sistem suhih zadrževalnikov na Savinji	30
6	PROGRAMSKO ORODJE SAGA GIS.....	31
7	LOKALNI UKREPI UREDITVE POPLAVNE VARNOSTI NA IZBRANEM OBMOČJU	37
7.1	Analiza izračuna volumnov vode na območjih zadrževalnikov.....	37
7.2	Analiza izračuna volumnov vode na celotnem obravnavanem območju.....	41
8	DEJANSKA RABA TAL ZEMLJIŠČ NA OBMOČJIH ZADRŽEVALNIKOV	46
9	ZAKLJUČEK	53
	VIRI	54

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Poplave na porečju Savinje v 20. Stoletju (povzeto po Metelko Skutnik, 2011):	12
Preglednica 2: Podatki posameznih suhih zadrževalnikov (povzeto po Zidarič, 2009 in Osnutek DPN, 2011).....	27
Preglednica 3: Volumni zadržane vode za poplavo 1990	38
Preglednica 4: Volumni zadržane vode za poplavo 1998	39
Preglednica 5: Volumni zadržane vode za poplavo 2007	40
Preglednica 6: Volumni poligonov poplave 1990	43
Preglednica 7: Volumni poligonov poplave 1998	43
Preglednica 8: Volumni poligonov poplave 2007	44
Preglednica 9: Razlika med volumnom naravno razlite vode na območju obravnave ter volumnom vode, ki se je naravno razlila na območjih predvidenih suhih zadrževalnikov in volumnom vode na območju glavne struge Savinje.....	45
Preglednica 10: Razpoložljivi volumni zadrževalnikov	45
Preglednica 11: Dejanska raba za območja znotraj predvidenih zadrževalnih prostorov	51

KAZALO SLIK

Slika 1: Poplave reke Savinje 5. novembra leta 2012 v Nazarjah (Meteorološka postaja Spodnje Kraše, 2016)	2
Slika 2: Hidrografska mreža Savinje (Porečje Savinje, 2016)	3
Slika 3: Topografija porečja Savinje z vodomernimi postajami Nazarje, Laško in Veliko Širje (Kobold in Sušelj, 2005).....	4
Slika 4: Savinja je leta 1990 poplavila 700 hektarjev mestnih površin, kjer je bila voda visoka tudi do 1,5 metra (Kamra, 2016a).....	6
Slika 5: Huda ura Savinje in njenih pritokov v Lučah (Rtvslo, 2016)	8
Slika 6: Poplavna območja v Spodnji Savinjski dolini (Stanonik, 2014: str. 99, slika 25)	11
Slika 7: Poplavljeni Celje 1954, spredaj sotočje Savinje in Voglajne (Kamra, 2016b)	13
Slika 8: Gradnja protipoplavnega nasipa v Celju (Sedempet, 2016)	16
Slika 9: Sanacija leve brežine Savinje v Vrbju (Društvo vodarjev, 2016)	17
Slika 10: Vpliv zadrževalnika na poplavni val (Rak, 2013: str. 36, slika 18)	18
Slika 11: Podvinska Struga na sotočju s Savinjo (Geago, 2016).....	22
Slika 12: Prikaz območja projekta »Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi« (Porečje Savinje, 2016)	23
Slika 13: Območje obravnave (DPN, 2011).....	25
Slika 14: Prikaz suhih zadrževalnikov na Savinji (Zidarič, 2009).....	28
Slika 15: Prikaz suhih zadrževalnikov na Bolski (Zidarič, 2009).....	28
Slika 16: Vzдолžni prerez vtočnega objekta (Skutnik, 2005).....	29
Slika 17: Sistem polnitve suhih zadrževalnikov na Savinji (Povzeto po Zidarič, 2009)	30
Slika 18: Pretvorba linij zadrževalnika v poligon.....	32
Slika 19: Pripis podatkov mreže digitalnega modela reliefa točkam na mejah poligonov.....	33
Slika 20: Kot rezultat interpolacije višin točk na robu poligona dobimo ravnino	33
Slika 21: Obrezovanje ravnine poplavnih voda na velikost poligona zadrževalnika ali poligona poplavne vode	34
Slika 22: Prikaz vhodnih podatkov za izračun višine vode v zadrževalnem prostoru.	34
Slika 23: Prikaz globine vode na poplavnem območju	35
Slika 24: Podatek o prostornini vode v posameznem poligonu	35
Slika 25: 3D prikaz digitalnega modela reliefa in ravnine, ki ponazarja globino vode znotraj izbranega poligona	36
Slika 26: Prekrivanje zadrževalnikov in poplavne vode 1990	38
Slika 27: Prekrivanje zadrževalnikov in poplavne vode 1998	39
Slika 28: Prekrivanje zadrževalnikov in poplavne vode 2007	40

Slika 29: Poplavna območja za leta 1990, 1998 in 2007	41
Slika 30: Poligoni območij za poplavni dogodek leta 1990	42
Slika 31: Poligoni območij za poplavni dogodek leta 1998	42
Slika 32: Poligoni območij za poplavni dogodek leta 2007	43
Slika 33: Predvideni zadrževalniki ob strugi reke Savinje, katere volumne je prav tako treba upoštevati pri nadaljnjih izračunih	44
Slika 34: Dejanska raba na območju zadrževalnika Levec	47
Slika 35: Dejanska raba na območju zadrževalnika Petrovče	47
Slika 36: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobriša vas	48
Slika 37: Dejanska raba na območju zadrževalnika Roje	48
Slika 38: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 1	49
Slika 39: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 2	49
Slika 40: Dejanska raba na območju zadrževalnika Latkova vas	50
Slika 41: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobrteša vas	50

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
DMR	digitalni model reliefa
DPN	državni prostorski načrt
OCV	območni center vodenja
LCV	lokalni center vodenja

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Poplave so redek in eden izmed izredno dinamičnih naravnih pojavov. Poplavna območja so sestavni del vplivnega območja vodotokov, ki pomembno vplivajo na vodni režim, predvsem v smislu bogatenja podtalnice in zmanjševanja konic poplavnih valov. Pri izvajanju različnih ukrepov protipoplavnega varstva je zato treba upoštevati celovitost vodnega režima in celotno povodje obravnavati kot enoto (Brilly in sod., 1999).

Na podlagi glavnih značilnosti in območij pojavljanja lahko poplave v Sloveniji ločimo na hudourniške poplave, nižinske poplave, poplave na kraških poljih, morske poplave in mestne poplave (Natek, 2005).

Poplave v Sloveniji običajno nastopijo zaradi intenzivnih padavin, te pa v odvisnosti od vlažnosti zemljišča povzročijo večji ali manjši odtok vode, ki se zbira v strugah vodotokov. S povečanim pretokom se tako gladina vode v vodotoku dvigne in lahko razlije izven struge. Večinoma se v naših krajih srečujemo s kratkotrajnimi, lahko tudi samo nekajurnimi hudourniški poplavami. Zbiranje in odtekanje voda spremljajo erozijski procesi. S spiranjem in odlaganjem erodiranega materiala voda spreminja geometrijo dna struge, kar posledično vpliva na nivo gladine vode v njej. Ta proces je manj intenziven pri normalnih vsakoletnih pojavih. Do izrednih razmer pa občasno prihaja predvsem zaradi izredno velikih in dolgotrajnih padavin, velike predhodne vlažnosti tal ter padavin, ki so padle na snežno odejo, povzročile njeno tajanje in velik površinski odtok (Brilly, 2012).

Razlikujemo običajne ali redne poplave, ki se pojavljajo skoraj vsako leto, poplave z daljšo povratno dobo (od 10 do 50 let) ter katastrofalne poplave ali vodne ujme, ki imajo povratno dobo 100 let in več.

Poplave predstavljajo najštevilčnejše naravne nesreče, ki zahtevajo veliko smrtnih žrtev, prizadenejo več ljudi kot katerakoli druga naravna nesreča in povzročajo ogromno materialne škode. Kot posledice vse pogostejših ekstremnih padavinskih dogodkov je v zadnjem času zaznati povečanje števila poplav. Razsežnosti poplav pa se stopnjujejo zaradi človeških posegov v okolje. Zaradi regulacije rek, gradnje nasipov, spremembe v rabi tal in izboljšane odvajanja vod so hitrosti v strugah rek narasle, širitev poselitve na naravna poplavna območja pa je povzročila veliko povečanje poplavne škode v primerih poplav.

Zlasti pogostejše in manjše poplave imajo z vidika naravnih procesov lahko veliko ugodnih učinkov na npr. polnitev podtalnice in izboljšanje rodovitnosti tal.

Za zagotavljanje poplavne varnosti imamo na voljo vrsto preventivnih, gradbenih, kot tudi negradbenih ukrepov, ki jih bomo tudi podrobneje obravnavali v diplomski nalogi.

1.1 Cilj in namen naloge

Glavnega pomena pri zmanjševanju ogroženosti poseljenih površin je zadrževanje visokih voda na poplavnih območjih. V ta namen je bil, s strani Ministrstva za okolje in prostor, pripravljen osnutek Državnega prostorskega načrta (v nadaljevanju DPN) za zagotavljanje poplavne varnosti v Spodnji Savinjski dolini. Osnovni cilj ureditev DPN-ja je zagotoviti poplavno varnost na širšem območju Spodnje Savinjske doline ter na območjih dolvodno ob Savinji. Namen izgradnje suhih zadrževalnikov je omejiti negativne vplive razlivanja voda s povratno dobo 100 let.



Slika 1: Poplave reke Savinje 5. novembra leta 2012 v Nazarjah (Meteorološka postaja Spodnje Kraše, 2016)

Namen diplomske naloge je predstaviti poplavno problematiko porečja Savinje ter lokalne ukrepe ureditve poplavne varnosti na izbranem območju. Izvedli bomo tudi analizo umestitve suhih zadrževalnikov načrtovanih v DPN-ju ter njihovega vpliva na volumne razlitih poplavnih voda na poplavnih območjih.

2 REKA SAVINJA

Savinja je levi pritok Save in ena naših najlepših alpskih rek. Je najdaljša slovenska reka z izviro in izlivom na slovenskem ozemlju. Njen tok se prične v Kamniško-Savinjskih Alpah, teče skozi Zgornjo in Spodnjo Savinjsko dolino ter se pri Zidanem Mostu izliva v Savo. Po dolžini je šesta najdaljša slovenska reka. Izvira pod Okrešljem na višini 1380 m, kjer po kratkem toku pada prek slapa Rinka v zgornji del Logarske doline. Po nekaj 10 metrih voda ponikne in le občasno teče, po večino časa suhi strugi, kot potok Kotovec. Voda pride ponovno na dan v spodnjem delu doline, tokrat z imenom Črna, ki od tu teče po površju do izstopa iz doline. Kilometer nižje se steka s potokom Jezera in šele od njune združitve pravzaprav govorimo o Savinji. Od izvira do izliva v Savo v Zidanem mostu prepotuje 102 kilometra in se na svoji poti spusti za kar okoli 1000 metrov (Goropevšek, 2011). Povprečni padec dna struge Savinje v njenem zgornjem delu do Ljubnega znaša 15 ‰, od Ljubnega do Nazarij 7 ‰, v Spodnji Savinjski dolini 3,15 ‰, med Celjem in Laškim 1,4 ‰, od Laškega do Zidanega mosta pa 2 ‰ (Pristovšek, 1934). Savinja od izvira pod Okrešljem do izliva v reko Savo je prikazana na sliki 2.



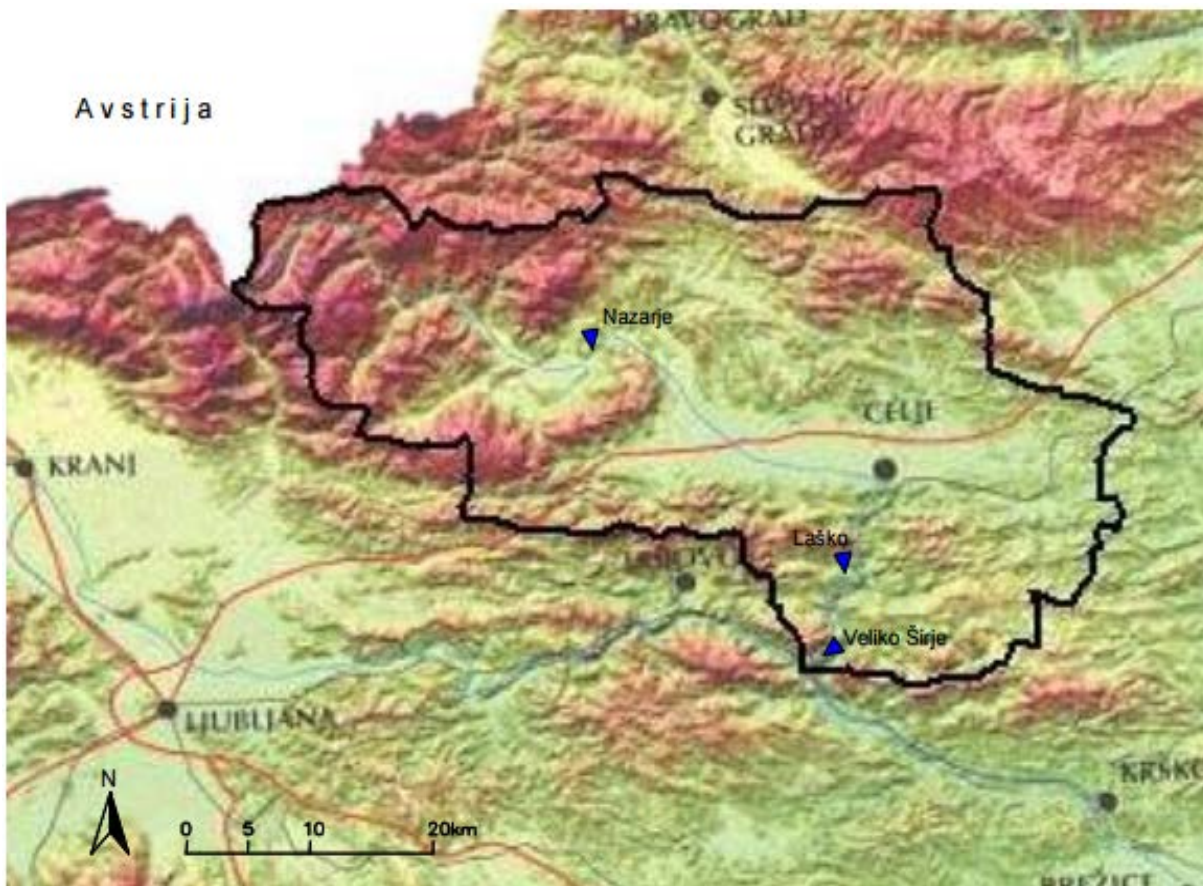
Slika 2: Hidrografska mreža Savinje (Porečje Savinje, 2016)

2.1 Topografske in hidrografske značilnosti porečja Savinje

Savinja je največji pritok reke Save in velja za izrazito vodnato in hudourniško reko. Njeno porečje obsega 1858 km² in se razprostira od Savinjskih Alp in Karavank preko Celjske kotline do izliva v Savo (Kobold in Sušelj, 2005).

Savinjsko porečje sestavljajo tri geografska območja: Zgornja Savinjska dolina, Spodnja Savinjska dolina ter dolina med Celjem in Zidanim Mostom (Goropevšek, 2011).

Porečje Savinje je v svojem zgornjem toku gorato z nadmorskimi višinami preko 2000 metrov. Srednji, po večini ravninski del leži med 200 in 400 metri nadmorske višine. Tla so v večji meri plitva in ležijo na podlagi iz apnenca ali zelo prepustne aluvialne prodne formacije. Gozd pokriva skoraj 60 % porečja. Aluvialne ravnine in rečne doline so gosteje poseljene in v glavnem namenjene kmetijstvu. Ta območja so tudi najbolj izpostavljena poplavam (Kobold in Sušelj, 2005). Slika 3 prikazuje topografijo porečja Savinje s tremi vodomernimi postajami Nazarje, Laško in Veliko Širje.



Slika 3: Topografija porečja Savinje z vodomernimi postajami Nazarje, Laško in Veliko Širje (Kobold in Sušelj, 2005)

V svojem zgornjem toku porečje Savinje zajema območje visokogorskega sveta vzhodnih Karavank in Savinjskih Alp, ki so grajene iz karbonatnih kamnin, več ali manj zakraselega apnenca in dolomita. Prisotnost večjih ali manjših izvirov, kaže na večje ponikanje padavinske vode v podzemlje. Na območju pod Lučami se vse bolj pojavljajo manj prepustni skrilavci, tufi, peščenjaki in gline. Ti v glavnem gradijo tudi severno in južno gričevnato obrobje Celjske kotline. Prav tako je iz podobnih kamnin grajeno področje med Celjem in Zidanim mostom, delno pa se med njimi pojavljajo tudi prepustni apnenci in dolomiti. Porečje Voglajne, ki zbira vode z najbolj vzhodnega dela porečja Savinje, je sestavljeno iz pretežno neprepustnih terciarnih, mezozojskih in paleozojskih kamnin. Celjsko kotlino obdajajo neprepustni terciarni sedimenti, prav tako pa sestavljajo tudi njeno dno, ki je prekrito s prodno plastjo. Prodni zasip je pomemben vodni vir podtalnice, njegova debelina je različna in raste od reke Savinje proti severu (Kolbezen, 1998).

3 POPLAVE NA POREČJU SAVINJE

Spodnja Savinjska dolina velja za poplavno eno bolj ogroženih območij v Sloveniji. Zadnji dve visoki vodi, v letih 1990 in 1998, sta povzročili katastrofalne poplave, ki so prizadele celotno Spodnjo Savinjsko dolino ter mesti Celje in Laško. Poplavljenih je bilo 18,26 km² površin, od tega kar 4,85 km² urbanih površin. Ti dve poplavi sta pokazali, da je prevodnost struge Savinje manjša od načrtovane in da praktično nikjer ni zmožna prevajati visokih vod s povratno dobo 50 let. Potrebo po nujnem in celovitem urejanju poplavne varnosti je samo še okrepila velika poplava v letu 2007. Samo z ureditvami struge Savinje in njenih pritokov ne moremo zagotoviti dovolj velike poplavne varnosti naselij v Spodnji Savinjski dolini ter mest Celje in Laško. Možnost razlivanja reke iz njene struge se je v zadnjih letih bistveno zmanjšala prav zaradi urbanizacije na poplavnih območjih. Zaradi spremembe dinamičnih lastnosti Savinje, ki so posledica relativno ozkega profila, izravnave trase in spiranja plavin, se je rečno dno, predvsem v zadnjih 12 letih, poglobljalo vse do skalne podlage. S tem pa se je prevodnost struge nad Celjem še povečala in še bolj ogrozila mesti Celje in Laško, saj se je možnost razlivanja v Spodnji Savinjski dolini zmanjšala (Fazarinc, 2004). Na sliki 4 vidimo poplavljenno mesto Celje ob visokih vodah Savinje leta 1990.



Slika 4: Savinja je leta 1990 poplavlila 700 hektarjev mestnih površin, kjer je bila voda visoka tudi do 1,5 metra (Kamra, 2016a)

Da bi povečali poplavno varnost na vplivnem območju reke Savinje, je potrebno znižati konico poplavnega vala na pretok, ki ga struga reka na kritičnih odsekih še prevaja. S tem ko zadržimo del poplavnega vala se zmanjša njegova konica, zaradi tega pa se podaljša njegovo trajanje. Takšen princip urejanja vodnega režima so že upoštevali pri izvajanju regulacijskih del med leti 1878 in 1900. Strugo Savinje so uredili tako, da je prevajala visoke vode do povratne dobe 20 let. Višje vode so se prelivale skozi določene prelivne odprtine in poplavljale predvsem kmetijske površine ob Savinji. Konica visokovodnega vala se je zmanjševala z zadrževanjem dela visoke vode na poplavnih območjih. Leta 1990 se je dogajalo podobno, za razliko so bile takrat poplave nekontrolirane. Savinja je rušila nasipe, naraščanje poplavnega vala se je prekinilo, ko se je reka pričela razlivati po poplavnih površinah. Če se visoke vode ne bi razlile, bi bile poplave v Celju in Laškem še bolj katastrofalne (Fazarinc, 2004).

Po letu 1990 je bilo saniranih večina nasipov. Preprečeno je bilo razlivanje visokih vod, zaprtih je bila tudi večina prelivnih polj. Posledice so se odrazile ob visokih vodah v letu 1998. Na območju Celja so imele poplave podobne razsežnosti kot leta 1990, v Laškem pa so bile zaradi vpliva povodja Voglajne še bolj katastrofalne (Fazarinc, 2004).

3.1 Splošno o hudourniških poplavah

Po definiciji je »hudournik gorski ali hribinski vodotok, ki zaradi močnih padavin hitro naraste in to pogosto le za kratek čas. Nevarnost hudournikov je v velikih količinah hudourniških plavin (od peska in nezaobljenega proda do večjega erozijskega drobirja in večjih skalnih blokov), ki jih erodirajo in odplavljajo hudourne vode, kakor tudi zaradi plavja (les, debla, vejevje, korenine), ki jih iztrga v svojem vodozbirnem območju ali iz svoje struge« (cit. po Mikoš, 2008, str. 1).

Vodne ujme hudournikov povzročajo kratke, vendar intenzivne padavine, kar povzroča izdatne erozijske procese (Brilly in sod., 1999). Poleg kratkotrajnih in močnih nalivov, sta lahko vzroka naraslih hudourniških voda tudi intenzivno dolgotrajno deževje in/ali taljenje snežne odeje (Mikoš, 2008).

Na globinsko in bočno erozijo v hudourniških vodotokih vpliva stabilnost pobočij. Hudournik pobočja pogosto spodkopava ali pa pobočni material sam plazi vanj (Brilly in sod., 1999). Hudourniki zato, poleg vode, v dolino s seboj prinašajo tudi ogromno drugega materiala (prod, pesek, grušč, skale, vejevja, debla, ipd.). Prav iz tega razloga pa je njihov učinek še toliko bolj rušilen (Trobec, 2011).

Na hudourniških območjih je čas zakasnitve med padavinami in odtokom kratek. Poplavni dogodki pa trajajo od enega do dveh dni (Kobold in Sušelj, 2005). Po začetku naraščanja odtoka, ki se v hudournikih odvija z veliko pretočno hitrostjo, visokovodni val relativno hitro doseže svojo konico (Mikoš, 2008). Velike pretočne hitrosti Savinje s pritoki v Lučah vidimo na sliki 5.



Slika 5: Huda ura Savinje in njenih pritokov v Lučah (Rtvslo, 2016)

Razlike med pretoki Savinje v sušnih obdobjih in pretoki ob neurjih so lahko več kot tristokratne. Tudi posamezni pritoki takrat narastejo več stokrat. Ko nastopijo sušna obdobja pa na teh območjih vode primanjkuje (Metelko Skutnik, 2004).

Kot navaja Brilly in sod., (1999), ogroženost pri hudourniških poplavah izhaja iz:

- nenadnega porasta gladine vode, ki zaradi obremenitve konstrukcij s hidrodinamskimi silami lahko povzroča rušenje ali poškodbe objektov;
- erozije dna in brežin struge, ki povzročajo spodkopavanje, porušitev ali celo odnašanje objektov;
- naplavljanja plavin, ki povzročajo rušilno moč hudourniške vode.

Za uspešno varstvo pred poplavami je pri izvajanju posameznih ukrepov zelo pomembno prostorsko načrtovanje. Njegova vloga je nepogrešljiva predvsem pri ukrepih za zmanjševanje ranljivosti in nevarnosti z ustreznim ravnanjem v prostoru (Brilly, 2012).

V letu 2008 je bila sprejeta in uveljavljena Poplavna uredba (Uradni list Republike Slovenije, 2008). Ta je področje poplavne problematike bolj jasno vključila v postopke umeščanja nacionalno pomembnih objektov v prostor in v postopke občinskega prostorskega načrtovanja ter graditve objektov (Štravs, 2011). Tako se je v zmanjševanje poplavne ogroženosti aktivno vključilo prostorsko planiranje (Brilly, 2012). To pa v načrtovalski praksi pomeni, da bi se državni prostorski načrti, ki pripomorejo k zmanjševanju škodljivega delovanja voda, lahko pripravili samo pod pogojem, da se na ta način zagotavlja zmanjševanje poplavne ogroženosti na območjih pomembnega vpliva poplav (Štravs, 2011).

Kot navaja Horvat, 2001, cit. po Papež in sod., 2010 so v povezavi s preprečevanjem in zmanjševanjem ogroženosti pred hudourniki na področju prostorskega načrtovanja na dolgi rok pomembni predvsem naslednji cilji. Potrebno je zmanjšati škode, ki jo povzročajo hudourne vode, usmerjati rabo prostora (temeljito spremljanje razmer na prispevnih območjih), usmerjati urbanizacijo, kmetijske aktivnosti in prometnice s površin, ki jih ogrožajo hudourniške vode, pripraviti karte poplavne ogroženosti. Da bi ohranili naravno ravnovesje, je treba predvsem ob novih posegih v prostor načrtovati in izvajati dolgoročne in trajne preventivne ukrepe z upoštevanjem sprememb v okolju in novih strokovnih spoznanj.

3.2 Značilnosti padavinske in hidrološke situacije

V Sloveniji so glavni vzroki nastanka poplav neugodne geološke razmere, razgibana morfologija, predvsem pa obilne padavine (Mikoš in sod., 2004). V nadaljevanju bomo predstavili splošne karakteristike padavin ter kritične padavinske situacije za porečje Savinje.

Povzročitelj kratkotrajnih in izjemno silovitih hudourniških poplav so razmeroma kratke in intenzivne padavine. Te nastajajo ob poletnih neurjih ali nastopijo po dolgotrajnih večdnevni jesenskih deževjih. Mesec november ima v povprečju največ padavin, zato so obilne padavine v jesenskem obdobju glavni vzrok za nastanek poplav. Pogosto se jesenske poplave podaljšajo v zimsko obdobje, saj v tem času za nastanek poplav ni potrebno veliko padavin. Tla so namreč še vedno dobro zapolnjena z vodo.

Na meteorološko dogajanje v porečju Savinje ima močan vpliv topografija. Letne padavine v zgornjem goratem delu porečja znašajo približno 2000 mm, v srednjem in spodnjem delu pa 1300 mm (Kobold, Sušelj, 2005).

Za porečje Savinje sta značilna dva tipa kritičnih padavinskih situacij. To sta jesensko-zimski tip in poletni tip (Kobold, Sušelj, 2005).

Za jesensko-zimske padavinske situacije so značilne orografske padavine. Te nastajajo ob gorskih pregradah. Nastop visokih voda povzročijo relativno široko padavinsko območje in obilne padavine, ki lahko trajajo tudi več dni. Visokovodne situacije ob intenzivnejših padavinah proti koncu dogodka pa lahko vodijo v poplave.

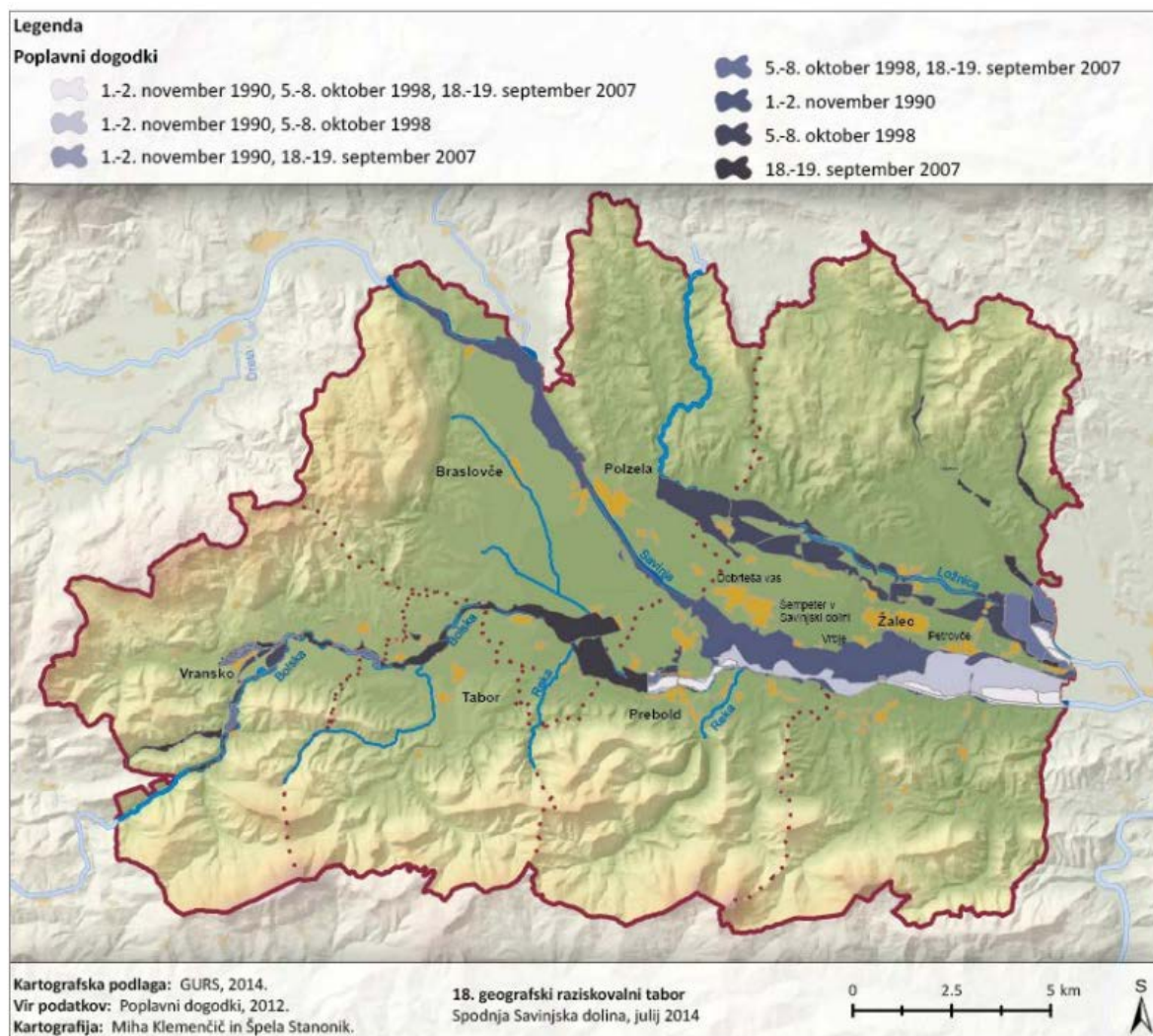
Za poletni tip padavinske situacije so značilne konvektivne padavine, katerih intenziteta je neenakomerno porazdeljena. To so padavine, ki trajajo le krajši čas in zajamejo le manjša območja, na katerih je intenzivnost padavin dosti večja. Iz tega razloga so te poplave lokalnega značaja.

Kljub temu, da je v višje ležečih območjih veliko snežnih padavin, poplave v glavnem povzročajo močne jesenske padavine. Prav tako je na večjem delu porečja Savinje, za nastop stoletnih voda, merodajen jesensko-zimski tip padavinske situacije.

3.3 Poplavna problematika porečja Savinje

Spodnja Savinjska dolina sodi med najbolj poplavno ogrožena območja v Sloveniji. Visoke vode Savinje in njenih pritokov že od nekdaj ogrožajo nižinske dele Savinjske doline in občasno povzročajo katastrofalne poplave (Metelko Skutnik, 2004).

Na sliki 6 so prikazana poplavna območja v Spodnji Savinjski dolini za poplavne dogodke v letih 1990, 1998 in 2007, katera smo uporabili v naši analizi.



Slika 6: Poplavna območja v Spodnji Savinjski dolini (Stanonik, 2014: str. 99, slika 25)

Ljudje se že od nekdaj borijo z nemirno in nepredvidljivo reko ter jo poskušajo ukrotiti. Tako kot Savinja, imajo tudi njeni pritoki v spodnjem toku, izrazit hudourniški značaj. Velik je vzdolžni padec njihovih strug, prav tako pa so te premajhne, da bi lahko prevajale velike količine voda, ki se pojavijo ob močnih deževjih. Višek voda, ki zelo hitro odtečejo s prispevnih površin se zato razlije po območjih izven strug (Metelko Skutnik, 2004).

Visoka voda Savinje je novembra leta 1990 dosegla oz. preseгла poplave s 100 letno povratno dobo. Takrat je pretok v Letušu znašal $716 \text{ m}^3/\text{s}$, v Celju pa $1.208 \text{ m}^3/\text{s}$ (Arhiv površinskih voda, 2016). Leta 1998 je visokovodni val Savinje presegel 50 letno povratno dobo (Polajnar, 1999). Leta 2007 je bil po podatkih ARSO največji pretok Savinje v Letušu. Znašal je $653 \text{ m}^3/\text{s}$, kar predstavlja približno 50–100 letno povratno dobo. Najnižji zabeležen pretok v Spodnji Savinjski dolini pa je bil izmerjen 2003, v času poletne suše in je znašal $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (Arhiv površinskih voda, 2016).

Zaradi hudourniškega značaja imajo narasle vode Savinje in njenih pritokov izredno veliko hitrost in rušilno moč. Na svoji poti, premeščajo velike količine proda in grušča, odplavljajo vegetacijo, ruvajo drevesa, erodirajo bregove in pobočja dolin, rušijo nasipe, kar samo še povečuje obseg poplav. Navadno Savinja poplavlja ob deževjih v spomladanskih in predvsem jesenskih mesecih, njeni pritoki pa v poletnem času ob nenadnih intenzivnih nalivih (Metelko Skutnik, 2004).

3.4 Kratek pregled večjih poplav ob Savinji v zadnjih dobrih sto letih

V zadnjih dobrih 100 letih je območje ob Savinji prizadelo kar nekaj večjih poplav. Te so terjale veliko materialno škodo pa tudi človeška življenja. V preglednici 1 je kronološko predstavljeno devet obsežnejših poplav ob Savinji v 20. Stoletju.

Preglednica 1: Poplave na porečju Savinje v 20. Stoletju (povzeto po Metelko Skutnik, 2011):

Čas poplave	Območje	Vzroki	Posledice
November, 1901	Večji del porečja Save	Dolgotrajno jesensko deževje	Poplavljen je bil večji del Celja
Maj, 1910	Štajerska	Močne padavine	Povsem uničena setev, več smrtnih žrtev
November, december, 1923	Del porečja Save, Savinje in Krke	Dolgotrajno deževje	Obsežne poplave ob Savi
November, 1925	Del porečja Savinje, Drave in Mure s pritoki	Močne padavine	Poplave ob večjih rekah z vasi in večjimi mesti: Celje, Murska Sobota, Maribor, Ljutomer ...)
August, 1926	Del porečja Savinje, Drave in Mure s pritoki	Močna neurja, divjanja hudournikov	Številne poškodbe na železniškem omrežju
September, 1933	Ljubljansko barje, kraška polja na Notranjskem in Dolenjskem, ob spodnji Savi in Savinji	Deževje	Velike poplave na kraških poljih, poplavljenе vasi in mesta ob večjih rekah, več smrtnih žrtev
Junij, 1945	Porečje Savinje	Močno neurje, divjanje hudournikov, zemeljski plazovi	Poplavljen Celje, 22 smrtnih žrtev
November, 1990	Savinja, Kamniška Bistrica in Sora s pritoki	Dolgotrajno deževje, divjanje hudournikov, zemeljski plazovi	Poplavljen velik del Celja, 2 smrtni žrtvi
November, 1998	Večji del porečja Save	Dolgotrajno deževje, divjanje hudournikov, zemeljski plazovi	Poplavljen del Celja

Hudi nalivi novembra leta 1901 so tudi ob Savinji povzročili katastrofalne poplave. Med najbolj prizadetimi območji je bilo mesto Celje, saj ga je Savinja skoraj v celoti poplavela. Prav tako je bila poplavljenjena državna cesta proti Ljubljani in Vojniku ter železnica proti Velenju. Narasla voda je popolnoma ohromila promet in za seboj pustila veliko razdejanje.

V povodnji septembra leta 1933 je Savinja s svojimi pritoki kar trikrat prestopila bregove. Narasla Savinja je porušila vse mostove v Celju, mesto pa popolnoma odrezala od sveta. Preplavila je številne vasi do Celja, porušila jezova pri Nazarjah in Polzeli, poškodovane so bile ceste in ulice.

Leta 1954 je Celje in okolico prizadela najhujša poplava do sedaj. Prizadetih je bilo 3000 ljudi, poplavljenih pa kar 1020 stanovanj. Škoda je bila ogromna, katastrofa je vzela kar 22 življenj. Poplava, ki jo vidimo na sliki 7 je izpostavila potrebo po ureditvi nereguliranega dela Savinje in njenih pritokov na območju Celja.



Slika 7: Poplavljenno Celje 1954, spredaj sotočje Savinje in Voglajne (Kamra, 2016b)

Ko so Celjani so vse do leta 1990 živeli v prepričanju, da je mesto poplavno varno pred visoko vodo s povratno dobo 300 let, je zaradi močnih padavin Savinja v letih 1990 in 1998 znova prestopila bregove in ponovno opozorila na poplavno ogroženost območja. Obe poplavi sta bili podobnih razsežnosti. V letu 1990 pa je do poplav prišlo tudi zato, ker

kanalizacijski sistem ni požiral zadostnih količin meteornih voda in so te vdrle vanj. Ljudje so nemočni opazovali, kako je Savinja odnašala njihovo imetje.

Kljub prizadevanjem prebivalcev se velika poplavna ogroženost na Savinji skozi stoletja ni zmanjšala. Pokazalo se je dejstvo, da izvajanje protipoplavnih ukrepov samo po sebi ne prinaša večje poplavne varnosti. To seveda pomeni, da morajo biti rešitve bolj premišljene in celovite. Vključevati morajo ukrepe širšega značaja na celotnem porečju Savinje, s katerimi ustrezneje časovno prerazporedimo odtoke visokih voda in kontroliramo pretok plavin ter ukrepe lokalnega značaja za povečanje varnosti urbanih območij pred poplavami. K ne gradbenim ukrepom pa spadajo redno vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč, učinkovito napovedovanje, opozarjanje in ukrepanje v času poplav ter primerna raba vodnih, priobalnih in poplavnih površin.

Ukrepi širšega značaja obsegajo izgradnjo desetih suhih zadrževalnikov ob Savinji in Bolski ter ureditev struge Savinje in njenih pritokov. Ukrepi lokalnega značaja pa obsegajo izgradnjo protipoplavnih objektov (visokovodnih nasipov in zidov) na območjih urbanizacije. Poplave v letih 2007 in 2009 so samo še opozorile na nujnost teh del v čim krajšem času.

4 VRSTE PROTIPOPLAVNIH UKREPOV

Pomemben del pri varstvu pred poplavami predstavljajo protipoplavni ukrepi, s katerimi lahko obvladamo določen del poplavnega tveganja (Trobec, 2011). Osnovni cilj pri njihovem načrtovanju za obrambo pred poplavami je lajšanje ogroženosti oziroma zmanjšanje škode, ki jo poplava lahko povzroči (Brilly in sod., 1999).

Ukrepe s katerimi preprečujemo škodljivo delovanje poplavnih voda lahko razdelimo glede na vrsto posega (gradbeni ukrepi, negradbeni ukrepi) in glede na način delovanja (aktivni ukrepi, pasivni ukrepi) (Brilly in sod., 1999).

Gradbeni ukrepi predstavljajo eno izmed najstarejših protipoplavnih ukrepov. Zajemajo gradnjo hidrotehničnih objektov, s katerimi vplivamo na verjetnost poplav in pretočno krivuljo ali krivuljo gladina - škoda (Brilly in sod., 1999). Pomembno se je zavedati, da so poplave naravni pojav, ki se ga ne da preprečiti. Mogoče pa jih je do določene mere obvladati in se nanje čim učinkoviteje pripraviti. Zato uspešno ukrepanje ne vključuje samo izvajanja gradbenih, temveč tudi negradbenih ukrepov. Mednje sodi varovanje poplavnih območij in omejevanje vnosa dodatnega škodnega potenciala v poplavni prostor v procesih prostorskega načrtovanja, graditve in umeščanja objektov v prostor (Štravs, 2011).

Z aktivnimi ukrepi vplivamo na obliko in naravo pojava ter zmanjšujemo velikost in trajanje poplavnega vala (npr. gradnja visokovodnih zadrževalnikov, pogozdovanje ipd.), s pasivnimi ukrepi pa varujemo določeno območje pred posledicami škodljivega delovanja voda (npr. gradnja nasipov, evakuacija ipd.).

4.1 Gradbeni ukrepi

4.1.1 Protipoplavni nasip

Nasipi so najstarejši in temeljni objekti pasivnega načina varstva pred visokimi vodami, ki preprečujejo razlitje vode po poplavnih območjih. Kot vidimo na sliki 8 so visokovodni nasipi običajno zgrajeni iz zemlje, njegovi glavni deli pa so krona nasipa, telo nasipa ter temeljna podlaga (Brilly in sod., 1999).

Velikost nasipa je odvisna od hidravličnih pogojev. Širina krone nasipa mora biti zaradi prevoznosti običajno vsaj 3 metre, še dovoljen nagib brežin pa znaša 2:3. Zavarovanje pete in brežine nasipa na vodni strani, kjer lahko prihaja do erozije, je potrebno izvesti s skalometom (Mikoš, 2000).

Zgrajene nasipe je potrebno neprekinjeno nadzorovati in vzdrževati. Le ena poškodba nasipa lahko privede do porušitve objekta, kar povzroči razlitje poplavne vode.

Pomembno je tudi dejstvo, da z izvedbo nasipov zmanjšamo zadrževanje poplavnega vala in povečamo njegovo hitrost, kar pa neugodno vpliva na razmere dolvodno (Brilly in sod. 1999).



Slika 8: Gradnja protipoplavnega nasipa v Celju (Sedempet, 2016)

4.1.2 Skalomet

Skalomet je zgradba z materialom, katerega posamezni kosi so srednjega premera 50 cm ali več. Uporabljamo ga za zavarovanje brežin pri lokalnih ukrepih za preprečevanje erozije, pa tudi za zavarovanje pete nasipa ali brežine vodotoka, ki se pogloblja. Problem strižne sile vode, ki deluje v prostorih med posameznimi skalami in odplavlja drobna zrna zemljine, lahko odpravimo s pomočjo filtrskega sloja pod skalometom, kjer je premer zrn večji od odprtin med skalami (Mikoš, 2000). Kamen, ki ga uporabljamo za skalomet mora biti trden, nerazpokan in odporen na različne vremenske vplive. Imeti mora zanesljivo ležišče, tako da zaradi nestabilnosti posameznih kamnov, ne more priti do rušenja pobočja. Na sliki 9 vidimo s skalometom sanirano levo brežino reke Savinje v Vrbju.



Slika 9: Sanacija leve brežine Savinje v Vrbju (Društvo vodarjev, 2016)

4.1.3 Utrditev posteljice dna struge vodotoka

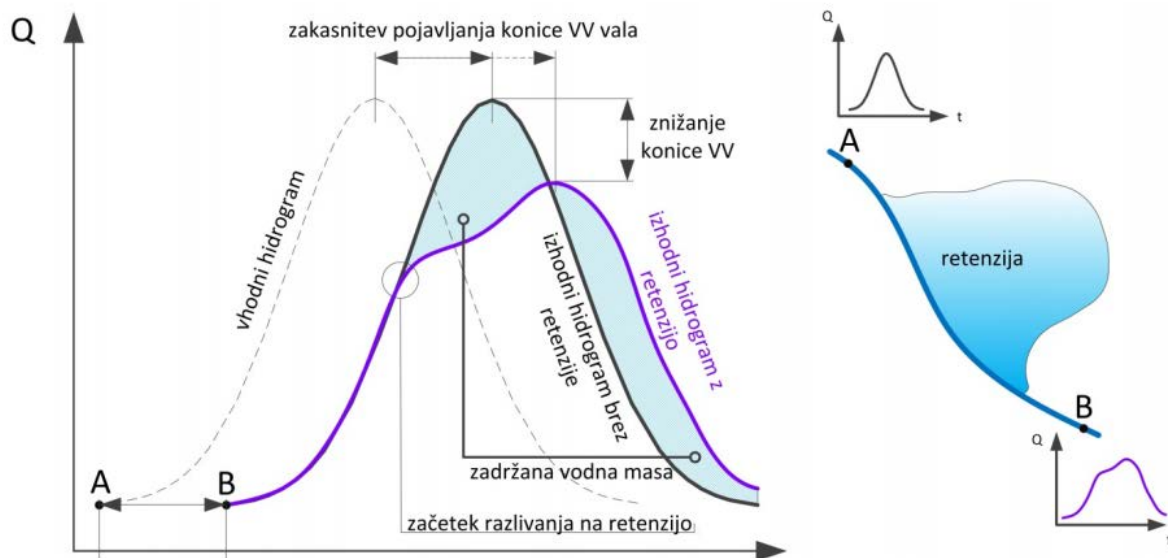
Utesnjevanje strug vodotokov in gradnja zadrževalnikov voda ali plavin na vodotokih vodi v spodkopavanje temeljev obrežnih vodnih zgradb zaradi globinske in bočne erozije v strugah vodotokov. Z izgradnjo zadrževalnikov se prekine premeščanje plavin, kar posledično privede do poglobljanja struge dolvodno. Mnoge struge vodotokov pa imajo presežek premestitvene zmogljivosti in zato tudi v tem primeru redko pride do odlaganja plavin. Pri takih vodotokih je potrebno dno in brežine zavarovati pred erozijo. Z ojačitvijo obstoječe posteljice dna lahko povečamo obstoječi odpor dna proti globinski eroziji. S tem ko posteljici dna struge primešamo bolj groba zrna se posledično poveča njeno srednje zrno in prav tako tudi njena mejna obremenitev. Naravni vzdolžni padec dna struge se obdrži, sistematično utrdimo le dno struge (Mikoš, 2000).

4.1.4 Koncept delovanja zadrževalnikov poplavnih voda

Ob poplavi lahko večje količine vode zadržimo z objekti, kot so zadrževalniki. Na ta način zmanjšamo pretok v strugi vodotoka in tako ob isti verjetnosti pojava kontroliramo obseg

poplavljanja. Poznamo dva tipa zadrževalnikov. Lahko so mokri in služijo kot večnamenske akumulacije, v katerih je le del prostornine namenjen za zadrževanje konice poplavnega vala. Suhi zadrževalniki, ki jim bomo v diplomski nalogi posvetili več pozornosti, pa se z vodo napolnijo le ob poplavah (Brilly in sod., 1999). Območje zadrževalnika pa je v času, ko ni visokih voda, namenjeno drugim dejavnostim, kot so ekstenzivno kmetijstvo, travniki, pašniki ter rekreacija.

Poplavna območja, v katera se voda razlije ob poplavah in se v njih zadrži, vse dokler ne začne upadati gladina v glavni strugi, imenujemo retenzije. Zaradi nenadzorovanega razlivanja voda na naravno oblikovana poplavna območja, takoj ko vode prestopijo brežino, je zmanjšanje pretoka in znižanje gladine relativno majhno. Da bi bilo dovajanje vode na poplavno območje kontrolirano, lahko retenzijo ogradimo z nasipi, v katere so vključeni objekti z zapornicami, izpusti, prelivi, ipd. Tako se pri višjih pretokih prične retenzijski prostor kontrolirano polniti in sta vpliv in izkoristek akumulacijskega prostora veliko večja (Brilly in sod., 1999). Značilno preoblikovanje poplavnega vala pri prehodu preko območja zadrževalnih prostorov je prikazano na sliki 10.



Slika 10: Vpliv zadrževalnika na poplavni val (Rak, 2013: str. 36, slika 18)

Za umestitev suhih zadrževalnikov in retenzij je potrebno veliko dragocenega prostora. Predstavljajo velik poseg v sicer dobro ohranjeno kmetijsko ali celo naravno okolje (Trobec, 2011).

Zadrževalniki vode vplivajo na zmanjševanje maksimalnih pretokov poplavnega vala. Vpliv je odvisen od delovanja in velikosti zadrževalnika. Ob isti intenziteti se tako spreminja

verjetnost pojava dolvodno. Poplavnega vala ne zadržujemo pri manjših poplavah, pri večjem poplavnem valu pa lahko zadrževalnik izrabimo v celoti. Minimalne učinke lahko dosežemo v primeru izredno velikega poplavnega vala z daljšo povratno dobo, saj je volumen takšnega poplavnega vala lahko veliko večji od razpoložljivega volumna v zadrževalniku. Bolje lahko nadzorujemo manjši poplavni val. Pri velikih pojavih se vpliv zadrževalnika zmanjša, pri večjih katastrofah pa celo izniči (Brilly in sod., 1999).

Pomembno je predvsem to, da pri izvajanju protipoplavnih ukrepov v obravnavi upoštevamo hidrološko dogajanje na celotnem povodju. V obratnem primeru lahko dosežemo negativne učinke.

4.2 Negradbeni ukrepi

Negradbeni oz. alternativni ukrepi so tisti, kateri ne zahtevajo graditve hidrotehničnih objektov. Zajemajo več različnih ukrepov, s katerimi se organizirana družba varuje pred poplavnimi vodami. Pomembno je predvsem, da so v pripravo in izvajanje negradbenih ukrepov vključene občine in prebivalci ogroženih območij (Brilly in sod. 1999).

Med te ukrepe spadajo (Brilly in sod., 1999, Grubač, 2015):

- upravno-administrativni predpisi: Predvsem so pomembni ustrezni prostorski načrti, s katerimi poskušamo urediti območje. Razvoj posameznih dejavnosti mora biti jasno določen in tudi smiselno omejen (npr. razne prepovedi graditve);
- nezgodno zavarovanje objektov: Za objekte, ki so zgrajeni na območjih velike poplavne ogroženosti je priporočljivo bolj premišljeno in kvalitetno nezgodno zavarovanje;
- ekonomska solidarna podpora;
- preseljevanje ali sprememba namembnosti ogroženih območij: Škoda na travniku po poplavnih vodah je neprimerljivo manjša kot na kmetijskih površinah;
- zaščitni ukrepi pri projektiranju novih ali sanaciji starejših objektov: Z zaščitnimi ukrepi lahko onemogočimo vdor vode v objekt ali pa vsaj poskušamo zmanjšati posledice;
- obveščanje ogrožene skupine ljudi in izgradnja možnih opozorilnih sistemov;
- delovanje organizirane službe za redno in izredno zaščito pred poplavami.

5 ZAGOTOVITEV POPLAVNE VARNOSTI NA POREČJU SAVINJE

5.1 Pregled predvidenih protipoplavnih ukrepov v Spodnji Savinjski dolini

V Državnem prostorskem načrtu za zagotavljanje varnosti v Spodnji Savinjski dolini so za varovanje pred visokimi vodami predvidene naslednje ureditve (Načrt upravljanja voda na VO Donave, 2009):

Predvideni ukrepi so:

- izgradnja suhih zadrževalnikov ob Savinji: Levec, Petrovče, Dobriša vas, Roje, Šempeter1, Šempeter 2, Latkova vas in Dobrteša vas;
- izgradnja suhih zadrževalnikov ob Bolski: Kaplja vas in Trnava;
- kompleksna ureditev Savinje (sanacija in dvig obstoječih visokovodnih nasipov, stabilizacija dna vodotoka);
- ureditev merskih postaj pretokov na kontrolnih prerezih;
- ureditev odzemnih mest vgradnega materiala za nasipe.

Lokacije posameznih suhih zadrževalnikov so predstavljene v nadaljevanju na slikah 14 in 15.

Dodatno se upoštevajo tudi naslednja izhodišča:

- celotno območje, kjer je bil prvotno načrtovan zadrževalnik Vrbje, se zaradi renaturacije opredeli kot poplavno območje pri visokih vodah Savinje;
- naseljena območja Vrbja in Roje se zavaruje z visokovodnim nasipom;
- na območju zadrževalnikov Dobriša vas in Petrovče se trase nasipov ob Savinji optimizirajo s premikom proti severu;
- z dodatnimi preveritvami se poskuša na območju zadrževalnika Šempeter izločiti območje športnega centra.

5.2 Opis predvidenih protipoplavnih ukrepov v Spodnji Savinjski dolini

V nadaljevanju so podrobneje opisane predvidene ureditve za izboljšanje poplavne varnosti v Spodnji Savinjski dolini. Poglavlja od 5.2.1 do 5.2.4 so povzeta po Investicijski dokumentaciji za črpanje kohezijskih skladov, 2014.

5.2.1 Zadrževalniki v Spodnji Savinjski dolini

Ureditev zadrževanja voda v suhih zadrževalnikih je predvidena z nasipi. Glede na njihov potek, jih ločimo na vzdolžne in prečne nasipe. Vzdolžni poteka vzdolž reke Savinje in preprečuje, da bi se odvzeta voda izlila nazaj v strugo in nekontrolirano izven predvidenih območij suhih zadrževalnikov. Prečni nasip pa poteka pravokotno na os Savinje in s priključkom na obstoječi teren preprečuje pretakanje visokih vod po poplavnem območju.

5.2.2 Ureditev nasipa Vrbje

Izvede se visokovodni nasip Vrbje v dolžini 1257.1 metra. Predviden je v zaledju sedanjega ribnika Vrbje, večinoma ob desnem bregu Struge vse do mostu čez Savinjo v Grižah pa do priključka na nasip Savinje pod zadrževalnikom Roje. Širina krone nasipa znaša 4.0 m, višina nasipa pa od 1.8 m do 3.2 m. Naklon brežin je 1:2.

V letu 2004 se je zaključila sanacija leve brežine in visokovodnega nasipa Savinje v Vrbju v dolžini 660 m. Ta odsek je predstavljal eno najbolj ogroženih območij Savinje v Spodnji Savinjski dolini, saj so poškodbe brežine segale vse do krone nasipa. Peta brežine je bila izvedena iz skal premera do 2 m. Da nebi prišlo do porušitve so skale pete brežine in prvi kamni po brežini med seboj povezani z betonom. Na mestih, kjer so bile poškodbe se je vgradil in komprimiral apnenčev agregat s primesjo preperine in glinenega materiala.

Brežina je zavarovana s kamni debeline do 80 cm. Stiki med kamni so humusirani in zatravljeni. Z izvedenimi ukrepi je zagotovljena stabilnost brežine in nasipa na Savinji v Vrbju, posledično pa je povečana poplavna varnost pribrežnih površin, Vrbja in Žalca ter tudi dolvodnih urbaniziranih območij.

5.2.3 Ureditev potoka Lava

Predvideno je čiščenje posameznih odsekov. Izvede se čiščenje nepotrebne zarasti, iz korita potoka se odstrani višek nanosov materiala in uredi se območje potoka na odseku iztočnih objektov iz zadrževalnikov Dobriša vas in Petrovče. Predvidenih je tudi 5 novih mostov na Lavi in 7 na Strugi.

5.2.4 Ureditev Podvinske struge

Na sliki 11 vidimo Podvinsko strugo na sotočju z reko Savinjo. Na celotni dolžini obravnavanega odseka je predvideno strojno čiščenje korita. Odstrani se nanose in večjo zarast ter uredi območja potoka na odseku vtočnih in iztočnih objektov iz zadrževalnika Dobriša vas in Roje. Iz korita in brežin se odstrani odmrla drevesa in drevesa, ki ovirajo pretok vode v koritu. Večje poškodbe se zavarujejo s kamni, ki se položijo med korenine drevesne zarasti, manjše pa z raznimi podtaknjenci in vrbovimi popleti.



Slika 11: Podvinska Struga na sotočju s Savinjo (Geago, 2016)

5.3 O projektu »Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi«

V okviru projekta »Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi« je bila predvidena izvedba ukrepov za zmanjševanje ogroženosti poseljenih površin pred škodljivim delovanjem voda na območjih občin Celje, Vojnik, Laško in Luče, ki so prikazana na sliki 12. Gre za prvo fazo celovitega urejanja poplavne varnosti na porečju Savinje.



Slika 12: Prikaz območja projekta »Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi« (Porečje Savinje, 2016)

Cilj projekta je z lokalnimi ukrepi zmanjšati poplavno ogroženost lokalnih urbanih območij. Lokalni ukrepi zajemajo izgradnjo novih in obnovo obstoječih objektov vodne infrastrukture, čiščenje in poglobljanje pretočnih profilov struge Savinje in pritokov, izgradnjo suhih zadrževalnikov ter aktivacijo razpoložljivih retenzijskih površin za povečanje zadrževanja vode.

Izvedba projekta se je pričela v maju 2012, njegova vrednost je bila ocenjena na 45,5 milijonov evrov, od katerih jih je 85 % zagotovljenih iz kohezijskega sklada Evropske unije, 15 % pa iz proračuna Republike Slovenije.

Kot navajajo Skutnik in sod., (2013), je prva faza projekta, po vsebini, razdeljena na tri glavne sklope:

1. Ureditev poplavne varnosti na območju Mestne občine Celje
2. Ureditev poplavne varnosti na območju pod Laškim
3. Ureditev poplavne varnosti na območju Luč

S predvidenimi ukrepi se bo ogroženost pred škodljivim delovanjem voda zmanjšala na približno 1500 ha poseljenih površin. Območja bodo poplavno varna pred visoko vodo s povratno dobo do približno 100 let (Skutnik in sod., 2013).

Glavni namen zagotavljanja poplavne varnosti ob Savinji ni ožanje obstoječih poplavnih površin, ampak zagotavljanje kontroliranega razlivanja. Z izgradnjo zadrževalnikov, ki so načrtovani v okviru DPN-ja, se bodo ponovno aktivirala le stara poplavna območja. Visoke vode pa bodo bolj kontrolirane z izgradnjo visokovodnih nasipov in zapornic. Zadrževanje poplav se bo izvajalo le na tistih območjih zadrževalnikov, kolikor bo potrebno za znižanje pretokov.

Poudariti je potrebno, da projekt predstavlja samo prvo fazo potrebnih ukrepov za zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem visokih voda na porečju Savinje (Skutnik in sod., 2013).

V predvidenih nadaljnjih fazah projekta bo potrebna predvsem izgradnja sistema suhih zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini. Šele ko bodo zgrajeni suhi zadrževalniki, bodo tej skupaj z obravnavanimi lokalnimi ukrepi zagotovili večjo varnosti pred škodljivim delovanjem visokih voda. Tako bodo novi posegi v ta prostor, z vidika varstva pred škodljivim delovanjem visokih voda, možni in dopustni brez večjih omejitev. Kot opozarjajo načrtovalci projekta zagotavljanja protipoplavne varnosti se moramo zavedati, da popolne varnosti pred škodljivim delovanjem voda ne moremo doseči.

5.4 Cilji in koristi protipoplavnih ukrepov

Čeprav so bili na Savinji v zadnjih 100 letih izvedeni nekateri infrastrukturni protipoplavni ukrepi, so večji poplavni dogodki v zadnjih 20 letih pokazali, da ti ukrepi pred poplavami ne morejo ustrezno zaščititi ljudi, zemljišč in infrastrukture. Pogostost poplav se je na območju Savinjske doline v zadnjih dveh desetletjih zelo povečala. V tem času so visoke vode povzročile veliko škode na obstoječi vodni infrastrukturi, še posebej na jezovih in nasipih za zaščito visokih voda na območju Spodnje Savinjske doline. Posledice poplav so bile zato še hujše na urbanih območjih Celja in Laškega ter drugih naseljih Spodnje Savinjske doline. Prav tako se je hkrati povečala poplavna škoda.

Kot smo omenili že v prejšnjem poglavju se bo celovita obravnava problematike poplavne varnosti izvajala v dveh fazah.

Po izvedenih lokalnih ukrepih prva faze projekta se bo zmanjšala poplavna ogroženost na približno 1.475 hektarov naseljenih površin Celja, Laškega in Luč. Neposredno korist od ukrepov bo imelo več kot 12.000 ljudi.

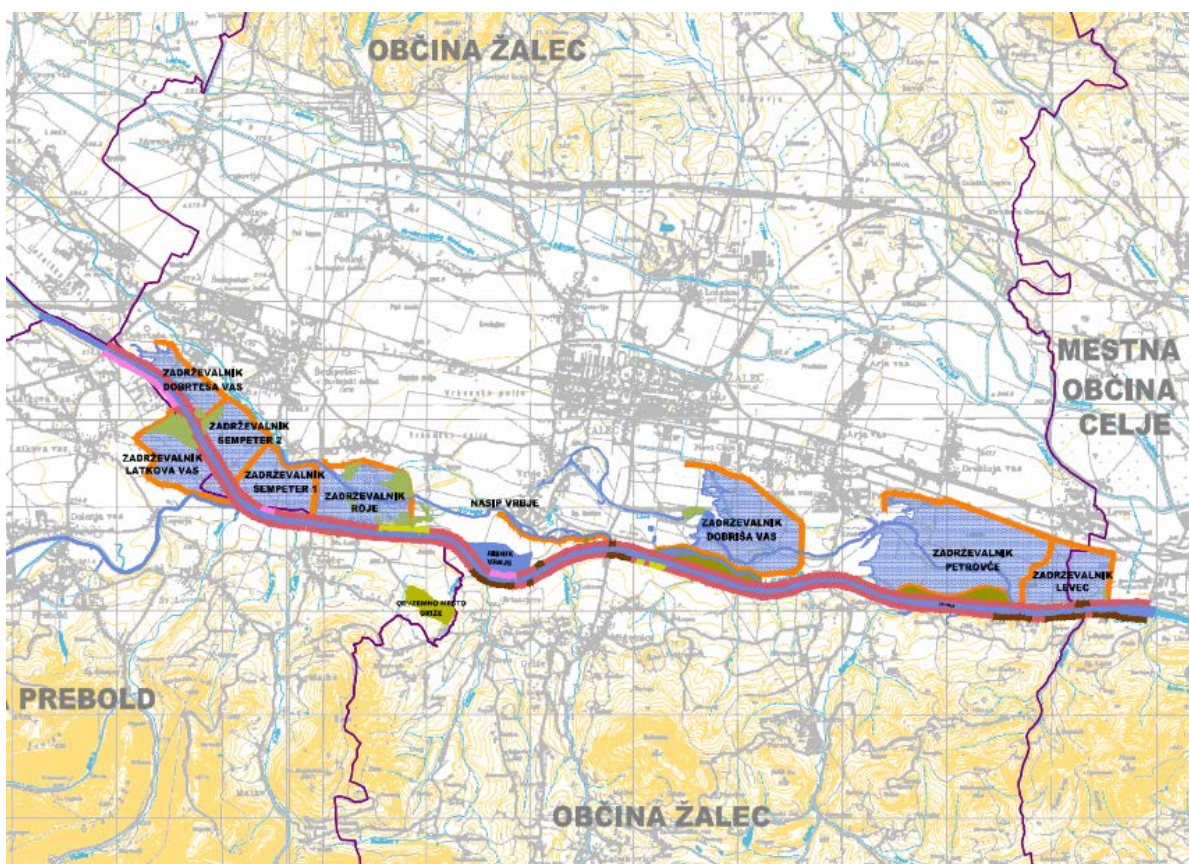
Na območjih, kjer se bodo izvedli lokalni ukrepi se bo zmanjšalo tveganje pred poplavami. Omogočen bo tudi hitrejši razvoj regije, saj zaščitni ukrepi upoštevajo cilje trajnostnega

okoljskega in prostorskega razvoja. Na tem mestu velja omeniti tudi nevarnost teženj po širitvah pozidave poplavnih območij.

Šele po končanju protipoplavnih ukrepov širšega značaja v drugi fazi projekta, ko bo zgrajenih deset suhih zadrževalnikov na Savinji in Bolski, pa bo predvidoma dosežena poplavna varnost na celotnem porečju Savinje, vključno s poplavno zaščito Celja in Laškega pred visokimi vodami s povratno dobo 100 let.

5.5 Območje ureditve suhih zadrževalnikov vzdolž struge Savinje

V diplomski nalogi smo analizirali velikost naravnih poplavnih območij na odseku Savinje vzdolž katerega so predvidene ureditve suhih zadrževalnikov. Lokacije za zadrževanje visokih voda so predvidene na območju Spodnje Savinjske doline od Levca do mostu na glavni cesti pri Ločnici (Šempeter). Gre za ravnine, kjer je Savinja v preteklosti že poplavljala, t.j. med Savinjo in naselji Šempeter, Žalec, Vrbje, Petrovče in Levec oziroma železniško progo na levem bregu in na območju med Latkovo vasjo in reko Bolsko na desnem bregu. Slika 13 prikazuje obravnavan odsek in območja predvidenih suhih zadrževalnikov.



Slika 13: Območje obravnave (DPN, 2011)

Območje celotne spodnje Savinjske doline uvrščamo med poplavno zelo ogrožena področja v Sloveniji. Rečno korito reke Savinje se je skozi leta postopoma poglobljalo, povečala se je njena prevodnost nad Celjem, posledično pa se je bistveno zmanjšala možnost razlivanja voda. V naseljih spodnje Savinjske doline ter v mestih Celje in Laško, le z lokalnimi protipoplavnimi ureditvami prizadetih območij, ni možno zagotoviti dovolj velike poplavne varnosti. Omogočiti je potrebno zadrževanje visokih voda, zato je potrebno predvideti ureditve na katerih bodo urejene naravne retenzije (DPN, 2011). Osnovni cilj izgradnje suhih zadrževalnikov je zadrževanje dela poplavnega vala in posledično zmanjšanje njegove konice (Skutnik, 2005). Podaljšanje trajanja poplavnega vala je lahko problematično, saj povzroči sovpadanje konic pretoka z drugimi rekami (npr. Savo).

Na poplavnih območjih je, za zmanjšanje ogroženosti urbanih naselij, ključnega pomena zadrževanje visokih voda. Območja, ki so predvidena za zadrževanje so neposeljena, pretežno kmetijska zemljišča, hkrati pa tudi obstoječa poplavna območja. V ta namen je ob Savinji predvidenih 8 suhih zadrževalnikov za razlivanje in zadrževanje visokih voda z imeni Levec, Petrovče, Dobriša vas, Roje, Šempeter 1, Šempeter 2, Dobrteša vas in Latkova vas. Prav tako, pa sta ob Bolski predvideni še dve lokaciji, in sicer Kaplja vas in Trnava (Skutnik, 2005).

Za funkcionalno koriščenje zadrževalnih prostorov ob Savinji so v DPN predvideni vtočni in iztočni objekti na katerih bodo vgrajene zapornice. Za upravljanje z zapornicami zadrževalnikov v času nastopa visokih voda je predvideno daljinsko vodenje preko območnega centra vodenja in lokalnih centrov vodenja.

Vtočni objekt z ustrezno hidromehansko opremo in umirjevalnim bazenom je predviden na gorvodni strani zadrževalnika in omogoča kontrolirano polnjenje posameznega bazena. Začetek prelivanja v zadrževalni prostor je predviden ob nastopu visokovodnega poplavnega vala. Konica visokovodnega vala traja približno 6 ur in tolikšen čas je prav zato predviden za polnjenje. Predviden čas za zadrževanje 100 letnega poplavnega vala v zadrževalnem prostoru je maksimalno 24 ur. Ko se gladina vode v strugi zniža oziroma po umiku poplavnega vala, se zadržane vode izpustijo nazaj v Savinjo. Za praznjenje zadrževalnega prostora je predviden iztočni objekt z ustrezno hidromehansko opremo. Ta omogoča kontroliran izpust vode nazaj v strugo Savinje, istočasno pa se lahko koristi kot varnostni izpust v primeru, da se gladina vode v zadrževalniku nenadno zviša (Skutnik, 2005).

V zaplavnem prostoru posameznih zadrževalnikov potekajo poljske ceste in poti pretežno v makadamski izvedbi. Tu se nahajajo tudi posamezni objekti, za katere bo potrebno izvesti odkup ali jih prestaviti na drugo lokacijo (Skutnik, 2005).

Skupna značilnost sistema zadrževalnikov v spodnji Savinjski dolini so bočni vtoki na robovih brežin Savinje. Vtok v zadrževalnike je odvisen od delovanja zapornic in tudi od gladine vode v osnovni strugi. Bistvena razlika zadrževalnikov Kaplja vas in Trnava glede na zadrževalnike ob Savinji je predvsem prečna postavitev nasipov preko struge Bolske. Zapornični objekt bo iz zadrževalnika spuščal pretok, ki bo določen glede na maksimalno prevodnost struge Bolske dolvodno. V primeru izrednih razmer na Savinji (npr. poškodbe nasipov zadrževalnika, polni zadrževalniki, okvara zapornic) pa bo lahko iztok iz zadrževalnikov praktično popolnoma zaprt (ohranjen bo le minimalni pretok). Zadrževalnika na Bolški imata zato zelo pomembno vlogo, saj predstavljata tudi neke vrste varovalko v sistemu (Zidarič, 2009).

Raba prostora znotraj zadrževalnikov bo ostala nespremenjena, še naprej bo predvidoma namenjena intenzivni kmetijski pridelavi. Poplavna voda bo na območjih zadrževanja stala, kar ne bo povzročilo nekontrolirane erozije zemlje na kmetijskih površinah. Zaradi ureditve Savinje in kontroliranega poplavljanja bodo območja zadrževalnikov preplavljena manj pogosto oziroma bo možno pogostost poplav celo zmanjšati (Skutnik, 2005).

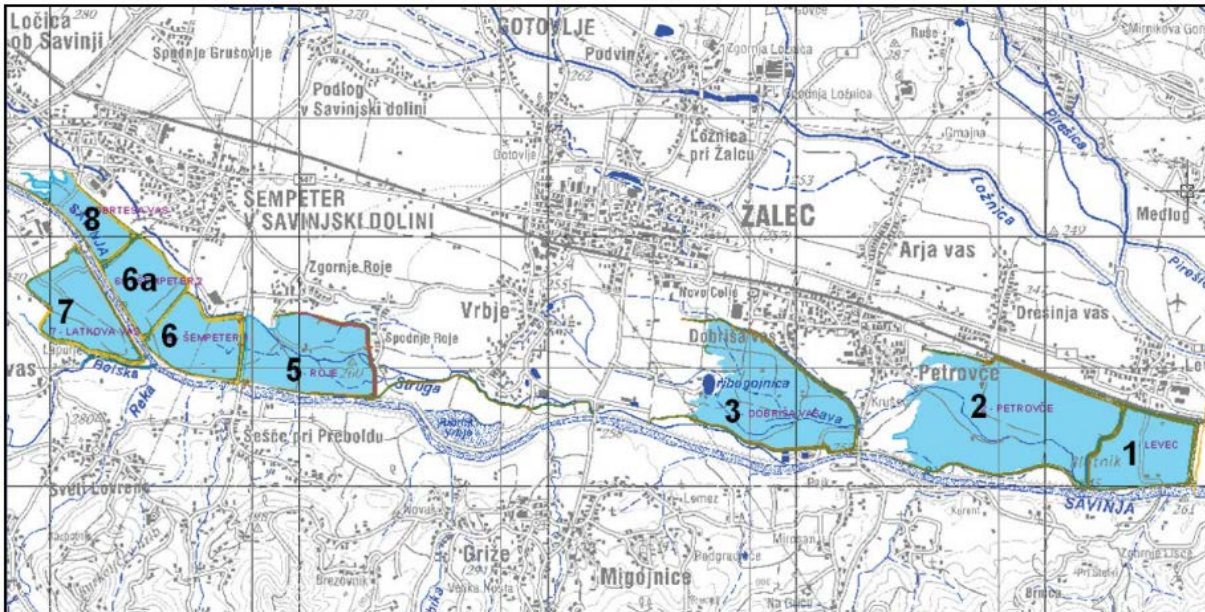
DPN predvideva izvajanje vseh del tako, da bo upoštevano načelo sonaravnosti in krajinsko ekološki vidik.

V preglednici 2 so prikazani podrobnejši podatki o suhih zadrževalnikih.

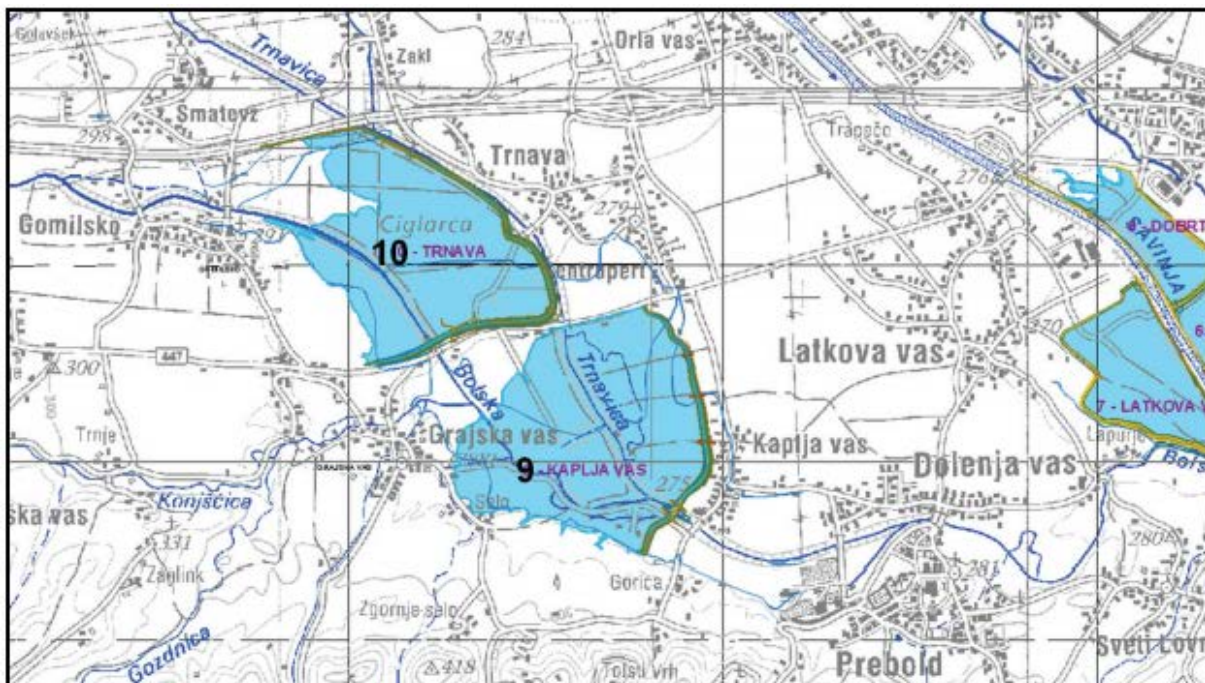
Preglednica 2: Podatki posameznih suhih zadrževalnikov (povzeto po Zidarič, 2009 in Osnutek DPN, 2011)

Št. Zadrževalnika	Zadrževalnik nasip	Dolžina nasipa (m)	Razlivna površina (m ²)	Kota krone nasipa (mNV)	Max. višina (m)	Max. gladina (mNV)	Prostornina (m ³)
1	Levec	1.504	415.170	245,80	4,60	245,00	826.000
2	Petrovče	4.085	1.219.860	247,80	4,60	247,00	1.761.950
3	Dobriša vas	3.808	683.240	252,30	4,50	251,50	746.435
5	Roje	2.000	495.500	252,30	4,20	262,50	728.565
6	Šempeter 1	1.202	351.540	267,30	6,50	266,50	1.053.980
6a	Šempeter 2	1.170	293.480	269,30	4,40	268,50	601.220
7	Dobrteša vas	1.670	224.450	271,80	4,70	269,50	417.710
8	Latkova vas	2.661	392.900	270,30	5,00	271,00	1.047.335
	Skupaj						7.183.195
9	Kaplja vas	1.583	934.120	279,00	5,20	278,50	1.486.320
10	Trnava	3.100	950.180	285,50	6,80	284,50	2.459.075
	Skupaj						3.945.395

Skupni volumen zadrževalnikov znaša $11.128.590 \text{ m}^3$, kar predstavlja 10–20 % volumna posameznih poplavnih valov s 100 letno povratno dobo. S sistemom suhih zadrževalnikov je ob pojavu stoletnih poplavnih voda možno zagotavljati in vzdrževati projektni pretok za protipoplavne ureditve, ki na vstopu v Celje znaša $950 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zidarič, 2009).



Slika 14: Prikaz suhih zadrževalnikov na Savinji (Zidarič, 2009)



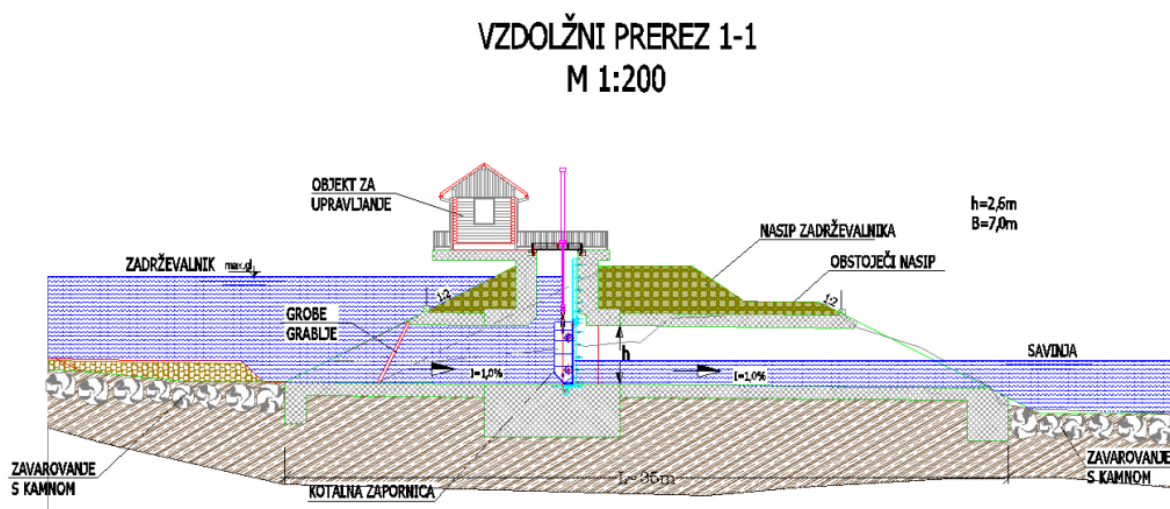
Slika 15: Prikaz suhih zadrževalnikov na Bolski (Zidarič, 2009)

5.5.1 Izvedba suhih zadrževalnikov na Savinji

Za vsak zadrževalnik je torej potrebno zgraditi visokovodne nasipe. Nasip je zgrajen iz glinasto-meljastega materiala. Po končani izvedbi nasipa se brežine izravnavajo, humusirajo in zatravijo. Širina krone nasipa znaša 4 m, po njej pa je predvidena cesta širine 3 m, ki je namenjena za vzdrževanje nasipa. Kjer so predvidene največje višine nasipa se glineno jedro nasipa zadrževalnika vkoplje v sedanjí teren do globine 2 metrov. Širina krone nasipa znaša 4 m, naklon brežin pa je na vodni in zračni strani nasipa enak in znaša 1:2.7. Maksimalna višina nasipa znaša 4.6 m in se postopoma znižuje proti priključku na obstoječi teren, s tem se tudi manjša širina nasipa ob vznožju. Na notranji in zunanji strani je predviden odvodni jarek.

Pomembno vlogo pri delovanju suhih zadrževalnikov predstavljajo vtočni in iztočni objekti. Zasnovani morajo biti tako, da pričnejo delovati šele pri izbrani visoki vodi in ne smejo vplivati na normalne pretoke vode.

Kot vtočno/iztočni objekti na Savinji so predvidene so armirano - betonske konstrukcije. Imajo vlogo prepusta pod nasipom in omogočajo vgradnjo in obratovanje kotalne zapornice v osrednjem delu. Na sliki 16 je prikazan vzdolžni prerez objekta na vtoku z vgrajeno kotalno zapornico.



Slika 16: Vzdolžni prerez vtočnega objekta (Skutnik, 2005)

Upravljanje z zapornicami v času nastopa visokih voda je predvideno s postavitvijo območnega centra vodenja (OCV), lokalnega centra vodenja (LCV) in merskih postaj pretokov. OCV je predviden v mestu Celje ali lokaciji bližje zadrževalnikov, LCV na vseh

vtočnih in iztočnih objektih, merske postaje pretokov pa bodo locirane na vseh značilnih prerezih reke Savinje (Skutnik, 2005).

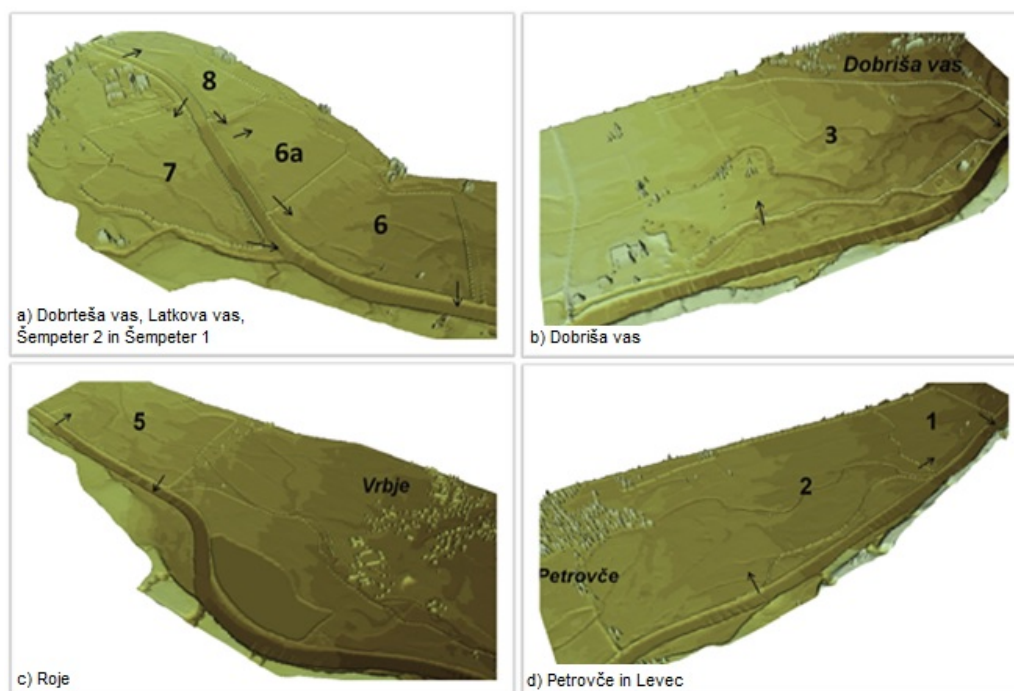
Zaradi velikih hitrosti vode je treba pri vtočnih objektih v zadrževalnik izvesti podslapje. Prav tako je na tem območju potrebno nasipe zavarovati s kamnometom, da ne bi prišlo do izpiranj nasutja, kar posledično lahko vodi do porušitve nasipa.

Ob upadu nivoja vode v strugi reke Savinje je potrebno čimprejšnja izpraznitev zadrževalnih prostorov. To dosežemo z odpiranjem zapornic, ki omogočajo kontroliran izpust voda iz suhih zadrževalnikov nazaj v reko Savinjo.

Voda se mora v zadrževalnih prostorih zadržati tako dolgo, da se zniža gladina vode v strugi, prav tako pa se v zadrževalniku ne sme zadrževati predolgo, saj ta služi več namenom. V času ko so prazni, so lahko namenjeni npr. intenzivni kmetijski pridelavi, rekreaciji.

5.5.2 Sistem suhih zadrževalnikov na Savinji

Na sliki 17 je prikazan sistem polnitve suhih zadrževalnikov na Savinji. Medtem, ko se bodo zadrževalniki Dobrteša vas, Latkova vas, Roje, Dobriša vas in Petrovče polnili iz struge reke Savinje, se bosta Šempeter 1 in Levec polnila iz prvega gorvodnega zadrževalnika, to sta Šempeter 2 in Petrovče. Šempeter 2 pa bo vodo dobival tako iz struge reke Savinje, kot tudi iz gorvodnega zadrževalnika Dobrteša vas.



Slika 17: Sistem polnitve suhih zadrževalnikov na Savinji (Povzeto po Zidarič, 2009)

6 PROGRAMSKO ORODJE SAGA GIS

V diplomski nalogi smo uporabili programsko orodje SAGA GIS (ang. System for Automated Geoscientific Analyses), ki je brezplačen, odprtokodni sistem, namenjen za upravljanje prostorskih podatkov (Sourceforge, 2016). Razvit je bil na Univerzi Göttingen v Nemčiji in omogoča uvoz različnih vrst datotek, kar predstavlja glavni predpogoj za samodejno izvedbo prostorskih analiz. Pomemben element tega programskega paketa je seznam orodij, ki omogočajo analiziranje in izdelovanje novih podatkovnih slojev iz prostorskega podatka DMR (Olaya, 2004).

Za uporabnika, ki se še ni srečal z GIS področjem, kot tudi za uporabnika, ki želi izvajati zahtevne GIS analize, je SAGA GIS dobra izbira. Vsebuje zelo veliko zbirko algoritmov in je močno orodje, predvsem za analize digitalnih modelov reliefa. Kljub temu, da je program enostaven za uporabo, pa SAGA GIS omogoča delo tako z vektorskimi, kot tudi rastrskimi podatkovnimi sloji. Podpira večino dobro poznanih podatkovnih formatov obeh podatkovnih tipov, to pa uporabniku omogoča uporabo podatkov različnih virov (Sourceforge, 2016).

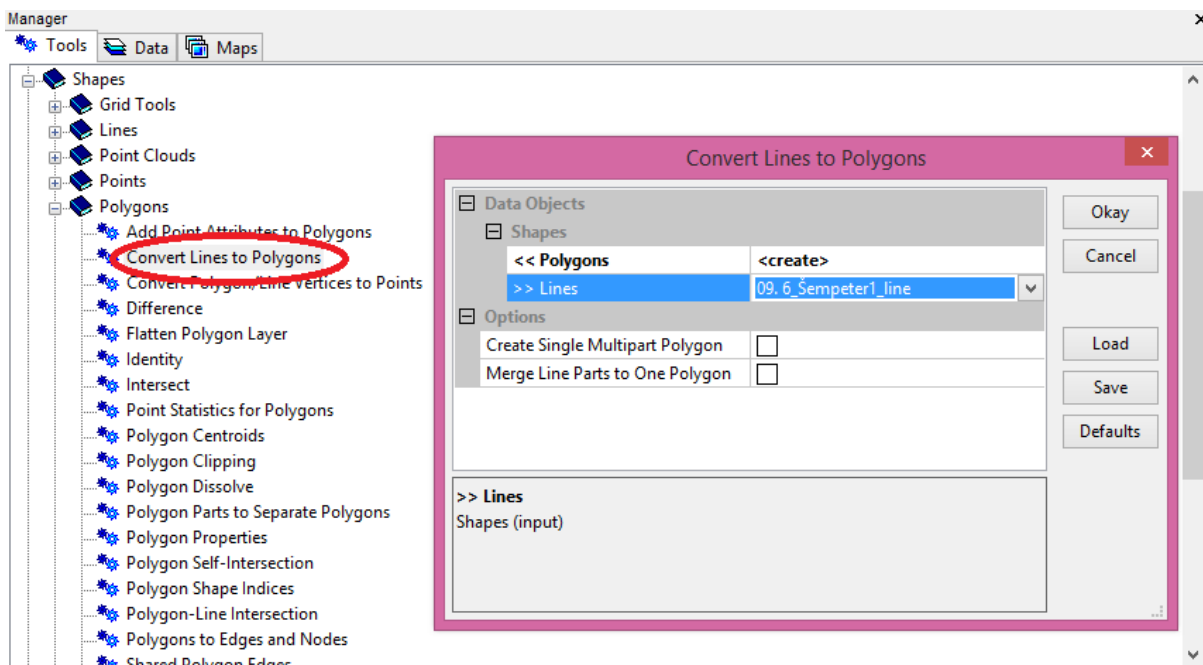
Vhodni podatki, ki smo jih v programu SAGA uporabili za namen izračuna volumnov vode so digitalni model reliefa izdelan na osnovi Lidarskega snemanja (računska mreža z gostoto celic 1 x 1 m), podatkovni sloj obsega razlivanja poplavnih voda v poplavnih dogodkih leta 1990, 1998 in 2007, ki smo jih razdelili na manjše poligone ter podatkovni sloj prostorskih razsežnosti suhih zadrževalnikov.

V delovnem okolju programa SAGA lahko izbiramo med tremi zavihki. Ti so Modules, Data in Maps. Pod zavihkom Modules so zbrani vsi moduli s katerimi lahko izvajamo različne operacije. V zavihku Data se po vsaki izvedeni operaciji pojavi podatkovni sloj, ki ga z dvoklikom lahko prikažemo na karti. Zavihek Maps pa uporabniku nudi možnost preklapljanja med posameznimi podatkovnimi sloji.

Opis postopkov izračunov v programu SAGA smo ponazorili na poljubno izbranem suhem zadrževalniku Šempeter 1 in poplavnem dogodku za leto 1990 (Slike 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25).

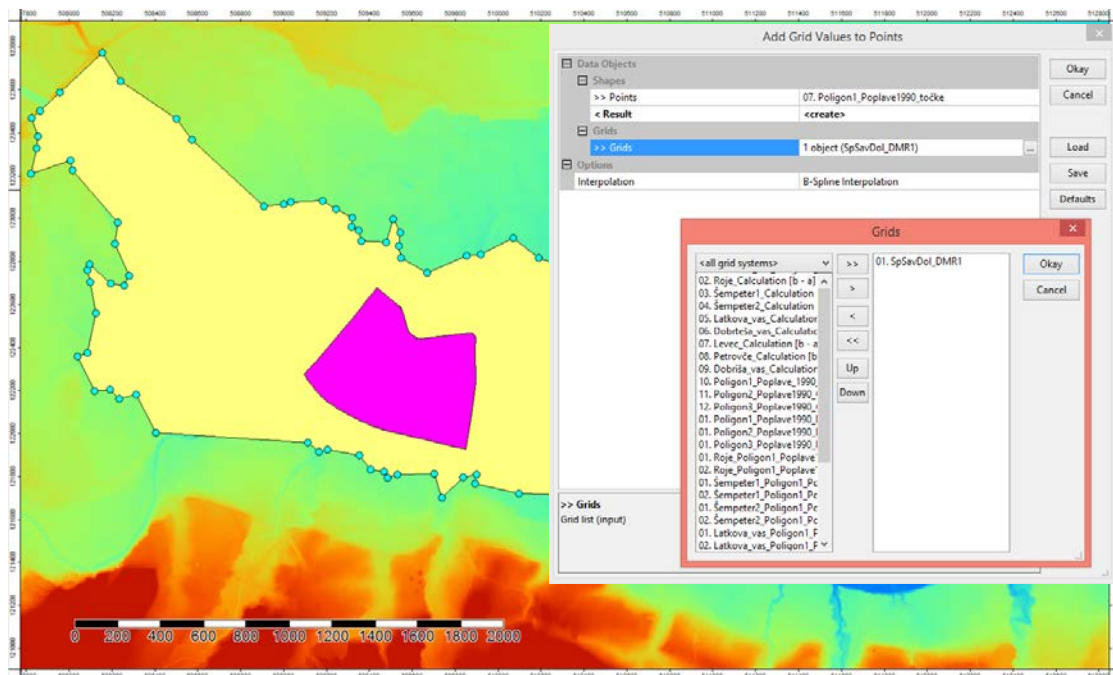
V prvem koraku je bilo treba uvoziti vhodne podatke v program. Za uvoz digitalnega modela reliefa smo uporabili ukaz Import/Export - Grids - Import ESRI Arc/Info Grid. Podatkovne sloje poplavnih dogodkov in suhih zadrževalnikov pa smo uvozili z ukazom File - Shapes - Load.

Sledil je korak, s katerim smo pretvorili linije zadrževalnikov in poplavnih območij v poligone. Uporabili smo ukaz Convert Lines to Polygons in ga za zadrževalnik Šempeter 1 ponazarja slika 18.



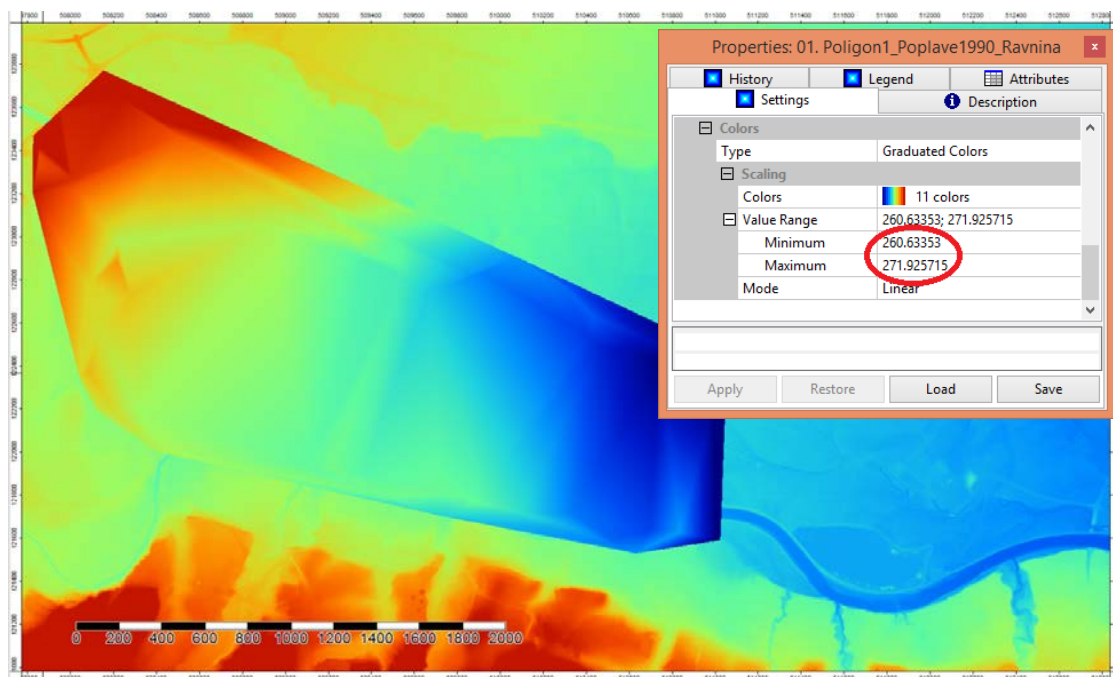
Slika 18: Pretvorba linij zadrževalnika v poligon

V naslednji fazi so bile z modulom Convert Polygon / Line Vertices to Points meje poligona poplavnih območij spremenjene v točke z vrednostmi x in y. Na osnovi vhodnega podatka digitalnega modela reliefa smo z modulom Add Grid Values to Points tem točkam pripisali tudi višinske vrednosti, kar je prikazano na sliki 19.



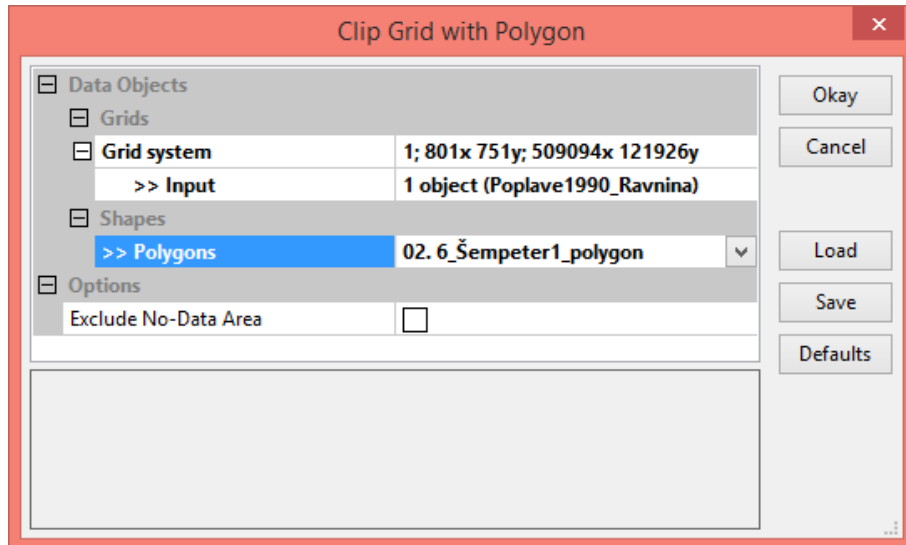
Slika 19: Pripis podatkov mreže digitalnega modela reliefa točkam na mejah poligonov

Ko smo vsakemu od poligonov določili višinske točke na zunanjem robu smo s pomočjo modula Gridding - Triangulation interpolirali višine za celotno območje. Rezultat izračuna je ravnina, za katero program izračuna tudi maksimalno in minimalno vrednost. V našem primeru je ta vrednost globina vode. Interpolirana ravnina z maksimalno in minimalno globino vode je prikazana na sliki 20.



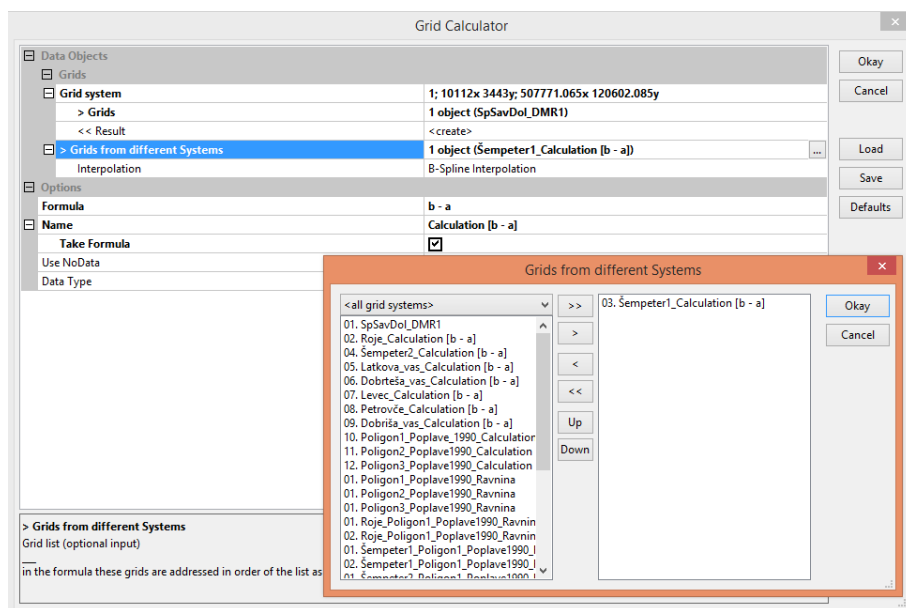
Slika 20: Kot rezultat interpolacije višin točk na robu poligona dobimo ravnino

Ravnino poligonov za vsak poplavni dogodek je bilo treba obrezati na velikost poligona zadrževalnika. To smo storili z modulom Clip Grid with Polygon, kot to ponazarja slika 21.

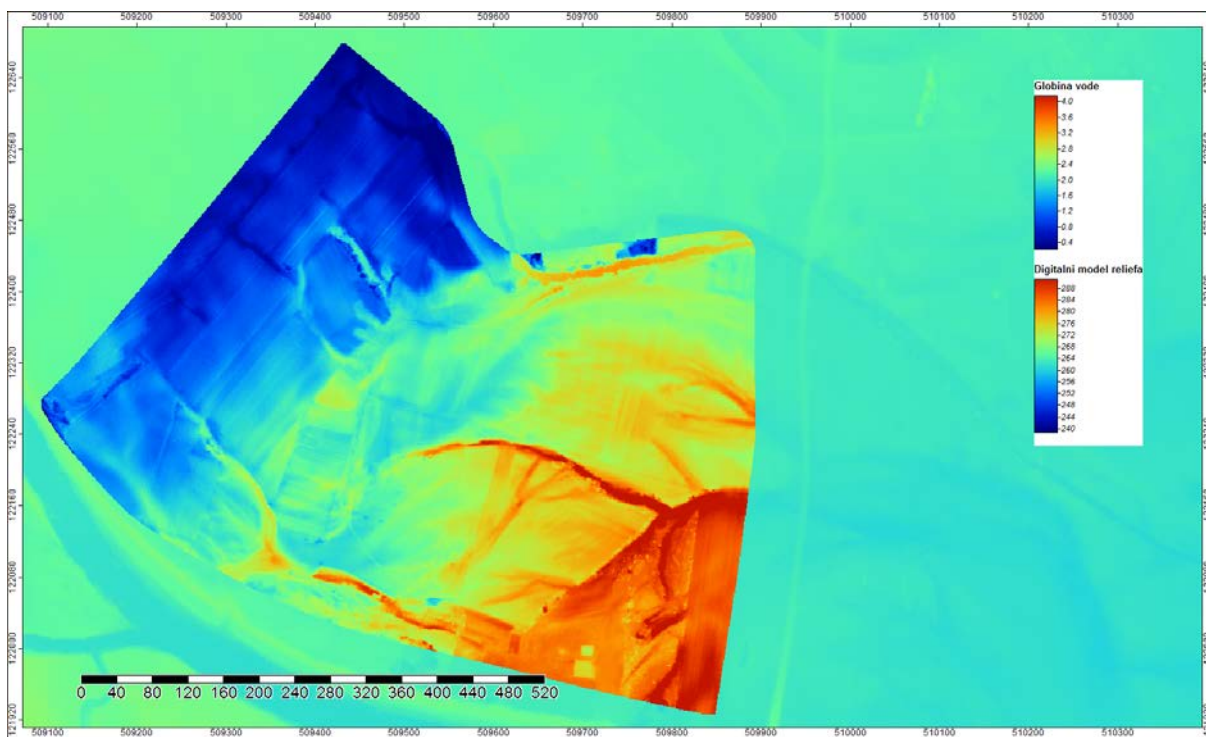


Slika 21: Obrezovanje ravnine poplavnih voda na velikost poligona zadrževalnika ali poligona poplavne vode

Z modulom Grid Calculator pa smo izračunali razliko med obrezanimi ravninami poplavnih dogodkov in digitalnim modelom reliefa. Na sliki 22 je prikaz vhodnih podatkov, rezultat izračuna pa je prikazan na sliki 23. Kot vidimo v legendi slike program globini vode ter digitalnemu modelu reliefa dodeli različni lestvici, zato ju po barvah neposredno ne moremo primerjati med seboj.

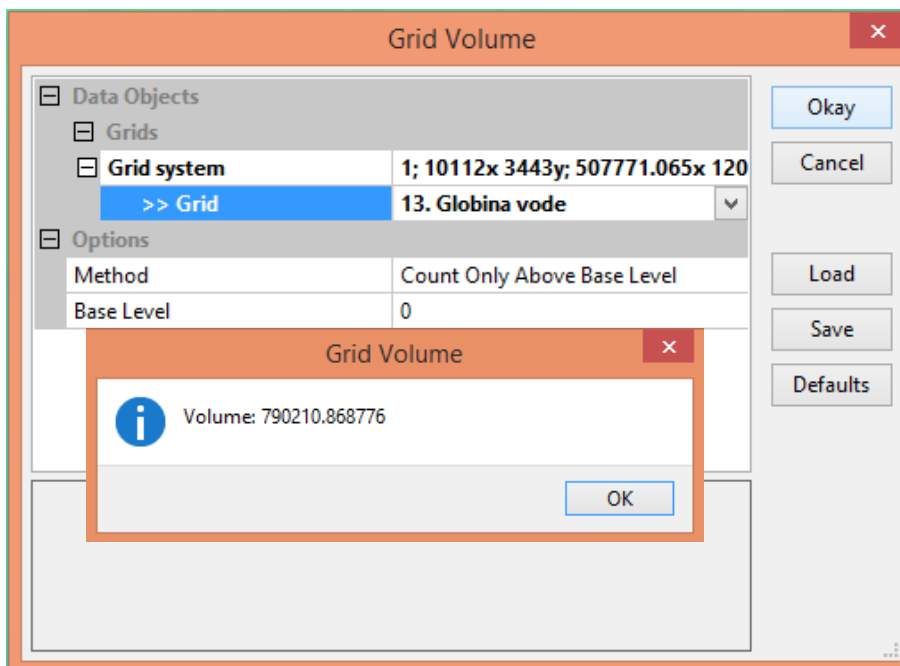


Slika 22: Prikaz vhodnih podatkov za izračun višine vode v zadrževalnem prostoru.



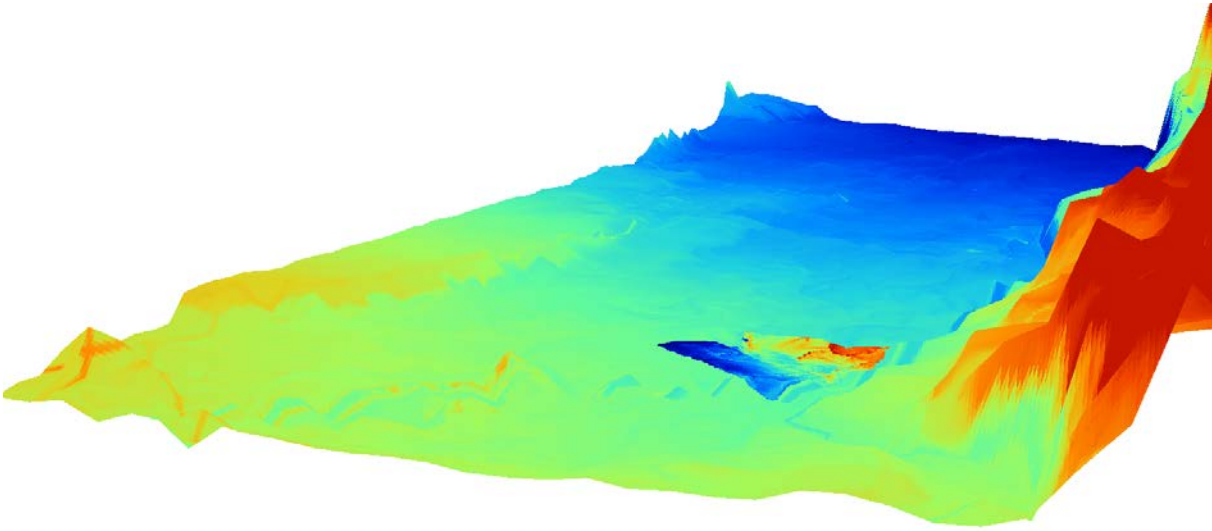
Slika 23: Prikaz globine vode na poplavnem območju

Na sliki 24 je prikazan postopek uporabe modula Grid volume. Ta nam ob izbiri želene računske mreže nudi izpis podatka o prostornini vode v posameznem poligonu.



Slika 24: Podatek o prostornini vode v posameznem poligonu

Program SAGA nam omogoča tudi 3D pogled na izbrana območja. Na sliki 25 smo ponazorili višinsko razliko med nivoji poplavne vode, ki se je naravno razlila na območje suhega zadrževalnika ter digitalnim modelom reliefa. Tudi prikaz z uporabo pretiranih višinskih razlik ni najboljši zaradi relativno majhnih naklonov terena na razmeroma dolgem območju.



Slika 25: 3D prikaz digitalnega modela reliefa in ravnine, ki ponazarja globino vode znotraj izbranega poligona

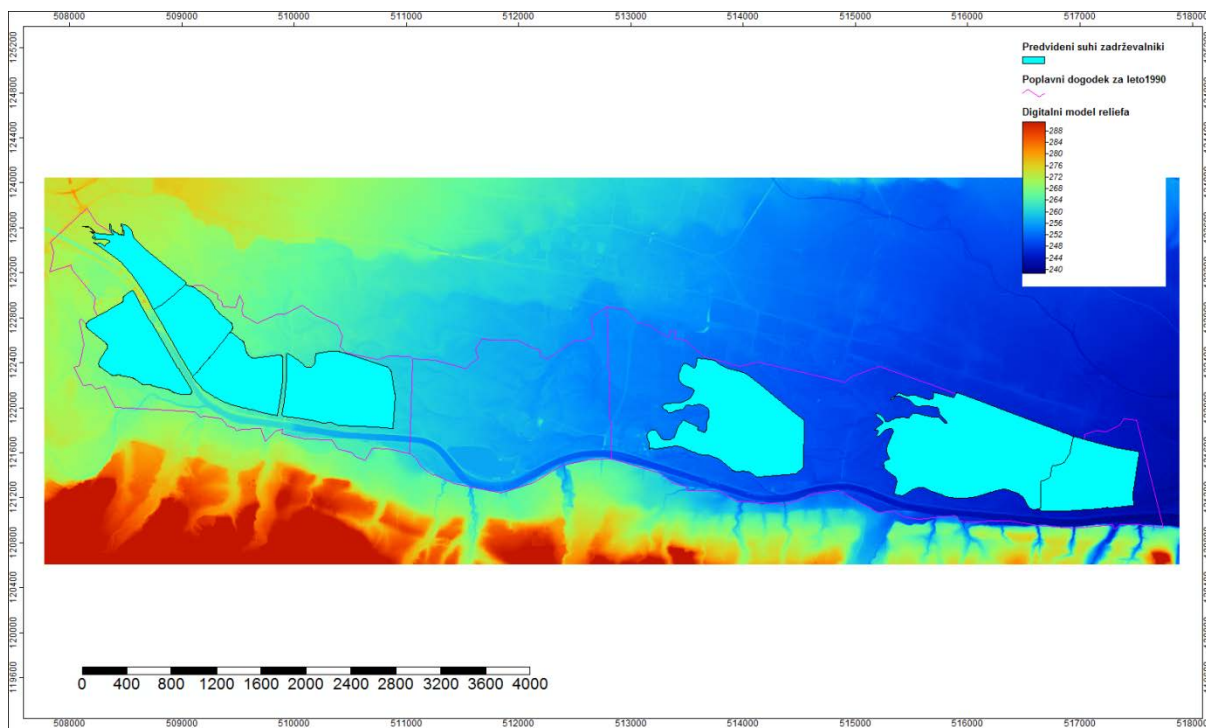
7 LOKALNI UKREPI UREDITVE POPLAVNE VARNOSTI NA IZBRANEM OBMOČJU

V naslednjih dveh poglavjih je prikazana volumska analiza vpliva suhih zadrževalnikov ob poplavnih dogodkih leta 1990, 1998 in 2007. Najprej smo izračunali volumne vode na območjih predvidenih zadrževalnih prostorov, nato pa tudi na celotnem območju obravnave. Osnovna predpostavka izračuna je statična situacija, upoštevan je torej maksimalni razpon poplavnih voda brez upoštevanja potovanja poplavnih voda po obravnavanem odseku.

7.1 Analiza izračuna volumnov vode na območjih zadrževalnikov

Za vsak poligon posameznega suhega zadrževalnika smo izračunali volumen vode, ki se je naravno razlila na njegovo območje. Volumni so izračunani na podlagi razlike med ravnino pridobljeno iz poligonov poplavnih voda in digitalnim modelom reliefa, ki je bil izdelan na podlagi Lidarskega snemanja. Volumni so prikazani za vsako poplavo posebej. Izračuni za visoke vode, ki so se naravno razlile iz struge reke Savinje in se zadržale na območjih, kjer so predvideni suhi zadrževalniki ob Savinji v letih 1990, 1998 in 2007, so prikazani v preglednicah 3, 4 in 5. Pred vsako tabelo pa je za vsako leto poplave, na slikah 26, 27 in 28, tudi prikaz poligonov predvidenih območij suhih zadrževalnikov, na katera so se pretekle poplavne vode naravno razlile.

Pri izračuni smo morali najprej določiti ravnino poplavnih poligonov. V prvem koraku je bilo potrebno podane poplavne poligone za vsako leto, razdeliti na več manjših poligonov. Vsakemu smo določili višinske točke na zunanjem robu poligonov in s pomočjo modula Gridding - Triangulation izračunali ravnine. Na vsakem območju je ravnina poplavnih voda približno linearno padala, kar je potrdilo ustreznost uporabljenih podatkov in metodologije. V naslednjem koraku smo izračunane ravnine obrezali na poligone zadrževalnikov in na poligone poplavnih območij. Rezultat izračuna so ravnine, ki za vsak zadrževalnik in leto poplave obsegajo območje, na katerega so se naravno razlile poplavne vode. Na podlagi posameznih ravnin in digitalnega modela reliefa je bilo mogoče na vsakem zadrževalniku izračunati volumen naravno razlite vode.

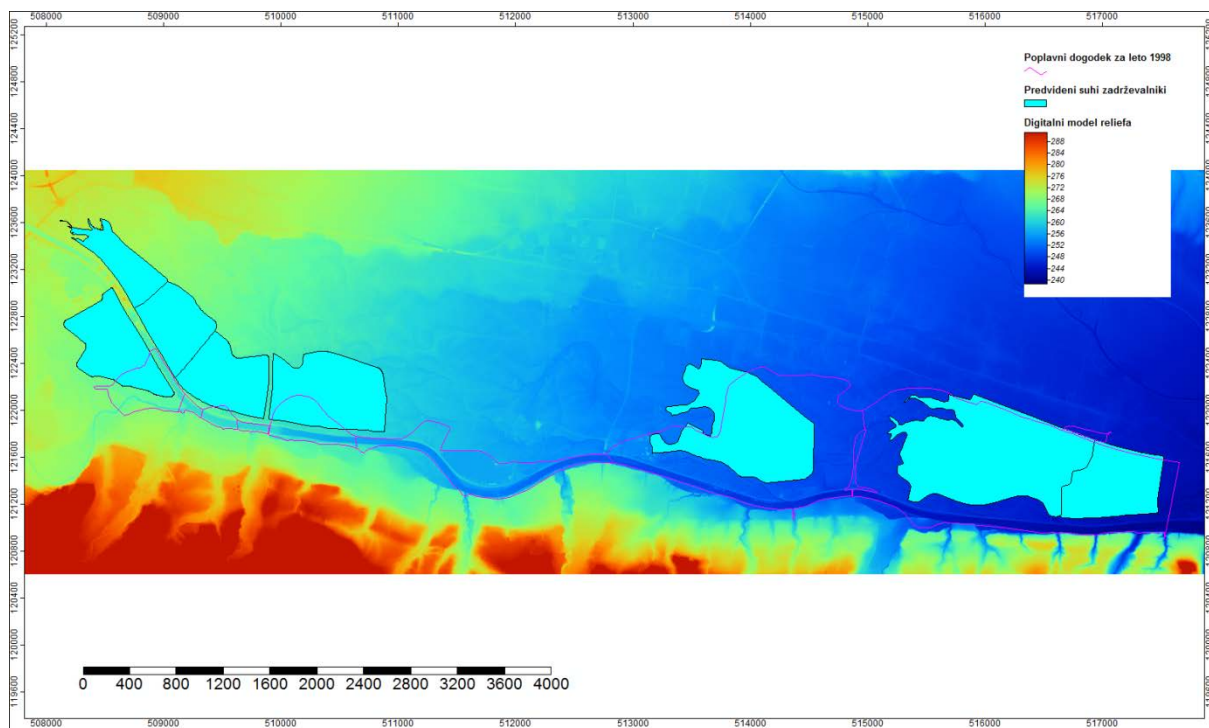


Slika 26: Prekrivanje zadrževalnikov in poplavne vode 1990

Preglednica 3: Volumni zadržane vode za poplavo 1990

Št.	Ime zadrževalnika	Volumen zadrževalnika (m ³)	Volumen 1990 (m ³)
1	LEVEC	826.000	686.164
2	PETROVČE	1.761.950	1.141.244
3	DOBRIŠA VAS	746.435	1.081.379
5	ROJE	728.565	1.181.270
6	ŠEMPETER 1	1.053.980	790.211
6a	ŠEMPETER 2	601.220	108.641
7	LATKOVA VAS	417.710	277.070
8	DOBRTIŠA VAS	1.047.335	21.618
	Skupaj	7.183.195	5.287.597

Leta 1990 se je na območju zadrževalnikov naravno razlilo 5.287.597 m³ vode, kar predstavlja 73,61 % skupnega volumna zadrževalnikov.

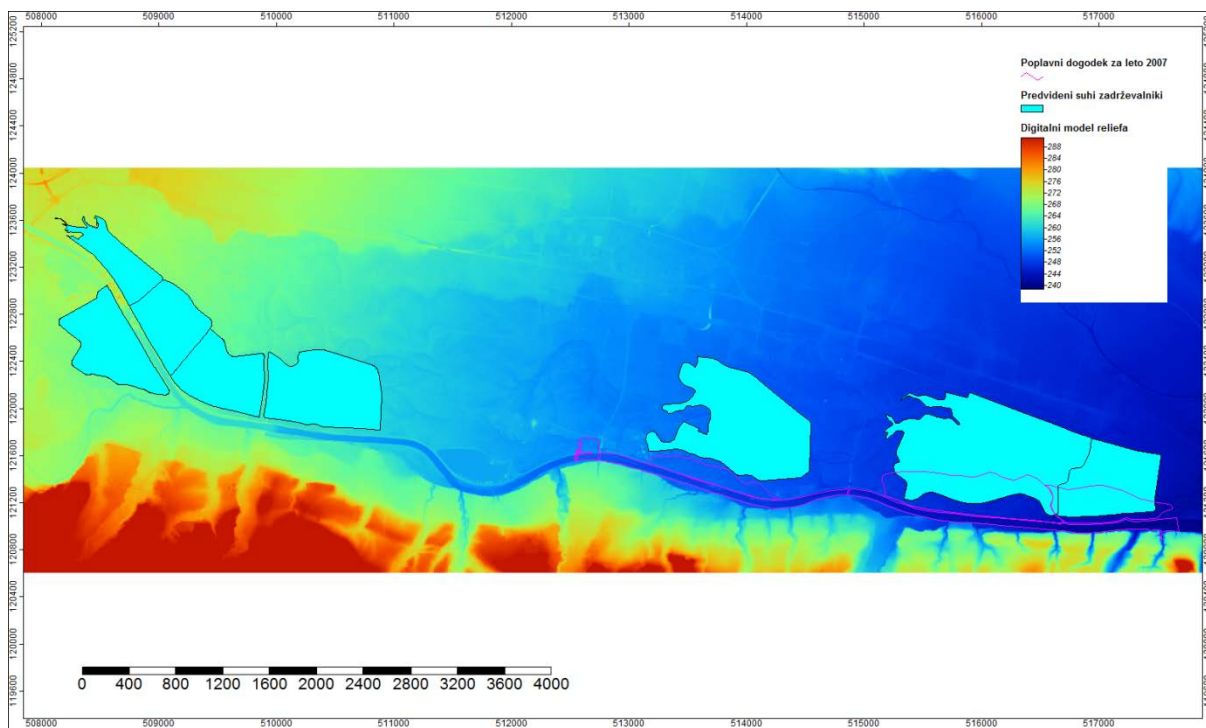


Slika 27: Prekrivanje zadrževalnikov in poplavne vode 1998

Preglednica 4: Volumni zadržane vode za poplavo 1998

Št.	Ime zadrževalnika	Volumen zadrževalnika (m ³)	Volumen 1998 (m ³)
1	LEVEC	826.000	581.009
2	PETROVČE	1.761.950	644.130
3	DOBRIŠA VAS	746.435	174.049
5	ROJE	728.565	26.451
6	ŠEMPETER 1	1.053.980	561
6a	ŠEMPETER 2	601.220	0
7	LATKOVA VAS	417.710	102.060
8	DOBRTEŠA VAS	1.047.335	0
	Skupaj	7.183.195	1.528.260

Leta 1998 se je na območja zadrževalnikov naravno razlilo 1.528.260 m³ vode, kar predstavlja 21,28 % skupnega volumna zadrževalnikov.



Slika 28: Prekrivanje zadrževalnikov in poplavne vode 2007

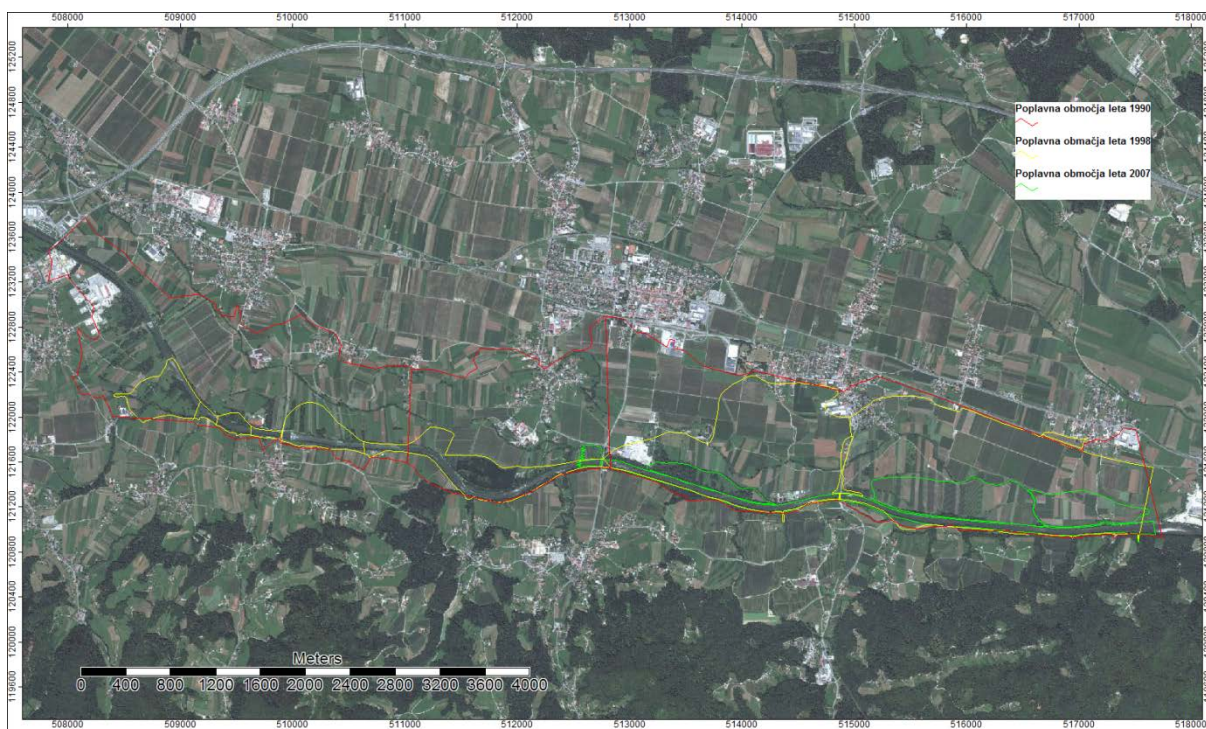
Preglednica 5: Volumni zadržane vode za poplavo 2007

Št.	Ime zadrževalnika	Volumen zadrževalnika (m ³)	Volumen 1990 (m ³)
1	LEVEC	826.000	30.493
2	PETROVČE	1.761.950	98.396
3	DOBRIŠA VAS	746.435	0
5	ROJE	728.565	0
6	ŠEMPETER 1	1.053.980	0
6a	ŠEMPETER 2	601.220	0
7	LATKOVA VAS	417.710	0
8	DOBRTEŠA VAS	1.047.335	0
	Skupaj	7.183.195	128.889

Leta 2007 se je na območja zadrževalnikov naravno razlilo 128.889 m³ vode, kar predstavlja 1,80 % skupnega volumna zadrževalnikov.

7.2 Analiza izračuna volumnov vode na celotnem obravnavanem območju

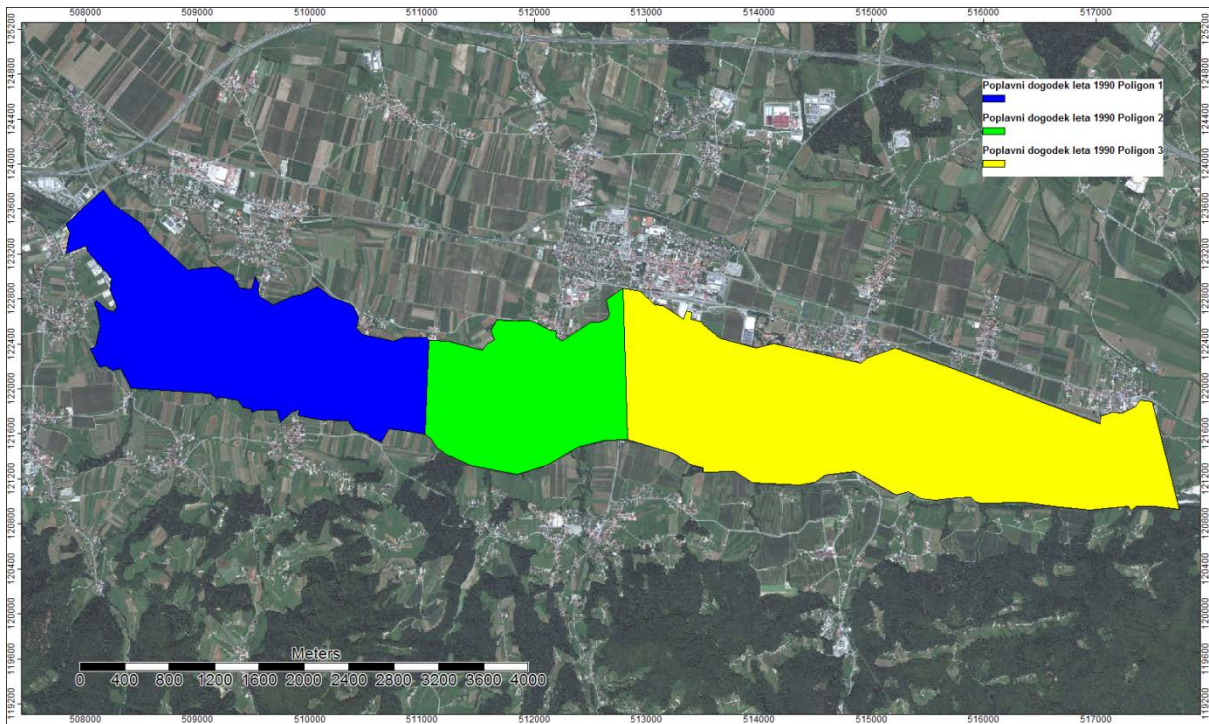
Izračunali smo tudi koliko vode se je razlilo na celotnem obravnavanem območju. Že iz slike 29 lahko razberemo, da so poplave leta 1998 (poligoni z mejo rumene barve) prekrile večje območje kot leta 2007 (poligoni z mejo zelene barve). Največje območje pa so prekrile poplave leta 1990 (poligoni z mejo rdeče barve).



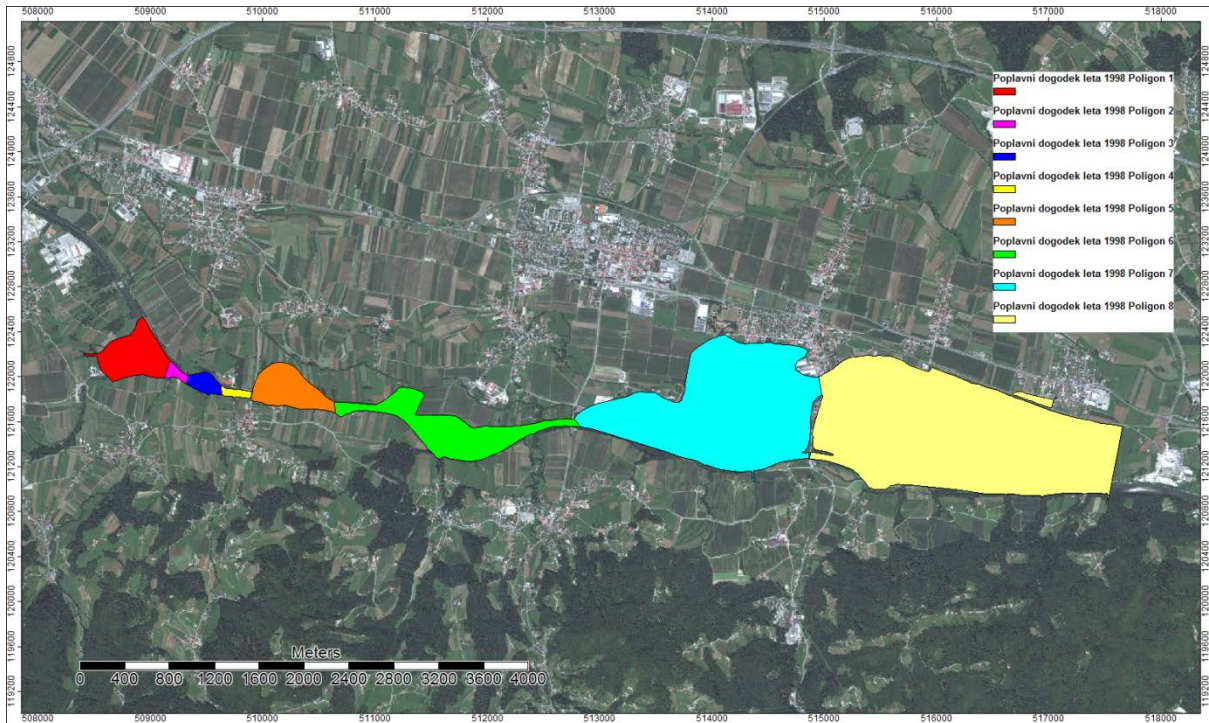
Slika 29: Poplavna območja za leta 1990, 1998 in 2007

Rezultati izračunov so prikazani v preglednicah 6, 7 in 8 posebej za poplave v letih 1990, 1998 in 2007. Rezultat seštevka posameznih volumnov poligonov je skupni volumen vode, ki se je v posameznih poplavnih dogodkih zadrževala na obravnavanem odseku reke Savinje. Na obravnavanem območju se je ob poplavah leta 1990 na obravnavanem odseku reke Savinje razlilo $19.228.563 \text{ m}^3$ vode, ob poplavah leta 1998, $5.344.824 \text{ m}^3$, leta 2007 pa $1.330.977 \text{ m}^3$.

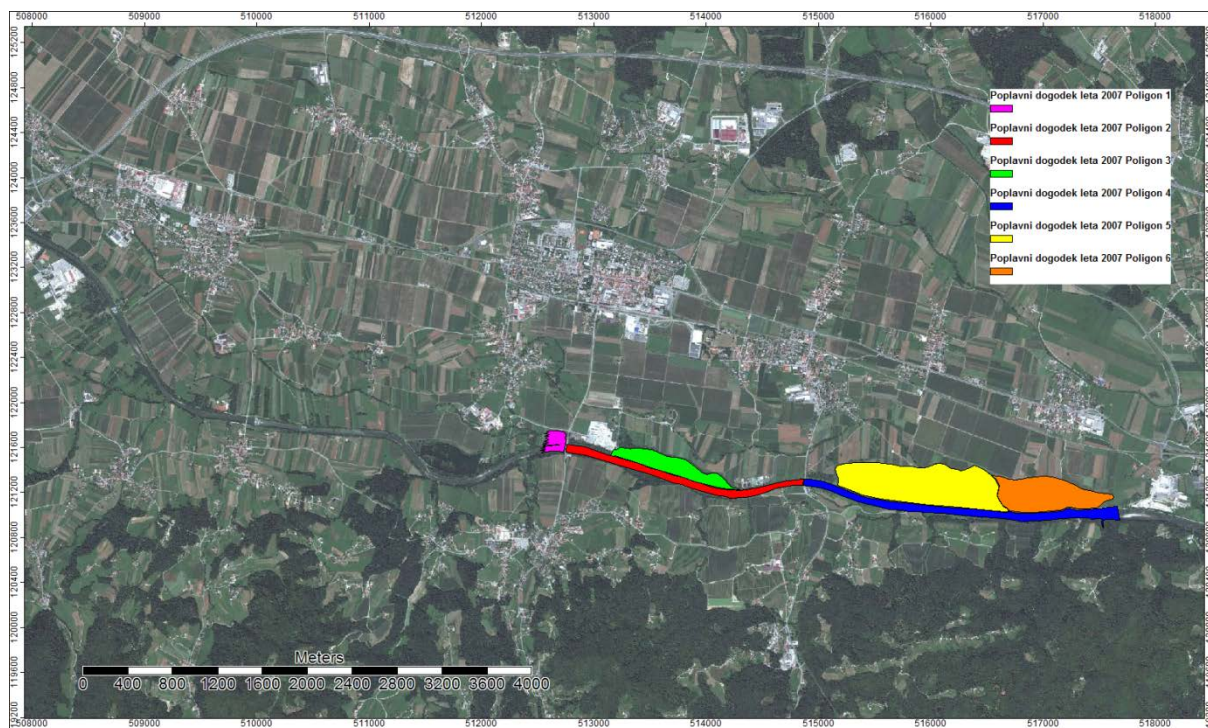
Območja poplav za vsako leto smo že predhodno smiselno razdelili na poligone, ki so za vsak poplavni dogodek posebej prikazani na slikah 30, 31 in 32. Za razliko od izračunov v prejšnjem poglavju, smo tokrat v izračunu upoštevali vse poligone poplav na celotnem obravnavanem območju.



Slika 30: Poligoni območij za poplavni dogodek leta 1990



Slika 31: Poligoni območij za poplavni dogodek leta 1998



Slika 32: Poligoni območij za poplavni dogodek leta 2007

Preglednica 6: Volumni poligonov poplave 1990

Št. Poligona	Volumen 1990 (m ³)
1	4.926.475
2	5.848.594
3	8.453.494
Skupaj	19.228.563

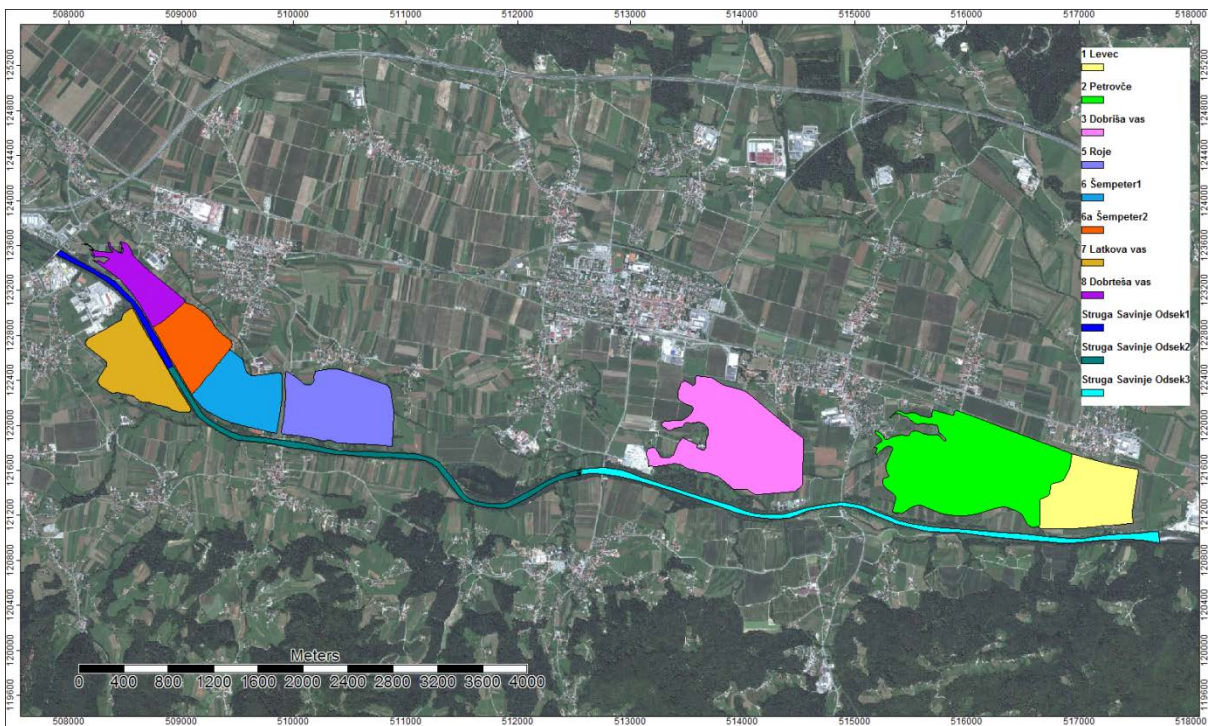
Preglednica 7: Volumni poligonov poplave 1998

Št. Poligona	Volumen 1998 (m ³)
1	380.901
2	55.598
3	89.135
4	37.078
5	282.677
6	1.292.101
7	775.953
8	2.431.381
Skupaj	5.344.824

Preglednica 8: Volumni poligonov poplave 2007

Št. Poligona	Volumen 2007 (m ³)
1	24.352
2	366.198
3	67.192
4	519.776
5	276.862
6	76.597
Skupaj	1.330.977

Na podlagi izračunanih volumnov naravno razlite vode na območju obravnave in volumnov naravno razlite vode na območju predvidenih suhih zadrževalnikov dobimo podatke o volumnih vode, ki so ostali zunaj predvidenih zadrževalnih prostorov. Dodatno je treba upoštevati tudi volumen vode, ki se nahaja na območju glavne struge reke Savinje (Slika 33). Zavedati se je treba, da gre pri volumnih vode v strugi Savinje zgolj za oceno, saj uporabljeni Lidarski posnetek ne vsebuje natančnih podatkov o geometriji dna (batimetriji) struge Savinje. Posebej za leta 1990, 1998 in 2007 so podatki prikazani v preglednici 9.



Slika 33: Predvideni zadrževalniki ob strugi reke Savinje, katere volumne je prav tako treba upoštevati pri nadaljnjih izračunih

Preglednica 9: Razlika med volumnom naravno razlito vode na območju obravnave ter volumnom vode, ki se je naravno razlila na območjih predvidenih suhih zadrževalnikov in volumnom vode na območju glavne struge Savinje

Leto poplave	Volumen naravno razlito vode na obravnavanem odseku Savinje(m ³)	Volumen naravno razlito vode na območjih predvidenih suhih zadrževalnikov (m ³)	Volumen vode na območju struge Savinje (m ³)	Volumen preostale vode na poplavnih območjih(m ³)
1990	19.228.563	5.287.597	2.927.208	11.013.758
1998	5.344.824	1.528.260	2.316.590	1.499.974
2007	1.330.977	128.889	899.163	302.925

Da se ti volumni vode nebi nekontrolirano razlivali na poplavnih območjih, bi jih bilo potrebno preusmeriti v predvidene zadrževalne prostore. V preglednici 10 je izračunan razpoložljivi volumen zadrževalnikov ob upoštevanju visokih vod leta 1990,1998 in 2007.

Preglednica 10: Razpoložljivi volumni zadrževalnikov

Leto poplave	Volumen zadrževalnikov (m ³)	Volumen naravno razlito vode na območjih predvidenih suhih zadrževalnikov (m ³)	Volumen vode na območju struge Savinje (m ³)	Volumen preostale vode na poplavnih območjih (m ³)	Prosti volumen zadrževalnikov (m ³)	Razlika volumnov (m ³)
1990	7.183.195	5.287.597	2.927.208	11.013.758	1.895.598	9.118.160
1998	7.183.195	1.528.260	2.316.590	1.499.974	5.654.935	-4.154.961
2007	7.183.195	128.889	899.163	302.925	7.054.306	-6.751.381

Na osnovi poenostavljene statične analize poplavnih razmer in podatkov o velikosti zadrževalnikov in prostornin vode, ki se je v poplavnem dogodku leta 1990 razlila na naravnih poplavnih območjih vzdolž obravnavanega odseka lahko sklepamo, da se bodo znotraj predvidenih suhih zadrževalnikov težko kontrolirano zadržale tolikšne količine vode. Če bi v letu 1998 zadrževalniki zadržali celoten volumen razlitih poplavnih voda, bi v njih ostalo prostora še za 4.154.961 m³ vode, ob visokih vodah leta 2007 pa 6.751.381 m³. Seveda pa naša analiza ne upošteva dinamike potovanja poplavnega vala vzdolž obravnavanega odseka ter predvidene dinamike polnjenja suhih zadrževalnikov.

8 DEJANSKA RABA TAL ZEMLJIŠČ NA OBMOČJIH ZADRŽEVALNIKOV

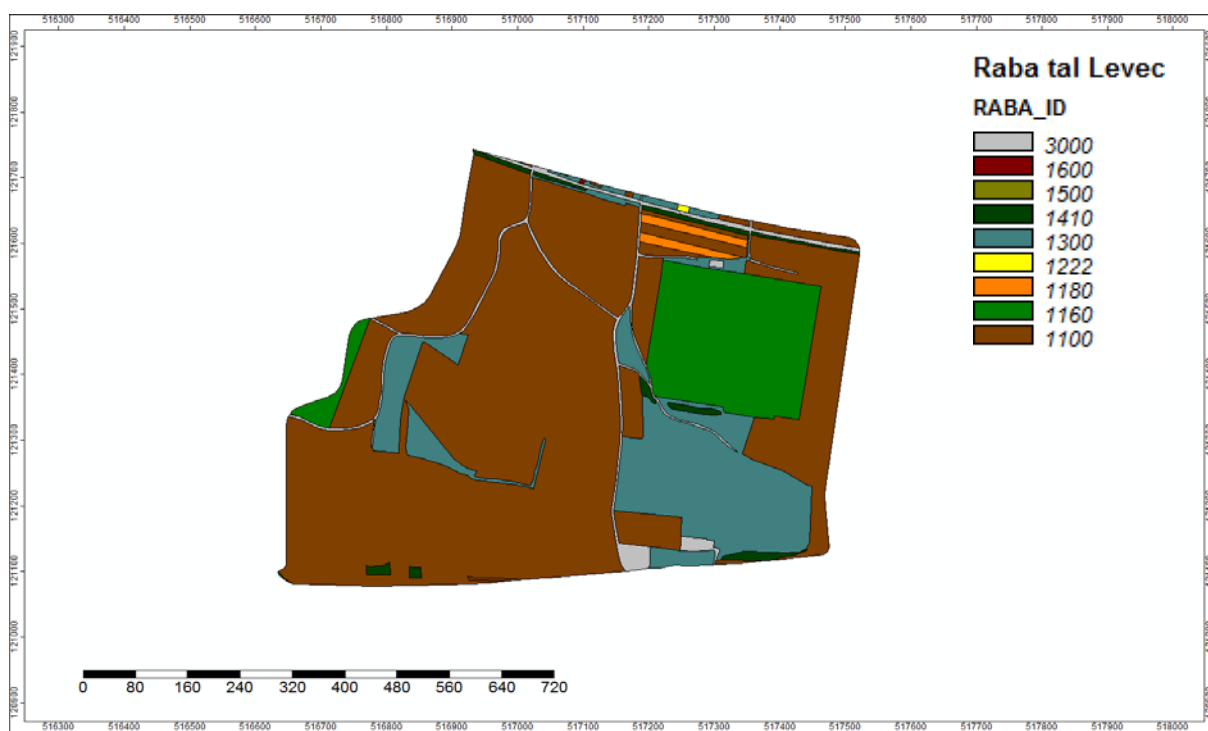
S pomočjo javno dostopnih grafičnih podatkov dejanske rabe, ki smo jih pridobili na spletni strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP, 2016) in programskega orodja SAGA smo v nadaljevanju diplomske naloge pridobili površine posameznih vrst dejanske rabe, posebej za vsako območje zadrževalnika ob Savinji.

Dejanska raba vsebuje podatke, ki so zajeti v skupine dejanske rabe. Skupine dejanske rabe pa so naprej razdeljene na vrste dejanske rabe po šifrah (MKGP, 2016).

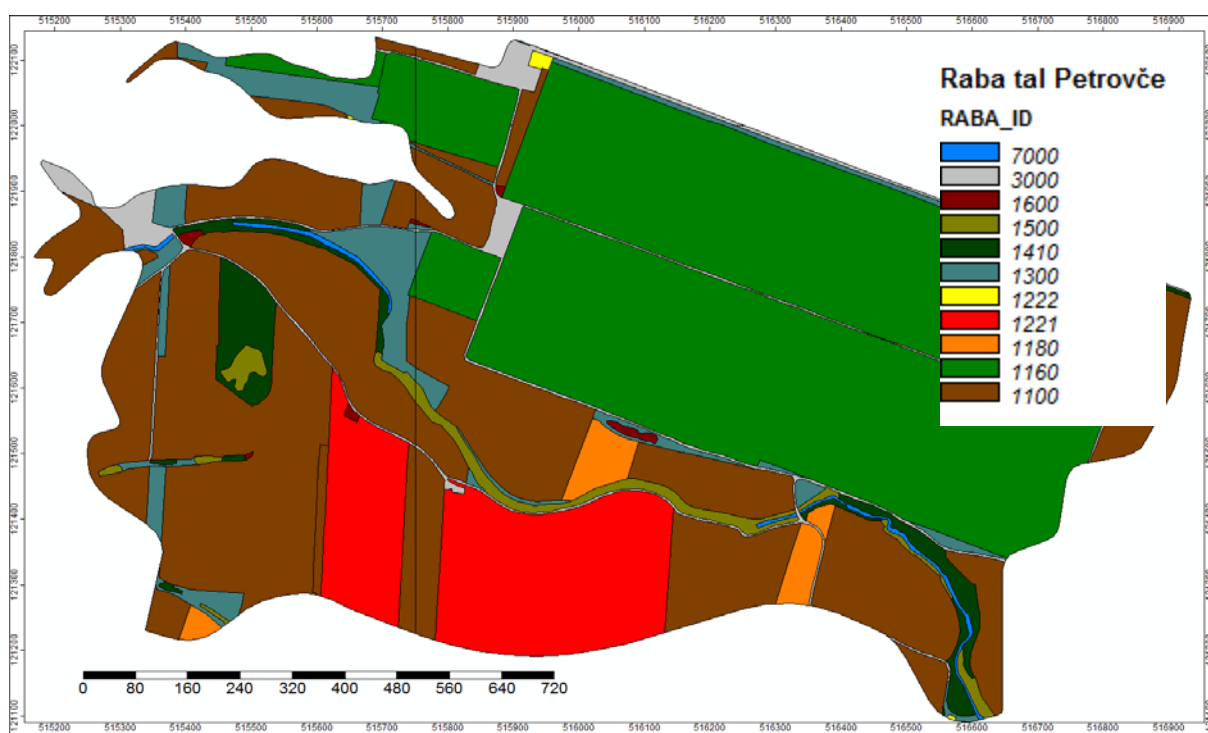
Na našem izbranem območju so prisotne naslednje vrste dejanske rabe (MKGP, 2016):

- 1100 njiva
- 1160 hmeljišče
- 1180 trajne rastline na njivskih površinah
- 1211 vinograd
- 1221 intenzivni sadovnjak
- 1222 ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak
- 1240 ostali trajni nasadi
- 1300 trajni travnik
- 1410 kmetijsko zemljišče v zaraščanju
- 1500 drevesa in grmičevje
- 1600 neobdelano kmetijsko zemljišče
- 1800 kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem
- 2000 gozd
- 3000 pozidano in sorodno zemljišče
- 7000 voda

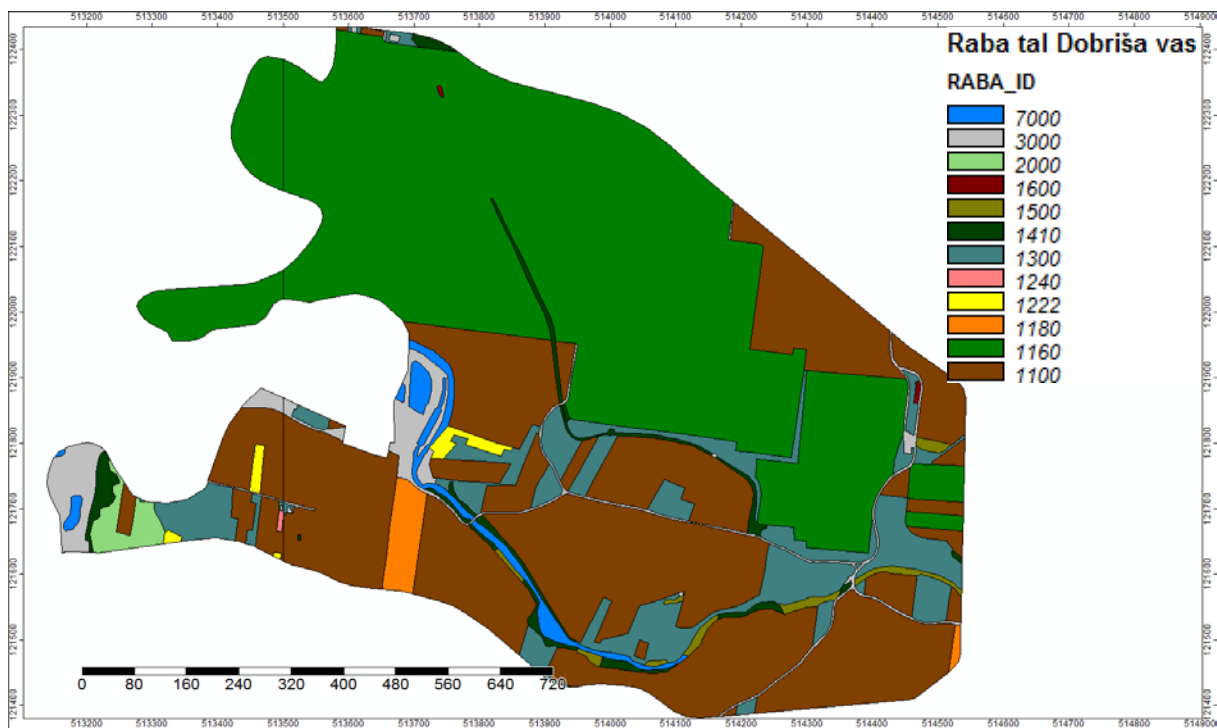
V nadaljevanju, na slikah od 34 do 41 smo grafično prikazali dejansko rabo za vsako območje zadrževalnika ob Savinji posebej. Izračunali smo površine različnih vrst dejanskih rab, ki se nahajajo znotraj posameznega zadrževalnega prostora in jih prikazali v prilogi A. V preglednici 11 smo povzeli podatke o površinah različnih vrst dejanske rabe za celotno območje obravnave.



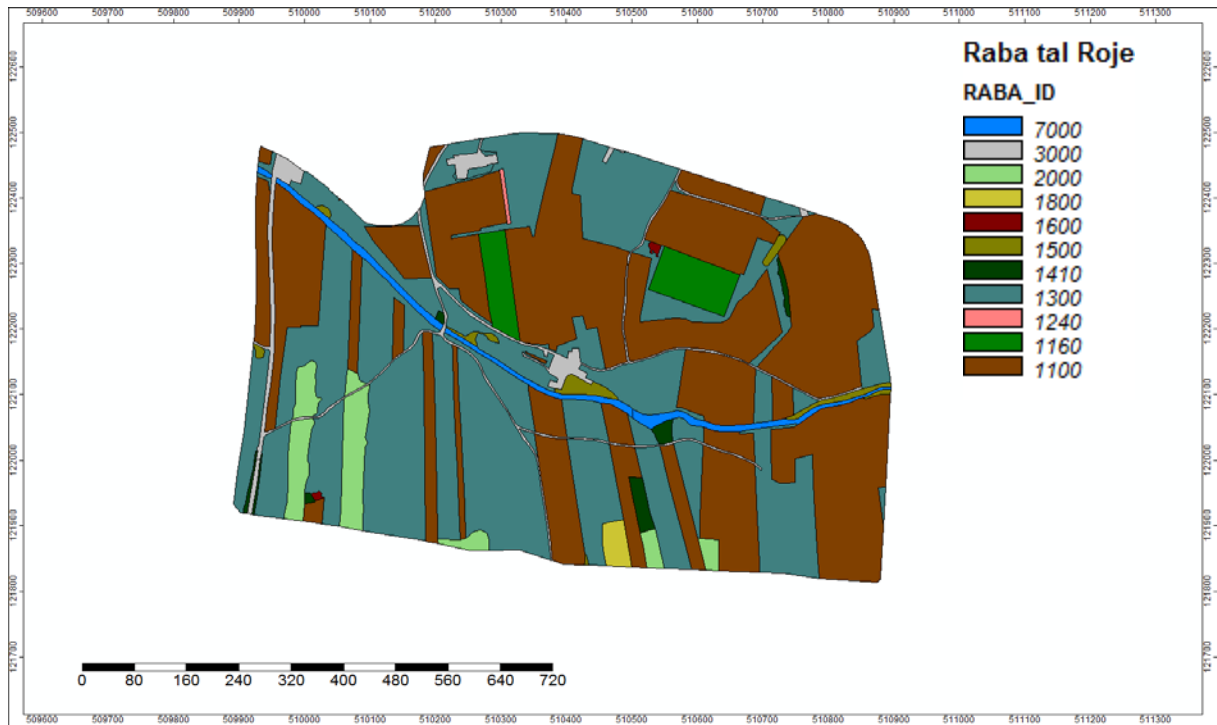
Slika 34: Dejanska raba na območju zadrževalnika Levec



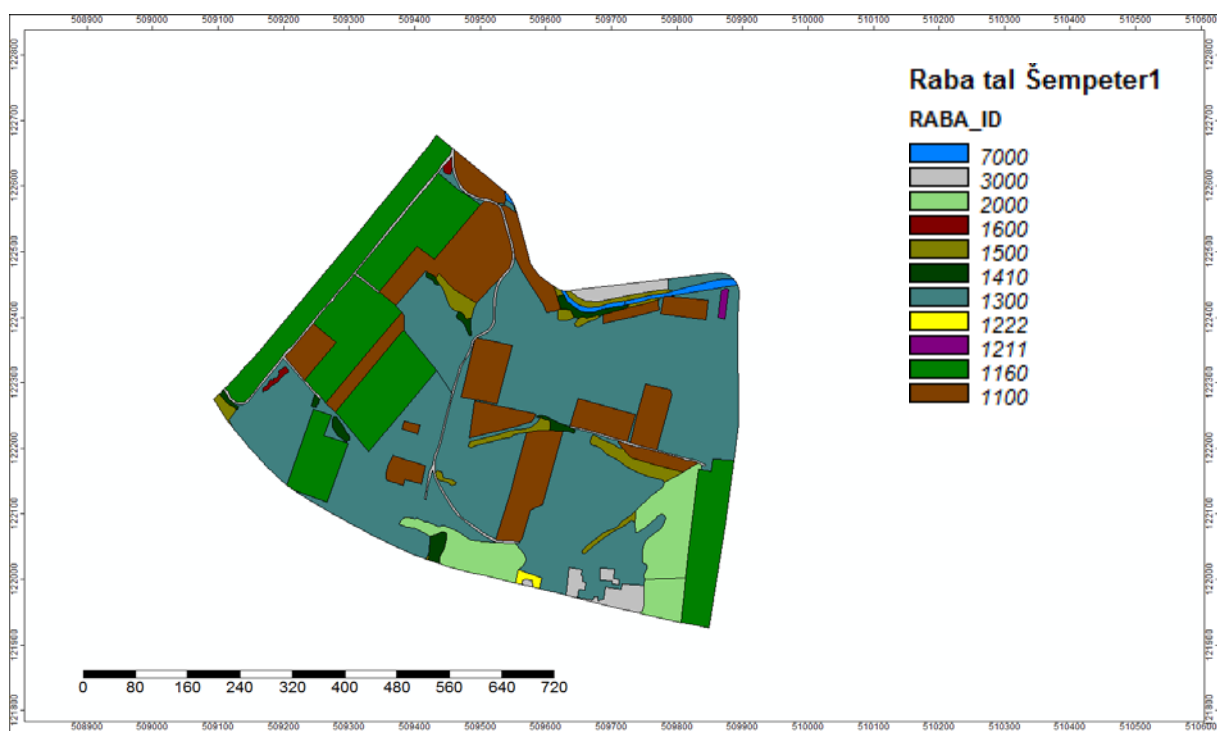
Slika 35: Dejanska raba na območju zadrževalnika Petrovče



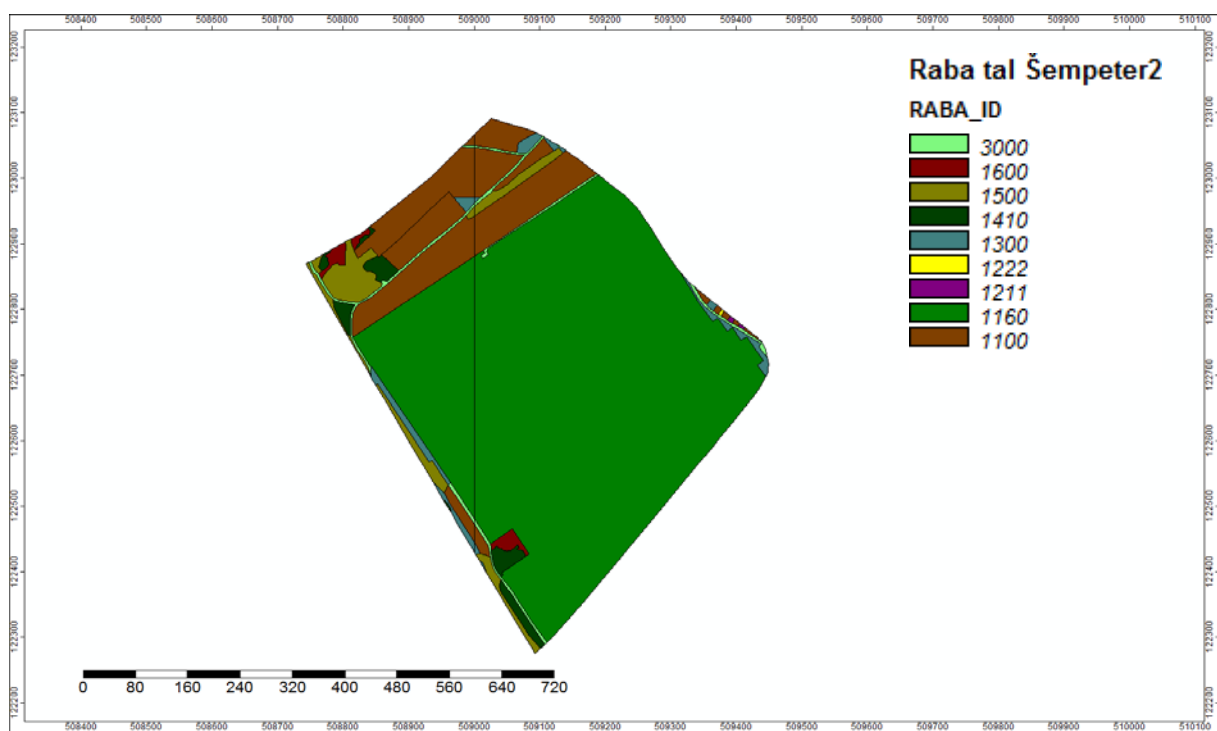
Slika 36: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobriša vas



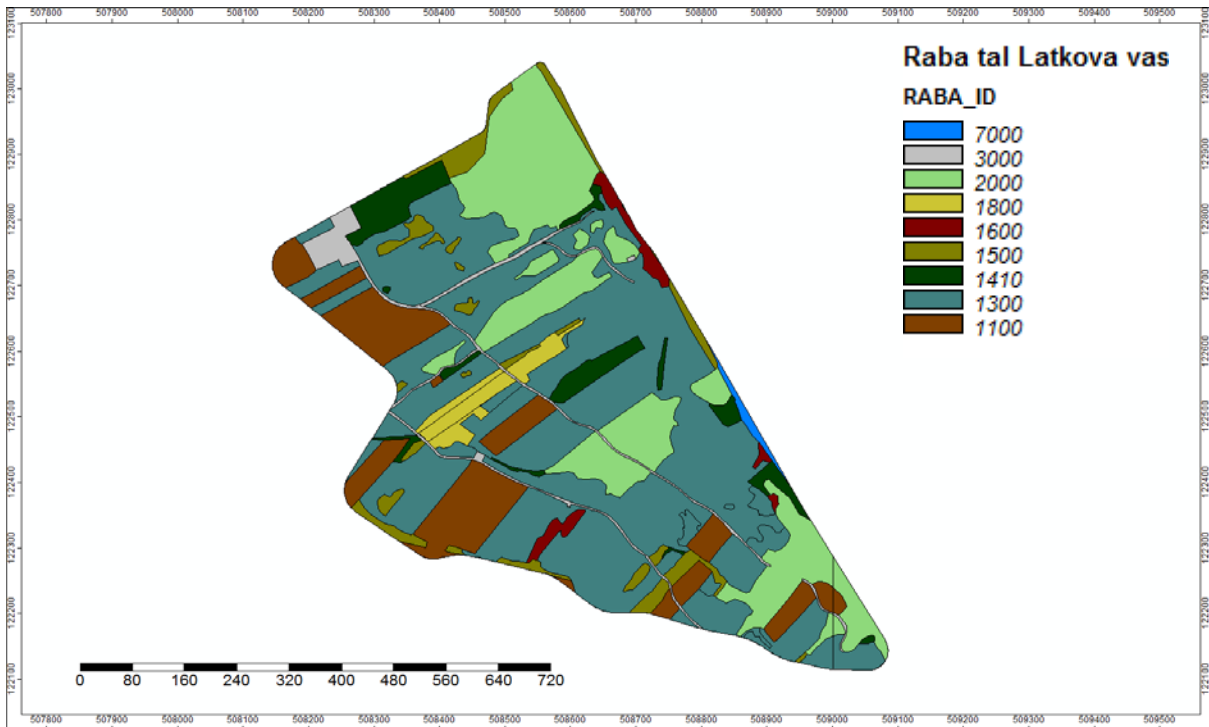
Slika 37: Dejanska raba na območju zadrževalnika Roje



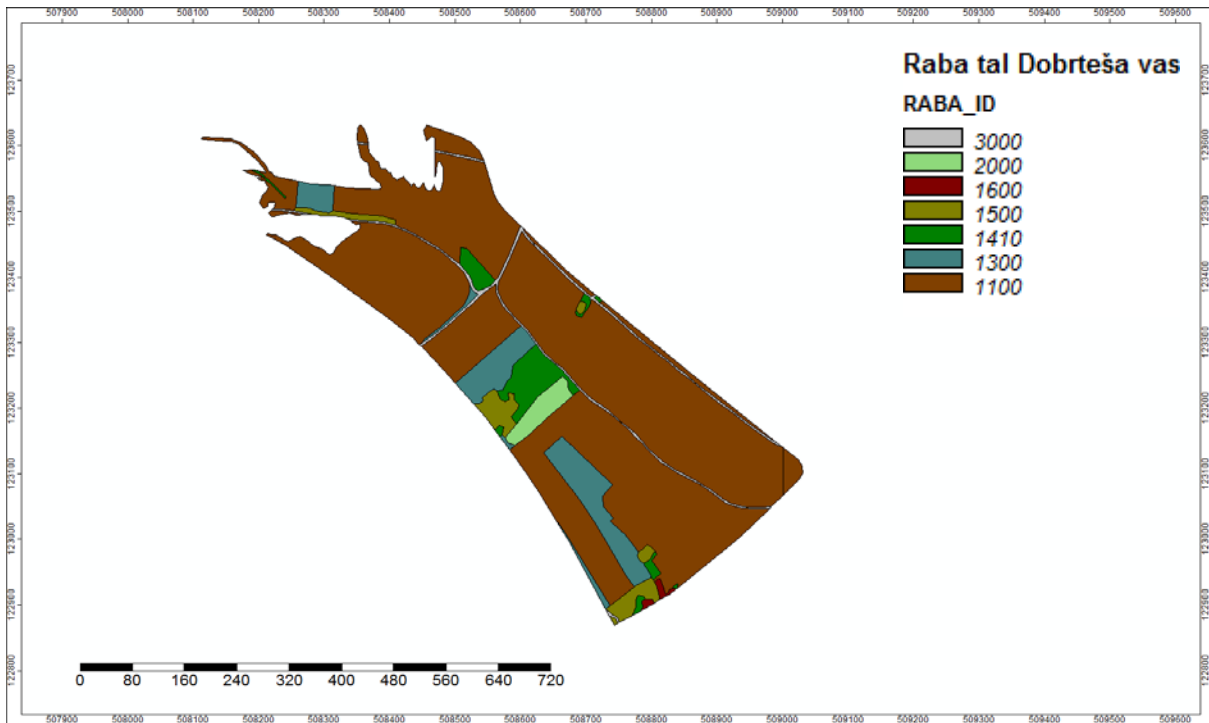
Slika 38: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 1



Slika 39: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 2



Slika 40: Dejanska raba na območju zadrževalnika Latkova vas



Slika 41: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobrteša vas

V preglednici 11 smo prikazali izračune površin posamezne vrste dejanske rabe za vsak zadrževalnik posebej in nato še za celotno območje obravnave. Vrstice tabele predstavljajo vrsto dejanske rabe, stolpci pa posamezni zadrževalnik. Enote površin so m². Na koncu tabele, kjer je prikazan seštevek površin posamezne vrste dejanske rabe tal, so površine za lažji pregled pretvorjene v hektarje.

Preglednica 11: Dejanska raba za območja znotraj predvidenih zadrževalnih prostorov

Vrsta dejanske rabe / Ime zadrževalnika	Njiva (m ²)	Hmeljišče (m ²)	Trajne rastline na njivskih površinah (m ²)	Vinograd (m ²)	Intenzivni sadovnjak (m ²)	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak (m ²)	Ostali trajni nasadi (m ²)	Trajni travnik (m ²)
LEVEC	283693,9	54331,28	3956,26	0	0	165,91	0	69231,99
PETROVČE	369293,58	290816,25	14866,59	0	115147,86	861,55	0	50261,59
DOBRIŠA VAS	304608,08	373078,55	8745,72	0	0	3723,31	255,15	78846,83
ROJE	249508,43	14692,13	0	0	0	0	519,58	267331,53
ŠEMPETER 1	59971,54	74661,63	0	473,71	0	575,72	0	174311,63
ŠEMPETER 2	45345,42	227577,17	0	0	122,18	43,57	0	5192,94
LATKOVA VAS	49365,29	0	0	0	0	0	0	206996,04
DOBRTEŠA VAS	229603,02	0	0	0	0	0	0	18417,06
Skupaj (m ²)	1591389,3	1035157	27568,57	473,71	115270,04	5370,06	774,73	870589,61
Skupaj (ha)	159,13893	103,5157	2,756857	0,04737	11,527004	0,537006	0,0775	87,058961

Se nadaljuje...

...nadaljevanje Preglednice 11

Vrsta dejanske rabe / Ime zadrževalnika	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju (m ²)	Drevesa in grmičevje (m ²)	Neobdelano kmetijsko zemljišče (m ²)	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem (m ²)	Gozd (m ²)	Pozidano in sorodno zemljišče (m ²)	Voda (m ²)
LEVEC	5980,81	0	54,49	0	0	12792,86	0
PETROVČE	29458,42	17557,13	2196,01	0	0	44294,32	4951,02
DOBRIŠA VAS	13408,21	5302,08	347,41	0	6531,79	26762,57	11960
ROJE	0	3760,04	414,74	2583,71	19317,7	16736,85	8320,48
ŠEMPETER 1	3373,43	8518,93	588,42	0	21744,58	10666,99	2189,82
ŠEMPETER 2	4078,81	10957,36	2253,32	0	0	4487,99	0
LATKOVA VAS	19446,2	19079,56	5612,43	9851,25	68292,22	11878,07	1758,49
DOBRTEŠA VAS	8637,47	6707,7	551,23	0	3594,12	4962,59	0
Skupaj (m ²)	84383,35	71882,8	12018,05	12434,96	119480,4	132582,2	29179,8
Skupaj (ha)	8,438335	7,18828	1,201805	1,243496	11,94804	13,25822	2,91798

Z analizo dejanske rabe tal za območja znotraj predvidenih zadrževalnikov ob Savinji smo ugotovili, da največji delež predstavljajo njive in sicer 159,14 ha, 103,52 ha hmeljišča, 87,06 ha trajni travniki, 13,26 ha pozidana in sorodna zemljišča, 11,95 ha gozd, 11,53 ha intenzivni sadovnjaki in 8,44 ha kmetijska zemljišča v zaraščanju, 7,19 ha drevesa in grmičevje, 2,93

ha pokrivajo vodne površine, 2,76 ha trajne rastline na njivskih površinah, 1,24 ha kmetijska zemljišča porasla z gozdnim drevjem, 1,20 ha neobdelana kmetijska zemljišča, 0,54 ha ekstenzivni oziroma travniški sadovnjaki, 0,08 ha zasedajo ostali trajni nasadi, 0,05 ha pa vinogradi. Glede na predvideno ureditev suhih zadrževalnikov bi bilo treba nekaterim površinam z določeno rabo tal prilagoditi oz. spremeniti namembnost.

9 ZAKLJUČEK

Spodnja Savinjska dolina velja za poplavno eno bolj ogroženih območij v Sloveniji. Ker do sedaj z različnimi protipoplavnimi ureditvami ni bilo mogoče zagotoviti dovolj velike poplavne varnosti naselij v Spodnji Savinjski dolini ter mest Celja in Laškega, je bila predlagana rešitev, ki predvideva kontrolirano zadrževanje vod v srednjem toku reke Savinje.

V preteklosti je bilo reki Savinji odvzetih veliko naravnih retenzijskih površin. Posledično je ob visokih vodah postal poplavni val hitrejši, višja pa je bila tudi njegova konica. Osnovni namen idejnega projekta izgradnje osmih suhih zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini je dodatno aktivirati nekatera obstoječa poplavna območja, na katerih bi lahko ob visokih vodah kontrolirano zadržali del poplavnega vala in zmanjšali njegovo konico. Zato smo v diplomski nalogi analizirali območja v Spodnji Savinjski dolini, na katerih so v DPN-ju predvideni suhi zadrževalniki. Za tri večje poplave v preteklosti v letih 1990, 1998 in 2007 smo izračunali volumne vode, ki se je naravno razlila na predvidena območja zadrževanja.

Iz podatkov o velikosti zadrževalnikov in prostornin naravno razlite vode smo ugotovili, da se glede na statično analizo razmer znotraj predvidenih zadrževalnikov ne bo mogla zadržati tolikšna količina poplavnih voda, kakršna se je razlila na poplavna območja v poplavnem dogodku leta 1990. Ob poplavah v letih 1998 in 2007 pa bi bili zadrževalni prostori sposobni zadržati celoten volumen razlite vode, pravzaprav bi v njih še ostalo nekaj prostora.

Treba je poudariti, da smo pri izračunih razpoložljivosti zadrževalnih prostorov upoštevali samo statično situacijo, torej volumne vode, ki so bili izračunani iz maksimalnih razponov poplavnih območij vzdolž obravnavanega odseka. V izračunu niso bile obravnavane dejanske dinamične razmere kontinuirnega dotoka poplavnih voda iz višjih ležečih delov porečja Savinje in potovanja poplavnih voda po obravnavanem odseku, kar je bistveno z vidika pravičnega upravljanja (polnjenja in praznjenja) predvidenih suhih zadrževalnikov.

Pri interpretaciji rezultatov pa se je dodatno treba zavedati, da tudi s predvidenimi zadrževalniki na reki Bolski, katerim v diplomski nalogi nismo posvetili posebne pozornosti, lahko ob visokih vodah doprinesemo k zmanjšanju poplavnega vala, kar omili razmere dolvodno.

Ob koncu naloge pa smo z analizo dejanske rabe tal za območja znotraj predvidenih zadrževalnikov ob Savinji ugotovili, kolikšen delež predstavljajo različne vrste dejanske rabe. Površinam znotraj zadrževalnikov bo treba prilagoditi rabo glede na predvidene omejitve. Objekte znotraj zadrževalnih prostorov bo potrebno odkupiti oziroma prestaviti na drugo lokacijo.

VIRI

ARSO. 2007. Poročilo o vremenski in hidrološki situaciji 18. septembra 2007. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 23 str.

http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/visoke_vode-20070918.pdf (Pridobljeno 3. 4. 2016.)

ARSO. 2016. Arhiv površinskih voda. Agencija Republike Slovenije za okolje. http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php (Pridobljeno 20. 3. 2016.)

Brilly, M. (ur.). 2012. Ogroženost zaradi poplav v Republiki Sloveniji. Zbornik prispevkov. I. kongres o vodah Slovenije. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 139–150. http://ksh.fgg.uni-lj.si/kongresvoda/03_prispevki/04_zbornik/Zbornik.pdf (Pridobljeno 15. 2. 2016.)

Brilly, M., Mikoš, M., Šraj, M. 1999. Vodne ujme: varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 186 str.

Društvo vodarjev. 2016. Sanacija Savinje v Vrbju. <http://www.drustvo-vodarjev.si/N1.html> (Pridobljeno 10. 5. 2016.)

Duhovnik, R. 2007. Ureditev suhega zadrževalnika ob reki Savinji pri Malih Braslovčah. Diplomatska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba R. Duhovnik): 59 str.

Fazarinc, R. 2004. Varovanje naselij v Spodnji Savinjski dolini pred poplavami. V: Oberžan, T. (ur.). Slovenski vodar. Celje, december 2004. Ljubljana, Narodna in univerzitetna knjižnica: str. 3–6.

Geago. 2016. Podvinska struga.

<http://www.geago.si/pois/16094/podvinska-struga> (Pridobljeno 10. 5. 2016.)

Goropevšek, B. 2011. Savinja: polet nad reko. Nazarje. Argos: 42–49.

Grubač, J. 2015. Hudourniške poplave. Diplomatska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J. Grubač): str. 24–25.

ARSO. 2014. Investicije -projekti kohezijskih skladov, priloga 2.

http://evode.arso.gov.si/wfd/WFD_P/2014/2014_I_1_1_08_TP_02.pdf (Pridobljeno 4. 4. 2016.)

Kamra. 2016a. Poplava leta 1990. <http://www.kamra.si/sl/digitalne-zbirke/item/poplava-leta-1990.html> (Pridobljeno 5. 5. 2016.)

Kamra. 2016b. Poplave med obema vojnama. <http://www.kamra.si/sl/digitalne-zbirke/item/poplave-med-obema-vojnama.html> (Pridobljeno 5. 5. 2016.)

Kobold, M., Sušelj, K. 2005. Padavinske napovedi in njihova nezanesljivost v hidrološkem prognoziranju. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2004. Zbornik predavanj, Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko, Ljubljana: 61–75. http://www.fgg.uni-lj.si/sugg/referati/2005/SZGG_05_Kobold_Suselj.pdf (Pridobljeno 20.2.2016.)

Kolbezen, M. 1998. Poglavje: Geološke značilnosti in gostota - porečje Savinje. V: Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. MOP, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana: str. 7.

Natek, K. 2005. Poplavna območja v Sloveniji. V: Geografski obzornik, 52/1: 13–18. <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-N65R3U2Y> (Pridobljeno 10. 5. 2016.)

Metelko Skutnik, V. 2004. Ob 50-letnici velike poplave v Celju. V: Oberžan, T. (ur.). Slovenski vodar. Celje, december 2004. Ljubljana, Narodna in univerzitetna knjižnica: str. 9- 13.

Metelko Skutnik, V. 2011. O poplavah na Savinji. Savinja: polet nad reko. Nazarje. Argos: 76–79.

Meteorološka postaja Spodnje Kraše. 2016. Poplave novembra 2012. <http://spodnje-krase.zevs.si> (Pridobljeno 8.4.2016.)

Mikoš, M. 2000. Urejanje vodotokov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za splošno hidrotehniko: str. 155, 156, 157, 172. ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/students/urejanje_vodotokov/urejanje_vodotokov_skripta.pdf (Pridobljeno: 26. 3. 2016.)

Mikoš, M. 2008. Osnove hudourništva. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 1. ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/students/vodne_zgradbe/Vodne_zgradbe_2008.pdf (Pridobljeno: 26. 3. 2016.)

Mikoš, M., Brilly, M., Ribičič, M. 2004. Poplave in zemeljski plazovi v Sloveniji = Floods and Landslides in Slovenia. Acta hydrotechnica 22, 37: 113–133. <ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/acta/a37mm.pdf> (Pridobljeno, 4. 4. 2016.)

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2016. Interpretacijski ključ. http://www.gis.si/media/javna_narocila/20160324_obnova_dejanske_rabe/RABA_IntKljuc_20131009.pdf (Pridobljeno 5. 5. 2016.)

Ministrstvo za okolje in prostor. 2011. Osnutek državnega prostorskega načrta za zagotavljanje poplavne varnosti Spodnje Savinjske doline št. proj. 412/08 - 5. oktober. 2011. http://www.dpa.mop.gov.si/doc/JR_pov_jav_NL.pdf (Pridobljeno: 15. 03. 2016.)

Načrt upravljanja voda na VO Donave (strokovne podlage). Zvezek 6: Program ukrepov. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, december 2009: str. 23–24. http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/nuv_donava_jadran_2015/nacrt_upravljanja_voda.pdf (Pridobljeno 4. 4. 2016.)

Olaya, V. 2004. A gentle introduction to SAGA GIS.

[http://puzzle.dl.sourceforge.net/project/saga-](http://puzzle.dl.sourceforge.net/project/saga-gis/SAGA%20%20Documentation/SAGA%20Documents/SagaManual.pdf)

[gis/SAGA%20%20Documentation/SAGA%20Documents/SagaManual.pdf](http://puzzle.dl.sourceforge.net/project/saga-gis/SAGA%20%20Documentation/SAGA%20Documents/SagaManual.pdf): str. 1–3

(Pridobljeno: 25. 3. 2016.)

Papež, J., Jeršič, T., Černivec, J. 2010. Strategija varstva pred erozijo in hudourniki v Sloveniji. V: Zorn, M., Komac, B., Pavšek, M., Pagon, P. Od razumevanja do upravljanja. Naravne nesreče, knjiga 1. Ljubljana, Založba ZRC: str: 117-118.

Polajnar, J. 1999. Visoke vode v Sloveniji leta 1998. Ujma 13: 143–150.

Porečje Savinje. 2016. <http://www.porecje-savinje.si/> (Pridobljeno 20. 3. 2016.)

Pristovšek, B. 1934. Regulacijski problem Savinje. Kronika slovenskih mest 1/3: str. 217-221. <http://www.dlib.si/preview/URN:NBN:SI:DOC-OB065ONG/3521d593-a306-4242-8c57-88f206c2f3bf> (Pridobljeno 20. 5. 2016.)

Rtvslo. 2016. Savinja s pritoki v Lučah. <http://www.rtvsl.si/okolje/foto-video-ljudje-nastrehah-cakali-helikopterje/295139> (Pridobljeno 16. 4. 2016.)

Rak, G. 2013. Hidravlična analiza vpliva rabe prostora na poplavnih območjih na potovanje poplavnih valov. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba G. Rak): str. 36.

Rejc, P. 2005. Povezava hidrološkega in hidravličnega modela reke Savinje na območju Spodnje Savinjske doline. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba P. Rejc): 85 str.

Sedempet. 2016. Gradnja protipoplavnega nasipa v Celju. <http://sedempet.blogspot.si/> (Pridobljeno 5. 5. 2016.)

Skutnik, B. 2005. Varovanje naselij pred poplavami idejna zasnova suhih zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini. <http://mvd20.com/LETO2005/R5.pdf> (Pridobljeno: 20. 3. 2016.)

Skutnik, B., Metelko Skutnik, V., Žibert, U., Kučič, K. 2013. Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje - lokalni ukrepi. V: 24. Mišičev vodarski dan, zbornik referatov, 04. december. Maribor. Vodnogospodarski biro: str. 182–187.

Sourceforge. 2016. SAGA GIS. <https://sourceforge.net/projects/saga-gis/> (Pridobljeno: 25. 3. 2016.)

Stanonik, Š., 2014. Naravne nesreče v Spodnji Savinjski dolini. V: Jelen, A., Klemenčič, M., Popovič, E. (ur.). Geografski raziskovalni tabor. 2014. Spodnja Savinjska dolina: v toku idej in doživetij po dolini zelenega zlata / 18. geografski raziskovalni tabor, Braslovče, 5.–13. 7. 2014. Elektronska knjiga. Ljubljana : Društvo mladih geografov Slovenije: str. 99. http://geo.ff.uni-lj.si/sites/default/files/ezbornik_savinjska.pdf (Pridobljeno 10.4.2016.)

Štravs, L. 2011. Problematika poplavne ogroženosti v RS. V: 22. Mišičev vodarski dan, zbornik referatov, 22. december. Maribor. Vodnogospodarski biro: str. 15–19.

Trobec, T. 2011. Vodogradbeni protipoplavni ukrepi za varstvo pred škodljivim delovanjem hudourniških poplav kot sestavni del obvladovanja poplavnega tveganja. Dela - Oddelek za geografijo Filozofske fakultete v Ljubljani, številka 35: str. 103–124.

Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja. 2008. Uradni list Republike Slovenije 89/2008, <https://www.uradni-list.si/1/content?id=88381> (Pridobljeno 6. 5. 2016.)

Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti. 2007. Uradni list Republike Slovenije 60/2007, <https://www.uradni-list.si/1/content?id=81148>, (Pridobljeno 1. 8. 2015.)

Zidarič, M. 2009. 2D modeliranje zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini. V: 20. Mišičev vodarski dan, zbornik referatov, 26. november. Maribor. Vodnogospodarski biro: str. 182–189.

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO PRILOG

Preglednica A. 1: Dejanska raba na območju zadrževalnika Levec	A1
Preglednica A. 2: Dejanska raba na območju zadrževalnika Petrovče	A2
Preglednica A. 3: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobriša vas.....	A3
Preglednica A. 4: Dejanska raba na območju zadrževalnika Roje	A4
Preglednica A. 5: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 1	A5
Preglednica A. 6: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 2	A6
Preglednica A. 7: Dejanska raba na območju zadrževalnika Latkova vas	A7
Preglednica A. 8: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobrteša vas	A8

»Ta stran je namenoma prazna«

PRILOGA A: DEJANSKA RABA TAL NA OBMOČJU ZADRŽEVALNIKOV

Preglednice od A. 1 do A. 8 prikazujejo površine posameznih vrst dejanske rabe tal na vsakem zadrževalniku posebej. Vrstice ponazarjajo vrsto dejanske rabe, stolpci pa površino posameznih poligonov dejanske rabe znotraj posameznega zadrževalnika. Enote so v m².

Preglednica A. 1: Dejanska raba na območju zadrževalnika Levec

Njiva	Hmeljišče	Trajne rastline na njevskih površinah	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	Trajni travnik	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Pozidano in sorodno zemljišče
71,7	3848,4	2088,4	165,9	8736,9	526,8	54,5	9512,5
17,1	50482,9	1867,8		46915,4	283,7		1955,7
94,7				4503,1	591,6		216,5
406,7				943,7	1137,0		1108,2
1936,7				244,3	421,5		
1073,9				479,9	696,8		
2541,0				918,0	426,8		
1136,6				1584,4	719,3		
22738,2				2472,6	1177,4		
7968,7				2433,7			
175347,0							
33,7							
300,5							
23049,5							
34040,9							
4796,0							
3236,2							
4904,9							
283693,9	54331,3	3956,3	165,9	69232,0	5980,8	54,5	12792,9

Preglednica A. 2: Dejanska raba na območju zadrževalnika Petrovče

Njiva	Hmeljišče	Trajne rastline na njivskih površinah	Intenzivni sadovnjak	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	Trajni travnik	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Drevesa in grmičevje	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Pozidano in sorodno zemljišče	Voda
30206,3	4205,3	1974,5	35891,8	38,5	412,1	2774,2	610,1	897,0	194,1	1822,5
23647,1	6208,6	5252,0	79256,1	751,4	768,7	41,9	372,1	186,6	9637,8	447,3
923,0	204,9	7640,1		71,7	1573,6	310,9	398,3	83,7	6454,2	2353,5
36,1	21992,4				315,9	750,7	853,3	87,5	1249,3	327,7
2882,0	228430,4				2514,7	262,1	9710,9	51,4	12185,3	
9098,0	18286,8				1055,1	570,6	1600,3	555,2	2388,3	
450,4	11487,8				13728,4	299,2	1214,7	334,7	12185,3	
36932,3					2896,2	4928,1	2541,9			
1324,6					1785,1	13026,2	255,6			
98623,6					1590,0	6479,5				
23170,3					1147,6	14,9				
2991,1					632,0					
5296,3					97,1					
3535,9					12687,7					
1420,4					1572,1					
19330,3					5925,9					
8,2					894,0					
3536,0					77,0					
2002,8					42,1					
10766,5					396,2					
39185,0					150,1					
4608,0										
10246,6										
24893,7										
10644,3										
3535,1										
369293,6	290816,3	14866,6	115147,9	861,6	50261,6	29458,4	17557,1	2196,0	44294,3	4951,0

Preglednica A. 3: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobriša vas

Njiva	Hmeljišče	Trajne rastline na njivskih površinah	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	Ostali trajni nasadi	Trajni travnik	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Drevesa in grmičevje	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Gozd	Pozidano in sorodno zemljišče	Voda
57200,1	26113,9	7962,2	95,6	255,2	18705,2	1872,2	767,1	100,8	6531,8	907,5	249,3
3528,2	297475,1	783,5	1129,0		1236,9	865,8	210,3	246,6		1626,7	92,1
26496,9	2006,5		2498,8		665,4	2760,6	1094,9			28,2	874,1
1644,2	4613,9				46,3	41,8	791,7			148,7	4437,4
5121,3	42869,2				3634,1	181,5	434,0			179,2	2091,6
1540,6					2637,1	890,2	365,4			71,1	4215,5
325,1					140,2	1025,9	254,5			10054,0	
137,8					8570,2	1138,4	1384,2			32,6	
1487,0					64,5	317,6				151,5	
2158,7					5990,2	382,4				51,3	
2806,9					7104,4	1380,0				13474,8	
10902,6					171,4	135,7				37,1	
34560,8					1170,5	1149,8					
224,4					1654,2	1114,7					
22253,9					2360,9	151,6					
30842,6					3861,1						
32117,8					179,1						
171,1					832,9						
400,9					557,0						
29947,4					1236,9						
21476,1					2598,3						
3616,5					222,8						
936,2					3452,2						
1614,0					9715,2						
1788,7					842,6						
1219,2					1197,4						
1131,2											
8957,9											
304608,1	373078,6	8745,7	3723,3	255,2	78846,8	13408,2	5302,1	347,4	6531,8	26762,6	11960,0

Preglednica A. 4: Dejanska raba na območju zadrževalnika Roje

Njiva	Hmeljišče	Ostali trajni nasadi	Trajni travnik	Drevesa in grmičevje	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	Gozd	Pozidano in sorodno zemljišče	Voda
944,2	6353,0	519,6	543,5	253,5	161,4	2583,7	4607,3	13686,2	199,8
5381,8	8339,1		32791,6	235,6	253,3		7326,6	533,9	3269,7
2523,0			3063,2	577,5			1410,1	2516,8	3607,1
5250,1			5721,8	1732,6			2646,9		1243,9
408,5			7703,8	246,7			682,2		
16595,0			24030,0	648,7			1230,6		
2738,9			9518,8	65,4			1414,0		
1383,9			26934,0						
5082,2			5679,6						
616,9			348,2						
16252,9			16920,6						
35580,3			10067,3						
140,8			8212,4						
11144,2			32791,6						
1783,9			6919,6						
17745,0			9354,9						
33569,1			2056,9						
14746,6			796,5						
3968,3			9573,1						
33565,3			980,8						
2410,4			1284,6						
13944,3			3724,6						
4194,4			326,5						
2166,3			15934,6						
4849,8			3575,7						
3057,6			1305,9						
9464,7			1160,6						
			7363,1						
			3576,9						
			10017,7						
			4641,8						
			411,5						
249508,4	14692,1	519,6	267331,5	3760,0	414,7	2583,7	19317,7	16736,9	8320,5

Preglednica A. 5: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 1

Njiva	Hmeljišče	Vinograd	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	Trajni travnik	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Drevesa in grmičevje	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Gozd	Pozidano in sorodno zemljišče	Voda
2842,8	16919,9	473,7	575,7	180,2	152,2	1151,7	243,7	10570,7	110,5	791,3
3520,3	12822,3			1300,4	238,9	260,8	344,8	7503,2	6680,3	1398,6
1277,6	12129,4			520,4	505,7	1477,3		3670,7	473,9	
1989,8	7197,1			12316,7	1036,2	2462,0			3262,1	
14513,1	12703,3			82886,6	356,1	1172,2			140,3	
3990,4	12889,6			34759,6	160,4	621,7				
3888,2				42347,8	924,0	601,3				
5292,9						122,8				
3221,9						353,4				
8399,2						295,8				
2104,9										
1913,6										
333,3										
3417,9										
3265,8										
59971,5	74661,6	473,7	575,7	174311,6	3373,4	8518,9	588,4	21744,6	10667,0	2189,8

Preglednica A. 6: Dejanska raba na območju zadrževalnika Šempeter 2

Njiva	Hmeljišče	Intenzivni sadovnjak	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	Trajni travnik	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Drevesa in grmičevje	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Pozidano in sorodno zemljišče
158,5	190234,8	50,7	43,6	1288,8	52,2	768,0	1065,9	6,9
104,7	37342,4	70,0		123,9	1375,7	1751,6	867,4	57,3
276,6		1,5		1669,0	1306,6	1348,1	320,1	2006,2
10146,5				439,9	877,1	4971,1		633,5
10441,9				46,2	270,6	135,7		1474,0
1139,3				230,1	196,6	1982,9		310,2
566,4				625,1				
9358,1				2,9				
5292,4				655,5				
1502,3				111,5				
3290,9								
149,3								
2918,5								
45345,4	227577,2	122,2	43,6	5192,9	4078,8	10957,4	2253,3	4488,0

Preglednica A. 7: Dejanska raba na območju zadrževalnika Latkova vas

Njiva	Trajni travnik	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Drevesa in grmičevje	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	Gozd	Pozidano in sorodno zemljišče	Voda
3281,3	906,5	8021,9	1657,6	3055,9	2903,6	6976,7	206,5	1758,5
2110,2	2469,1	1043,8	3823,8	422,1	2013,0	4469,0	217,6	
11682,1	1502,8	101,3	1639,1	241,5	3303,7	410,7	9552,9	
962,6	826,0	10,5	270,4	1893,0	1630,9	2141,5	1373,1	
2892,7	22291,0	664,4	252,2			34903,3	74,2	
567,6	66223,4	420,0	104,6			1146,1	453,8	
2035,1	9949,2	600,4	1540,9			1172,6		
2628,9	112,5	4341,3	683,2			550,3		
4120,0	101,2	597,0	526,7			250,6		
191,9	1048,5	1245,2	436,2			1702,5		
3773,1	1790,1	2044,7	245,2			13821,9		
13907,5	6206,6	193,0	112,8			747,2		
237,2	2042,6	162,8	1820,6					
975,2	10968,0		427,1					
	348,5		105,4					
	2865,9		146,0					
	611,6		418,7					
	801,2		1593,8					
	4244,6		786,6					
	992,6		227,3					
	16265,1		2261,5					
	5739,6							
	10702,6							
	1023,6							
	941,9							
	11251,5							
	24770,0							
49365,3	206996,0	19446,2	19079,6	5612,4	9851,3	68292,2	11878,1	1758,5

Preglednica A. 8: Dejanska raba na območju zadrževalnika Dobrteša vas

Njiva	Trajni travnik	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	Drevesa in grmičevje	Neobdelano kmetijsko zemljišče	Gozd	Pozidano in sorodno zemljišče
49855,4	2235,8	160,2	67,1	355,0	3594,1	276,0
2488,7	485,6	1664,9	1225,5	196,2		3277,6
25782,1	6599,8	281,3	198,6			1313,5
3025,4	9095,9	35,1	2576,7			95,6
26000,5		67,5	445,4			
654,1		5576,1	2194,5			
1847,3		129,5				
58748,8		458,2				
9970,0		264,7				
49855,4						
1375,5						
229603,0	18417,1	8637,5	6707,7	551,2	3594,1	4962,6