

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:

Matjaž, L. 2016. Ukrepi za zmanjševanje verjetnosti pojava poplav. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 107 str. (mentor: Brilly, M., somentor: Šraj, M.).

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5551/>

Datum arhiviranja: 27-06-2016

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:

Matjaž, L. 2016. Ukrepi za zmanjševanje verjetnosti pojava poplav. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering: 107 pp. (supervisor Brilly, M., co-supervisor Šraj, M.) .

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5551/>

Archiving Date: 27-06-2016

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za *gradbeništvo*
in *geodezijo*

Jamova 2, p.p. 3422
1115 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



**UIVERZITETNI ŠTUDIJ
VODARSTVA IN KOMUNALNEGA
INŽENIRSTVA**

Kandidat

LUKA MATJAŽ

**UKREPI ZA ZMANJŠEVANJE VERJETNOSTI
POJAVA POPLAV**

Diplomska naloga št.:

MEASURES FOR LOWERING FLOOD RISKS

Graduation thesis No.:

Mentor :
prof. dr. Mitja Brilly

Predsednik in član komisije :

Somentor:
doc. dr. Mojca Šraj

Član:

Ljubljana, 20.5.2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisan LUKA MATJAŽ izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:

»UKREPI ZA ZMANJŠEVANJE VERJETNOSTI POJAVA POPLAV«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana,

Luka Matjaž

BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 519.2:556.1(497.4)(043.2)

Avtor: Luka Matjaž

Mentor: prof. dr. Mitja Brilly

Somentor: doc. dr. Mojca Šraj

Naslov: Ukrepi za zmanjševanje verjetnosti pojava poplav

Tip dokumenta: Dipl. nal.-UNI

Obseg in oprema: 107 str., 18 preg., 61 sl., 2 graf., 1 en., 2 pril.

Ključne besede: reka Savinja, DMR, DOF, protipoplavni ukrepi, GIS pregledovalnik, interpolacija, izračun prostornine poligona

Izveček

V diplomski nalogi je v prvem, teoretičnem delu predstavljeno in opisano izbrano območje, porečje Savinje, z glavnimi značilnostmi. Sledi predstavitev projekta Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje, v okviru katerega so bile pridobljene projektne naloge, ki so bili osnova za izdelavo pregledovalnika. V nadaljevanju so opisani tudi vsi ostali potrebni vhodni podatki, ki so bili uporabljeni za izdelavo pregledovalnika. Pri opisu vhodnih podatkov, je za vsako lokacijo izdelana tudi analiza za obdobji med poplavama 1998 in 2007.

V drugem praktičnem delu diplomske naloge je na začetku opisana potrebna programska oprema, ki je bila uporabljena za izdelavo pregledovalnika. Nadaljuje se z opisom postopka izdelave pregledovalnika, ter splošnim opisom interpolacije, ter podrobnejšim opisom uporabljene interpolacije (IDW) pri izdelavi modela. Nato je opisan način izdelave pregledovalnika v smislu navodil. Sledi opis zahtevnejše uporabe pregledovalnika, to je izdelava modela, ki je s pomočjo interpolacije izračunal zahtevane prostornine. Rezultati modela so tudi podrobneje opisani.

BIBLIOGRAPHIC - DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 519.2:556.1(497.4)(043.2)

Author: Luka Matjaž

Supervisor: prof. dr. Mitja Brilly

Co supervisor: doc. dr. Mojca Šraj

Title: Measures for lowering flood risks

Document type: Graduation Thesis – University studies

Scope and tools: 107 p., 18 tab., 61 fig, 2 graph., 1 eq., 2 ann.

Keywords: River Savinja, Digital Elevation Model, digital orthophoto, flood mitigation, GIS viewer, interpolation, space calculation of an area

Abstract

In thesis is in the first section, a representation and description, of main characteristics, of the area, which was selected, river basin of Savinja. Furthermore there is a representation of a project named, Ensuring flood safety in the Savinja river basin. Within thin project, input data was acquired, which was essential for constructing a GIS viewer. Then begins a description of all the input data and an analysis of each location. Analysis was made for the floods that occurred it the years of 1998 and 2007.

In the secod more practial section, there is a description of the necessary computer softwere that was needed for making a GIS viewer. It continues with a presentation how to create a GIS viewer with ArcMap. After that there is a quick oversight of interpolation and a more detailed description of IDW interpolation, which was used in the model. Furtehmore ther is o description of the model that was built for colculations of the volumes of an area.

ZAHVALA

Zahvalil bi se rad mentorju prof. dr. Mitja Brilly za pomoč, podporo, mentorstvo ter potrebne podatke brez katerih diplomska naloga ne bi mogla biti izvedena v takšni obliki. Zahvalil bi se tudi Simoni Pestotnik za nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA	2
IZJAVE	3
BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	4
BIBLIOGRAPHIC - DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	5
ZAHVALA	6
1 UVOD	16
1.1 Namen diplomske naloge	17
1.2 Obravnavano območje.....	18
1.3 Reka Savinja.....	18
1.3.1 Poplave	21
1.4 Projekt: zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje	24
1.5 Ukrepi za zmanjševanje verjetnosti pojava poplav	25
2 VHODNI PODATKI ZA ARC GIS.....	27
2.1 Grafični podatki.....	27
2.1.1 DOF050.....	27
2.1.2 TOPO 25	28
2.1.3 Podatkovni sloj - poplavni dogodki.....	29
2.1.4 Lidar podatki	30
2.2 Projektne naloge.....	31
2.2.1 Splošno	36
2.2.2 Luče.....	37
2.2.2.1 Analiza	39
2.2.3 Savinja odsek 3.....	40
2.2.3.1 Analiza	40
2.2.4 Savinja odsek 2.....	42
2.2.4.1 Analiza	46
2.2.5 Savinja odsek 1.....	48
2.2.5.1 Analiza	51
2.2.6 Marijagraški ovinek.....	53

2.2.6.1	Analiza.....	53
2.2.7	Ložnica	55
2.2.7.1	Analiza.....	57
2.2.8	Koprivnica	59
2.2.8.1	Analiza.....	60
2.2.9	Babenski Potok.....	63
2.2.9.1	Analiza.....	63
2.2.10	Črna Mlaka	65
2.2.10.1	Analiza.....	65
2.2.11	Sušnica.....	67
2.2.11.1	Analiza.....	68
2.2.12	Podsevčnica.....	71
2.2.12.1	Analiza.....	72
2.2.13	Voglajna	73
2.2.13.1	Analiza.....	75
2.2.14	Hudinja	77
2.2.14.1	Analiza.....	78
2.2.15	Vzhodna Ložnica.....	81
2.2.15.1	Analiza.....	81
2.2.16	Novi most na cesti v Gaje (na obrtni cesti v Celju), čez potok XI	83
2.2.16.1	Analiza.....	83
3	UPORABA PROGRAMSKE OPREME ARCGIS-ARCMAP	85
3.1	Opis programske opreme.....	85
3.2	Izdelava pregledovalnika.....	87
3.3	Izračun prostornin območij, ki se nahajajo za vpisanimi ukrepi	95
3.3.1	Interpolacija.....	96
3.3.1.1	IDW interpolacija	97
3.3.2	Model.....	99
3.3.3	Rezultati.....	101

4	ZAKLJUČEK.....	105
	VIRI.....	107

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prikazuje kolikokrat na mesec je v obdobju 1907 – 2014, bil dnevni povprečni pretok višji od 500 m ³ /s [5].....	20
Preglednica 2: Prikazuje maksimalne dnevne pretoke – konice za obdobje 1953-2014 [6].....	20
Preglednica 3: prikazuje velikost pretoka pri določeno povratni dobi [7].....	21
Preglednica 4: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja odsek 3.....	42
Preglednica 5: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja odsek 2.....	48
Preglednica 6: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja odsek 1.....	53
Preglednica 7: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja Marijagraški ovinek.....	55
Preglednica 8: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Ložnica.....	58
Preglednica 9: Prikaz prostornine in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Koprivnica.....	62
Preglednica 10: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Babenski potok.....	65
Preglednica 11: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Črna Mlaka.....	67
Preglednica 12: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Sušnica.....	70
Preglednica 13: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Podsevčnica.....	73
Preglednica 14: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Voglajna.....	77
Preglednica 15: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Hudninja.....	80
Preglednica 16: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Vzhodna Ložnica.....	83
Preglednica 17: Izračunani volumni poligonov za poplavo 1998.....	102
Preglednica 18: Izračunani volumni poligonov za poplavo 2007.....	103

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1. Srednji mesečni pretoki Savinje v Laškem v obdobju 1971-2000 [3].	19
Grafikon 2: Časovnica večjih poplav na obravnavanem območju v 20. stoletju.	23

KAZALO SLIK

Slika 1. Obravnavano območje razdeljeno po vodnih telesih površinskih voda in kategorizaciji vodotokov.....	18
Slika 2. Povprečna letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971-2000 [8].	22
Slika 3: Grafična podlaga DOF050 [13].	28
Slika 4: Grafična podlaga TOPO 25 [14].	29
Slika 5: Prikaz poplavnega sloja poplave leta 1998 (zeleni sloj) in 2007 (vijolični sloj) [15].	29
Slika 6: Primer lidar podatka DMR (D48GK). Preneseni podatki so v po listih velikosti 1*1 km ² [16].	30
Slika 7: Poplavni dogodek 1998, na območju obravnave.....	32
Slika 8: Poplavni dogodek 2007, na območju obravnave.....	33
Slika 9: Osnovni pogled pregledovalnika, na katerem je prikazano celotno območje obravnave, z vpisanimi ukrepi, slojem poplavni dogodki, slojem vodotoki ter dof050 podlago.	34
Slika 10: Identifikacijska karta ID-ja.....	35
Slika 11: Link 1 *.pdf dokument SITUACIJA – projektirano stanje – Koprivnica [19].....	35
Slika 12. Link 2 *.pdf dokument Tehnični opis [20].	36
Slika 13: Prikaz poplavnega dogodka (zelena) leta 1990 in ukrepov (rdeča) v Lučah.....	40
Slika 14: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 3), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	41
Slika 15: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 3), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni 2007. ..	42
Slika 16: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 2), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	47
Slika 17: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 2), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni 2007. ..	48
Slika 18: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 1), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	52
Slika 19: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 1), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.	52
Slika 20: Prikaz obravnavane lokacije (Marijagraški ovinek), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.....	54

Slika 21: Prikaz obravnavane lokacije (Marijagraški ovinek), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.	55
Slika 22: Prikaz obravnavane lokacije (Ložnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	57
Slika 23: Prikaz obravnavane lokacije (Ložnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.	58
Slika 24: Prikaz obravnavane lokacije (Koprivnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine ter prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	61
Slika 25: Prikaz obravnavane lokacije (Koprivnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine ter prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.	62
Slika 26: Prikaz obravnavane lokacije (Babenski potok), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	64
Slika 27: Prikaz obravnavane lokacije (Babenski potok), sloja poplava 2007 (vijolična) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).	64
Slika 28: Prikaz obravnavane lokacije (Črna Mlaka), sloja poplava 1998 (modra) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).	66
Slika 29: Prikaz obravnavane lokacije (Črna Mlaka), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.	66
Slika 30: Prikaz obravnavane lokacije (Sušnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	69
Slika 31: Prikaz obravnavane lokacije (Sušnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.	70
Slika 32: Prikaz obravnavane lokacije (Podsevčnica), sloja poplava 1998 (modra) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).	72
Slika 33: Prikaz obravnavane lokacije (Podsevčnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.	73
Slika 34: Prikaz obravnavane lokacije (Vogljajna), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.	76
Slika 35: Prikaz obravnavane lokacije (Vogljajna), sloja poplava 2007 (vijolična) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).	76

Slika 36: Prikaz obravnavane lokacije (Hudinja), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.....	79
Slika 37: Prikaz obravnavane lokacije (Hudinja), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 2007.....	80
Slika 38: Prikaz obravnavane lokacije (Vzhodna Ložnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.	82
Slika 39: Prikaz obravnavane lokacije (Vzhodna Ložnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 2007.	82
Slika 40: Prikaz obravnavane lokacije (potok XI), sloja poplavni dogodki (zeleno), protipoplavnih ukrepov (rdeče).....	84
Slika 41: Razlika med rastrsko (levo) in vektorsko (desno) sliko. 1 – Gozd, 2 – voda, 3 – urbano območje [57].	86
Slika 42: Zaženemo program ter odpremo prazno mapo, ki jo tudi poljubno poimenujemo.	87
Slika 43: Za vnos vhodnih podatkov kliknemo na gumb Add Data.....	87
Slika 44: Izberemo podatke ki jih želimo vnesti v program in kliknemo Add. V tem primeru so bili dodani: DOF, TOPO - hidrografija, DMR, sloj protipoplavni dogodek 1998 ter 2007.	88
Slika 45: Ko program doda vse podatke je priporočljivo, da se združijo isti tipi podatkov, zaradi boljšega pregleda. Ustvarjeni so bile naslednje skupine: ena DOF50, druga vodotoki razdeljena še na tri podskupine (točke, linije in poliliniije), tretja DMR, četrta poplava 1998 ter poplava 2007.	88
Slika 46: Na tej točki se prične grafično vnašanje povzetih ukrepov v pregledovalnik. Ukrep narišemo s pomočjo orodne vrstice Draw – line.....	89
Slika 47: Nato označimo narisani ukrep ter ga pretvorimo v atribut (Convert graphic to features), ter spravimo v mapo shp.....	89
Slika 48: Nov atribut, s končnico shp spravimo v izbrano mapo.	90
Slika 49: Na novo narejen atribut (shp file), dodamo v tabelo vsebin, ter je na karti prikazan kot sloj.90	
Slika 50: Nato odpremo atributno tabelo ter ji dodelimo toliko stolpcev kot jih potrebujemo (v našem primeru 5). Pri tem pregledovalniku so bili pripisani naslednji atributi: ID, Odsek, Ukrep, Link1, Link2.	91
Slika 51: Stolpce dodajamo: TABLE OPTIONS – ADD FIELD.	91
Slika 52: Za začetek vpisovanja v tabelo je potrebno vključiti urejanje (Start editing) v orodni vrstici Editor. Ko končamo z urejanje je potrebno izključiti urejanje (Stop editing).	92
Slika 53: Ko vključimo urejanje je potrebno izbrati kateri sloj se bo urejal, nato lahko vpišemo vse potrebne podatke.	92
Slika 54: Po končanem vpisovanju podatkov je mogoče vizualno prilagoditi sloj. Kliknemo z desno tipko na »Layer« ter izberemo »Layer properties«, kjer lahko prilagodimo »Layer«. Izberemo debelino	

in barvo. Potrebno je pod zavihkom »Symbology-catagories-unique values«, pritisniti »Add all values« (prikažejo se vsi ID-ji, vsak ID je svoj ukrep). Tu lahko potem vsakemu ukrepu izberemo barvo in debelino.	93
Slika 55: Če so vsebovani tudi »Hyperlinki« je potrebno le te aktivirati. Zavihek »Display-support hyperlink using field link1«. Urejanje končamo s »Stop editing« v orodni vrstici »Editor«.	94
Slika 56: Ta postopek ponovimo dokler niso vpisani vsi podatki v pregledovalnik.	94
Slika 57: Končni pregledovalnik brez grafičnih podlag, brez linij in točk; narisani so samo vodni poligoni ter vneseni ukrepi.	95
Slika 58: Vrednosti znanih točk (levo) in iz njih interpolirane neznane vrednosti (desno) po metodi, ki uporablja vrednosti znanih bližnjih točk [59].	97
Slika 59: Izmerjene točke z določeno nadmorsko višino (levo), z interpolacijo dobimo interpolirano ploskev - digitalni model višin (desno) [59].	97
Slika 60: Vpliv utežnih potenc [60].	98
Slika 61. Shema delovanja modela.	101

1 UVOD

Poplave se uvrščajo med naravne dogodke, ki so statistično napovedljivi. Ker so različno intenzivne so tudi njihove povratne dobe različne 20, 30, 100... letne vode. Poplave v naravnem okolju niso problematične, so celo zaželene, saj bogatijo podzemne vode ter med drugim prenašajo veliko, tudi rodovitnega materiala. Ugodno vplivajo tudi na biotsko raznovrstnost okolja. Zaradi naraščanja števila prebivalcev in širjenja urbanih središč, ki so velikokrat že zgodovinsko umeščena ob reke, so vodne ujme začenjale postajati vedno večji problem, predvsem zaradi materialne škode, ki jo povzročajo. Prav zaradi tega vzroka smo začeli z različnimi gradbenimi in negradbenimi ukrepi bolj ali manj uspešno zagotavljati poplavno varnost na urbanih območjih. Uspešnost ukrepov zagotovimo s celovitim, trajnostnim in interdisciplinarnim načrtovanjem. V ta proces je smotrno vključiti tudi programsko opremo, kot je ArcGIS, ki nam olajša odločanje.

Program omogoča prostorske analize in vključuje funkcije za združevanje območij, prekrivanje različnih vrst slojev, osnovno modeliranje... Preko uporabe pregledovalnika ugotovimo lokacije problematičnih območij. Ta podatek je bistven pri izdelavi novih prostorskih aktov zato, ker lahko že preventivno preprečimo gradnjo na poplavnih območjih. Te raje namenimo za kmetijsko rabo in jih hkrati uporabimo kot suhi zadrževalnik ali retenzijsko površino. S takšno ali podobno programsko opremo je mogoče izdelati pregledovalnik, na katerem so združeni podatkovni sloji, ki jih lahko poljubno prižigamo in ugašamo. Take vrste pregledovalnik je zelo uporaben predvsem zato, ker omogoča stalno posodabljanje, kar pomeni da ne zastara, če se podatkovna baza oskrbuje. Uporabnost se kaže tudi v temu, da je pregledovalnik enostaven za uporabo, tako, da uporabnik ne potrebuje predhodnega podrobnega znanja. Slaba lastnost izdelave je le časovna zahtevnost, saj vključuje veliko število podatkov, ki jih je potrebno pregledati in izluščiti le tiste, ki so relevantni, ter jih vnesti.

Diploma je razdeljena na teoretični in praktični del. Teoretični del se začne z opisom obravnavanega območja, ter predstavitev projekta Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje. Nato sledi pregled vseh potrebnih vhodnih podatkov, ki so bili uporabljeni za izdelavo pregledovalnika. Pri opisu povzetih ukrepov je za vsako lokacijo tudi opravljena analiz stanja med poplavami za leti 1998 in 2007. V drugem, praktičnem delu je na začetku predstavljena programska oprema, ki je bila uporabljena. Sledi opis izdelave pregledovalnika, v smislu navodil. Nato je predstavljena podrobnejša analiza območja obravnave, to je bila izdelana s pomočjo izdelanega modela, ki je kot rezultat dala količino vode, ki jo je določen niz protipoplavnih ukrepov zadržal.

Vodne ujme, je potrebno jemati resno, saj so poleg materialne škode na objektih, ter posredni gospodarski škodi, ogrožena tudi človeška življenja. Zaradi tega nam mora biti cilj, pri razvijanju obvodnih središč, čim bolj dolgoročen, saj le na tak način lahko zagotovimo trajnostni razvoj območja.

1.1 Namen diplomske naloge

Cilj diplomske naloge je izdelava GIS (Geografski informacijski sistemi) pregledovalnika, izračun prostornine vode, zadržane s protipoplavnimi ukrepi ter analiza lokacij s programom ArcGIS. Nato pa praktično prikazati kako se lahko, na podlagi kvalitetne podatkovne baze, ki združuje različne podatke, odločimo za čim bolj celovito in vzdržno načrtovanje smeri urbanizacije. Kot je znano, bi lahko pravilno načrtovanje znižalo materialno ter gospodarsko škodo. Vse to pa bi pozitivno vplivalo na razvoj območja.

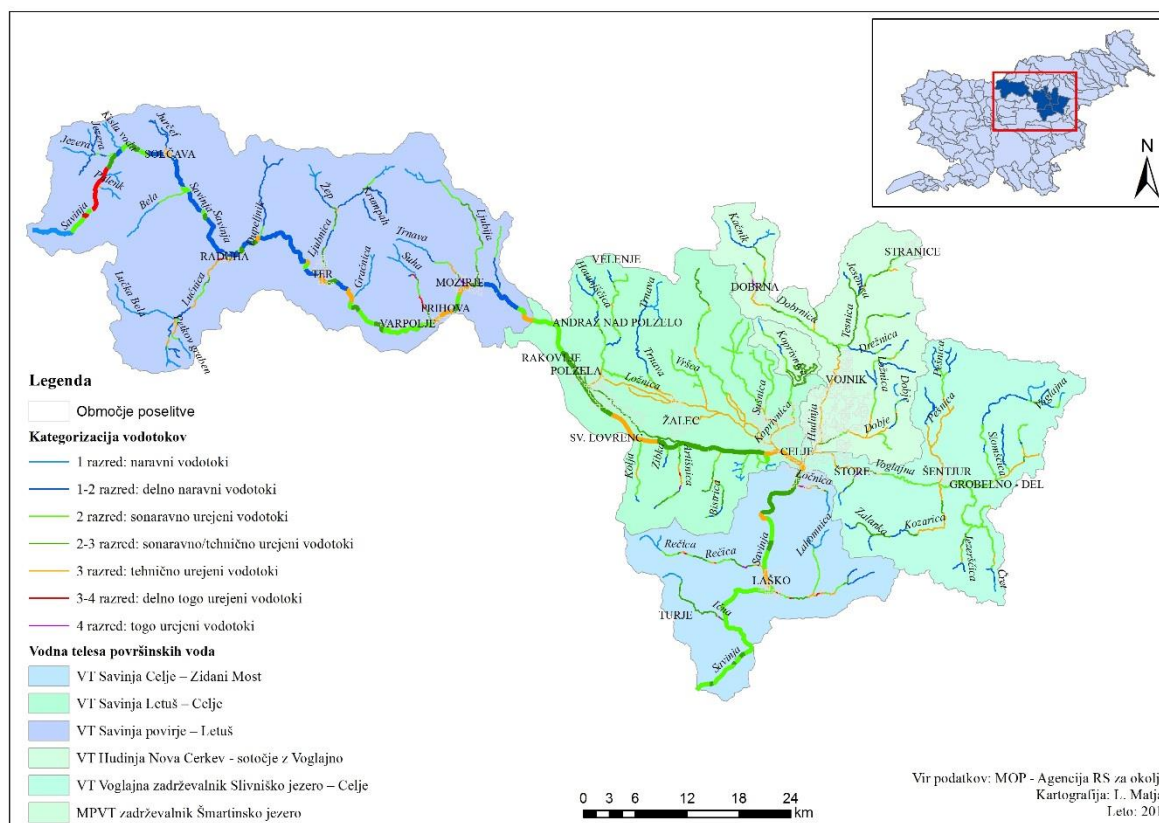
V ta namen je naloga je zasnovana tako, da je na začetku predstavljeno območje ter grafični vhodni podatki, nato so opisani protipoplavni ukrepi, povzeti po projektnih nalogah ter analiza lokacij. Pri ukrepih gre za obstoječe in načrtovane gradbeniške posege, s katerimi vplivamo na odtočne razmere in posledično na zmanjševanje verjetnosti pojavljanja poplav. Lokacijo ter vrsto ukrepa je bilo potrebno povzeti iz projektnih nalog, ki so bila pridobljena za izdelavo pregledovalnika. Predvsem so to lokalni ukrepi, ki zajemajo izgradnjo novih in obnovo obstoječih objektov obvodne infrastrukture (nasip, AB zid...), čiščenje in poglobljanje pretočnih profilov struge Savinje in njenih pritokov, izgradnjo zadrževalnikov ter aktivacijo razpoložljivih retenzijskih površin, s katerimi zaščitimo določeno območje ali pa zberemo večje količine vode in jih začasno zadržimo. Prav tako lahko z ustreznim prostorskim planiranjem in ustrezno rabo tal zmanjšamo vplive različnih ukrepov na povečan odtok. Na koncu je prikazano kako se izdelava GIS pregledovalnik z namenom predstavitve uporabe tega praktičnega orodja za načrtovanje gradnje in prostorskega planiranja.

Geografski informacijski pregledovalnik izdelan s pomočjo programske opreme ArcGIS predstavlja podatkovno bazo, z vpogledom v izbrane parametre protipoplavnih ukrepov. Sistem je bil izdelan na osnovi podatkovnega modela relacijske baze. Podlaga za to je bila podrobna analiza že izdelanih projektov (PGD, PZI, PID), iz katerih so bili povzeti vsi ukrepi na obravnavanem območju. Popis ukrepov je bil opravljen po enotni metodologiji. Pri tem je bilo potrebno ugotoviti nabor karakterističnih podatkov po različnih ukrepih. Za potrebe prikaza ukrepov v pregledovalniku sta bila za izdelavo potrebni dve vrsti vhodnih podatkov, prvi je katera vrsta ukrepa je bil izvedena, drugi pa čim bolj točna lokacija tega ukrepa. Nato je bilo potrebno vnesti še grafične podlage, ki olajšajo vizualno interpretacijo prostora. Za potrebe izračuna prostornin vode, ki jo ukrepi zadržijo, je bilo potrebno pridobiti DMR, ter izdelati poenostavljen model.

Pregledovalni je priročno orodje, ki lahko služi kot pomoč pri načrtovanju posegov, nudi pregled nad obsegom obstoječih ukrepov, ter prostorsko razporejenostjo ukrepov, del in objektov. Sistem omogoča stalno vnašanje novih ukrepov in stalno spremljanje sprememb.

1.2 Obravnavano območje

Obravnavano območje je del Savinjske doline. Leži v Zgornji in Spodnji Savinjski dolini. Začne se z območjem okoli naselja Luče, sledi območje mestne občine Celje, območje pri Arclinu in Vojniku ter se konča pri območju Marijagraškega ovinka. Območje leži na porečju Savinje, kjer je reka Savinja z njenimi pritoki izoblikovala teren. Predmet obravnavanja so tako načrtovani in izvedeni ukrepi, ki se nahajajo ob Savinji ter ob njenih pritokih. Slika 1 prikazuje obravnavano območje, razdeljeno glede na kategorizacijo vodotokov ter glede na vodna telesa površinskih vod.



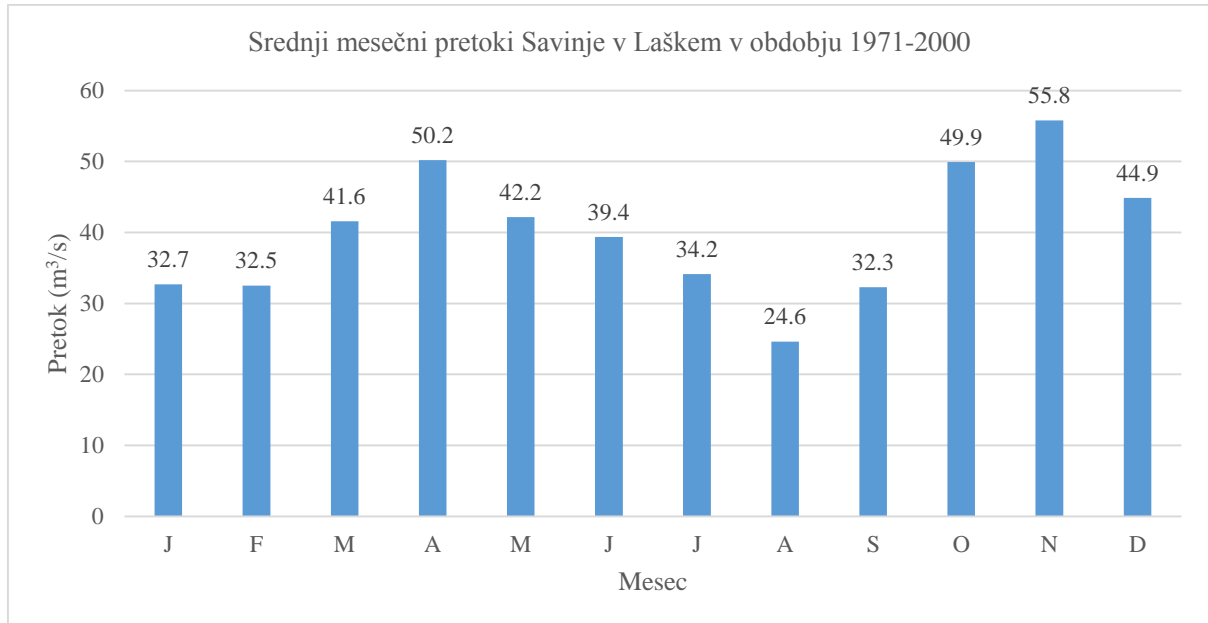
Slika 1. Obravnavano območje razdeljeno po vodnih telesih površinskih voda in kategorizaciji vodotokov.

1.3 Reka Savinja

Reka Savinja izvira v Kamniško – Savinjskih Alpah [1], natančneje v Logarski dolini. Prvi izvir je nad slapom Rinka na višini 1380 m ter drugi izvir je Črna na višini 767 m. Savinja teče skozi Zgornjo in Spodnjo Savinjsko dolino ter se nato pri Zidanem mostu na višini 200 m, izliva v Savo kot njen levi pritok. Večji levi pritoki Savinje so Ljubnica pri Ljubnem, Paka pod Letušem, Ložnica in Voglajna s Hudinjo pri Celju ter Gračnica pod Rimskimi Toplicami. Večji desni pritoki pa so Lučnica v Lučah, Dreta v Nazarjah, Bolska pod Preboltom ter Rečica v Laškem. Porečje reke Savinje znaša 1858 km².

Savinja spada v vodno območje Save in je del podonavskega povodja. Savinja, ima izrazit hudourniški značaj, kar se kaže v velikem nihanju pretokov (Grafikon 1). Skupno ima vodotok Savinja 102 km rečnega toka [2].

Grafikon 1. Srednji mesečni pretoki Savinje v Laškem v obdobju 1971-2000 [3].



Savinja je vodnata in hudourniška reka, katere značilnost so vsakoletne manjše poplave, ter tudi pričakovane večje poplave s povratno dobo 15 let. Zaradi širjenja urbanega območja v Savinjski dolini je materialna škoda pri vsakih poplavah večja. Po podatkih Inštituta za vode Republike Slovenije je na porečju Savinje poplavno ogroženih 52 km² površin, od tega je 8 km² urbanih površin, 40 km² kmetijskih površin ter 3 km² gozdnih površin. Na poplavno ogroženih območjih tako živi 21.397 prebivalcev [4].

Naselbine ob Savinji pogosto prizadenejo poplave, ki se pojavljajo ob močnih poletnih neurjih ali dolgotrajnejših jesenskih deževjih (Grafikon 2). Poplave so izrazito hudourniške, odnašajo mostove, jezove, ceste, stanovanjske in druge objekte ter s plavjem zasipljejo poplavno ravnico (najhujše 1. novembra 1990). V Spodnji Savinjski dolini so z vodogradbenimi ukrepi preprečili razlivanje poplavnih voda po obsežni poplavni ravnici na levem bregu Savinje od Šempetra v Savinjski dolini do Celja. Slabši vidik teh ukrepov pa je hitrejši rečni tok po regulirani strugi, močnejše erozijsko delovanje ter hitrejši dotok večjih količin vode in plavja v Celje in Laško, ki sta zaradi poplav najbolj ogrožena. Predvsem lega Celja je zelo dovzetna za poplave, saj je stičišče večjih pritokov Savinje (Hudinje, Voglajne in Ložnice).

Vodomerna postaja v Laškem – Laško I in II, vsebuje povprečne dnevne količine pretokov v m³/s, za obdobje od 1907 do 2014. Iz dokumentacije pridobljene na ARSO spletni strani, je bila izdelana tabela

(Preglednica 1), ki prikazuje kolikokrat na mesec so se določeni pretoki pojavili. Vseh srednjih dnevnih pretokov višjih od 500 m³/s je bilo 52, s tem da manjkajo seti podatkov (ter nekatera leta niso popolna: 1907, 1911, 1912, 1913, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1925, 1940 - 1945 2.sv.vojna). V naslednji preglednici (Preglednica 2), so prikazane maksimalne dnevne špice, za obdobje Od 1953 do 2014. Iz količine špice, se da izvedeti povezavi z preglednico (Preglednica 3), kolikokrat so se pojavile določene povratne dobe. Z 100 letno povratno dobo sta bila dva dogodka. Prvi je bila poplava leta 1990 z špico 1406 m³/s ter dnevni povprečjem 826 m³/s. Drugi pa je bil leta 1998, z špico 1389 m³/s, ter dnevni povprečjem 1025 m³/s. Z povratno dobo 50 let pa je bil en dogodek, poplava leta 2007, z konico 1249 m³/s in dnevni povprečjem 592 m³/s. Iz preglednice 2 in 3 je tudi razvidno, da se večji del poplavnih dogodkov zgodi septembru oktobru ter novembru. Tudi najhujše poplave (11.1990, 11.1998, 9.2007) so bile v teh mesecih.

Preglednica 1: Prikazuje kolikokrat na mesec je v obdobju 1907 – 2014, bil dnevni povprečni pretok višji od 500 m³/s [5].

<i>Meseci pretoki</i> m ³ /s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	seštevek
500-600	1	2	2		1	2	2	2	3	8	4	2	29
600-700	2				1	1	1			2	1		8
700-800	1								3		1	2	7
800-900									2	1	1		4
900-1000										1			1
1000-1100											1		1
1100-1200								1					1
1200-1300									1				1
	4	2	2	0	2	3	3	3	9	12	8	4	52

Preglednica 2: Prikazuje maksimalne dnevne pretoke – konice za obdobje 1953-2014 [6].

<i>Meseci pretoki</i> m ³ /s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	seštevek
500-600	3			1	3	4	2	3	4	3	2	2	27
600-700	1	1	1			3	1			3	6	1	17
700-800						1	2	2		3	2	1	11
800-900	1		1				1			2	2		7
900-1000						1						1	2

1000-1100									2	1			3
1100-1200										1	1		2
1200-1300									1				1
1300-1400											1		1
1400-1500											1		1
	5	1	2	1	3	9	6	5	7	13	15	5	72

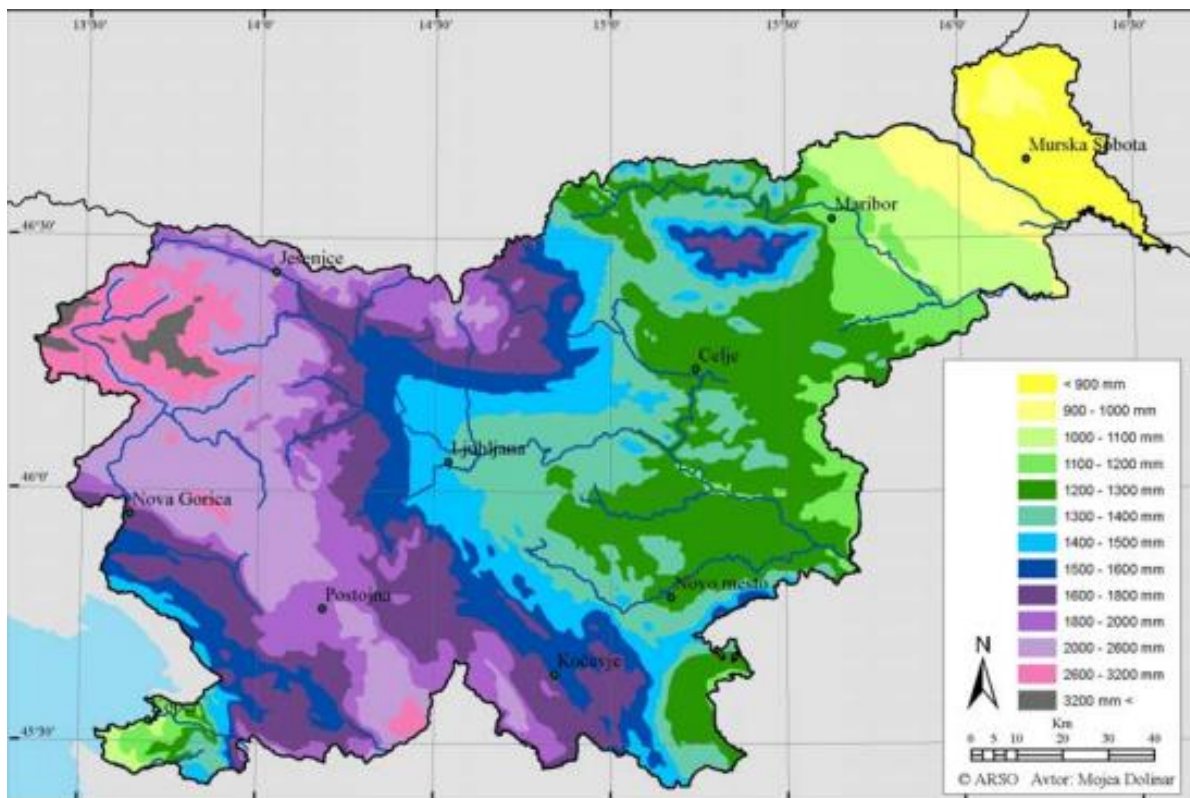
Preglednica 3: prikazuje velikost pretoka pri določeno povratni dobi [7].

Povratna doba (leta)	2	5	10	20	30	50	100	300	500	1000
Pretok m ³ /s	558	792	943	1084	1162	1259	1385	1579	1667	1783
Po metodi Pearson 3										

1.3.1 Poplave

V Sloveniji imamo tri glavne podnebne tipe, njihovi vplivi pa se na določenih območjih tudi prepletajo. V osrednji Sloveniji imamo subalpsko in v alpskem gorskem svetu alpsko podnebje. V vzhodu Sloveniji imamo zmerno celinsko podnebje, na zahodu in jugozahodu pa submediteransko podnebje [8]. Na tip podnebja najbolj vpliva lega, oblika in smer reliefa ter bližina morja. Zaradi zelo različnih podnebnih tipov ima Slovenija tudi zelo izrazito različne količine padavin na različnih območjih (Slika 2). Kot je razvidno največ padavin dobi SZ Slovenija, količina padavin pada proti vzhodu. Razlog za tako porazdelitev padavin je predvsem v gorskih pregradah, ki ležijo na SZ delu.

Vodne ujme ali poplave so naravni letni pojav, ki sam po sebi ne ogroža narave, zato jih je potrebno sprejeti ter se poskušati čim manj vmešavati v ta naravni proces. Poplave prinesejo poleg materialne in gospodarske škode tudi pozitivne učinke. Ti so vezani na življenje ekosistema saj je voda vir življenja. Vodam je potrebno po največji možni meri pustiti prostor, ne spreminjati vodnega odtoka, ter jo čim manj regulirati, kar pa v modernem času kapitalizma, širitve urbanih središč, spreminjanjem vrste tal..., skorajda ni več mogoče izvesti. Torej, cilj mora biti čim bolj naravno ukrepanje, za zaščito pred poplavami. V realnosti, večina naselji leži ob vodotokih, ki imajo tudi veliko pozitivnih učinkov na blaginjo ljudi ter gospodarstvo, zato v primerih, ko le sonaravni ukrepi niso zadostni je potrebno izvesti tudi vodogradbene objekte, saj škoda, ki nastane ob poplavah je predvsem materialna ter več škode nastane tam kjer je večji antropogeni (človeški) vpliv, to so predvsem urbana območja.



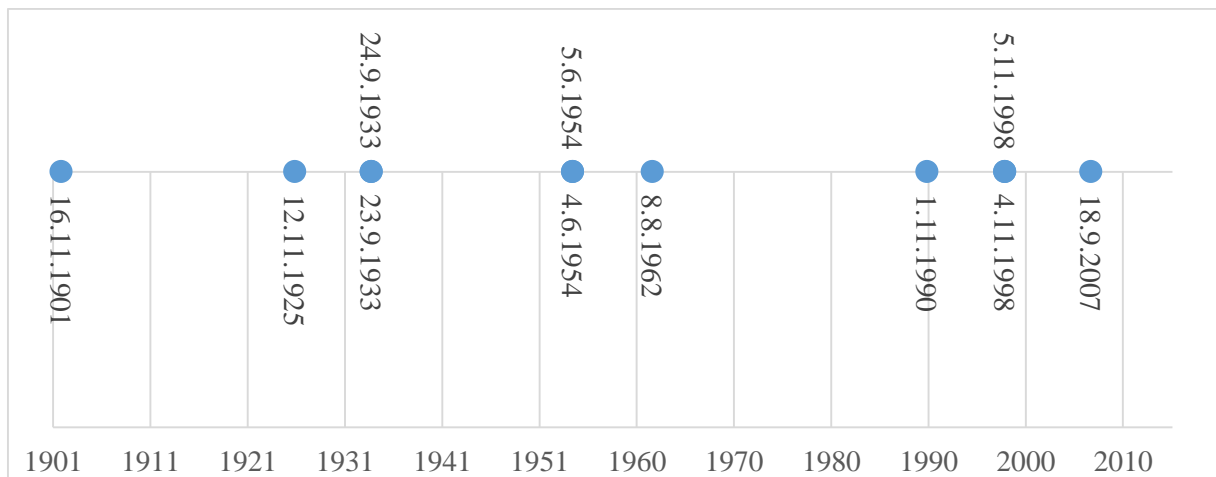
Slika 2. Povprečna letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971-2000 [8].

Poplava je začasno prekritje zemljišča z vodo, ki običajno ni prekrita z vodo [9], glavni krivec so pa tolikšne količine padavin, da presežejo normalne vodostaje v vodotokih. To vključuje poplave, ki jih povzročijo reke, gorski hudourniki zaradi visoke intenzitete padavin, poplave ki jih povzroči morje v obalnih območjih zaradi plimovanja, lahko pa poplave nastanejo zaradi poplavljanja iz kanalizacijskih sistemov [9]. Poleg naštetih dejavnikov na poplave vpliva tudi predhodna zasičenost tal z vodo, višina podzemne vode, kot tudi raba prostora, saj enaka količina padavin na gozdnatem in zabetoniranem območju naredita različno velik vodni odtok. Naravno rastje, ter zemljina imata sposobnost porabiti in tudi zadržati del padavin, kar ugodno vpliva na površinski odtok. V urbanih okoljih pa betonske površine vplivajo na odtočne razmere, tako da padavine le preusmerjajo dolvodno in jih nič ne zadržijo, kar dodatno obremeni kanalizacijski sistem, ter rečno strugo. Na intenzivnost poplav vpliva tudi relief območja, saj določa kako se bo premikal poplavni val, ter geološka sestava tal zaradi spreminjanja prepustnosti. V ozkih kotanjah imajo tako poplave večjo moč, kot na ravninah. Poplave so lahko tudi posledica naravne zaježitve (plaz). Najbolj uničujoče poplave pa nastanejo kadar pride do medsebojnega skupnega delovanja več dejavnikov. Zato je ključnega pomena preventiva, ter čim bolj natančno napovedovanje vremenskih vzorcev.

Prve zabeležene poplave na porečju Savinje so se zgodile leta 1496 in 1497. Pred izvedbo regulacijskih del v drugi polovici 19. st. je Savinja v Celju in Laškem poplavlila kar 15 krat, med letom 1847-1851. V

20 st. je bilo osem večjih poplav (Grafikon 2), ki so naredile veliko gmotno škodo [10]. Iz grafikona 2 je razvidno, da se je šest od osmih poplav zgodilo v poznih poletnih oziroma začetnih jesenskih dneh. To nakazuje na večje količine padavin v tem obdobju. Za povečanje verjetnosti poplav v tem obdobju, se skriva razlog tudi v manjši moči sonca, kar znižuje količino evapotranspiracije, ter tudi dejavnost rastlin. Z znižano dejavnostjo rastlin se zniža tudi njihov vnos vode, kar negativno vpliva na odtok. Poleg naštetega, jeseni odpadlo listje povzroči hitrejši odtok, ker preprečuje hitro pronicanje vode v tla.

Grafikon 2: Časovnica večjih poplav na obravnavanem območju v 20. stoletju.



Poplave, ki so posledica velike količine in intenzitete padavin, so vedno večji problem, pri načrtovanju gradnje ter zavarovanju obstoječih, včasih tudi nepravilno umeščenih objektov v prostoru. Poplave povzročajo direktno ter indirektno škodo na antropogenem območju. Pod direktno je mišljeno na materialno škodo, ki nastane zaradi dviga vode. Indirektna škoda pa se nanaša na gospodarstvo, saj se začasno ustavijo službe, ter to povzroči izgubo v finančnem smislu.

Prepovedati bi bilo potrebno gradnjo na poplavnih območjih, ter bi s tem izločili vrsto problemov, ki nastanejo ob poplavah. Zaradi takih problemov je GIS pregledovalnik zelo uporabno orodje pri prostorskem planiranju, saj na pregleden način prikaže in lokacijsko določi območja primerna za gradnjo. Pregledamo lahko tudi že obstoječe ukrepe, saj pregledovalnik deluje na principu velike podatkovne baze. Več kot je podatkov bolj natančno lahko analiziramo območje. Omogoča pa tudi redno posodabljanje podatkovne baze. Vanj se lahko vključi več različnih slojev podatkov, ki jih lahko poljubno aktiviramo. Tako lahko veliko količino podatkov prikažemo pregledno in na enkrat, kar nam omogoča izbiro najprimernejših lokacij za gradnjo. Takšna in podobna orodja nam omogočajo tudi osnovo za modeliranje.

Za obvladovanje poplavne varnosti, ki je večplasten problem, je potrebno vključiti različne ukrepe. Kot osnova za vsakršno širitev naselji je potrebno premišljeno prostorsko planiranje. To bi lahko zagotovili

z kakovostnim GIS pregledovalnikom. Za zniževanje vodnega odtoka ter posledično tudi erozije, bi bilo potrebno padavine zadržati na območju, kjer so padle. Za doseg takšnega cilja bi bili potrebni zadrževalniki ali retenzijske površine, ki bi omogočale razlivanje, infiltracijo ter začasno zadrževanje vode. Dober naravni ukrep za zadrževanje vode je tudi pogozdovanje, saj je vegetacija naravni zbiralnik ter porabnik vode. Ker poplave naredijo največ škode v urbanih delih je potrebno preprečiti poplavljanje teh delov z različnimi predvsem gradbenimi ukrepi (nasip, AB zid...). Za dobro pripravljenost in nadzor nad poplavo je potrebno preventivno razmišljanje in informiranje javnosti. Ukrepi bi morali biti izvedeni še preden pride do poplav, saj je preventiva boljše kot kurativa. Za hiter odziv je ključno napovedovanje vremenskih razmer, ter opozarjanje pred morebitnimi ekstremnimi dogodki preko različnih medijev. Le tako je tudi možno, da prebivalci naredijo tudi sami nekaj za zaščito (mobilne stene, vreče iz peska...).

1.4 Projekt: zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje

Podatki o protipoplavnih ukrepih, za izdelavo ArcGIS pregledovalnika, so bili pridobljeni iz projekta »Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi«. Pregledovalnik omogoča pregled lokalnih ukrepov na porečju Savinje in ga je mogoče tudi še nadalje urejati in dograjevati. Izračunane so bile tudi prostornine vode, ki so jo ukrepi zadržali. Ti rezultate je mogoče uporabiti pri modeliranju celotnega porečja Savinje.

Del projekta »Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi«, ki je obravnavan v diplomski nalogi je začetna faza celovite ureditve na porečju Savinje. Zaradi velikih gmotnih škod v preteklosti, se je ugotovilo, da je boljše zagotoviti poplavno varnost, kot pa sanirati škodo ob vsakih poplavah. Izgradilo se je vrsto lokalnih ukrepov, ki so zajemali izgradnjo novih in rekonstrukcijo starih že dotrajanih vodogradbenih elementov, ter zagotovili poplavno varnost na porečju Savinje, predvsem na naseljenih območjih kot so Laško, Luče ter občina Celje.

Ukrepi bodo izboljšali poplavno varnost, ter omogočili razvoj regije v smeri trajnostnega prostorskega planiranja, kjer bi že v naprej lahko predvidevali katere površine so bolj primerne za poselitev (niso poplavno ogrožene) in s tem bi se izognili marsikateri težavi.

Financiranje projekta, katerega ocenjena investicija znaša 45.534.085,83 EUR z DDV je v deležu 85% omogočila Evropska unija iz kohezijskega sklada (in sicer v okviru Operativnega programa razvoja okoljske in prometne infrastrukture za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete: Varstvo okolja – področje voda; prednostne usmeritve: Zmanjšanje škodljivega delovanja voda), ter Ministrstvo za okolje in prostor z deležem 15%.

1.5 Ukrepi za zmanjševanje verjetnosti pojava poplav

Ukrepi so izvedeni za zaščito pred poplavami z določeno projektno vrednostjo. Ti ukrepi ob vodotoku vplivajo na morfologijo vodotoka, njegov hidravlični režim, ter posledično tudi na režim premeščanja plavin [11]. Za zagotavljanje poplavne varnosti je možnih več različnih vrst ukrepov. Ukrepi naj bi zagotovili vodotoku, da zmore prenesti količino vode, ki jo pri dimenzioniranju imenujemo Q_{max} , običajno je to $Q_{100} + 0,5$ m nadvišanja (tudi do 1,5 m pod mostovi, pri velikih padcih). Za prevodnost vodotoka je potrebno izvesti hidravlično analizo. Z ukrepi posledično zmanjšamo materialno škodo, ki bi drugače nastala. V preteklosti so bili ti ukrepi izrazito lokalni in niso predvidevali vplivov izgradnje ukrepov gorvodno in dolvodno. V fazi načrtovanja vodogradbenih protipoplavnih ukrepov je potrebno delovati trajnostno, celovito in interdisciplinarno, ter upoštevati dane pogoje na lokaciji izgradnje. Potrebno je tudi presoditi kako ukrepi vplivajo na razmere gorvodno ter dolvodno. Posebno pozornost je potrebno nameniti urejevanju pri hudourniških vodotokih, zaradi nevarnosti ob poplavah. Pri hudourniških poplavah, ki so izredno nepredvidljive ter povzročajo veliko škode kot tudi izgube človeških življenj, je najbolj problematično hitro zvišanje vodne gladine, velika hitrost vodnega toka, velika udarna sila vode ter močna erozijska in transportna sposobnost, kar se pokaže pri premeščanju velikih količin najrazličnejšega materiala.

Najbolj pogosti ukrepi, na poseljenih območjih so gradbeni posegi, ki jih običajno projektiramo na Q_{100} , kljub temu pa samo gradbeni ukrepi niso zadostni za zagotovitev sodobnega varstva pred poplavami, ker je potrebno vključiti tudi negradbene ukrepe. Ti so bolj pogosti na ruralnih območjih. Gradbeni posegi so običajno umeščeni tja, kjer je prostor zaradi urbanizacije že močno omejen in druge izbire nimamo. Prednosti takih posegov so v tem, da jih lahko tehnično načrtujemo, za vsako lokacijo posebej, ter jih zvezno povežemo med seboj, za celovito obrambo pred visokimi vodami. Ker so ti posegi predvsem v urbanih delih jih lahko načrtujemo tako, da imajo tudi ustrezno vizualno in arhitekturno vrednost.

Posegi naj bi bili izvedeni tako, da bi v najmanjši možni meri posegali v naravni vodotok in njegov ekosistem. Reguliran vodotok izgubi naravno gibljivost, ter se s tem osiromaši ekosistem, zniža pa se tudi samočistilna sposobnost. Tak način načrtovanja imenujemo sonaravno načrtovanje in prevladuje na ruralnem območju. V splošnem težimo k trajnostnemu razvoju vodotoka in okolice. Vodotoku pustimo čim bolj naravni potek, ob upoštevanju okoliške rabe tal ter poselitve. Sonaravno urejane je sinteza med naravnim in umetnim urejanjem. Pri umetnem urejanju mislimo predvsem na urejanje struge (niveliranje, armiranobetonski zidovi, kašte...), pri naravnem urejanju pa je poudarek na kamnu in lesu, ter na inženirsko biološki metodi, vključevanja živih gradiv v ukrepe. Slednji način urejanja je uspešen na neposeljenih območjih, kjer vodotoku namerno prepustimo večji del območja ob vodotoku in mu tako omogočimo bolj naraven tok. Za razliko, na poseljenem območju poselitev narekuje kje naj poteka

trasa vodotoka. Pri trajno uspešnem sonaravnem urejanju z vključevanjem živih gradiv je ključno, da je poleg vseh tehničnih načrtov (za kašte, zidove...), narejen tudi načrt pravilne zasaditve živih gradiv in v nadaljevanju njihovo pravilno vzdrževanje, ter morebitno saniranje že mali poškodb.

Z ustreznim urejanjem vodotokov bi se poplavna ogroženost na porečju Savinje lahko bistveno zmanjšala. Pri tem je mišljena zagotovitev poplavne varnosti celotnega porečja Savinje, kar pomeni dolgoročno načrtovanje in sodelovanje tako med občinami kot na celotnem državnem nivoju. Pri tem nam je lahko v pomoč GIS pregledovalnik, s katerim se problema lotimo celovito. Osnova za takšno načrtovanje, z uporabo take vrste programske opreme je dobra podatkovna baza, ki se mora posodabljati v realnem času, saj le na podlagi kvalitetne in zanesljive baze podatkov, se lahko pravilno odločimo, kam bomo umestili objekte, da ne bodo podvrženi direktni ali indirektni škodi. Dobra lastnost takih pregledovalnikov je tudi ta, da lahko vanj vnesemo, ne le sloje kjer so poplavna območja, ampak tudi sloje območji, ki so ogrožena z zemeljskimi plazovi ipd. Na tak način eliminiramo slaba območja za gradnjo in s tem posledično, dolgoročno poskrbimo za čim manjšo škodo iz vidika poplavnih ali drugih ujm.

Pri načrtovanju ukrepov je potrebno v največji možni, realni meri zagotoviti, da vodotok s časom ne znižuje nivelete zaradi erozije, kar bi lahko oslabilo vzdolžne objekte ob strugi. Poleg tega je potrebno paziti, da se ne pojavi zviševanje nivelete, zaradi naplavljanja materiala. Če se spreminja niveleta, se spremeni tudi prerez struge, kar vpliva na hidravlični račun. Imamo več načinov kako regulirati strugo in tudi zaščiti naselja. Izredno pomemben je način kako urejano prostor ter rabo tal saj to vpliva na odtok. Pri urejanju struge pridejo v vpoštev ureditve nivelete, urejanje tlorisnega poteka trase, postavljanje prečnih objekto, jezbičice... Za zadrževanje, zaščito ter usmerjanje struge so uporabni zadrževalniki, nasipi, skalometi, armiranobetonski zidovi, gabioni... Zelo uporabno je vključevati tudi živa gradiva. Ukrepi so podrobneje opisani tudi v učbeniku [11].

2 VHODNI PODATKI ZA ARC GIS

Za namen izdelave pregledovalnika in izračun količine zadržane vode v okviru diplomske naloge - Ukrepi za zmanjševanje verjetnosti pojava poplav na Savinji, sta bila uporabljena dva glavna tipa podatkov. Prvi tip je grafični in zajema DOF50, pripadajočo hidrografijo, sloje, ki prikazujejo poplavljeni območja za leti 1998 in 2007, ter DMR podlago. Ti podatki so bili pridobljeni na GURS-u, ter na ARSO-vih spletnih straneh. Drugi tip podatkov so podatkovne vrste, povzete iz pridobljenih projektnih dokumentacij (PGD, PZI, PID).

2.1 Grafični podatki

GURS je okrajšava za Geodetsko upravo republike Slovenije, ter spada trenutno pod Ministrstvo za okolje in prostor. Informacije o geodetskih podatkih in naročanje le teh je možno na spletnem portalu E-prostor. Za potrebe diplomske naloge je bilo možno podatke, ki so drugače plačljivi, uporabiti brezplačno.

Za izdelavo pregledovalnika so bili od GURS-a pridobljeni naslednji podatki:

- Dof050 – digitalni ortofoto – velikost slikovnega elementa 0,5 m;
- TOPO 25 - Hidrografija – GKB 25 topografski podatki merila 1:25 000 – vektor.

Za naprednejšo uporabo pregledovalnika (izračun prostornin) so bili na ARSO-vih spletnih straneh pridobljeni naslednji podatki:

- Podatkovni sloj – Poplavni dogodki;
- DMR – digitalni model reliefa.

2.1.1 DOF050

DOF050 so posnetki narejeni iz zraka, ki so z upoštevanjem lastnosti reliefa in absolutne orientacije aerofotografij pretvorjeni v ortogonalno projekcijo (vse motnje zaradi nagiba ali optike fotoaparata, ter razgibanosti terena so minimizirane). Končni DOF050 je v metričnem smislu enak linijskemu načrtu ali karti. V splošnem to pomeni da so fotografije pretvorjene iz centralne v ortogonalno projekcijo. Ortofoto posnetki s slikovnim elementom 50 cm so od leta 2006 na voljo za celotno Slovenijo, s slikovnim elementom 25 cm pa za 95% Slovenije [12]. Podatki imajo natančnost +/- 1 m [13]. Podatki so na voljo v Gauss-Kruegerjevi projekciji, državni koordinatni sistem D48. Ortofoto posnetki se pogosto uporabljajo kot osnovni sloj pri GIS (geografskih informacijskih sistemih), kjer se načrtuje prostorsko

planiranje, geodetska dela na terenu, za odkrivanje stanja na terenu (sestava vegetacije, uničenje...). Ortofoto pa ni primeren za pregledovanje objektov z veliko višino. Slika 3 prikazuje primer DOF050.



Slika 3: Grafična podlaga DOF050 [13].

2.1.2 TOPO 25

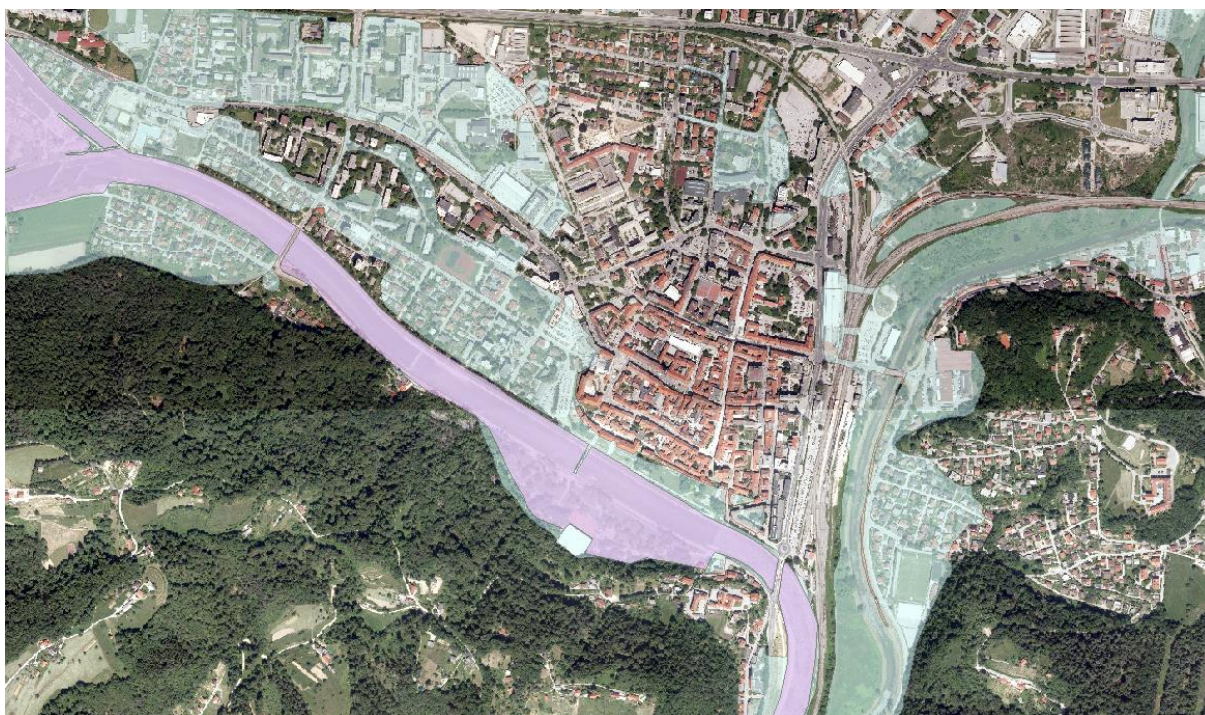
TOPO 25 so topografski podatki Slika 4, ki so bili vektorizirani iz državne topografske karte merila 1:25.000 [14]. V okviru TOPO 25 so bili uporabljeni podatki, ki prikazujejo hidrografske objekte. Hidrografske podatki so bili vektorizirani iz hidrografske državne topografske karte 1:25.000. Prikazujejo tudi najosnovnejše parametre vodotoka. Linijske objekte, to je hidrografska mreža, ki poteka od vozlišča do vozlišča (osi vodotokov, potok), poligonske objekte, kjer se stalno ali občasno zadržuje večja količina vode (jezera, mokrišča, večji vodotok - Savinja) ter točkovne objekte, to so objekti na vodah, ki so bodisi naravni ali umetni (izvir, ponor, slap, jez...), dodan je tudi sloj nestalnih vodotokov, ki so prikazani s črtkano črto. Podatki so namenjeni kot osnova, katero se da nadgrajevati po potrebi. Podatki imajo natančnost +/-15 m. Podatki so na voljo v Gauss-Kruegerjevi projekciji, državni koordinatni sistem D48. Slika 4 prikazuje primer grafične podlage TOPO 25.



Slika 4: Grafična podlaga TOPO 25 [14].

2.1.3 Podatkovni sloj - poplavni dogodki

Za podrobnejšo analizo sta bila potrebna še dodatna podatkovna sloja, ki prikazujeta poplavljeni območja iz let 1998 ter 2007. Ta sloja sta bila izvzeta iz sloja poplavni dogodki, ki je bil pridobljen iz Geoportala ARSO [15]. Slika 5 prikazuje poplavna dogodka iz let 1998 in 2007.

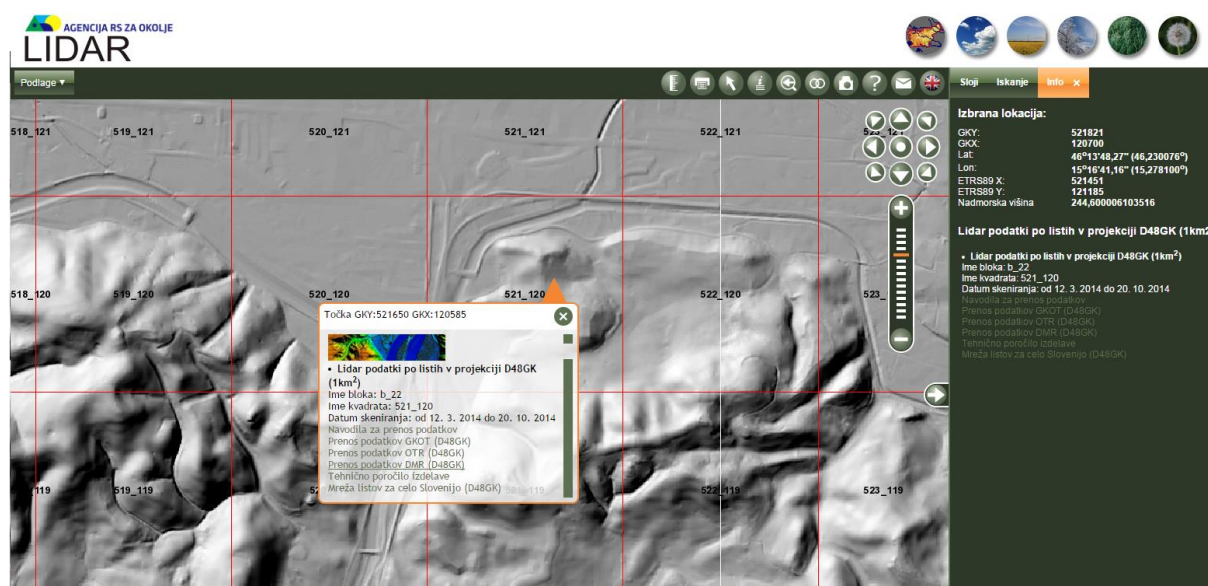


Slika 5: Prikaz poplavnega sloja poplave leta 1998 (zeleni sloj) in 2007 (vijolični sloj) [15].

2.1.4 Lidar podatki

Za zahtevnejšo uporabo programskega orodja ArcGIS, je bilo potrebno pridobiti sloj DMR (digitalni model reliefa) Slika 5, za obravnavano območje. Ti sloji so bili preneseni iz ARSO-vega lidar spletnega pregledovalnika [16].

DMR sloj je trenutno najnatančnejši podatek o Slovenskem reliefu. Podatki so bili izdelani s pomočjo tehnike daljinskega zaznavanja LIDAR, ki uporablja način laserskega skeniranja. Ta način deluje po principu časa in poti. To pomeni da naprava, ki je nameščena v letalu meri čas, ki ga rabi žarek za pot od naprave do reliefa in nazaj. Nato iz izmerjenega časa in znane hitrosti žarka lahko izračunamo pot, oziroma oddaljenost od naprave do tal. Za čim bolj natančno predstavitev reliefa in točnost podatkov je ključno skupno delovanje treh elementov: navigacijske naprave GNSS (Global navigation satellite system) in inercialnega sistema (INS), ki sta namenjena pravilni umestitvi podatkov v prostor, ter laserskega sistema. Lidar posnetki imajo dobro natančnost, saj uporabljajo aktivno elektromagnetno valovanje, katerega manj motijo vremenski vplivi. To lahko predre tudi skozi del vegetacije. Posnetki se lahko izdelujejo tudi ponoči [17].



Slika 6: Primer lidar podatka DMR (D48GK). Preneseni podatki so v po listih velikosti 1*1 km² [16].

Končni rezultat je določeno število georeferenciranih točk, ki jih z dodatno obdelavo klasificiramo glede na vrsto medija (tla, različno visoka vegetacija, objekti, vode...) od katerega se je laserski signal odbil [17]. Na podlagi te klasifikacije se izdelata digitalni model reliefa, katerega natančnost je odvisna od števila točk na kvadratni meter. V spletnem pregledovalniku so bili pridobljeni podatki z velikostjo celice 1*1 m (grid). Ta resolucija predstavlja, da je na vsak dolžinski meter postavljena ena višinska točka. Kot vsak podatek ima tudi ta možna odstopanja. Na vertikalnem nivoju je možnost napake 15 cm

na horizontalnem nivoju pa 30 cm. Pridobljeni podatki so zapisani v Gauss-Kruegerjevem koordinatnem sistemu (D48). Slika 6 prikazuje način pridobitve Lidar podatkov.

2.2 Projektne naloge

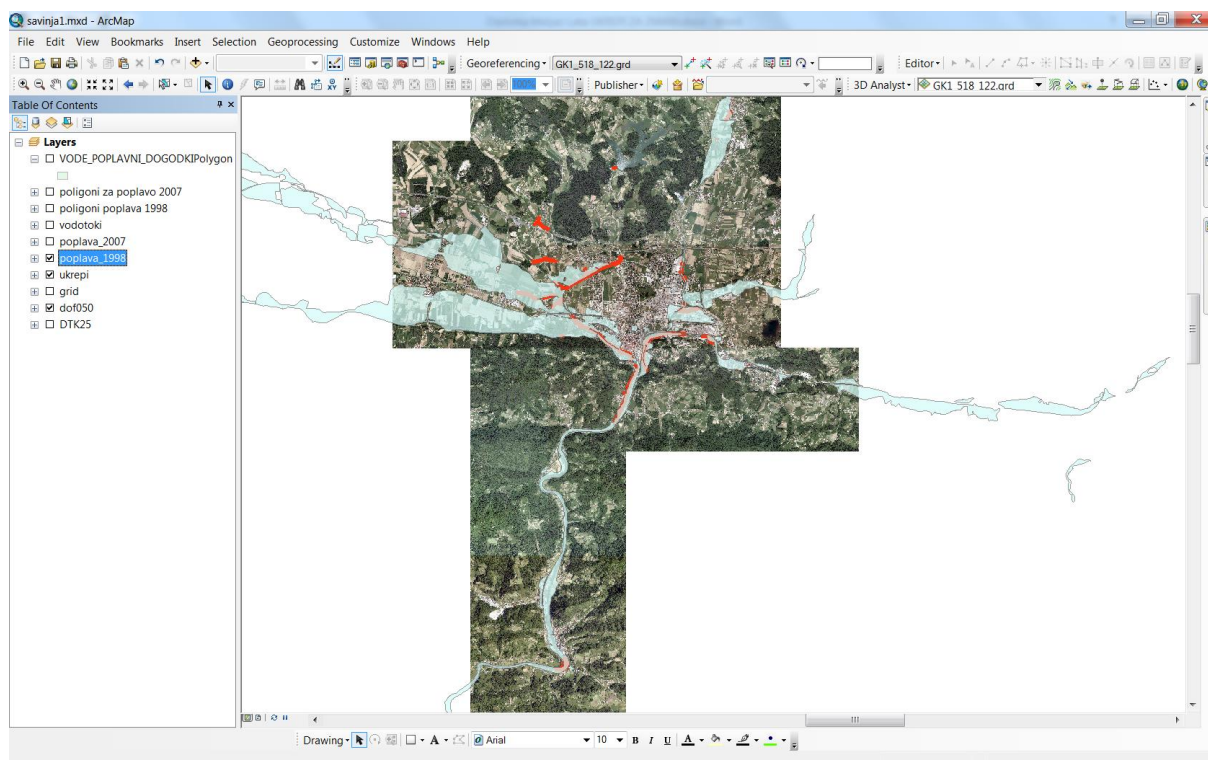
Za izdelavo pregledovalnika v ArcMap-u, je bilo pridobljenih vrsto izdelanih projektnih nalog (

PRILOGA A). Projektne naloge so bile v elektronski obliki, pridobljene na internetnem naslovu [18]. Vhodni podatki so bili povzeti iz 28 projektnih dokumentacij PGD (projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja), 28 projektnih dokumentacij PZI (projekt za izvedbo), 13 projektnih dokumentacij PID

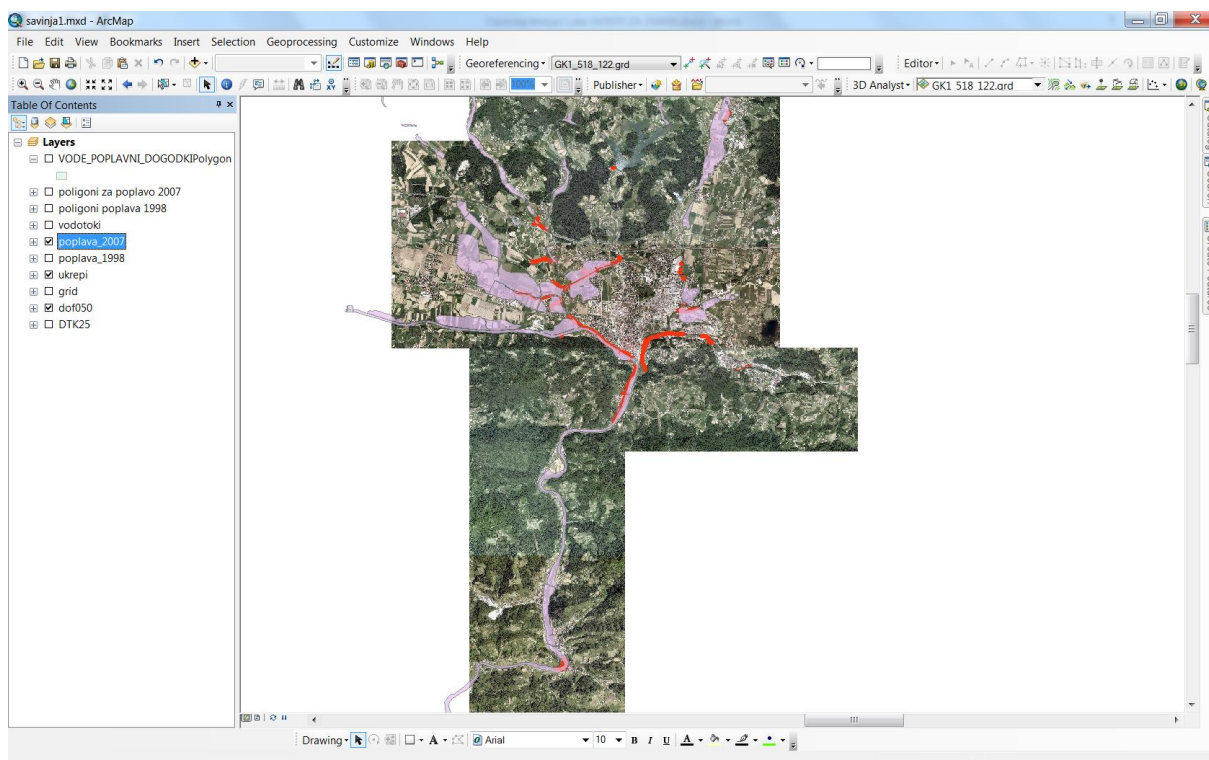
(projekt izvedbenih del), ter ene projektne dokumentacije brez označene faze. Skupaj je bilo 70 projektних dokumentacij.

V nadaljevanju so iz projektних nalog, povzeti vsi ukrepi, ki so že izvedeni ali pa so načrtovani za izgradnjo. Povzemanje podatkov je bilo izvedeno po enotni metodologiji. Vsa poročila so bila najprej pregledana, sledila je priprava povzetkov ukrepov iz tehničnih poročil nato pa je še sledila umestitev ukrepov na pravo lokacijo, ki jo je bilo potrebno pridobiti iz opisa ter grafične priloge. V povzetku so bile izluščene informacije o vrsti in lokaciji ukrepa. Točni pregled ukrepov je pregledno prikazan tudi v atributni tabeli v prilogi (PRILOGA B).

Celotno obravnavano območje je bilo razdeljeno na petnajst lokacij, ki so oblikovane glede na vodotok (primer: vodotok Koprivnica – območje okoli vodotoka), le pri reki Savinji je več območji zaradi velikosti. Po navedbi ukrepov po lokacijah je tudi grafično prikazana njihova lokacija, prostornina ter površina zaščitenega območja. Sledi analiza lokacije. Za potrebo ugotovitve poplavne ogroženosti območja, je bil v pregledovalniku uporabljen podatkovni sloj poplavni dogodki, ki je prikazoval območje kjer so se zgodile poplave, v letih od 1980 do 2010. V naslednjem poglavju je opis modela (3.3.2) ter predstavitev rezultatov (3.3.3). Pri izdelavi modela in analizi vnesenih ukrepov je bil obravnavan poplavni dogodek leta 1998 (Slika 7) in 2007 (Slika 8). Sloja poplavni dogodek 1998 in 2007 prikazujeta maksimalno površino, ki sta jo povzročile poplave (višek poplave).



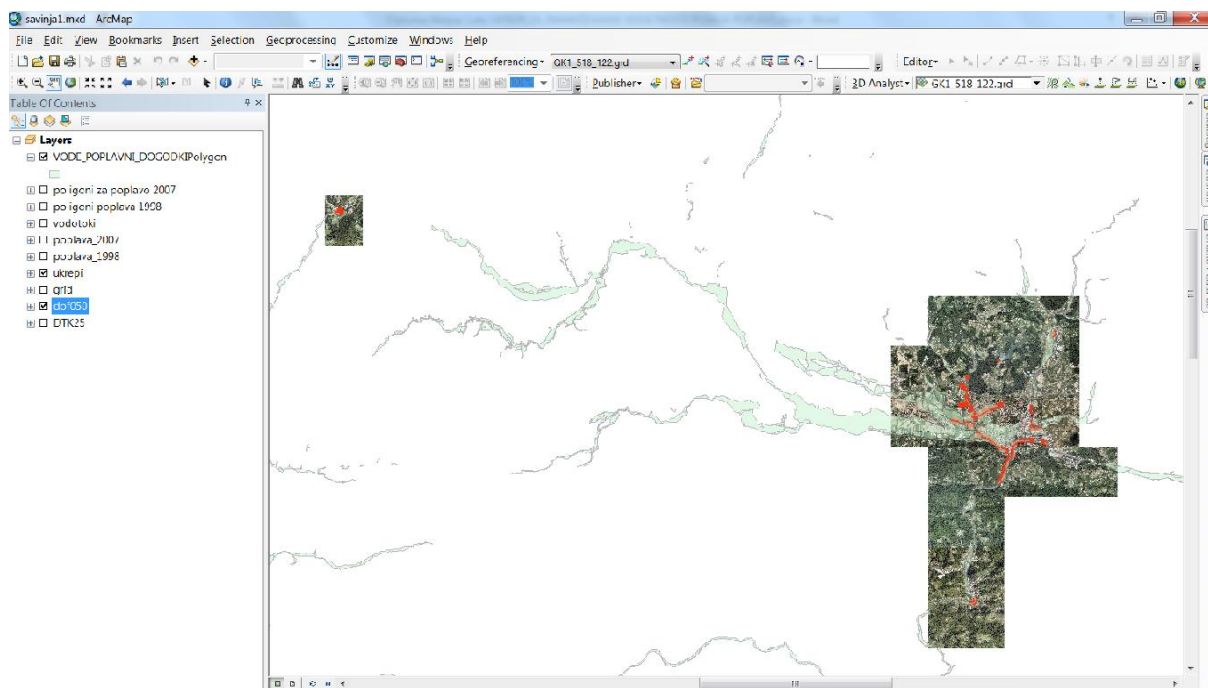
Slika 7: Poplavni dogodek 1998, na območju obravnave.



Slika 8: Poplavni dogodek 2007, na območju obravnave.

Postopek vpogleda v tehnično dokumentacijo je sledeč:

Povzeti podatki, ki so vpisani v pregledovalnik (Slika 9), imajo možnost tudi bolj celovitega pregleda s pomočjo zunanjih povezav. Ker so bili pri vnosu ukrepov v atributno tabelo dodani tudi zunanje povezave (link) je možno na hiter način dostopati do celotnega tekstovnega in grafičnega poročila Slika 11 in Slika 12.

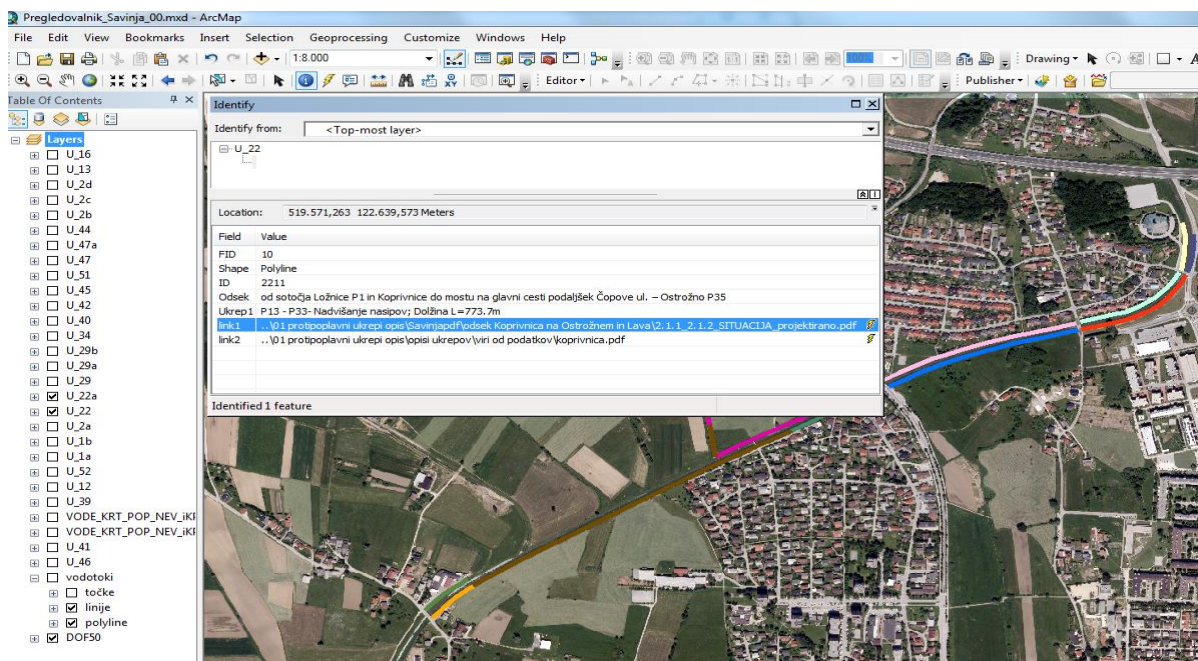


Slika 9: Osnovni pogled pregledovalnika, na katerem je prikazano celotno območje obravnave, z vpisanimi ukrepi, slojem poplavni dogodki, slojem vodotoki ter dof050 podlago.

Do lokacije izbranega odseka pridemo na več načinov.

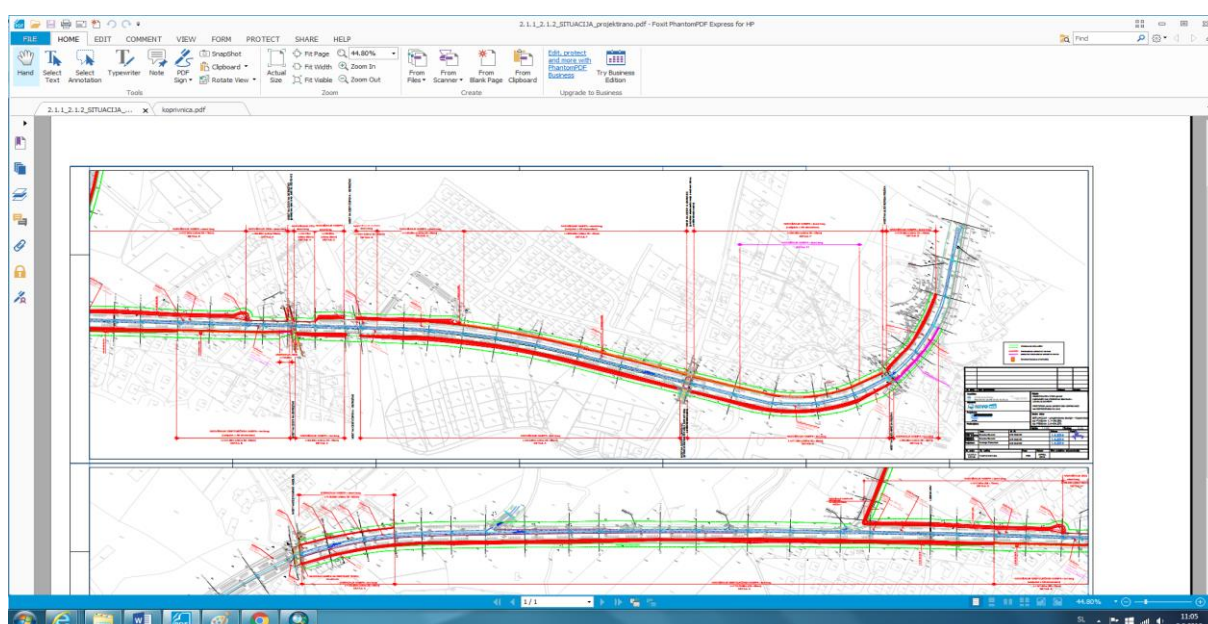
1. Prvi način je, da poiščemo podatkovni sloj, ki pripada vodotoku Koprivnica. Oznaka podatkovnega sloja je zapisana v prilogi B. Sloja, ki pripadata odseku Koprivnica sta U_22 in U_22a. Za boljši pregled na karti lahko ostale sloje odznačimo tako, da sta vidna le tista, ki nas trenutno zanimata.
2. Drugi način je iskanje po ID-ju. Sloji lahko vsebujejo tudi večje število ukrepov, zato je mogoče vklapljati in izklapljati samo ukrepe, enega po enega. Ukrepe se identificira po ID-ju, vsak sloj vsebuje določeno število ID-jev, kar je razvidno iz priloge B. ID-ji z oznako od 2200 do 2218, ki ustrezajo odseku Koprivnica, so napisani pod podatkovnima slojema U_22 in U_22a. To pomeni, da je prikazanih 19 ukrepov, ki jih tudi lahko poljubno vklapljamo ali izklapljamo.
3. Tretji način, za pogled lokacije je bolj orientacijski saj z miško sami približamo lokacijo. Pri temu načinu pa je potrebno vedeti, kje na zemljevidu se lokacija nahaja.

Nadaljnje informacije o ukrepih so zapisane v atributni tabeli.

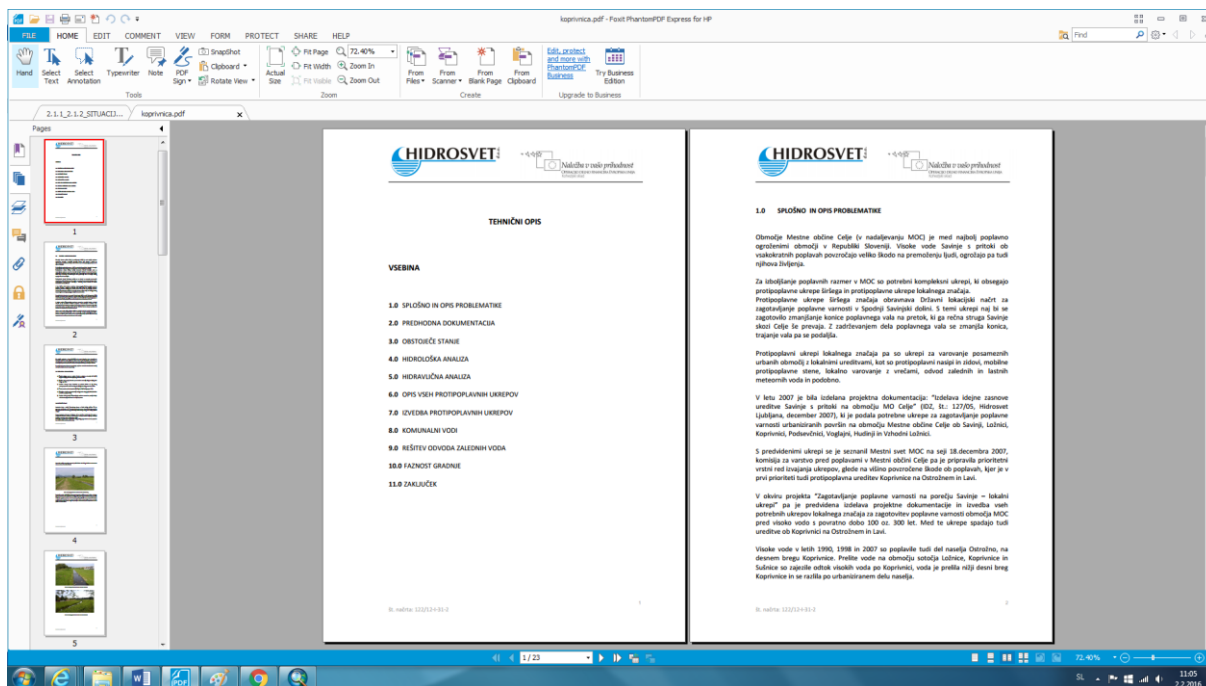


Slika 10: Identifikacijska karta ID-ja.

Kot je prikazano na sliki (Slika 10: Identifikacijska karta ID-ja.) so ukrepi barvasti (za lažjo vizualizacijo). Če kliknemo na ukrep, z miško, ki ima zraven črko i, se nam odpre identifikacijsko okno, v katerem so napisani podatki iz atributne table (ID, odsek, ukrep1, link1, link2). Za podrobnejši pregled in opis ukrepa imamo na voljo povezave, v našem primeru sta dve. Ena je povezava na *.pdf dokument SITUACIJA – projektirano stanje – Koprivnica, kjer so grafično prikazani ukrepi, ki so bili projektirani za izgradnjo na Koprivnici. Druga povezava pa nam odpre *.pdf dokument Tehnični opis, kjer so opisno predstavljeni ukrepi za izgradnjo.



Slika 11: Link 1 *.pdf dokument SITUACIJA – projektirano stanje – Koprivnica [19].



Slika 12. Link 2 *.pdf dokument Tehnični opis [20].

2.2.1 Splošno

Protipoplavne ukrepe širšega značaja obravnava Državni lokacijski načrt za zagotavljanje poplavne varnosti v Spodnji Savinjski dolini [21] in so v nadaljevanju tega poglavja povzeti po projektni dokumentaciji [18]. Z izgradnjo zadrževalnikov se bo del poplavnega vala zadržalo in tako podaljšalo trajanje, kar bo ugodno vplivalo a pretoke, saj bodo le te nižji. Ostali vodogradbeni ukrepi pa bodo zaščitili urbana območja, pred morebitno škodo, ki nastane ob poplavljanju stanovanjskih in gospodarskih objektov, utrdili in posodobili dotrajane ukrepe, ki varujejo brežine in usmerjajo glavni vodni tok, ter uredili in očistili okolico struge, ter prepuste. Ukrepi, ki so bili povzeti iz poročil (PRILOGA A) in so umeščeni v pregledovalniku, so le del celotne ureditve na porečju Savinje.

Predlagani zadrževalniki:

- Levec: 940.000 m³;
- Petrovče: 1.975.000 m³;
- Dobriša vas: 1.010.000 m³;
- Vrbje: 1.400.000 m³;
- Roje: 1.145.000 m³;
- Šempeter: 1.140.000 m³;
- Dobrteša vas: 490.000 m³;
- Latkova vas: 1.245.000 m³;

- Kaplja vas: 2.500.000m³;
- Trnava: 2.620.000 m³;
- Sušnica: 268.690 m³;
- Podsevčnica: 186.970 m³.

Vodogradbeni ukrepi so bili izvedeni na naslednjih vodotokih:

- Savinja;
- Ložnica;
- Koprivnica;
- Sušnica s Črno mlako in Babenskim potokom;
- Podsevčnica;
- Voglajna;
- Hudinja;
- Vzhodna Ložnica s potokom XI in XII.

2.2.2 Luče

Območju se je razdelilo na pet delov, prvi del obsega ureditve ob Savinji pod sotočjem z Lučnico, drugi del območje okoli sotočja. Tretji del obsega ureditev od sotočja gorvodno do obstoječega mostu, četrti del od mostu gorvodno, peti del pa zajema ukrepe na Lučnici. Količina in vrste ukrepov, ki so bili povzeti iz projektne naloge [22] so navedeni spodaj.

Ureditev Savinje pod sotočjem z Lučnico:

- Poglobitev dna struge do 1 m.
- Zagotovitev večje premestitvene zmogljivosti in s tem zmanjšanje možnosti odlaganja proda.
- Skrajšanje trase, kar bo povzročilo večji padec.
- Izravnava trase Savinje na območju prodišča pri ČN. Ureditev je predvidena z odstranitvijo zarasti s prodišča in prekopom prodišča. Prekop se izvaja v protitočni smeri, izkopani material pa se deponira na robovih nove struge. Dolžina prekopa je 120 m. Sledi oblikovanje brežin in izvedba stabilizacijskih reber – jezbic, katerih osnovna funkcija je usmerjanje rečnega toka in oblikovanje osnovnega profila. Brežine med jezbicami se oblikujejo s prerivom prodišča. Za dodatno popestritev vodnega toka je predvidena vgradnja večjih skal v strugo Savinje. Jezbice v premi in na konveksni strani se izvedejo iz skal, sidranih s piloti. Na območju krivine (med P18 in P23) se skale v notranjosti poveže z betonom C20-25. Jezbice brez betona se lahko izvede kot lesene kašte, vendar se sidrajo v sredini, tako, da ohranijo svojo funkcijo po razpadu lesa.

- V spodnjem delu krivine pod sotočjem z Lučnico se ohrani tolmine in naravno razgibanost rečne struge. Po potrebi se sanirajo ali prilagodijo že izvedene kaštne jezbece v desni krivini pod prodiščem.

Ureditev območja sotočja Lučnice in Savinje:

- Na območju sotočja je predvidena ureditev ostre leve krivine tik pod sotočjem.
- Zožitev struge Lučnice in usmeritev struge Savinje z delilno zgradbo kot podaljšek obstoječega zidu ob Savinji oziroma Lučnici.
- Območje sotočja na Savinji se zaključi z novim jezom višine 1,5 m, ki je namenjen predvsem zaščiti prehoda kanalizacije.
- Desna – konkavna brežina se med P25/26 in P27/28 obloži z oblogo iz lomljenca v betonu C25/30, ki se zaključi z usmerjevalno jezico v P24.
- Poraščeno prodišče na desni strani pretočnega prereza ob Lučnici se odstrani.
- Znižanje nivelete Savinje na območju sotočja.
- Z ureditvijo oziroma skrajšanjem razdalje se skuša znižati potek gladin na območju sotočja, preprečiti zastajanje voda na sotočju ter izvesti čim bolj tangencialno sotočje Savinje in Lučnice, kar bi zmanjšalo hidravlične izgube na območju sotočja.

Ureditev odseka od sotočja do P30:

- Novi jez, P28 je zasnovan v lomljeni obliki in s prelivom v dveh višinah, ki preusmerja vodni tok na konveksno stran krivine.
- Na zgornji strani je rob preliva znižan za 10 cm, na spodnji pa za 20 cm glede na osnovni preliv na levi polovici jezu. Zaradi znižanja dna Savinje je na odseku do mostu v P30 potrebno podbetonirati zidove.
- Zid od desnem bregu Savinje se od sotočja do mostu nadviša za 30 cm.
- Zamenjava mostu v P30.

Ureditve gorvodno od P30:

- Sanacija nasipa in tesnilnega jedra na desnem bregu Savinje pod izlivom Struge.
- Nov nasip. Tesnilno jedro se nadomesti z AB steno debeline 0,4 m. Zasip zidu se izvede z izkopanim materialom, površina pa se humusira in zatravi. Brežine nad zavarovanjem se posadi z obvodno vegetacijo.

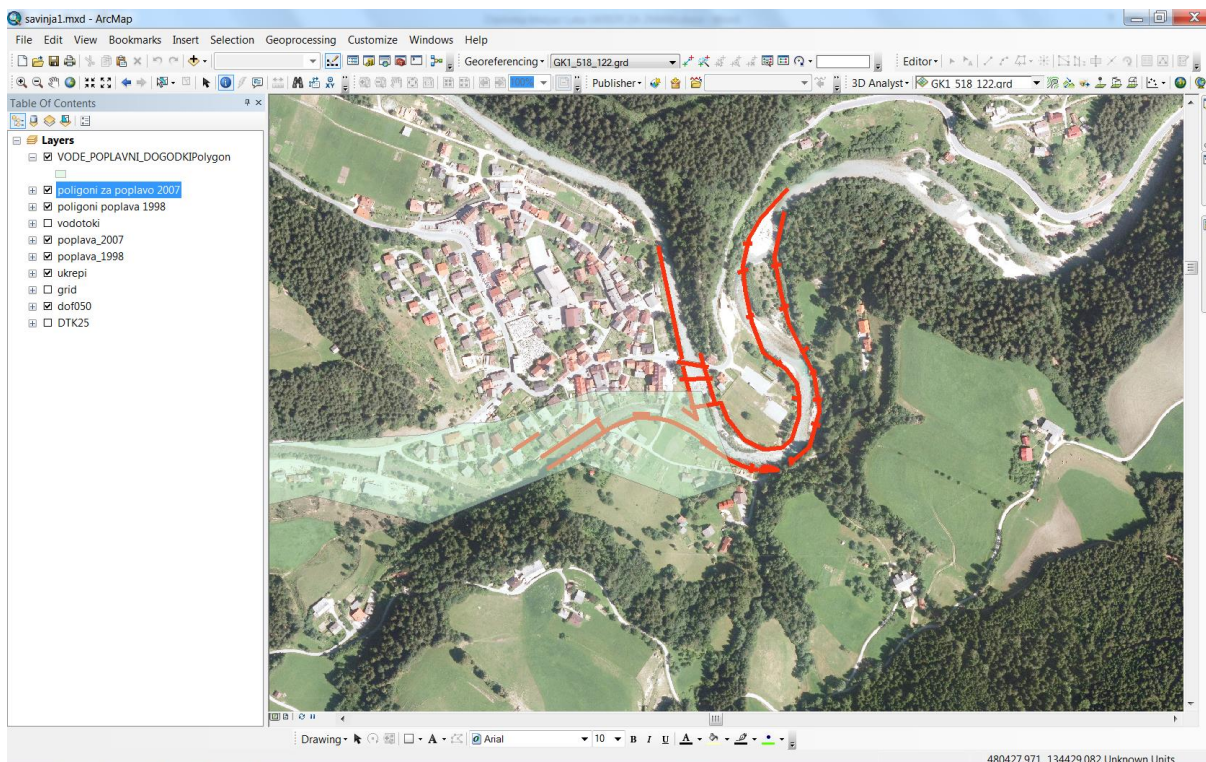
- Širitev desne brežine Savinje na območju iztoka Struge. Brežina se zavaruje le ob vznožju (konveksna stran).
- Skrajšati zid ob Strugi na izlivnem odseku (pod stopnjo).
- Zaradi znižanja dna Savinje pod novim mostom je predvidena tudi poglobitev Savinje na odseku nad mostom do P44. Dno se oblikuje v skledasti obliki, z ohranitvijo večjih skal in naravne strukture dna.
- Sanacija nasipa nad izlivom Struge. Ker bo trasa obvoznice potekala po obstoječem nasipu, bo možno s prilagoditvijo nivelete ceste zagotoviti zadostno poplavno varnost.

Ureditve na Lučnici:

- Nadvišanje brežine na levem in desnem bregu.
- Na levem bregu za 50 cm dvigniti pot do P10 in zid od P10 do P6.
- Na desnem bregu za 50 cm dvigniti zid med P6 in P10. Nadvišanje zidu se zaključi na lokaciji obstoječe brvi. Pod brvjo se nadvišanje zidu nadaljuje v dolžini 2 m, nato pa se v dolžini 3 m zvezno priključi na vrh obstoječega zidu.
- Zamenjava obstoječe brvi z novo ločne oblike, ki se na robovih postavi na isto mesto, kot je obstoječa.
- Brv se izvede kot dostop v strugo Lučnice.
- Na desnem bregu med P5 in P6 je potrebno preurediti – dvigniti vstopni prag na koto obrežnega zidu.
- Predvideno je znižanje praga v P7 za 20 cm oz. odvisno od poteka vodovoda in s tem povečati pretočnost struge Lučnice.
- Površino obstoječega zidu je potrebno očistiti in premazati s sredstvom za povezovanje starih in novih betonov.

2.2.2.1 Analiza

Iz sloja poplavnih dogodkov je razvidno, da poplavi leta 1998 ter 2007, nista prizadele območja Luč (Slika 13). zaradi tega tudi ni bilo izrisanih poligonov ter izračunov prostornin. Iz sloja poplavni dogodki pa je razvidno, da se je pojavila poplava leta 1990. Ukrepi so usmerjeni k večji pretočnosti Savinje, stabilizaciji brežin, ter gradbeni zaščiti hiš ob Lučnici, ki v tem delu edina poplavlja. Na splošno je to območje relativno varno pred poplavami.



Slika 13: Prikaz poplavnega dogodka (zelena) leta 1990 in ukrepov (rdeča) v Lučah.

2.2.3 Savinja odsek 3

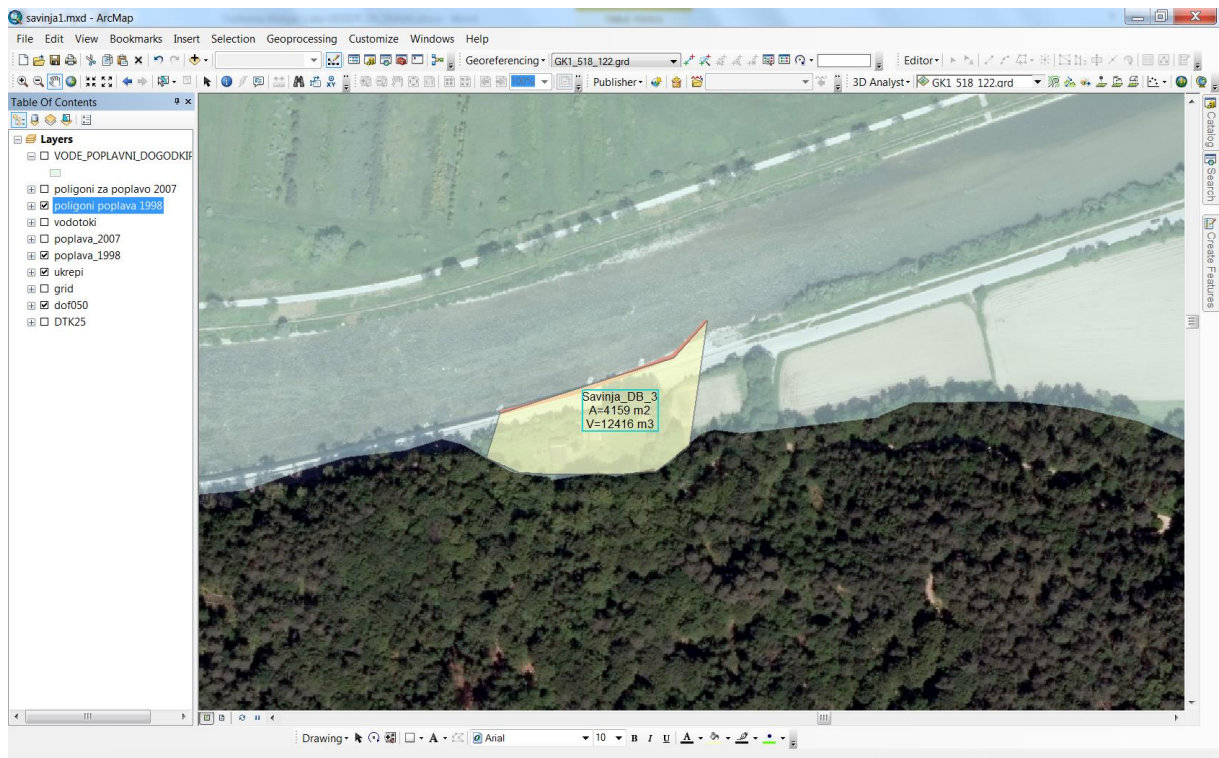
Območje ureditve Savinje odsek 3, obsega del od sotočja Ložnice in Savinje do meje MOC (mestna občina Celje). Opisane ureditve so povzete po projektni dokumentaciji [23]. Profil P1 se začne cca. 550 m gorvodno od sotočja Ložnice in Savinje.

- Izgradnja (nadaljevanje) opornega zidu na desnem bregu vodotoka Savinja med profili P10 in P13 v skupni dolžini cca. 38 m.
- Zavarovanje brežine s težkim kamnometom med profili P3 in P10 (in priključitev na obstoječi kamnomet) v skupni dolžini cca. 74 m.
- Izdelava pešpoti med profili P3 in P13 (povezava dveh obstoječih odsekov) v skupni dolžini cca. 113 m in širine 1,80 m.
- Rekonstrukcija cestišča.

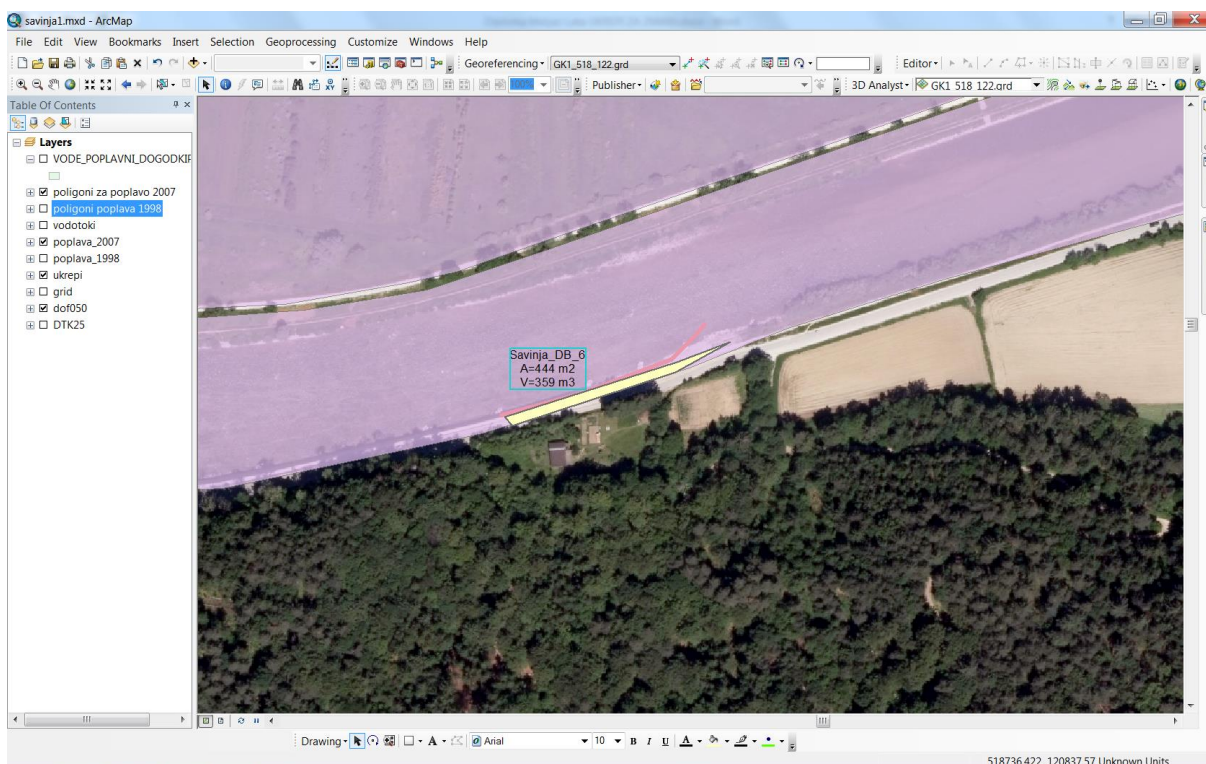
2.2.3.1 Analiza

Iz Slika 14 in Slika 15 razvidno, da je poplavni dogodek leta 1998 obsežnejši. Poplava leta 1998 je poplavela objekte za cesto. Ukrepi so izvedeni za stabilizacijo brežine pod cesto ter zaščito ceste in objektov. Gradnjo na tem območju bi po ogledu pregledovalnika odsvetoval.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi ter so bili poplavljeni. Slika 14 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 15 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 4. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 4159 m² območja s prostornino 12416 m³ leta 1998 ter 444 m² območja s prostornino 359 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da je bil dogodek leta 1998 obsežnejši, zato bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 14: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 3), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.



Slika 15: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 3), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena 2007.

Preglednica 4: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja odsek 3.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998		
Savinja_DB_3	12.416	4.159
Poplavni dogodek 2007		
Savinja_DB_6	359	444

2.2.4 Savinja odsek 2

Območje ureditve Savinje odsek 2, obsega del od sotočja Savinje in Voglajne (P56) do sotočja z Ložnico (P108). Odsek 2 je razdeljen še na tri odseke - A, B ter C.

AB zidovi na odsekih 2c in 2b. Predvidena višina zidov je od 0,2 m do 1,0 m, v povprečju 0,5 m, povzeto po projektu [24]:

- Zid 1 je na desnem bregu, ob zgradbah pred mestnim parkom, v dolžini 109 m (območje P117).
- Zid 2 je na levem bregu, ob sprehajalni poti, pri mestni knjižnici, dolžine 69 m (območje P126).

- Zid 3 je nad prodiščem, dolžine 90 m (P129-P134).
- Zid 4 je pri Čopovem mostu, dolžine 36 m (območje P149).
- Zid 5 je ob kopališču, v dolžini 171 m (P157-P160).

Rekonstrukcija Mehka jeza I in II

Pri rekonstrukciji Mehki jez I. pri profilu P91 je v sklopu predvidenega lesenega prekritja in sanacije obstoječe ribje steze, pod desno brežino je po projektni dokumentaciji [25], potrebno izvesti naslednje ukrepe:

- Odstraniti UNP 120 jeklene nosilce iz temeljnega dela jezua, priobalnih stranskih sten in obeh srednjih AB sten.
- Odstraniti vrečo jezua iz vseh treh pretočnih polj.
- Izvesti strojno rušenje obeh osrednjih AB nosilnih sten ter odstraniti ruševine.
- Izvesti leseno prekritje jezua v dolžini $L = 50,0$ m ter v širini $b = 4,0$ m.
- Izvesti preložitev in popolnitev skal na območju delno porušene ribje drče pod desno brežino.

Pri rekonstrukciji Mehki jez II. Pri profilu P68 je v sklopu predvidenega rušenja in sanacije obstoječe ribje steze pod desno brežino, potrebno izvesti naslednje ukrepe:

- Odstraniti UNP 140 jeklene nosilce iz temeljnega dela jezua, priobalnih stranskih sten in srednje AB stene.
- Odstraniti vrečo jezua iz obeh pretočnih polj.
- Izvesti strojno rušenje osrednje AB nosilne stene in delno rušenje desne priobalne stene ob ribji stezi ter odstraniti ruševine iz korita Savinje.
- Izvesti popolnitev kamna na območju sedanje ribje steze pod desno brežino in izvesti zavarovanje desne brežine pod in nad območjem ribje steze.

Odsek 2c, zajema območje od zgornjega Mehkega jezua (P90) do sotočja z Ložnico (P108), spodaj navedeni ukrepi so povzeti po projektni nalogi [26]. Višina vodogradbenih ureditev je taka, da zadosti zaščiti poplav s 50 letno povratno dobo plus 80 cm varnostno nadvišanje ($Q_{2007} + 80\text{cm}$):

- Nadvišanje pešpoti pri letnem kopališču.
- P90-P92/93 Zemeljski nasip med pešpotjo in urbanim delom.
- P90-P92/93 Prehod preko zemeljskega nasipa (Prehod VI) v obliki klančine.
- P90-P92/93 Vgradnja montažnih protipoplavnih elementov klop / korito E.

- P92/P93-P93/94 Montažni protipoplavni elementi klop / korito F in G.
- P92/P93-P93/94 Prehod VII je v obliki stopnic.
- P92/P93-P93/94 Zemeljski nasip, katerega os je načrtovana tako, da se naveže na montažne elemente klop / korito F in G ter Prehod VII, ter se s tem zagotovi poplavno varnost.
- P92/P93-P93/94 Nadvišanje jaška.
- P93/P94-P99/100 Montažni protipoplavni elementi klop / korito H, I in J.
- P93/P94-P99/100 Prehod VIII v obliki klančine.
- P93/P94-P99/100 Prehod IX v obliki klančine in stopnišča.
- P93/P94-P99/100 Prehod X je predviden kot klančina.
- P93/P94-P99/100 Protipoplavni ukrepi med P93/P94 in P99/P100 so zasnovani kot zemeljski nasip, ki se ga locira med pešpotjo in urbanim delom. Monotonost zemeljskega nasipa razbijemo s sklopom montažnih betonskih elementov klop / korito ter prehodi preko nasipov. Ker z izgradnjo protipoplavnih ukrepov prekinemo stik med Savinjo in mestom, je potrebno rekonstruirati vse obstoječe dostope iz zaledja na pešpot.
- P101-P108 Zemeljski nasip med P101 in Prehodom XI, ki se ga locira med pešpotjo in urbanim delom.
- P101-P108 Prehod XI v obliki klančine in stopnišča.
- P101-P108 Začasna dostopna pot do kopališča z ulice Tončke Čečeve.
- P101-P108 Zemeljski nasip, ki bo služil kot navezava med obstoječim platojem energetskega objekta E3 in Prehodom XI.
- P101-P108 AB zid ob mestnem kopališču z navezavo na energetski objekt RZ3. Potek AB zidu je predviden po trasi obstoječe žične ograje bazena in sicer, od prereza P106 -8 m do sotočja Savinje in Ložnice (prez P108). Protipoplavni zid se od sotočja še nadaljuje po trasi obstoječe ograje kopališča v smeri Ložnice in sicer cca. 44 m (vse do dovoza in vrat na kopališče z zahodne strani). Zid v prerezu P106 -8 m zavije polkrožno proti severu in se pripne na energetski objekt E3 črpališča Č3. Stik objekta in zidu se izvede vodotesno.
- P101-P108 Nadomestni nasip v obliki nadvišanja pešpota na lokaciji sotočja Savinje in Ložnice (nadomestni nasip se naveže na izvedeni AB zid ob Ložnici ter predvideni AB zid ob kopališču).
- P101-P108 Dostopne rampe do spodnje poti v Savinjo.
- P108 Izgradnja dodatne dostopne rampe s pešpota do spodnje berme v strugi Savinje.

Odsek 2b zajema območje od mostu na cesti XIV. Divizije (P62) do zgornjega Mehkega jezua (P90), spodaj navedeni ukrepi so povzeti po projektni nalogi [27]:

- P64 - P73/P74 Betonski elementi na lokaciji zaključnega roba pločnika med P65 in obstoječimi kamnitimi stopnicami do Savinje.

- P64 - P73/P74 Nadvišanje obstoječih stopnic.
- P64 - P73/P74 Prehod z navezavo na obstoječi zid na severu in navezavo na betonski element na jugu.
- P64 - P73/P74 Zemeljski nasip med Prehodom I in obstoječim zidom.
- P64 - P73/P74 Dostopna klančina do Savinje.
- P64 - P73/P74 Izravnava dvorišča s preureditvijo odvodnjavanja.
- P64 - P73/P74 Zemeljski nasip.
- P64 - P73/P74 Nadvišanje obstoječih jaškov.
- P73/P74 - P80/P81 Novi zid (višina cca. 60 cm) na lokaciji obstoječe ograje Lapidarija, na odseku: 1. med vstopom v Lapidarij - zahod in vstopom v Lapidarij - vzhod; 2. med vstopom v Lapidarij - vzhod in objektom Pokrajinskega muzeja.
- P73/P74 - P80/P81 Prilagoditev vstopa v Lapidarij - vzhod.
- P73/P74 - P80/P81 Prilagoditev vstopa v Lapidarij - zahod.
- P73/P74 - P80/P81 Nova Splavarjeva brv.
- P73/P74 - P80/P81 Denivelacija pešpoti do ceste Na okopih.
- P73/P74 - P80/P81 Prilagoditev terena med obstoječim zidom pri knjižnici in denivelirano potjo na odseku od Splavarjeve brvi do vhoda v Lapidarij - zahod, vključno z rušenjem stopnic in klančine ter namestitvijo kovinske palične ograje na obstoječi zid do višine 110 cm nad koto nadvišanega terena.
- P73/P74 - P80/P81 Prilagoditev terena med predvidenim zidom in denivelirano pešpotjo na odseku od vhoda v Lapidarij - zahod; vključno z namestitvijo kovinske palične ograje na zunanjo stran zidu do višine 110 cm nad koto nadvišanega terena.
- P73/P74 - P80/P81 Prilagoditev podzemnih kanalizacijskih objektov (nadvišanje vstopnih odprtín, ojačitev stropa RZ5).
- P73/P74 - P80/P81 Dvig platoja (na območju podzemnih kanalizacijskih objektov RZ5 in Č5) na poplavno varno koto.
- P73/P74 - P80/P81 Prilagoditev oz. nadvišanje terena med obstoječo ureditvijo pri knjižnici in denivelirano pešpotjo.
- P73/P74 - P80/P81 Prilagoditev dostopne poti na vzhodni strani platoja.
- P73/P74 - P80/P81 Izgradnja Prehoda II na zahodni strani platoja.
- P80/P81 - P84/P85 Levi breg, zemeljski nasip.
- P80/P81 - P84/P85 Levi breg, AB zid med predvidenim nasipom in rekonstruiranim dvoriščem Jurčičeva 11.
- P80/P81 - P84/P85 Levi breg, rekonstrukcija dvorišča.
- P80/P81 - P84/P85 Levi breg, dovoz do objekta Švabova 1.
- P80/P81 - P84/P85 Levi breg, Prehod III.

- P85-P90 Zemeljski nasip.
- P85-P90 Montažni AB elementi B, C, D, E.
- P85-P90 AB zid med elementi klop / korito A in elementi klop / korito B.
- P85-P90 Prehod IIIb.
- P85-P90 Prehod IV.
- P85-P90 Prehod V.
- P65-P69 Zaščito stanovanjskega objekta Partizanska 1 z vodotesno betonsko ograjo.
- P65-P69 Zaščito gostinskega objekta Maistrova 3 s tremi modificiranimi elementi »korito«.

Zamenjava splavarske brvi v P76-P77, za novi most, ukrepi so povzeti po projektni nalogi [28]:

- Namesto Splavarjeve brvi, bo nekoliko dolvodno postavljen nov most. Čez Savinjo bo potekal brez opornikov v vodi. Na bregovih je načrtovano globoko temeljenje na pilotih.

Odsek 2a zajema območje od sotočja Savinje in Voglajne (P56) do mostu XIV. Divizije (P62), spodaj navedeni ukrepi so povzeti po projektni nalogi [29]:

- Zemeljski nasip med Savinjo in cesto Celje – Laško. Zemeljski nasip se začne v prerezu P56 + 20 m, kjer se naveže na protipoplavni ukrep - modificiran BVO (betonska varnostna ograja). Zemeljski nasip poteka tik ob strugi Savinje, kot nadaljevanje brežine.
- Brežine nasipa na vodni strani se izvedejo v enakem naklonu kot so brežine Savinje. Nasip se bo poleg protipoplavne zaščite uporabil še kot dostopna pot do črpališča. Zemeljski nasip se v prerezu P60 priključi na obstoječi teren, ki se nahaja na poplavno varni koti.
- Nasip se humusira in zatravi.
- Črpališče Breg [30] v P58 je predvideno za črpanje zalednih vod v Savinjo, v primeru istočasnega pojava visokih vod Savinje in obilnih padavin v zaledju.

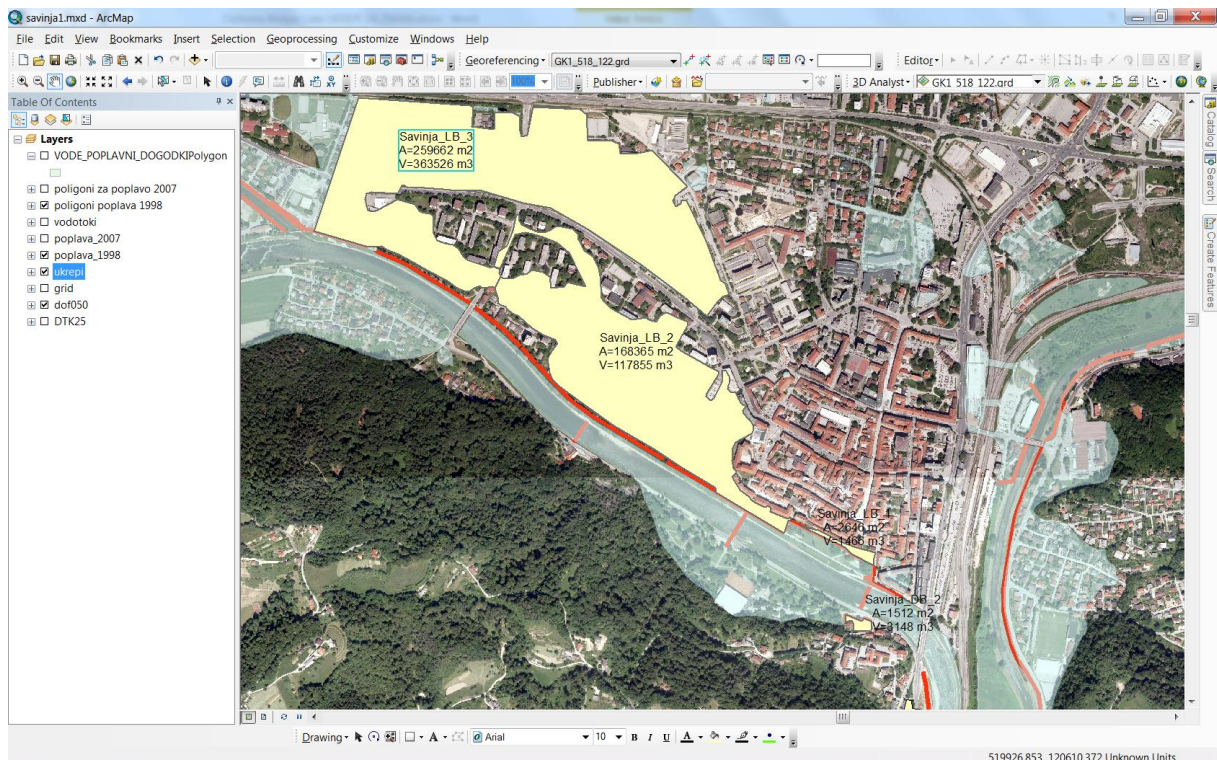
2.2.4.1 Analiza

V tej analizi je izvzeto območje 2a, saj bo obravnavano zraven območja Savinja odsek 1.

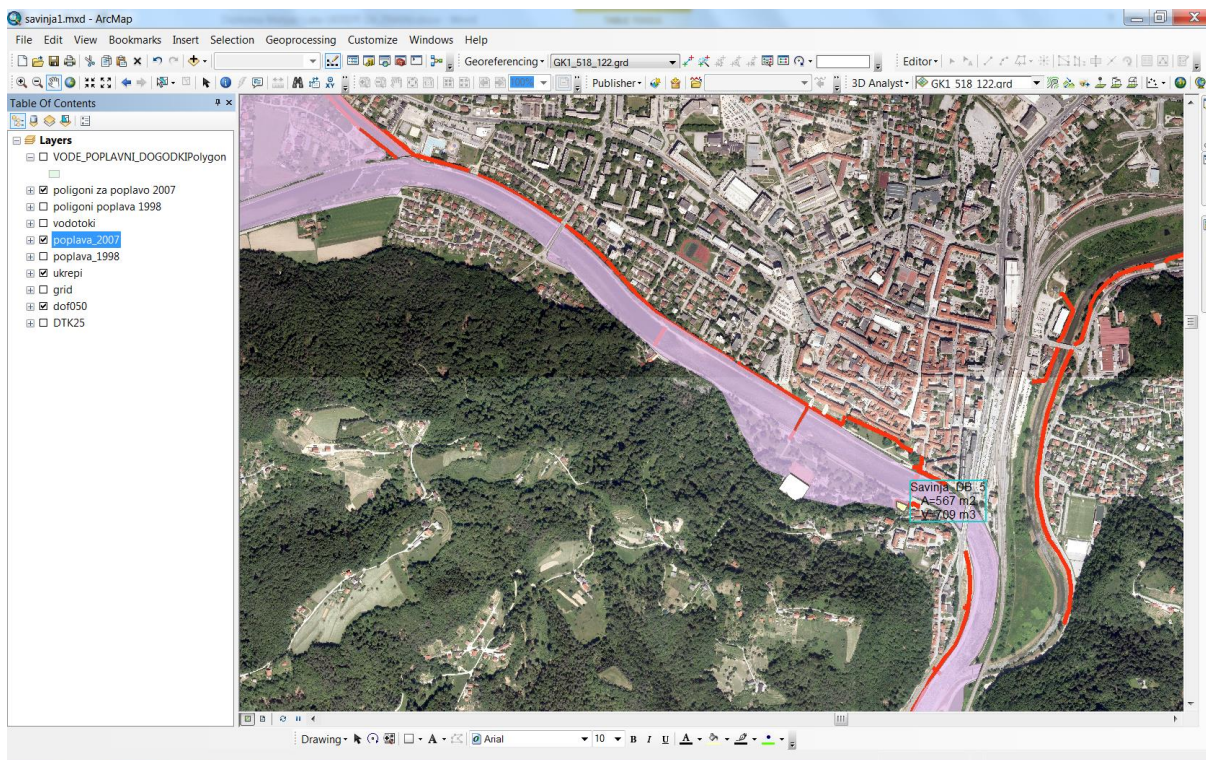
Iz Slika 16 in Slika 17 je razvidno, da je Mestni del Celja severno od Savinje ob visokih vodah pod vodo. Prav tako je pod vodo naselje Lisce ter park Celje. Zato so ukrepi na odsekih 2c ter 2b usmerjeni k zaščiti urbanega dela na levem bregu Savinje. Ukrepi na odseku 2a pa primarno ščitijo cesto ter zaselek za njo. Za zaščito na desnem bregu pa pripomorejo nova brv ter nova Mehka jezova. Prostorsko

planiranje bi moralo na tem območju biti usmerjeno zgolj v prenovu dotrajanih objektov ter zagotoviti še večje varnosti. Zaradi omejenosti s prostorom gradnjo na desnem bregu nebi načrtoval.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 16 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 17 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 5. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 432185 m² območja s prostornino 485995 m³ leta 1998 ter 567 m² območja s prostornino 709 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da je bil dogodek leta 1998 obsežnejši na tem delu, zato bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 16: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 2), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.



Slika 17: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 2), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena 2007.

Preglednica 5: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja odsek 2.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998		
Savinja_DB_2	3.148	1.512
Savinja_LB_1	1.466	2.646
Savinja_LB_2	117.855	168.365
Savinja_LB_3	363.526	259.662
<i>skupaj</i>	<i>485.995</i>	<i>432.185</i>
Poplavni dogodek 2007		
Savinja_DB_5	709	567

2.2.5 Savinja odsek 1

Območje Savinje odsek 1, se prične v Tremerjih, kjer prečka Savinjo železniški most. Odsek se konča pri sotočju Savinje in Voglajne (P56). Ureditve povzete po projektni dokumentaciji [31] in slike [32], so umeščene ob Savinji, ob Polulskem potoku ter pri kanaliziranemu hudourniku pri gostilni Koštomaj.

- Območje ČČN Celje v Tremerjih, na levem bregu Savinje, je dvignjeno nad koto stoletne vode Savinje.
- Prostor med Savinjo in železniško progo je namenjen preplavljanju.
- P30 – P43 Izgradnja AB zidu dolžine ca 788 m. AB zid se bo izvedel med cesto Celje – Laško in Savinjo, natančneje tik ob vozišču, skladno z odmiki predvidenimi za BVO (betonska varnostna ograja), minimalni odmik od vozišča je 50 cm, višina vsaj 80 cm.
- P30 – P43 BVO Elementi bodo narejeni v treh izvedbah višine (80, 105 in 130 cm), tako da je na nekaterih območjih varnostno nadvišanje nad HQ2007 višje od 80 cm, da se lovi stalen naklon zidu.
- P30 – P43 Med cesto in zidom je potrebno izvesti cestno kanalizacijo, ki bo na vsakih cca. 20 - 30 m speljana proti Savinji preko cestnih požiralnikov. Na odvodno cev je potrebno namestiti nepovratno zaklopko.
- P43 - P45 Zemeljski nasip. Predvidena dolžina nasipa je cca. 113 m. Med cesto in nasipom je predvideno odvodnjavanje. Predvidena je tudi dostopna rampa čez nasip, za dostop do zemljišč na vodni strani nasipov. Nasip se zatravi.
- P45 - P46 AB zid v dolžini 33 m in višini do 0,80 m. AB zid je lociran tik ob pločniku. Oblika AB zidu na voziščni strani je oblikovana kot BVO, zid se naveže na mostno konstrukcijo čez Polulski potok in poteka po robu pločnika do mosta čez Savinjo.
- P46 – P47 Na mestu med zidom in nasipom pri Polulskem mostu je na Polulskem mostu predvidena namestitev mobilnih zagatnih sten ob poplavih.
- P47 Nad Polulskim mostom je ob pločniku zgrajen 9 m dolg zid, ki se vpne v nasip nad Polulskim mostom.
- P30 – P47 Predvidene zidove se (razen v območju premostitve Polulskega potoka) z vodne strani mestoma zasipa z zemljino, na katero se položi geotekstilna zaščitna in zasadi z grmovnicami. Kjer je predvidena kamnita zložba, se grmovnice sadi v reže med kamni.
- P47 - P49 Zemeljski nasip dolžine cca. 140 m. Nasip se izvede med cesto in Savinjo, tik ob cestišču. Ob priključku na obstoječ teren (peta nasipa) in na robovih krone nasipa se brežina mehko zaokroži zaradi sonaravnega videza, kolikor to dopuščajo omejitve v prostoru. Nasip se zatravi.
- P49 - P56 Zid BVO v dolžini 455 m in višini od 0,80 m do 1,15 m. AB zid bo potekal tik ob cestišču, zid bo na cestiščni strani oblikovan kot BVO. Predviden zid se z vodne strani mestoma zasipa z zemljino, na katero se položi geotekstilna zaščitna in zasadi z grmovnicami. Kjer je predvidena kamnita zložba, se grmovnice sadi v reže med kamni.
- Novi prepust P1; fi 700; A=0,052 km²; Q100 = 610 l/s; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
- Novi prepust PČ; fi 1000; iztok iz črpališča; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
- Novi prepust P2; fi 700; A= 0,057 km²; Q100 = 660 l/s; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.

- Novi prepust P3; f_i 1200; $A= 0,15 \text{ km}^2$; $Q_{100} = 1960 \text{ l/s}$; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
- Novi prepust PP; odprtina $2,6 * 2,2$; $A= 1,48 \text{ km}^2$; $Q_{100} = 7,4 \text{ m}^3/\text{s}$; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
- Novi prepust P4; f_i 500; $A= 0,016 \text{ km}^2$; $Q_{100} = 230 \text{ l/s}$; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
- Novi prepust PK; f_i 500; $A= 0,093 \text{ km}^2$; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
- Novi prepust P5; f_i 500; $A= 0,027 \text{ km}^2$; $Q_{100} = 300 \text{ l/s}$; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
- Novi prepust P6; f_i 500; $A= 0,031 \text{ km}^2$; $Q_{100} = 250 \text{ l/s}$; iztok se zaščiti z nepovratno loputo.

Ureditve ob Polulskem potoku, povzete po projektni nalogi [31], bodo preprečile poplavljanje, ter pospešile odtok v Savinjo:

- P6 – P10 Regulacija struge $L=30 \text{ m}$ (poglobitev, zaščita brežin).
- Nadvišanje obstoječega opornega zidu na levem bregu Polulskega potoka $L=34 \text{ m}$.
- Izgradnja zidu $L=32 \text{ m}$ na levem bregu.
- Nadvišanje obstoječega zidu, na desnem bregu $L=10 \text{ m}$.
- Sanacija obstoječega zidu, na desnem bregu $L=24 \text{ m}$.
- Novi zid, na desnem bregu $L=17 \text{ m}$.
- Prečni nasip na desnem bregu $L=23 \text{ m}$ in višine do 90 cm , ki se vpne v hrib.
- Dvig terena in lokalne ceste za cca. 40 cm (dovoz do hiše) na levem bregu. S tem dosežemo da se voda gorvodno lahko razliva in kasneje kontrolirano spusti v potok.
- Mobilna protipoplavna zaščita.
- Obstoječa vegetacija se zaradi protipoplavnih ukrepov odstrani.
- Ob predvidenih zidovih se zasadi živa meja zimzelenega kosteničevja in bršljan.
- Del Polulskega potoka, je z obeh strani zarasel z grmovnicami in drevjem. Na tem delu je predvideno nadvišanje obstoječih zidov in dograditev novih zidov.
- Na desnem bregu Polulskega potoka je gorvodno predviden protipoplavni nasip, ki se priključi na zid. Nasip se zatravi.

Ureditve na kanaliziranem hudourniku pri gostilni Koštomaj, so povzete po projektni nalogi [31]. Kanaliziran hudournik se prične na vtočnem objektu nad gostilno, od tu dalje poteka pod gostilno do parkirišča in se pod cesto Celje – Laško izlije v Savinjo.

- Izgradnja nove prodne pregrade, za izboljšanje pretočne sposobnosti in zmanjšanja možnosti zamašitve prepusta z nanosi. Ker je teren strm, mora biti pregrada visoka $2,0 \text{ m}$, da bomo zagotovili volumen za zadrževanje plavin (okrog 40 m^3). Pregrada je zasnovana kot lesena kašta. Kašta je napolnjena z lomljenecem debeline $40 - 50 \text{ cm}$.

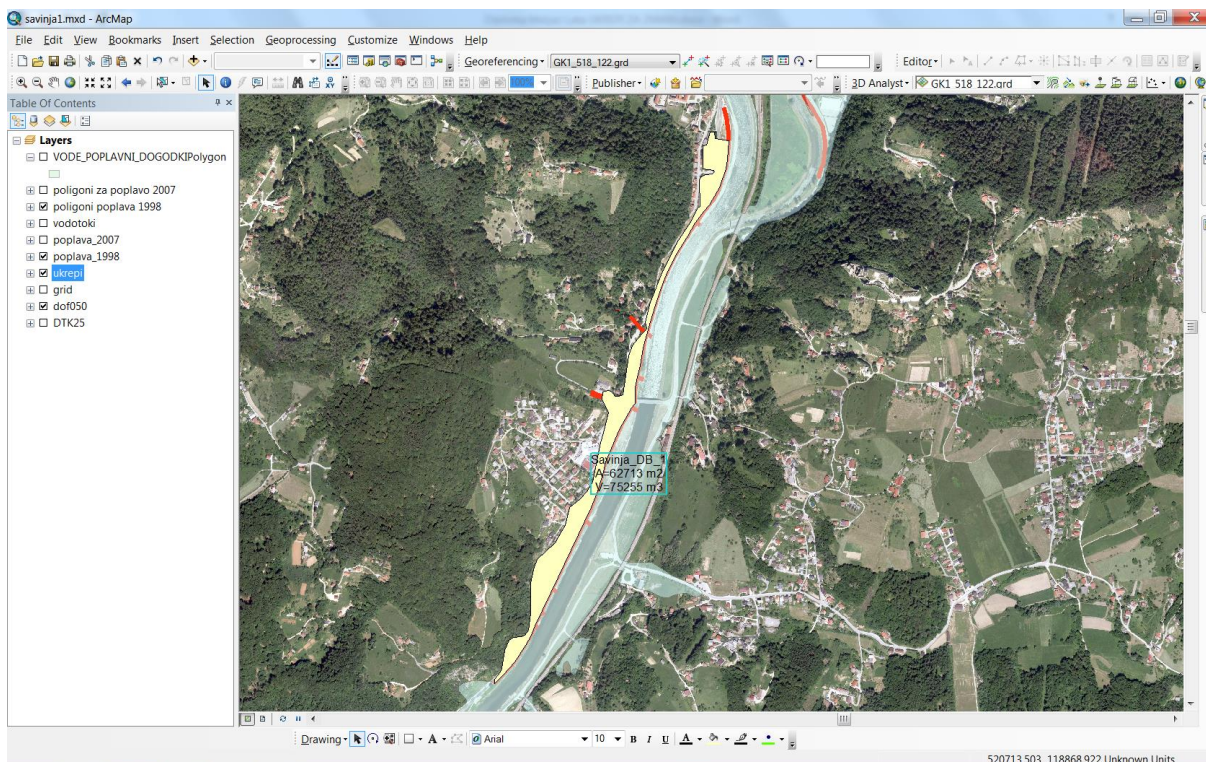
- Poddimenzionirani odsek cevovoda pod parkiriščem za gostilno se zamenja s cevmi ustreznega premera.
- Sedanja priključka sanitarne odpadne vode na kanaliziran hudournik se izločita in odvedeta na mešani kanal javne kanalizacije, ki je lociran na parkirišču v neposredni bližini kanaliziranega hudournika.
- Potrebno bo redno čiščenju nanosov v pregradi za prevodnost prepusta.

2.2.5.1 Analiza

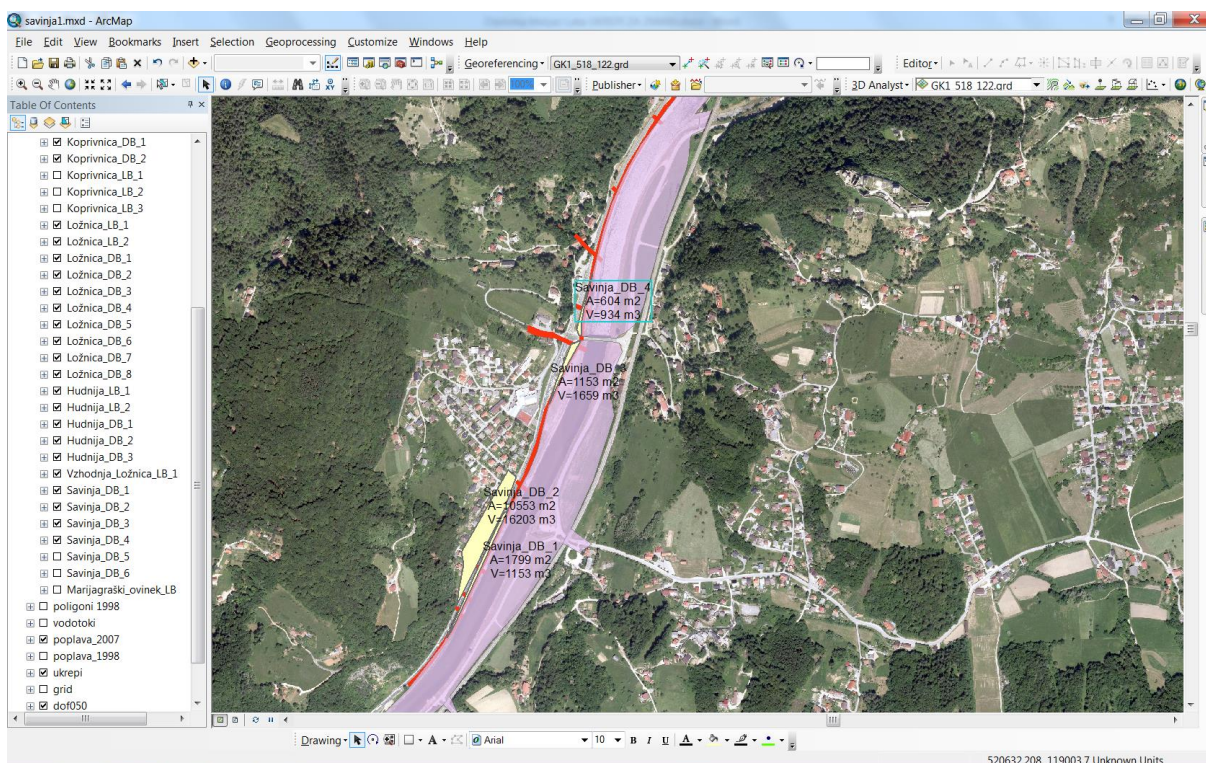
V to analizo je vključen tudi odsek 2a.

Iz Slika 18 in Slika 19 je razvidno da je na desnem bregu Savinje cesta Celje – Laško, na levem bregu pa sta speljani lokalna cesta in železniška proga. Protipoplavna zaščita je predvidena le na desnem bregu, med cesto in vodotokom, za zaščito naselja Polule, ter sosednjih naselbin. Ukrepi za zaščito so posebej umeščeni tudi ob vodotoku Polulje ter pri hudourniku pod gostilno Košmotaj. Prostorski načrt širitve gradnje bi po pregledu prikazovalnika, predlagal na desnem bregu, saj so ukrepi usmerjeni k zaščiti desnega brega, levi breg pa je v celoti prepuščen za retenzijsko površino.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 18 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 19 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 6. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 62713 m² območja s prostornino 75255 m³ leta 1998 ter 14109 m² območja s prostornino 19949 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da je bil dogodek leta 1998 obsežnejši na tem delu, zato bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 18: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 1), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.



Slika 19: Prikaz obravnavane lokacije (Savinja odsek 1), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.

Preglednica 6: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja odsek 1.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998		
Savinja_DB_1	75.255	62.713
Poplavni dogodek 2007		
Savinja_DB_1	1.153	1.799
Savinja_DB_2	16.203	10.553
Savinja_DB_3	1.659	1.153
Savinja_DB_4	934	604
<i>Skupaj</i>	<i>19.949</i>	<i>14.109</i>

2.2.6 Marijagraški ovinek

Ureditve območja je po projektni dokumentaciji [33] razdeljeno na več faz, kot je opisano spodaj. V tej diplomski nalogi so naštet le ukrepi prve faze.

Načrtovane ureditve I. faze obsegajo naslednje ureditve:

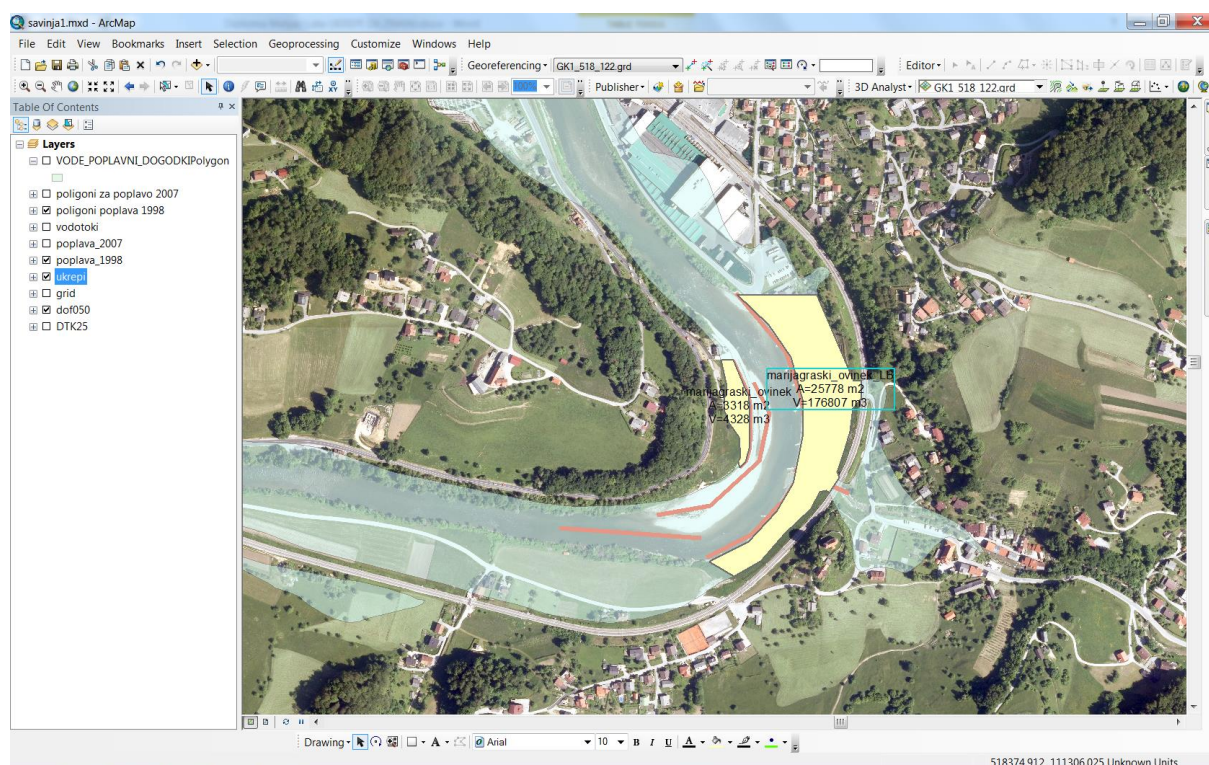
- Delna prestavitev struge Savinje v Marijagraškem ovinku z razširitvijo v nizvodnem območju pod desno brežino.
- Poglobitev dna korita Savinje do profila P29.
- Preureditev izliva Lahomnice v Savinjo.
- Ureditev izlivnih odsekov meteornih in cestnih kanalov v Savinjo.
- Delna preureditev struge pod Marijagraškim ovinkom.
- Revitalizacijski objekti v strugi Savinje skozi Marijagraški ovinek.
- Ureditev in ozelenitev brežin Savinje dolvodno od naselja Laško oziroma ohranitev obstoječe vegetacije v največji možni meri.

2.2.6.1 Analiza

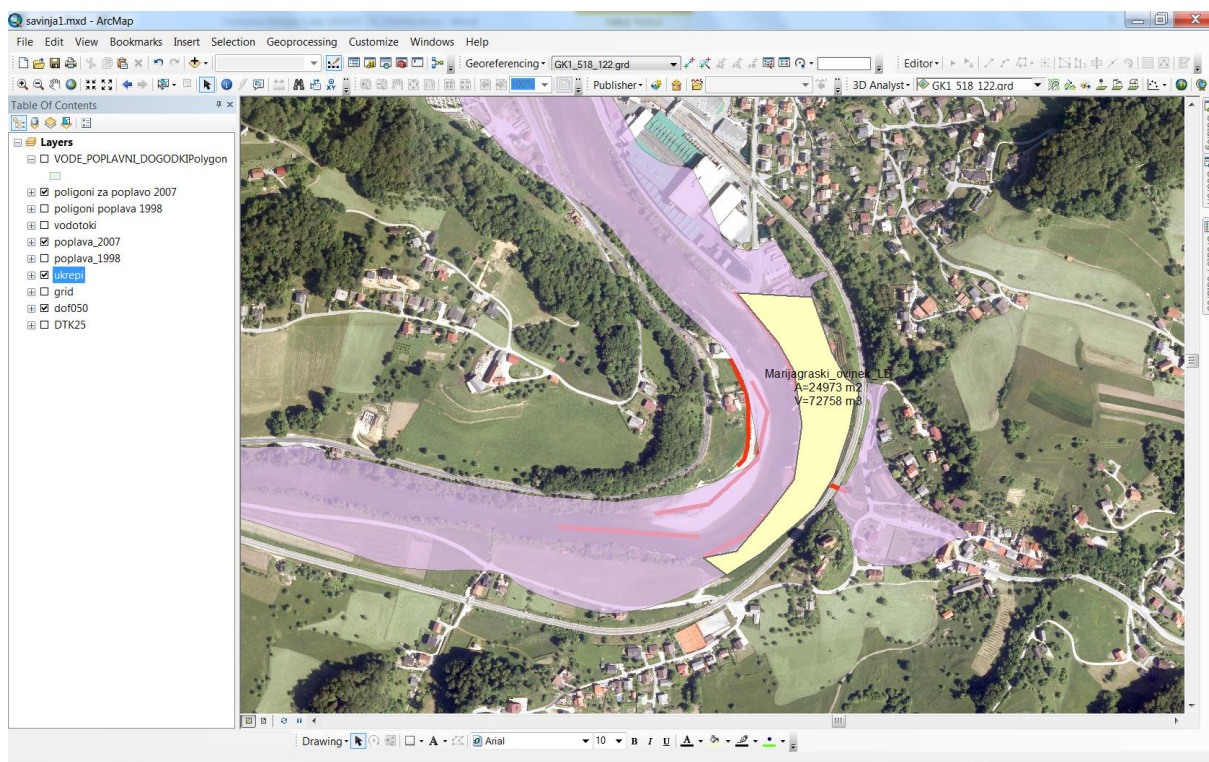
Iz Slika 20 in Slika 21 je razvidno, da je najbolj problematična je leva krivina, kjer je tudi pritok manjšega vodotoka, ki poplavlja. Pod visoko vodo so tudi gospodarski objekti na levem bregu pred začetkom krivine. Dolvodno od pritoka, ko se krivina izravna je površina pod cesto namenjena poplavljanju. Ugotovljeno je bilo, da so ukrepi na tem odseku usmerjeni k utrditvi brežin in usmeritvi

vodnega toka, za povečanje pretoka, zaradi ostrega ovinka, ki bi ga s časom lahko Savinja začela spodjedati.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 20 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 21 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 7. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 29096 m² območja s prostornino 181135 m³ leta 1998 ter 24973 m² območja s prostornino 72758 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da sta bila dogodka leta 1998 in 2007 po površini približno enaka, a je po prostornini veliko obsejnejši dogodek 1998. Zaradi tega bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 20: Prikaz obravnavane lokacije (Marijagraški ovinek), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.



Slika 21: Prikaz obravnavane lokacije (Marijagraški ovinek), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.

Preglednica 7: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Savinja Marijagraški ovinek.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998		
marijagraski_ovinek	4.328	3.318
marijagraski_ovinek_LB	176.807	25.778
<i>skupaj</i>	<i>181.135</i>	<i>29.096</i>
Poplavni dogodek 2007		
Marijagraski_ovinek_LB	72.758	24.973

2.2.7 Ložnica

Območje vodotoka Ložnica je razdeljen na štiri odseke.

Odsek 1 zajema območje od izliva v Savinjo do Butovega mostu na Ljubljanski cesti (po domače "Butejev most"). Spodaj so povzeti ukrepi po projektnih nalogah [34] [35].

- D1-10 m - D14 Visokovodni nasip na desnem bregu, dolžina 160 m.
- D23 - D40 Visokovodni AB zid na desnem bregu Ložnice, ob Markovi ulici. Predvidena dolžina zidu je 183,0 m.
- D14 – D23 Zagatna stena 50,0 m na desnem bregu.
- Visokovodni zid na levem bregu. Dolžina zidu je 380 m.

Odsek 2 zajema območje od Butovega mostu do izpod sotočja Ložnice in Koprivnice, spodaj so povzeti ukrepi po projektni nalogi [34]:

- Dvig nasipa na levi strani.
- Dvig nasipa na desnem bregu. Na desnem bregu je potrebno v primeru poplave Savinje pri ali nad Q100 izvesti objekt za izpust poplavnih vod iz depresije med Ljubljansko cesto, Ložnico in železniško progo.

Odsek 3 zajema območje od izpod sotočja Ložnice in Koprivnice do AC priključka Celje Zahod, spodaj so povzeti ukrepi po projektni nalogi [36]:

- Dograditev nasipa ob Ložnici.
- Spodnji nasip $L = 133$ m.
- Zgornji nasip $L = 407$ m.
- Izdelava visokovodnega zidu ob objektu Funtek Primoža.
- Izgradnja nasipa ob objektu Funtek Primoža.
- Izgradnja visokovodnega zidu ob Ložnici dolžine 70 m, bruto višine $h_b=2,7$ m. Dolžina posamezne kampade je 7m.
- Dvig dostopne ceste od Joštovega mlina do hiše Funtek. Cesto se dvigne na enotno koto 240,94 m n.v. na dolžini 333 m.

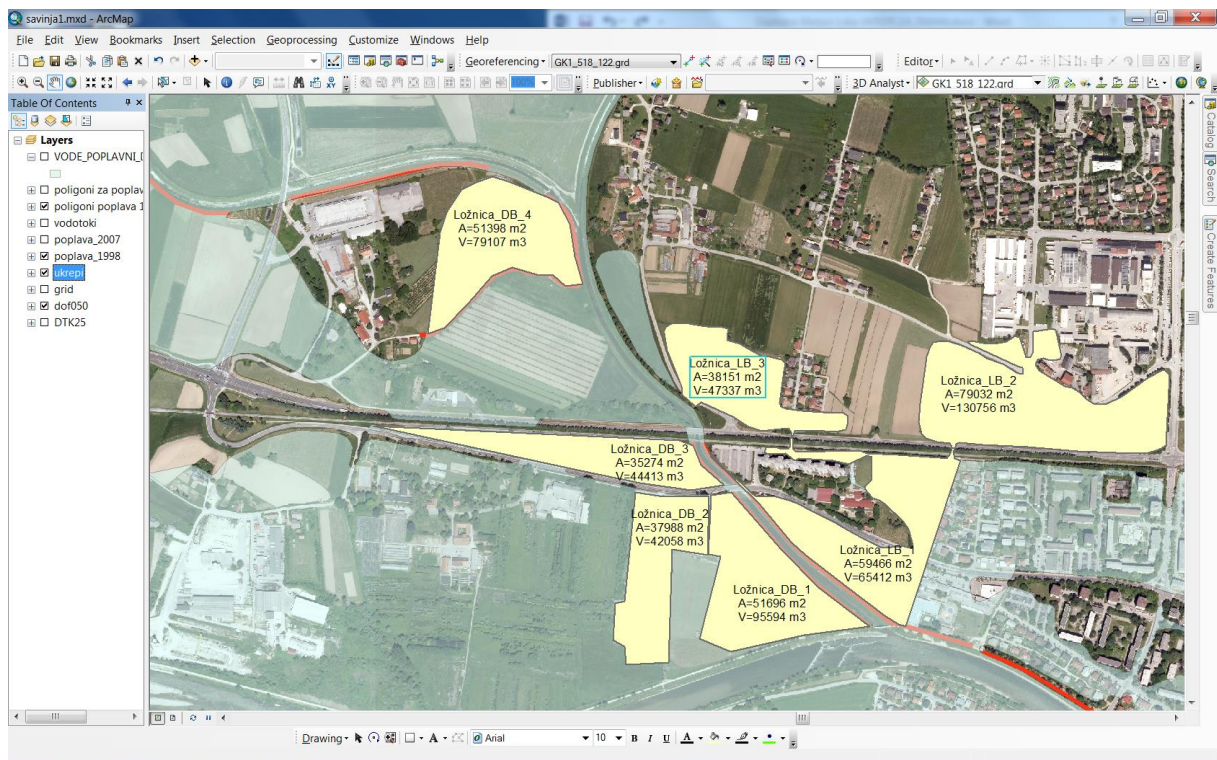
Odsek 4 zajema območje od AC priključka Celje Zahod do Levca, spodaj so povzeti ukrepi po projektni nalogi [36]:

- Sanacija oziroma izravnava sedanjega nasipa. Dolžina načrtovane sanacije nasipa je $L = 342$ m + 94 m + 153 m = 589 m.

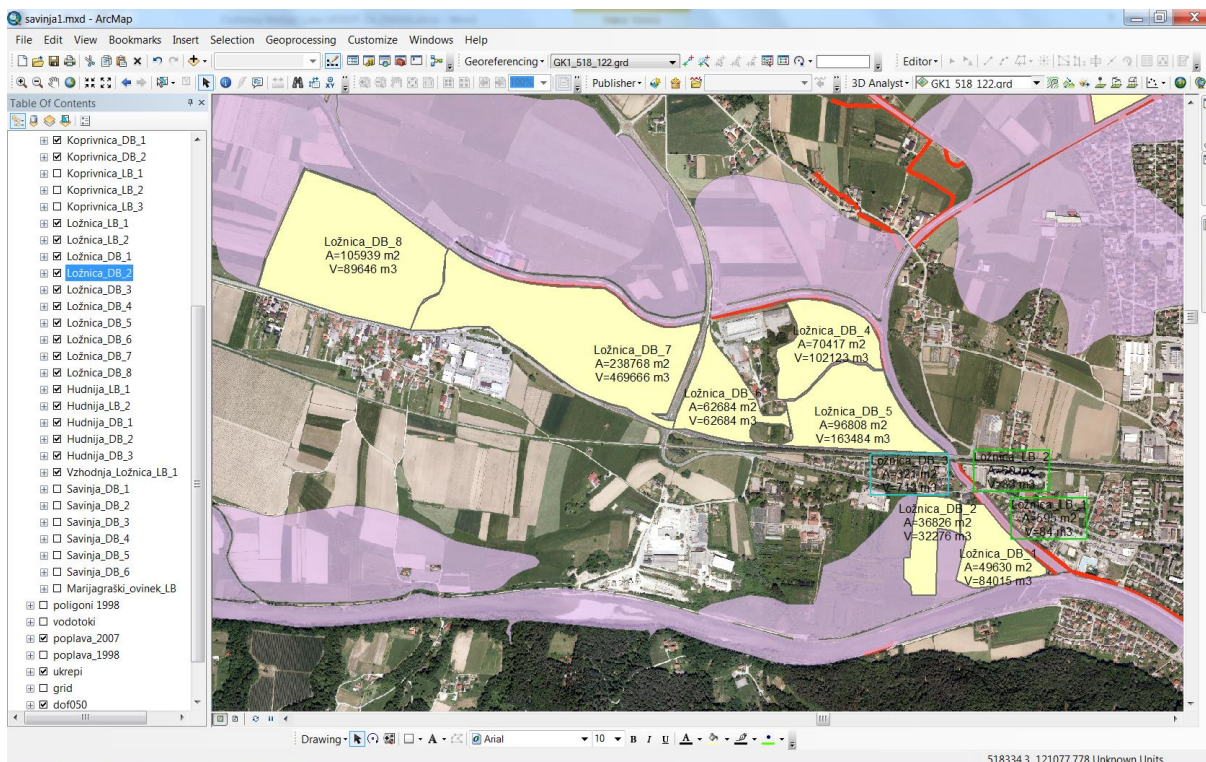
2.2.7.1 Analiza

Iz Slika 22 in Slika 23, je razvidno da poplavne vode obsegajo levi in desni območji ob Ložnici. Najbolj ogroženo je naselje Medlog in Levec. Ostale površine so ruralne tako, da večje materialne škode ni. Polja lahko služijo tudi kot poplavne ravnice. Kot je prikazano so ukrepi za zaščito naselji na prvem in drugem odseku locirani na obeh bregovih, za zaščito naselja Medlog ter Celja, na odseku tri in štiri pa le na desnem bregu, za zaščito naselja Levec. Na levem bregu pa je območje poplavne ravnice. Primerne lokacije širitve urbanizacije so lahko ob že obstoječih naseljih.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 22 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 23 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 8. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 353005 m² območja s prostornino 504677 m³ leta 1998 ter 662048 m² območja s prostornino 1004724 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da je bil dogodek leta 2007 obsežnejši na tem delu. Pri načrtovanju bi morali upoštevati rezultate iz leta 2007 skupaj z rezultati iz 1998, ker so bile poplave na različnih koncih.



Slika 22: Prikaz obravnavane lokacije (Ložnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.



Slika 23: Prikaz obravnavane lokacije (Ložnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 2007.

Preglednica 8: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Ložnica.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998		
Ložnica_DB_1	95.594	51.696
Ložnica_DB_2	42.058	37.988
Ložnica_DB_3	44.413	35.274
Ložnica_DB_4	79.107	51.398
Ložnica_LB_1	65.412	59.466
Ložnica_LB_2	130.756	79.032
Ložnica_LB_3	47.337	38.151
<i>skupaj</i>	<i>504.677</i>	<i>353.005</i>
Poplavni dogodek 2007		
Ložnica_DB_1	84.015	49.630
Ložnica_DB_2	32.276	36.826
Ložnica_DB_3	713	321
Ložnica_DB_4	102.123	70.417

Ložnica_DB_5	163.484	96.808
Ložnica_DB_6	62.684	62.684
Ložnica_DB_7	469.666	238.768
Ložnica_DB_8	89.646	105.939
Ložnica_LB_1	84	595
Ložnica_LB_2	33	60
<i>skupaj</i>	<i>1.004.724</i>	<i>662.048</i>

2.2.8 Koprivnica

Ob Koprivnici, na območju od sotočja z Babenskim potokom do avtoceste so po projektni dokumentaciji [20] potrebni ukrepi za zaščito naselji Ostrožno ter Lava, kot je povzeto v nadaljevanju. Vodotok je razdeljen na štiri odseke, ter pregrado Loče. Dela zajemajo obnovo ter izgradnjo novih protipolavnih ukrepov, ki morajo zadostiti pogoju HQ100.

Odsek od sotočja Ložnice in Koprivnice do mostu na glavni cesti podaljšek Čopove ul. – Ostrožno (P1 – P35):

- Desni breg Koprivnice od sotočja s Sušnico do profila P24 je nižji od levega brega. Na tem območju, kjer ni obstoječe pozidave se visoke vode lahko prelivajo (od P14 do P24).
- P13 - P33 Nadvišanje nasipov na levem bregu Koprivnice L=982,60 m.
- P25 - P30 Nadvišanje nasipov na desnem bregu Koprivnice L=285,60 m.
- P30 - P34 Nadvišanje zidu na desnem bregu Koprivnice L=79,75 m.
- PJ1 - PJ7 Nadvišanje nasipa ob melioracijskem jarku L=262,00 m.
- P10 – P13 Izgradnja nasipa na levem bregu Koprivnice L=125,00 m.
- P10 – P13 izgradnja nasipa na desnem bregu Koprivnice L=125,00 m.
- Pod mostom na Cesti na Ostrožno je predvidena izgradnja zidu na levem bregu v dolžini 18,00 m.
- Odstranitev mostu na cesti na Ostrožno (most pri Ljubici) med profiloma P32 in P33 ter zamenjava le – tega s hidravlično ugodnejšo brvjo.

Odsek od mostu na glavni cesti na Ostrožno do mostu na cesti v Lokrovec (P36 – P44):

- P36 - P44 Nadvišanje nasipov na levem bregu Koprivnice L=422,00 m.
- P36 - P44 Nadvišanje nasipov na desnem bregu Koprivnice L=432,00 m.

Odsek od mostu na Cesti v Lokrovec do mostu na Ulici heroja Rojška (P45 – P50):

- P45 - P50 Nadvišanje nasipov ob Koprivnici na levem bregu Koprivnice L=271,90 m.
- P45 - P50 Nadvišanje nasipov na desnem bregu Koprivnice L=256,00 m.
- P50 – P51 Na uvozih na most na Ulici heroja Rojška višina obstoječega cestišča omogoča, da se nadvišana nasipa gorvodno in dolvodno od mostu na obeh brežinah priključita na obstoječo cesto.
- Oviri za umirjanje prometa v višini 30 cm oz. 35 cm, na uvozih na most na Cesti v Lokrovec ki istočasno povezujeta nasip gorvodno in dolvodno od mostu in preprečujeta razlivanje visokih vod Koprivnice po cesti.

Odsek nad mostom na Ulici heroja Rojška (P51 – P56):

- P51 – P53 Nadvišanje nasipov na levem bregu Koprivnice L=131,00 m.
- P51 – P54 Nadvišanje nasipov na desnem bregu Koprivnice L=95,25 m.

Posodobitev pregrade Loče na Šmartinskem jezeru je povzeta po projektni nalogi [37]:

- Sanacija betonov prelivnega roba.
- Sanacija betonov zaporničnega objekta.
- Sanacija betonov leve stene in dna prelivnega kanala.
- Sanacija betonov iztoka talnega izpusta.
- Sanacija betonov odvzemnega objekta.
- Sanacija betonov mostne konstrukcije in stebra mostne konstrukcije.
- Zamenjava hidromehanske, električne in merilne opreme.
- Avtomatizacija, video nadzor.

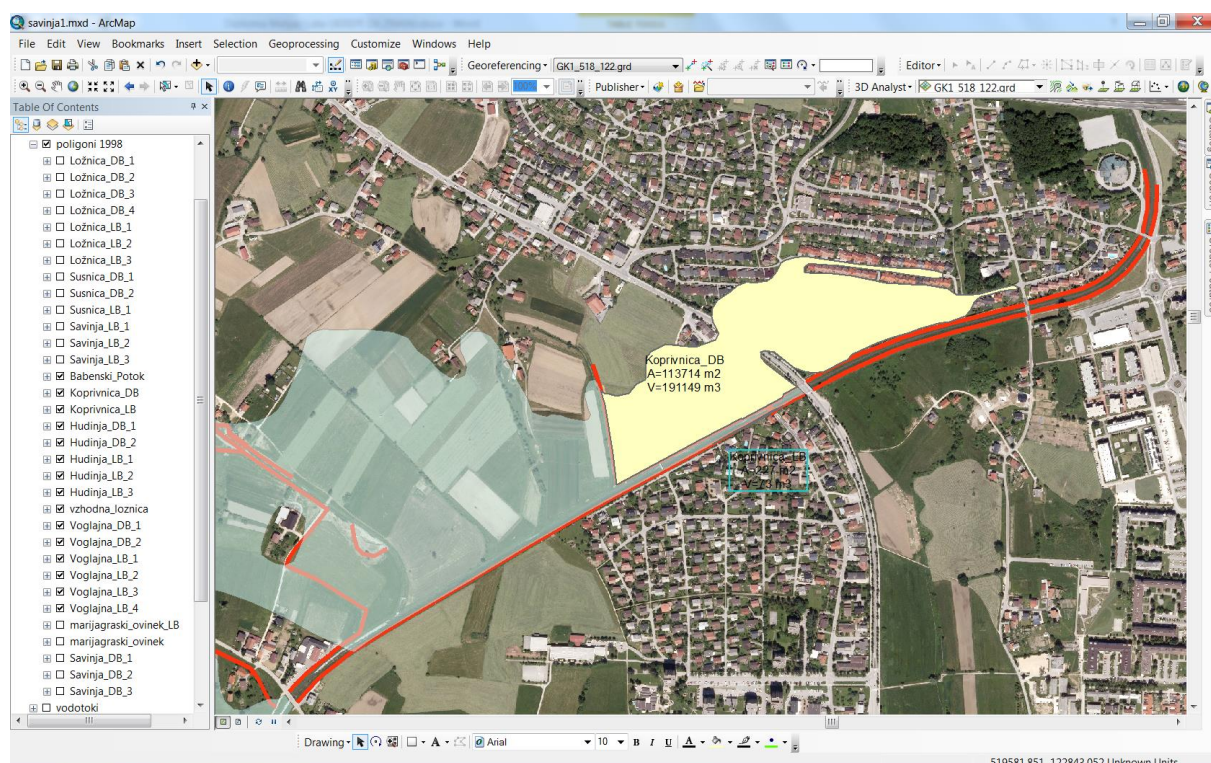
2.2.8.1 Analiza

Pri pregradi Loče na Šmartinskem jezeru je predvidena posodobitev opreme tako, da so dela usmerjena k rednemu posodabljanju in zagotavljanju daljše življenjske dobe pregrade.

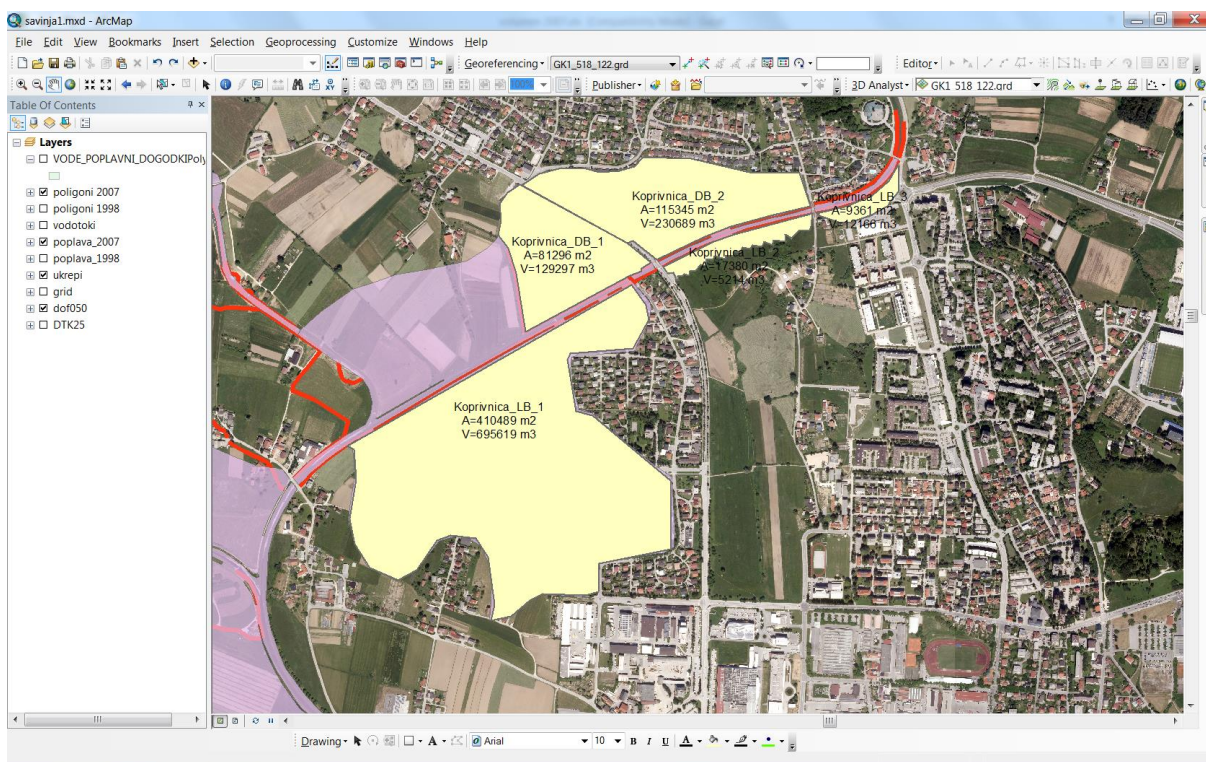
Iz Slika 24 in Slika 25 je razvidno, da je poplavni dogodek leta 1998 prizadel večinoma le naselje Ostrožno na desnem bregu. Leta 2007 pa se je poplavna voda razlila tudi po levem bregu, naselju Lava. Ukrepi so izvedeni po celotni dolžini levega brega Koprivnice ter služijo zaščiti naselja Lava. Na desnem bregu pa so ukrepi izvedeni do retenzijske površine, nato pa so postavljeni pravokotno na

vodotok zato, da se poplavna voda nebi razlivala nazaj v naselje Ostrožno. Območje retenzijske površine se nahaja na desnem bregu od sotočja s Sušnico gorvodno. Iz ogleda pregledovalnika je mogoče tudi osnovati prostorski načrt. Razvidno je, da bi lahko bile širitve gradnje le desno ter levo od naselja Lava, območje ki je bilo 2007 poplavljeno bi moralo z izvedenimi ukrepi biti zaščiteno

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 24 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 25: prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 9. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007 (Preglednica 9), so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 113.941 m² območja s prostornino 191.222 m³ leta 1998 ter 633.871 m² območja s prostornino 1.072.985 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da je bil dogodek leta 2007 obsežnejši, zato bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 2007.



Slika 24: Prikaz obravnavane lokacije (Koprivnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine ter prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.



Slika 25: Prikaz obravnavane lokacije (Koprivnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine ter prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 2007.

Preglednica 9: Prikaz prostornine in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Koprivnica.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
Koprivnica_DB	191.149	113.714
Koprivnica_LB	73	227
<i>Skupaj</i>	<i>191.222</i>	<i>113.941</i>
Poplavni dogodek 2007:		
Koprivnica_DB_1	129.297	81.296
Koprivnica_DB_2	230.689	115.345
Koprivnica_LB_1	695.619	410.489
Koprivnica_LB_2	5.214	17.380
Koprivnica_LB_3	12.166	9.361
<i>Skupaj</i>	<i>1.072.985</i>	<i>633.871</i>

2.2.9 Babenski Potok

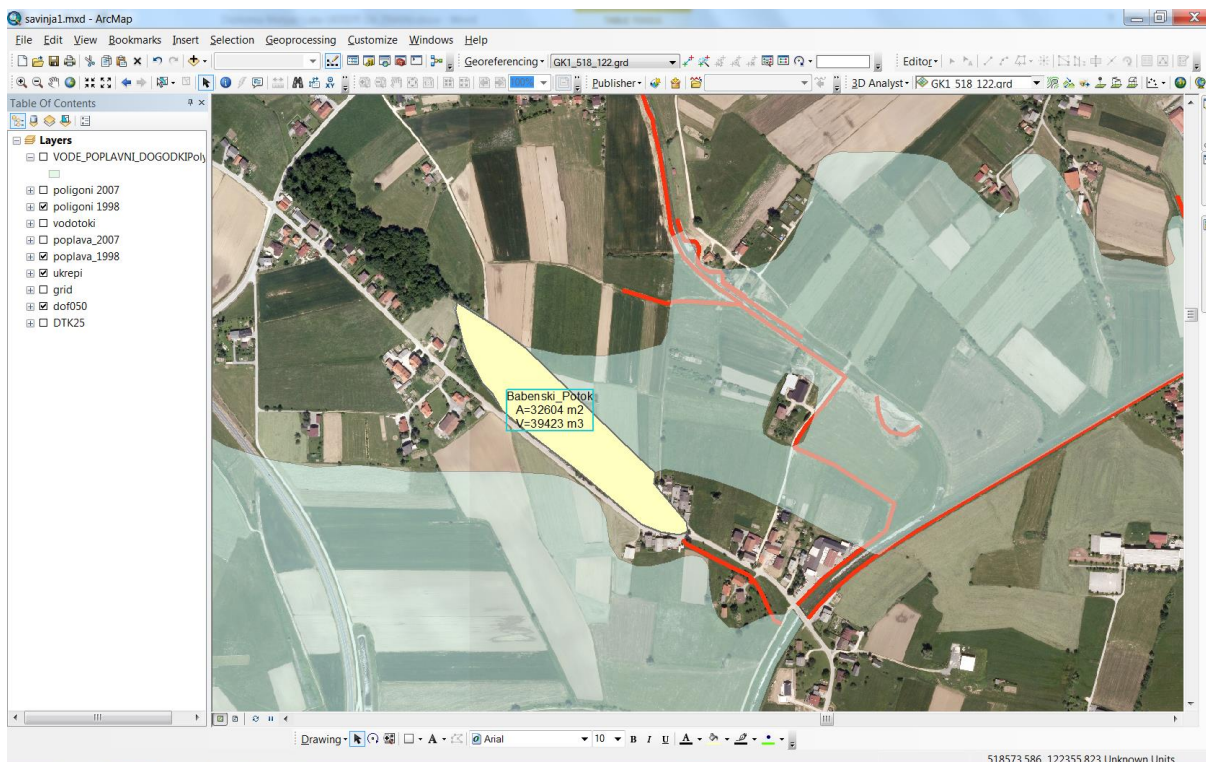
Območje se začne pri sotočju s Koprivnico, do gorvodno 500 m. Glede na projektno dokumentacijo [38] je bilo potrebno izvesti naslednje ukrepe:

- Zamenjava prepusta 2 (obstoječi cevni prepust dolžine 3,7 m, premera 1000 mm se zamenja s škatlastim prepustom 2x1,5 m, ki je potopljen na predvideno koto).
- P1 – P3 Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 2 na dolvodni strani.
- P4 – P7 Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 2 na gorvodni strani.
- Ukinitvev prepusta 4 in 5 ter izgradnja enega, hidravlično ustreznega prepusta.
- P8 – P9 Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 4+5 na dolvodni strani.
- P12 – P15 Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 4+5 na gorvodni strani.
- Zamenjava prepusta 6 (obstoječi cevni prepust dolžine 37 m, premera 1200 mm se zamenja s škatlastim prepustom 2x1,5 m, ki je potopljen na predvideno koto).
- P16 – P17 Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 6 na gorvodni strani.
- Zamenjava dotrajane leseno / betonske brvi (prepust 7) s hidravlično ustreznim škatlastim prepustom, potopljenim na predvideno koto.
- P17 - P17/P18 Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 6 na gorvodni strani.

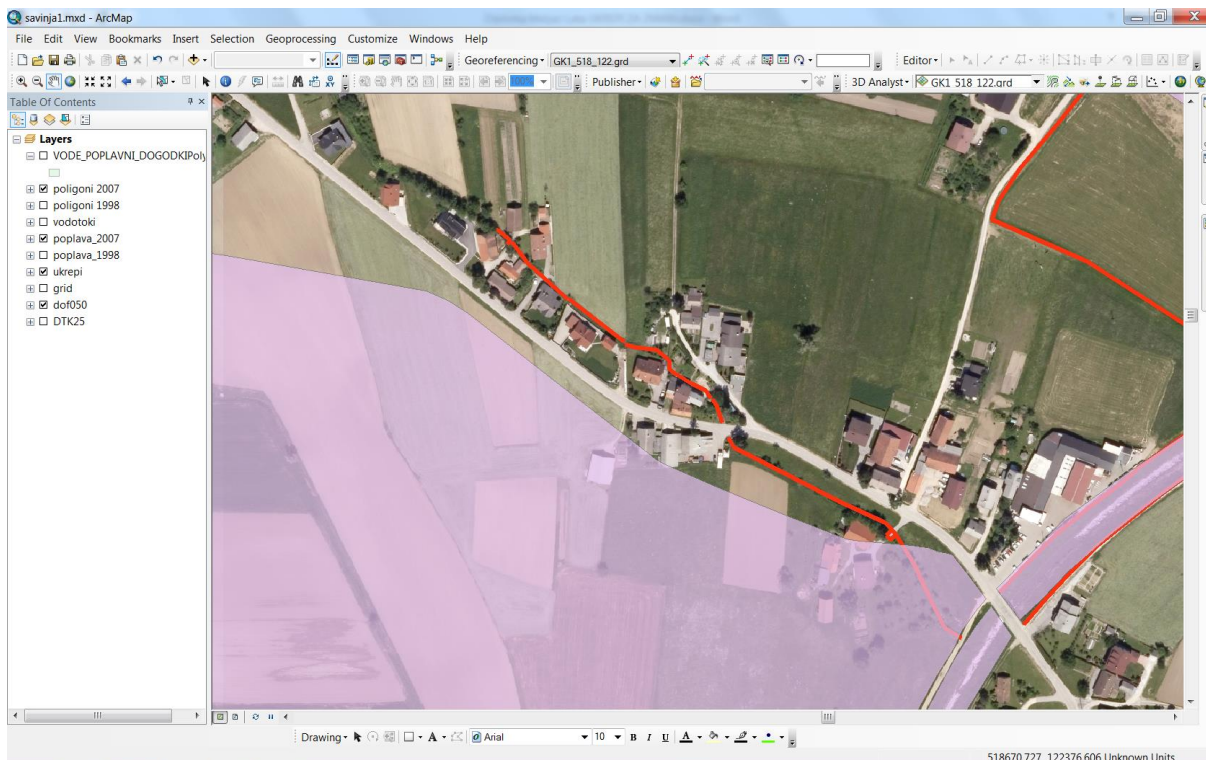
2.2.9.1 Analiza

Iz Slika 26 in Slika 27 je razvidno, da Babenski potok prestopi bregove ter poplavi naselje Babno. Za zagotovitev poplavnne varnosti naselja Babno zaradi lastnih vod Babenskega potoka in visokih vod Koprivnice, so bili ukrepi usmerjeni k boljši pretočni sposobnosti obstoječe struge. Umeščanje novih objektov v prostor, bi bilo primerno ob sedanjem naselju Babno.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 26 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 27 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 10. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 32604 m² območja s prostornino 39423 m³ leta 1998. Leta 2007 na tej lokaciji poplavnih vod, ki bi ogrožala objekte ni bilo. Načrtovanje bi moralo tako v vpoštev vzeti dogodek iz leta 1998.



Slika 26: Prikaz obravnavane lokacije (Babenski potok), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.



Slika 27: Prikaz obravnavane lokacije (Babenski potok), sloja poplava 2007 (vijolična) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).

Preglednica 10: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Babenski potok.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
Babenski_Potok	39.423	32.604
Poplavni dogodek 2007:		
/	/	/

2.2.10 Črna Mlaka

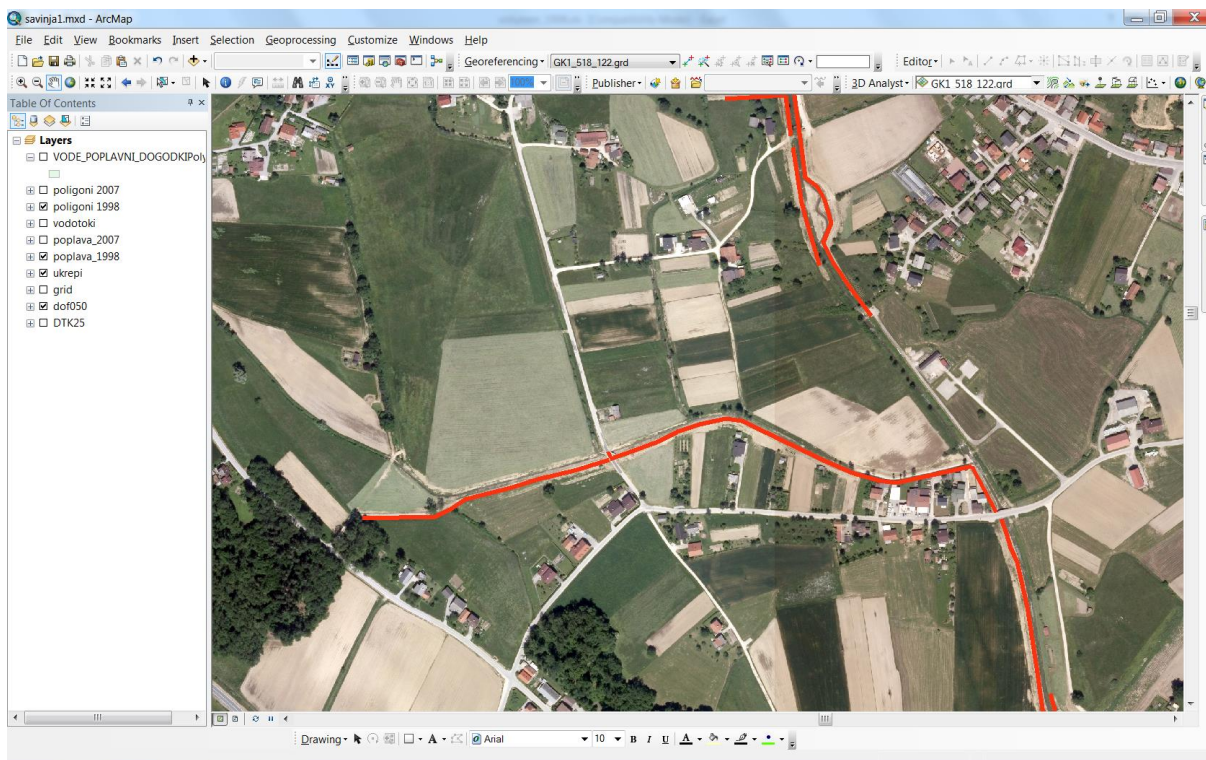
Območje potoka Črna Mlaka se prične pri sotočju s Sušnico in konča 730 m gorvodno, proti cesti Medlog – AC (Lopata). Ukrepi so povzeti po projektni dokumentaciji [39].

- Vzdolž zadnjih 400 m struge Črne mlake je predvidena tudi enakomerno dvignjena niveleta in tako zmanjšan naklon brežin.
- Nov zid na desnem bregu na izlivnem odseku Črne mlake L=129 m.
- Zid na desnem bregu Sušnice od sotočja s Črno mlako, do cestnega nasipa L=59 m.
- Na desnem bregu Črne mlake izveden protipoplavni nasip L=292 m.
- CM20 – CM21 Prepust zamenjan s škatlastim prepustom 2x2m iz montažnih elementov.
- Nad prepustom je na desnem bregu izveden nasip L=290 (170+120) m.

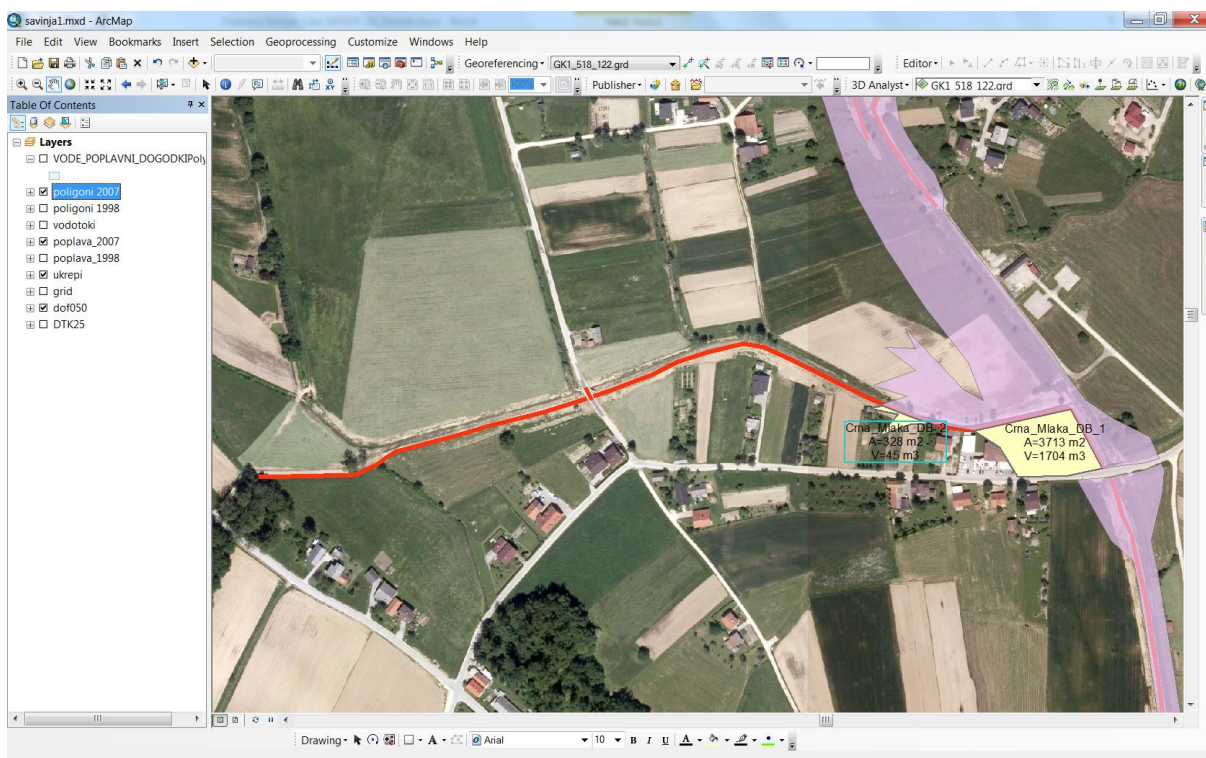
2.2.10.1 Analiza

Iz Slika 28 in Slika 29, je mogoče razbrati, da poplavne vode ogrožajo le zaselek ob sotočju s Sušnico, kjer sotočje dveh vodotokov povzroči nabiranje vode. Ukrepi so izvedeni na desnem bregu za zaščito objektov južno od vodotoka. Območje severno od Črne Mlake med poplavnima dogodkoma leta 1998 in 2007 ni bilo poplavljeno, a se lahko uporabi za zadrževanje viškov vode.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljene. Slika 28 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 29 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 11. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 4041 m² območja s prostornino 1749 m³ leta 2007. Leta 1998 na tem območju ni bilo poplav, zato bi bilo potrebno pri nadaljnjem načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 2007.



Slika 28: Prikaz obravnavane lokacije (Črna Mlaka), sloja poplava 1998 (modra) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).



Slika 29: Prikaz obravnavane lokacije (Črna Mlaka), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.

Preglednica 11: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Črna Mlaka.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
/	/	/
Poplavni dogodek 2007:		
Crna_Mlaka_DB_1	1.704	3.713
Crna_Mlaka_DB_2	45	328
<i>skupaj</i>	<i>1.749</i>	<i>4.041</i>

2.2.11 Sušnica

Vodotok Sušnica je glede na projektno dokumentacijo razdeljen na tri odseke, ter zadrževalnik ter vsebuje ukrepe, ki so povzeti spodaj. Območje obsega odsek od sotočja s Koprivnico do naselja Lopata.

Odsek 1 se prične pri sotočju s Koprivnico in konča pri ulici Heroja Šarha, ukrepi povzeti po projektni dokumentaciji [40]:

- Niveletna ureditev struge.
- Odstranitev prekomerne zarasti.
- Nasip A ščiti območje Babnega med Sušnico, Koprivnico in Ložnico pred visokimi vodami Sušnice. Deli se na 3 odseke – zgornji, osrednji in spodnji. Zgornji del dolžine 185 m predstavlja prečno oviro, ki prelite poplavne vode s poplavnega območja nad Babnim preusmeri nazaj v strugo Sušnice. Osrednji del dolžine 190 m poteka po vrhu desne brežine Sušnice, spodnji del pa predstavlja 405 m dolg nasip, ki se odmakne od struge Sušnice in po zaledju poteka proti načrtovanemu nasipu ob Koprivnici. Del nasipa predstavlja tudi nadvišana dostopna pot k domačiji Babno 19b, ki se nadaljuje do rampe preko Sušnice.
- Nasip B L=175 m, na levem bregu Sušnice med profiloma 0_17 in 0_22. Ureditev sestavlja 130 m nasipa ter 45 m protipoplavnega zidu. Zid je predviden le na krajšem odseku, kjer sta tik ob strugi postavljeni dve gospodarski poslopji. Zid je debeline 30 cm ter višine 40-50 cm nad terenom. Zaključi se tik pred priključkom prečnega jarka v strugo Sušnice.
- Na območju med profiloma 0_16 in 4 je predvidena tudi razširitev struge Sušnice.

Odsek 2 in 3 obsega območje od ulice Heroja Šarha do 260 m naprej od AC, ukrepi povzeti po projektni dokumentaciji [40]:

- Nasip C poteka po levem bregu Sušnice med profiloma 15 in 30 v dolžini 480 m.
- Na odseku med profiloma 21 in 26 klasični nasip nadomesti nadvišanje obstoječe makadamske poti $L=126$ m.
- Nasip D predstavlja krajši (110 m) nasip na desnem bregu Sušnice med profiloma 21 in 23. V dolžini 45 m poteka ob vodotoku nato se obrne za 90° in nadaljuje v zaledje.
- Nasip E poteka po desnem bregu Sušnice v dolžini 185 m.
- Nasip F je predviden na levem bregu Sušnice. Namen nasipa je zagotavljanje dodatne poplavne varnosti objektov na desnem bregu proti Črni mlaki.

Suhi zadrževalnik Sušnica-jug, kateri ukrepi so povzeti po projektni dokumentaciji [41], je načrtovan na lokaciji levo od naselja Lopata.

- Trasa nasipa je prilagojena obstoječi pozidavi in terenskim razmeram.
- Na spodnjem delu zadrževalnika poteka nasip vzhodno od naselja Lopata, ki je prečno navezan iz enega dela doline na drugi del doline.
- V zgornjem delu območja suhega zadrževalnika se trasa izogne pozidavam in se priključi na cestni nasip (lokalna povezovalna cesta) in sicer na lokaciji, ki še omogoča zajem vode in obstoječega prepusta pod cesto v projektiran jarek na zunanji strani nasipa.
- Izvedba nasipa na koti Q100+0,5 m, na zahodnem delu.

Elementi zadrževalnika:

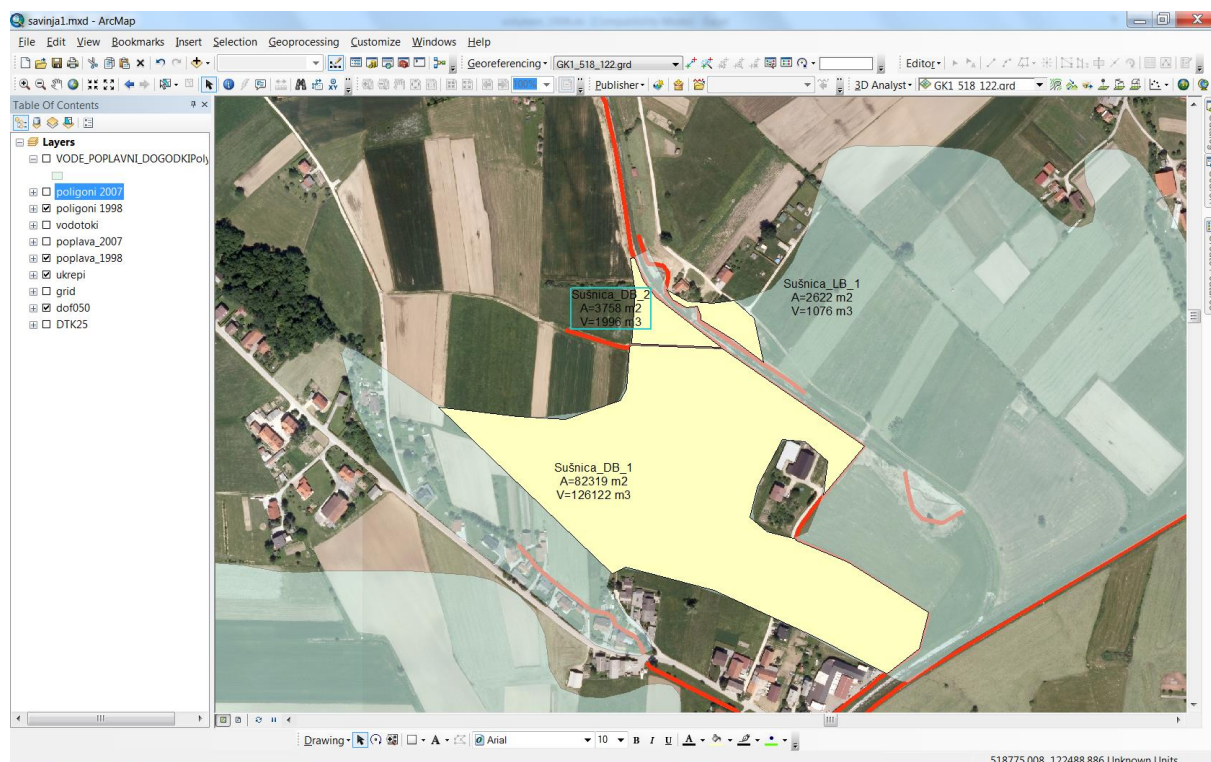
- Kota maksimalne gladine Q 100 – 254,60 m.
- Kota maksimalne gladine Q 5000 – 255,40 m.
- Volumen zadrževalnika $V = 268.690,00 \text{ m}^3$.
- Varnostna višina 0,50 m nad Q 5000 = 255,90 m.
- Poplavljen površine pri nastopu Q 100 $F = 14,81 \text{ ha}$.
- Poplavljen površine pri nastopu Q5000 $F = 20,03 \text{ ha}$.
- Dolžina nasipa 220,00 m.
- Volumen vgrajenega materiala v pregrado = 11.500,00 m^3 .

2.2.11.1 Analiza

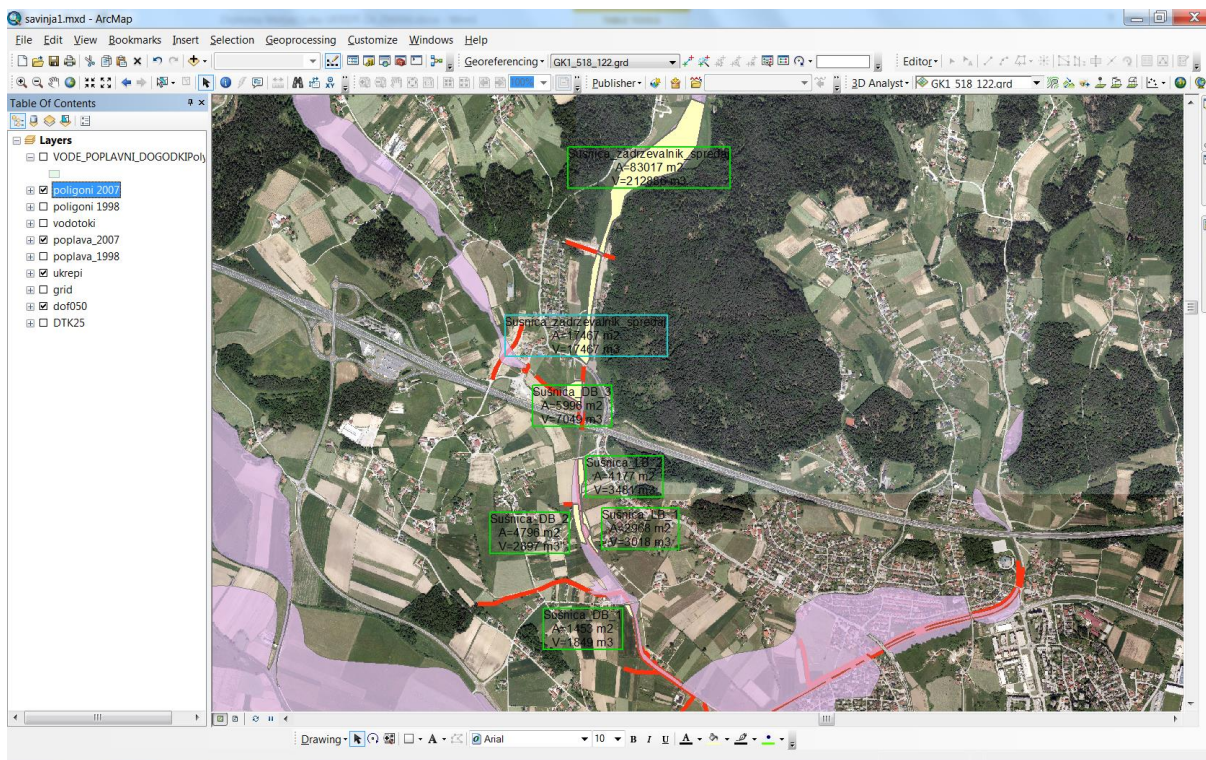
Iz Slika 30 in Slika 31 je razvidno, da visoke vode Sušnice ne ogrožajo objektov. Največja količina vode se nabere poplavni ravnici levo in desno od sotočja s Koprivnico. Ukrepi so usmerjeni, k zaščiti naselja Babno na desni strani ter k usmeritvi vode v Koprivnico in retenzijsko površino na levi strani. Na levi

strani pri sotočju s Koprivnico je retenzijska površina. Izgradil se bo tudi zadrževalnik vzhodno od naselja Lopata, ki bo zadržal del poplavnega vala in tako še dodatno prispeval, k poplavni varnosti. Za širitev urbanizacije je primerno naselje Lopata.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 30 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 31 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 12. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 88699 m² območja s prostornino 129194 m³ leta 1998 ter 119874 m² območja s prostornino 248647 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da je bil dogodek leta 2007 obsežnejši na tej lokaciji. Pri načrtovanju bi morali upoštevati rezultate iz leta 1998 in 2007, ker so bile poplave na različnih lokacijah.



Slika 30: Prikaz obravnavane lokacije (Sušnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.



Slika 31: Prikaz obravnavane lokacije (Sušnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 2007.

Preglednica 12: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Sušnica.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
Sušnica_LB_1	1.076	2.622
Sušnica_DB_1	126.122	82.319
Sušnica_DB_2	1.996	3.758
<i>skupaj</i>	<i>129.194</i>	<i>88.699</i>
Poplavni dogodek 2007:		
Sušnica_LB_1	3.018	2.968
Sušnica_LB_2	3.481	4.177
Sušnica_DB_1	1.849	1.453
Sušnica_DB_2	2.897	4.796
Sušnica_DB_3	7.049	5.996
Sušnica_zadrz_spredaj	17.467	17.467
Sušnica_zadrz_zadaj	212.886	83.017
<i>skupaj</i>	<i>248.647</i>	<i>119.874</i>

2.2.12 Podsevčnica

Območje se prične pri sotočju s Sušnico do 400 m gorvodno. Spodaj navedeni ukrepi so povzeti po projektni dokumentaciji [42] in obsegajo osnovne protipoplavne ukrepe ob vodotoku, novi most na cesti čez Podsevčnico ter zadrževalnik.

- Delna rušitev obstoječega kamnitega praga višine 1,5 m.
- Prilagoditev struge.
- Zamenjava mostne konstrukcije na cesti Medlog – Lopata.
- P1 – P5 Zemeljski nasip, na levem bregu L=104 m.
- Preureditev sistema zalednih vod na desnem bregu, z iztokom v Sušnico tik nad AC.
- Izgradnja črpališča za zaledno vodo ujeto v kaseti med Podsevčnico in Sušnico.
- Gorvodno od zadrževalnika je predvideno čiščenje Podsevčnice na območju zadrževalnika.

Zadrževalnik Podsevčnica, katerega glavne karakteristike so povzete po projektni nalogi [43], se nahaja desno od naselja Lopata. Njegove glavni elementi so:

- Kota maksimalne gladine Q 100 – 252,00 m.
- Kota maksimalne gladine Q 500 – 253,00 m.
- Volumen zadrževalnika na koti 252,00 m.n.v $V = 91.710,00 \text{ m}^3$.
- Volumen zadrževalnika na koti 253 m.n.v $V = 186.970 \text{ m}^3$.
- Varnostna višina 0,50 m nad Q 5000 = 253,50 m.
- Poplavljen površine pri nastopu Q 100 F = 7,00 ha.
- Poplavljen površine pri nastopu Q5000 F = 10,70 ha.
- Dolžina nasipa 315,84 m.
- Volumen vgrajenega materiala v pregrado 16 000,00 m³.

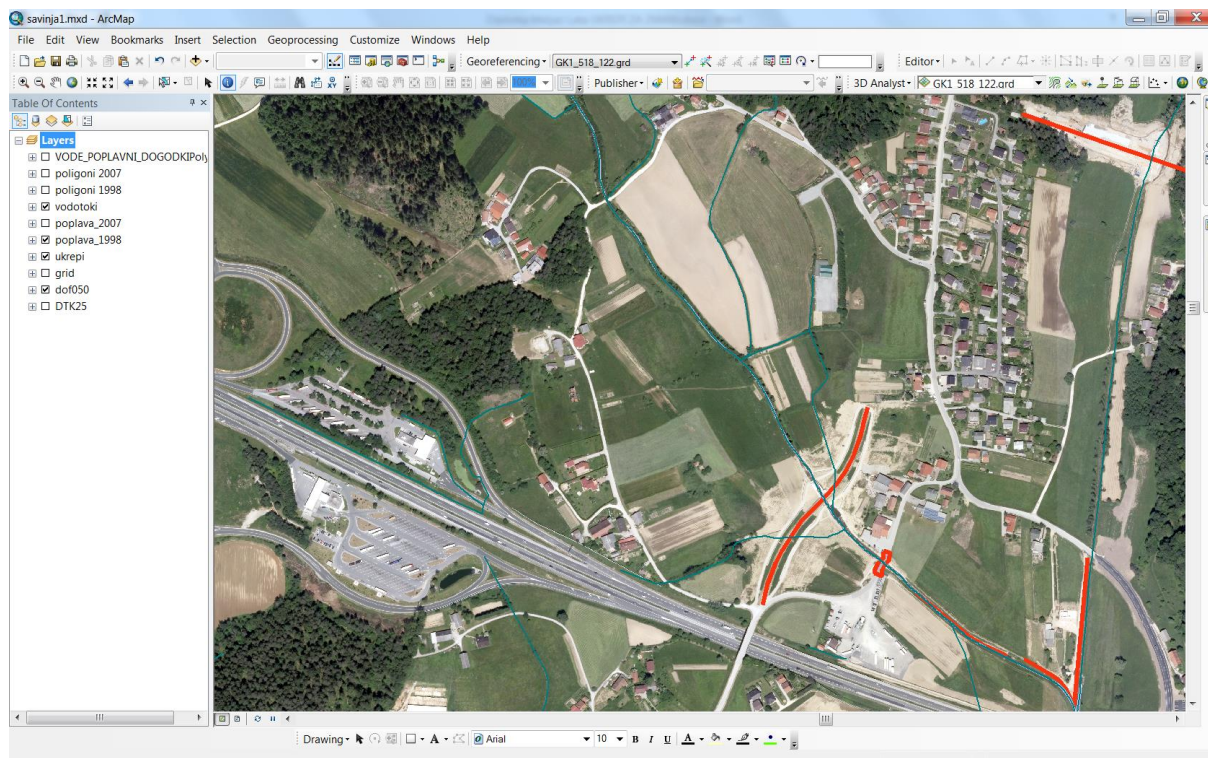
Nov most na cesti Medlog-Lopata čez Podsevčnico je povzet po projektni nalogi [44].

- Novi most čez Podsevčnico je zgrajen na enaki lokaciji kot obstoječi, na lokalni cesti Medlog – Lopata.
- Ureditev struge pod novim mostom.

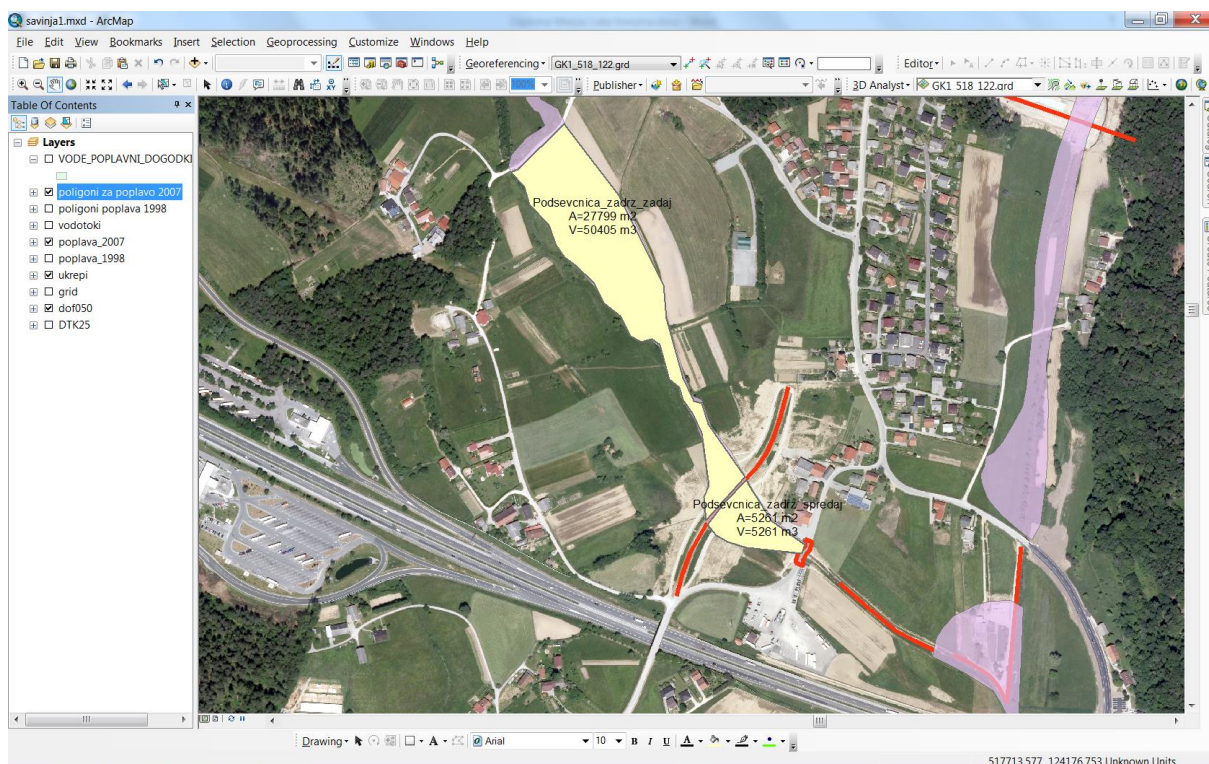
2.2.12.1 Analiza

Iz Slika 32 in Slika 33 je Podsevčnica poplavi ravnico zahodno od naselja Lopata. Ukrepi so usmerjeni k boljši pretočnosti ter so izvedeni na desnem bregu. Ob sotočju s Koprivnico je objekt podvržen visokim vodam. Izveden bo tudi zadrževalnik, katerega pregrada se začne blizu avtoceste ter konča pri naselju Lopata. Za načrtovanje gradnje je primerno razvijanje naselja Lopata.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 32 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 33 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 13. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 33060 m² območja s prostornino 55666 m³ leta 2007. Leta 1998, na tej lokaciji ni bilo poplavnih vod. Za potrebno načrtovanje se bi moralo upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 32: Prikaz obravnavane lokacije (Podsevčnica), sloja poplava 1998 (modra) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).



Slika 33: Prikaz obravnavane lokacije (Podsevčnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.

Preglednica 13: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Podsevčnica.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
/	/	/
Poplavni dogodek 2007:		
Podsevčnica_zadrzevalnik_spredaj	5.261	5.261
Podsevčnica_zadrzevalnik_zadaj	50.405	27.799
<i>skupaj</i>	<i>55.666</i>	<i>33.060</i>

2.2.13 Voglajna

Območje se začne pri sotočju s Savinjo in je razdeljeno na štiri odseke. Spodaj navedeni ukrepi so povzeti po projektni dokumentaciji [45].

Odsek 1 obsega območje od sotočja s Savinjo do mostu na Teharski cesti:

- P12 do most na Teharski cesti, nadvišanje visokovodnega nasipa na levem bregu, L=776 m.

- P11 – P12 Predviden dvig terena med cesto in Voglajno.
- Na desnem bregu med P34 in mostom na Teharski cesti je predvidena izgradnja AB zidu L=131 m tik ob robu struge.
- V prerezu P34 se zid odmakne od vodotoka in zaključi v telo parkirišča.
- Visokovodni zid se v prerezu mostu naveže na stebriček ob pločniku, ki je predviden za namestitev IBS zapor, katere vstavimo ob pojavu visokih vod.
- P27 Del levega visokovodnega nasipa izveden kot »skriti preliv«.

Odsek 2 obsega območje od mostu na Teharski cesti do mostu na Kočevarjevi ulici (P40-P77):

- P40 - P77 Očiščenje mulja in zarasti.
- P40 – P45 Nadvišanje obstoječega zemeljskega nasipa na levem L=102 m. Pri Teharskem mostu se nasip naveže na zid, ki se od stebrička za vodila IBS zapore v dolžini 5 m sidra v predvideni nasip.
- P45 – P68 AB zid, L=244 m.
- P60 - P68 Zavarovanje brežine iz lomljenca v betonu.
- Na vzhodni strani objekta se izvede visokovodni zid L= 7,0 m, ki se zaklini v visokovodni nasip.
- Na odseku od P68+19 m do mostu na Kočevarjevi ulici, je predvideno nadvišanje obstoječega nasipa L=167 m.
- Na lokaciji mostu je že zgrajen AB zid, katerega bo potrebno porušiti in izvesti novega v dolžini 5,2 m in višine 2,1 m na katerega bodo vgrajena vodila za IBS zapore, ki se bodo nameščale ob nastopu visokih vod. IBS elemente hranimo v posebnem zaboju, ki bo pritrjen na visokovodnem zidu gorvodno od mostu.
- AB zid, L= 153 m, na desnem bregu Voglajne na odseku med mostom na Teharski cesti in profilom P46. AB zid se naveže stebriček, ki je ob pločniku pri mostu predviden za vodila IBS zapor, nato pa poteka gorvodno vzdolž vodotoka, tik ob brežini.

Odsek 3 obsega območje od mostu na Kočevarjevi ulici do Teharskega mostu (P77 – P138):

- P77 – P138 Očiščenje mulja in zarasti.
- Desnega brega Voglajne ni potrebno ščititi, visoke vode se lahko razlivajo.
- P77 – P86 Zid L= 235 m.
- P86+9 m – P89-16 m Zemeljski nasip L=70 m.
- P89+16 m - P95+15 m AB zid tik ob strugi L=150 m.
- P95+15 m - P99+13 m Nizki nasip L=104 m.

- P115+13 m - P137 Zemeljski nasip, poteka med cesto in Voglajno. V prerezu P137 se naveže na nasip ceste, L= 503 m.
- P115+13 m - P124 Ob cesti predvidena izvedba betonskih robnikov in asfaltne koritnice.
- P124 – P125 Dodatni jašek D=100.
- P93 - P94 Izgradnja nove vodomerne postaje.

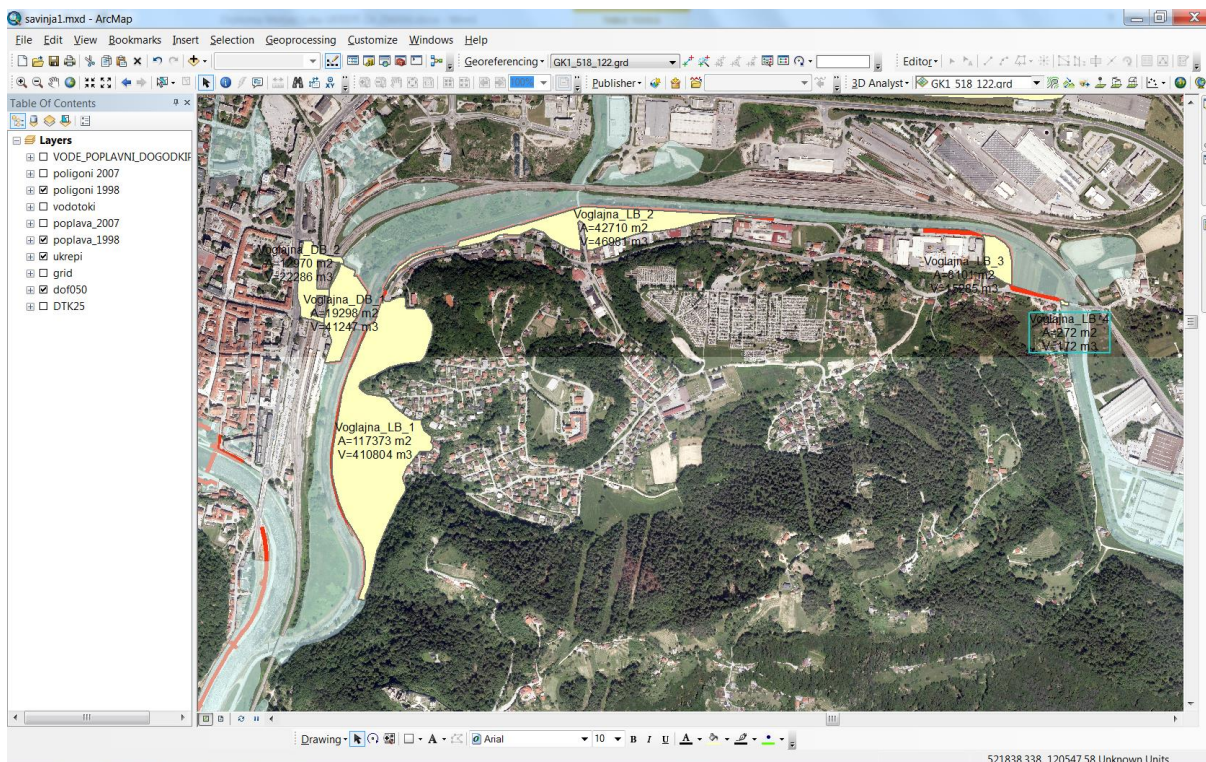
Odsek 4 obsega območje od Teharskega mostu do Godčevega mostu:

- Čiščenje mulja in zarasti do reguliranega prereza, odstranitev pragov, ki so bili zgrajeni brez dovoljenja (11 pragov).
- Sanacija treh energetskih mostov (EM3, EM4 in EM5).

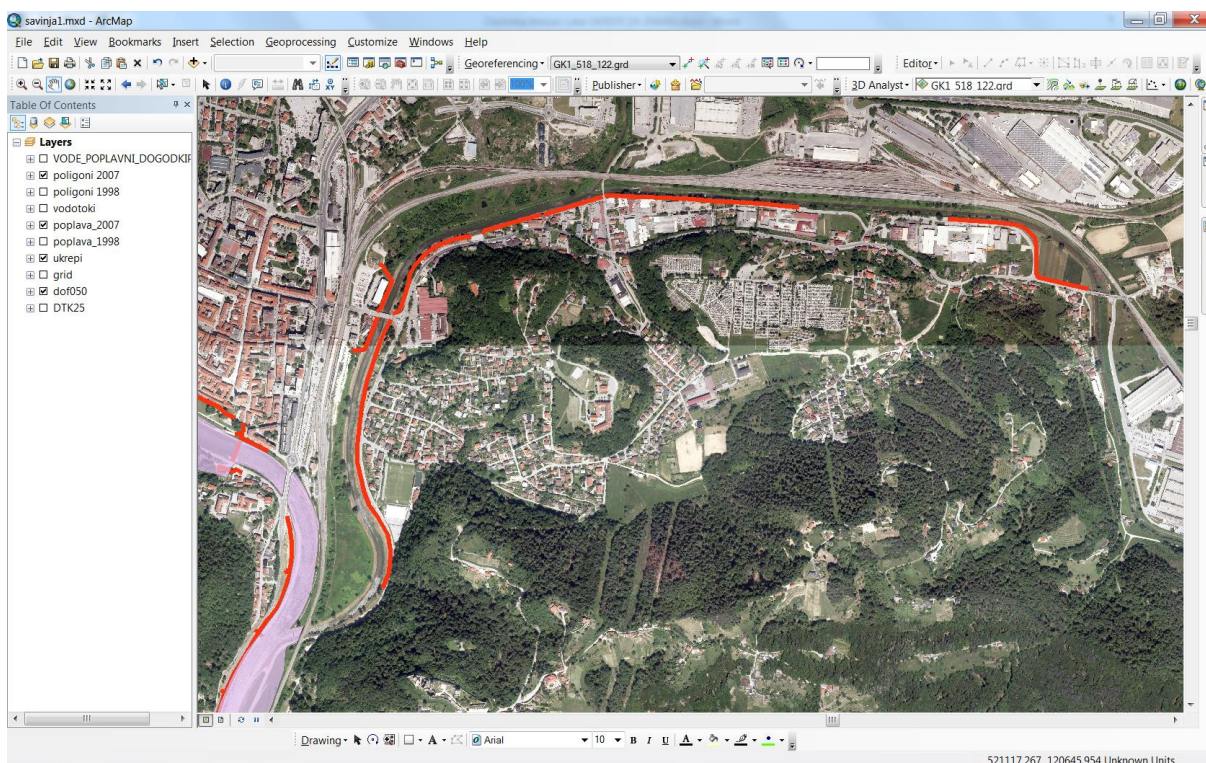
2.2.13.1 Analiza

Iz Slika 34 in Slika 35 je razvidno, da poplave poplavijo območja na obeh bregovih vodotoka. Ukrepi so večinoma umeščeni na levem bregu, za zaščito naselji pred materialno škodo. Posebna pozornost je bila pri izvedbi ukrepov v okolici mostu čez Savinjo na Teharski cesti, ki so ob visokih vodah ogroženi. Zato bi širitev urbanizacije tudi umestil na del južno od vodotoka.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 34 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 35 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 14. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 200724 m² območja s prostornino 536775 m³ leta 1998. Leta 2007 na tej lokaciji ni bilo težav s poplavnimi vodami. Zato bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 34: Prikaz obravnavane lokacije (Voglajna), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.



Slika 35: Prikaz obravnavane lokacije (Voglajna), sloja poplava 2007 (vijolična) in protipoplavnih ukrepov (rdeče).

Preglednica 14: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Voglajna.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
Voglajna_DB_1	41.247	19.298
Voglajna_DB_2	22.286	12.970
Voglajna_LB_1	410.804	117.373
Voglajna_LB_2	46.981	42.710
Voglajna_LB_3	15.285	8.101
Voglajna_LB_4	172	272
<i>skupaj</i>	<i>536.775</i>	<i>200.724</i>
Poplavni dogodek 2007:		
/	/	/

2.2.14 Hudinja

Območje vodotoka Hudinja je razdeljeno na dva odseka v Celju, a so v tej nalogi obravnavani le ukrepi iz drugega odseka, ter ureditev pri Arclinu ter Vojniku.

Odsek 2 od sotočja z Vzhodno Ložnico, spodaj navedeni ukrepi so povzeti po projektnih nalogah [46] [47]:

- Čiščenje zarasti in mulja.
- P25 - P70 Čiščenje zarasti in mulja do obstoječega izvedenega zavarovanja.
- P25 – P37 Na desnem bregu se nasip ob Hudinji nadaljuje še mimo Mehkega jeza in se zaključi v terenu pred železniškim tirom L=102 m.
- P36 - P39 Na južni strani črpališča, nasip L=114 m.
- P39 – P41 Visokovodni zid ob dovozni cesti preide v nasip L=31 m.
- P43 - P46 Nasip.
- P65 - P68 Nasip.
- P72 - P76 Nasip, levi breg L=188 m.
- P78 - P81 Nasip, desni breg L=101 m.
- Na desnem bregu pri P54 in P64 sta predvideni črpališči Č1 in Č2.
- P37 – P40 Zid 1 je predviden na levi brežini Hudinje, ob črpališču industrijske vode za Cinkarno. L= 75,76 m.
- P43 Zid 2 je predviden ob cestnem mostu na Bežigrasjski cesti, na desni brežini, L=15,05 m.

- P44 – P46 Zid 3 je predviden na desni brežini do železniškega mostu, $L=71,91$ m.
- P65 – P66 Zid 4 je predviden na levi brežini, vzporedno s cesto Ob Hudinji, $L= 65,63$ m.

Območje pri Arclinu, spodaj navedeni ukrep je povzet po projektni nalogi [48]:

- Izgradnja inundacijskega objekta na cesti Arclin – Lešje, ki poteka nad razlivnim območjem vodotoka Hudinja. Inundacijski objekt je zasnovan kot integralno armirano betonska konstrukcija, ki v radiu ($R=50$ m) premošča inundacijo vodotoka Hudinja v treh poljih svetle dolžine $9,9$ m x $10,1$ x $10,1$ m ter širine $7,0$ m. Skupna dolžina mostu znaša cca. $31,2$ m.

Območje pri pokopališču Vojnik. Sodaj navedeni ukrepi so povzeti po projektni nalogi [49].

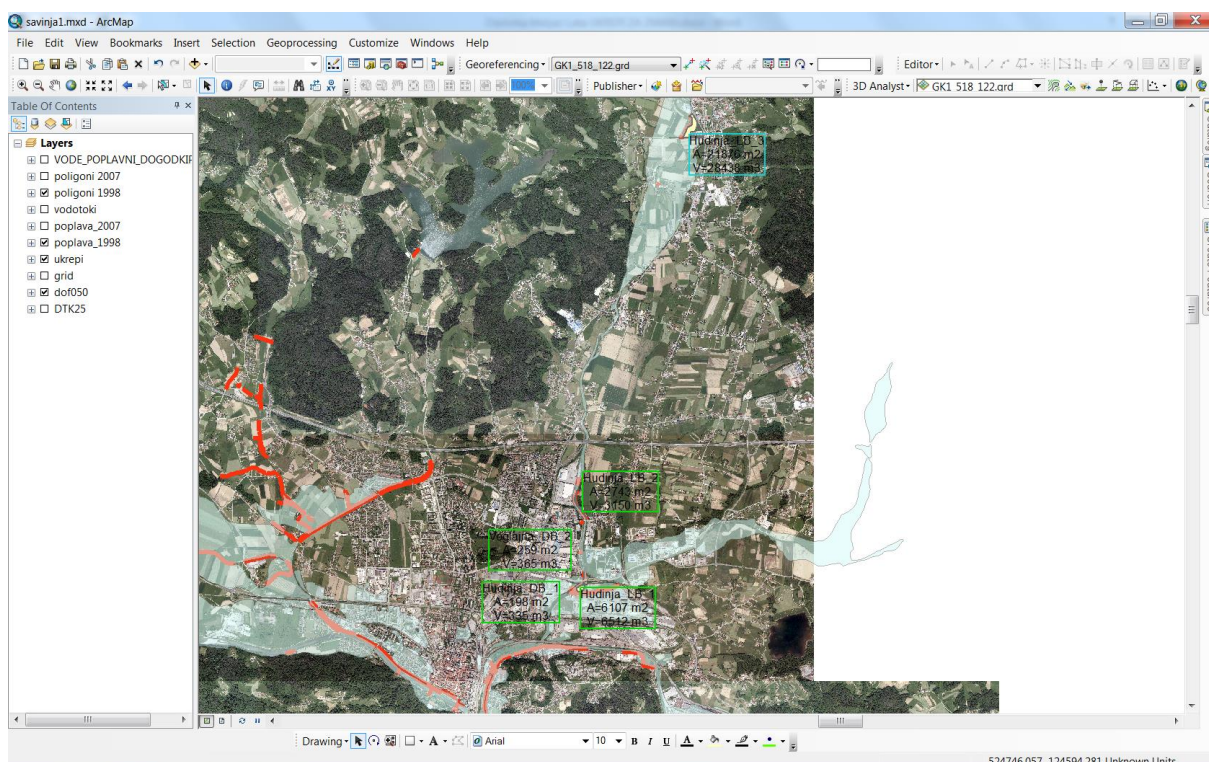
- P41 - P41C+16 m Visokovodni nasip na levem bregu Hudinje $L=40,50$ m.
- P41C+16 m - P42A AB zid na levem bregu Hudinje višine $L=31,40$ m.
- P42A - P44 AB zid na levem bregu Hudinje $L=90,10$ m.
- P45B - P45C Visokovodni zid na levem bregu Hudinje višine $L=22,94$ m.
- P45C - P46-2+1m Visokovodni zid na levem bregu Hudinje $L=50,40$ m.
- P44 - P45B Visokovodni nasip na levem bregu Hudinje $L=116,00$ m.
- Dvig in dopolnitev obstoječega zavarovanja leve brežine $L=14,75$ m.
- Ureditev odvoda zalednega jarka in preusmeritev jarka pod cesto s cevjo DN 400 mm v dolžini $42,00$ m.
- Ureditev struge v skupni dolžini 370 m.
- Izgradnja dveh dostopnih ramp na desnem bregu.
- Prestavitev iztoka jarka na desnem bregu, v dolžini $L =25$ m.

2.2.14.1 Analiza

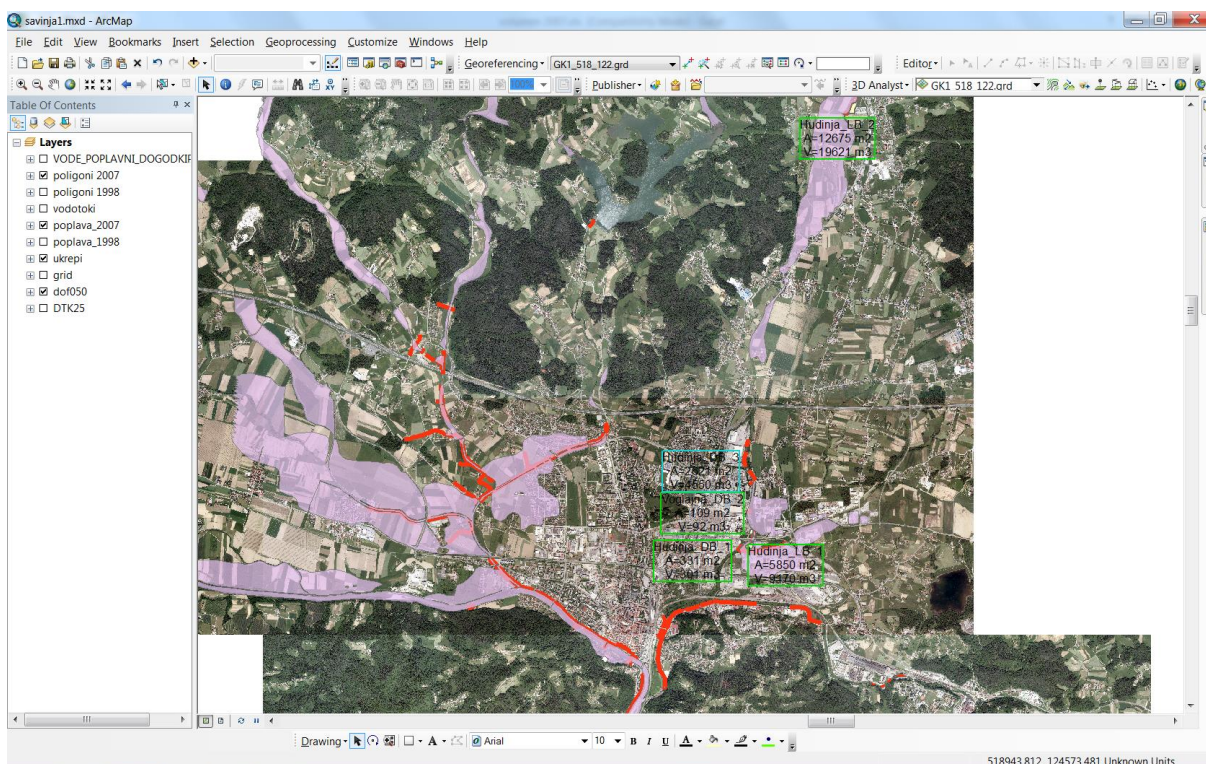
Iz Slika 36 in Slika 37 lahko ugotovimo, da so poplave najbolj prizadele območje pri pokopališču vojnik ter naselje pri Arclinu. Od naselja Škofja vas do Vojnika je območje, ki je kot poplavna ravnica, ki vsebuje tudi objekte. Ukrepi so usmerjeni k zaščiti pokopališča, večji zaščiti naselja spodnji Arclin ter zadrževanju vode v vodotoku samemu. Načrtovanje širitve urbanizacije bi na območju od Škofje vasi do Vojnika odsvetoval.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 36 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 37 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega

območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 15. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 31183 m² območja s prostornino 38800 m³ leta 1998 ter 21586 m² območja s prostornino 33734 m³ leta 2007. Iz rezultatov je razvidno, da je bil dogodek leta 1998 obsežnejši na tem delu, zato bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 36: Prikaz obravnavane lokacije (Hudinja), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 1998.



Slika 37: Prikaz obravnavane lokacije (Hudinja), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljena leta 2007.

Preglednica 15: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Hudinja.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
Hudinja_DB_1	335	198
Hudinja_DB_2	365	259
Hudinja_LB_1	6.512	6.107
Hudinja_LB_2	3.150	2.743
Hudinja_LB_3	28.438	21.876
<i>skupaj</i>	<i>38.800</i>	<i>31.183</i>
Poplavni dogodek 2007:		
Hudinja_DB_1	301	331
Hudinja_DB_2	92	109
Hudinja_DB_3	4.550	2.621
Hudinja_LB_1	9.170	5.850
Hudinja_LB_2	19.621	12.675
<i>skupaj</i>	<i>33.734</i>	<i>21.586</i>

2.2.15 Vzhodna Ložnica

Odsek od sotočja s Hudinjo gorvodno do železniškega mostu. V nadaljevanju so povzeti ukrepi po projektnih dokumentacijah [50], [51], [52], [53].

- P1 – P12 in P13 – P23 Visokovodni AB zid, L=645,90 m ob Vzhodni Ložnici. Zid je predviden na levi brežini Vzhodne Ložnice, od sotočja Vzhodne Ložnice in Hudinje do zaporničnega objekta. Nato se nadaljuje gorvodno do konca objektov Cinkarne, kjer se nadaljuje ob zgradbah.
- P1 – P23 Čiščenje struge Vzhodne Ložnice do predvidene nivelete in širine dna po projektu L=625 m.
- P30 – P32 Regulacija struge L= 6 m.
- Namestitev nepovratne zapore na zalednem jarku.
- Namestitev nepovratne zapore na obstoječem kanalu.
- Sanacija zaporničnega objekta na iztoku S-kanala v Vzhodno Ložnico.

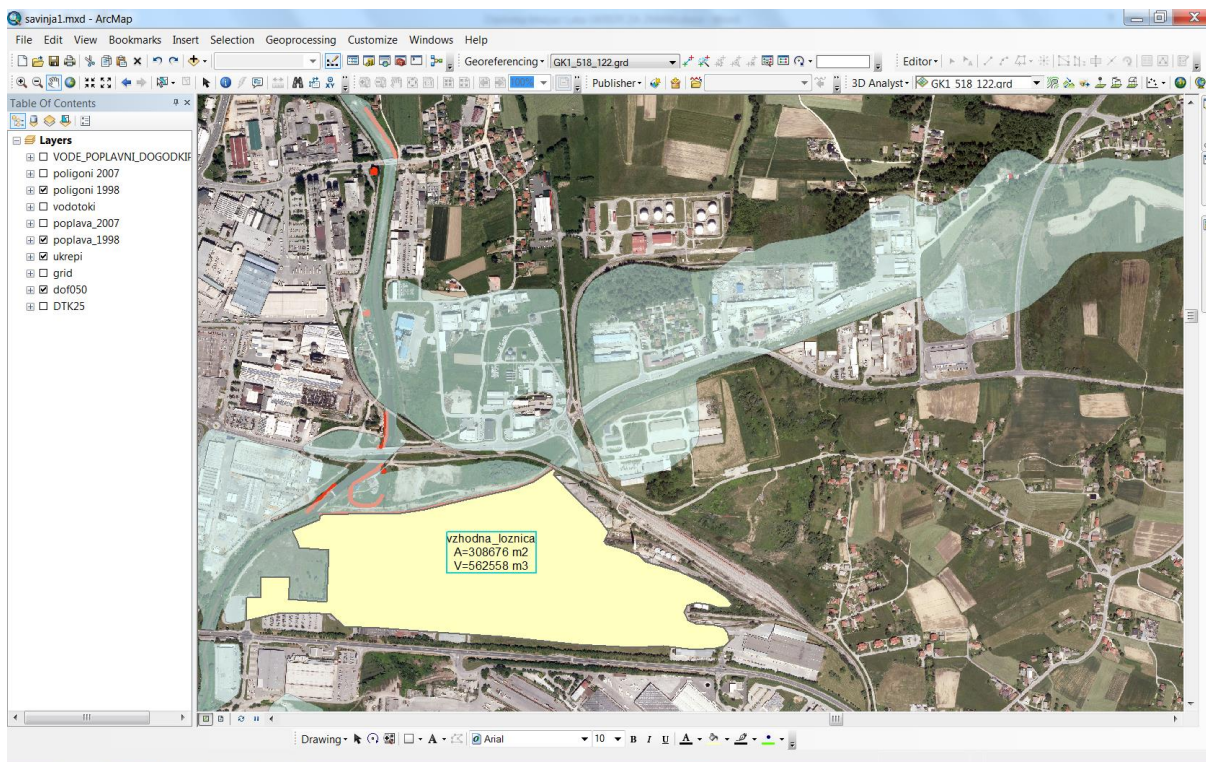
Novi most, ter cesta čez potok Vzhodna Ložnica na cesti Teharje – Ljubečna, povzeto po projektni nalogi [54].

- Novi most, ki premešča vodotok Vzhodna Ložnica v enem polju svetle dolžine 11,95 m ter širine 8,0 m. Skupna dolžina mostu znaša 14,55 m.
- Potrebno je ustrezno urediti tudi priključne ceste.

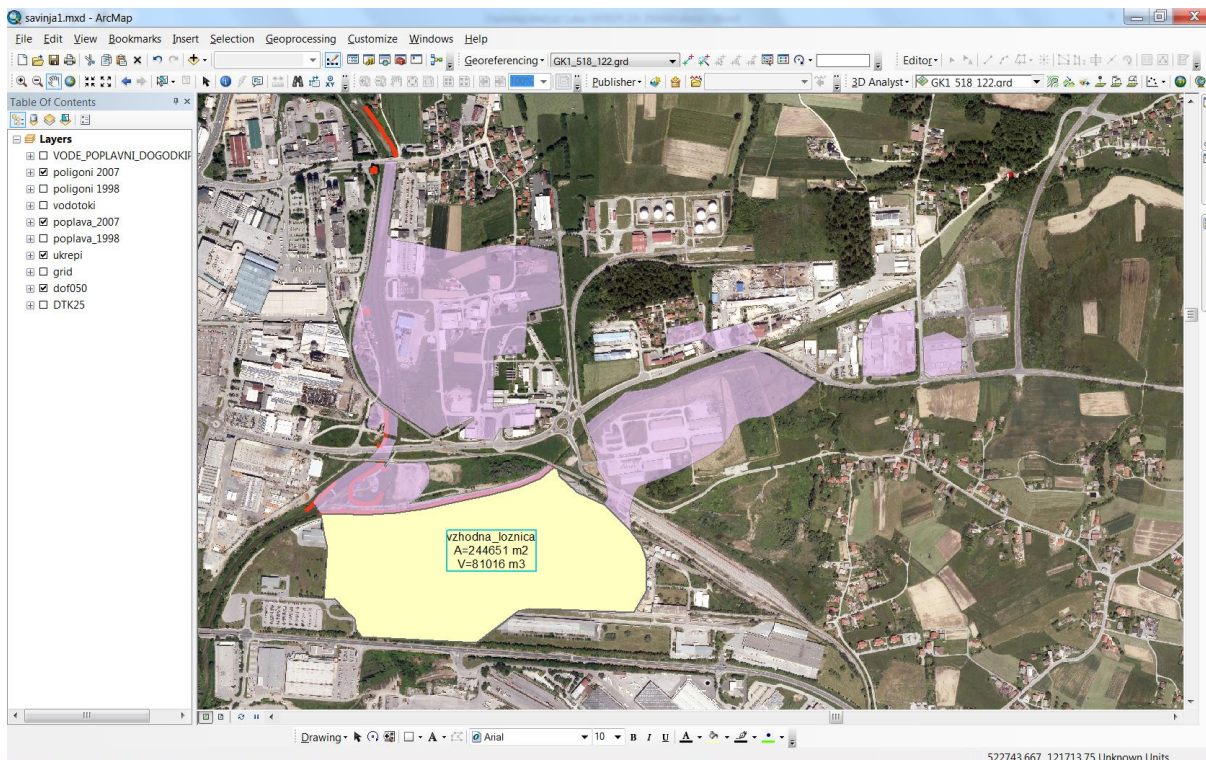
2.2.15.1 Analiza

Iz Slika 39 in Slika 40 je razvidno, da Vzhodna Ložnica močno poplavlja. Ogrožena je najbolj industrijska cona južno od vodotoka, zato so ukrepi usmerjeni k zaščiti cone. Pri načrtovanju prostora je možno umeščati objekte v že obstoječe industrijske cone.

Za podrobnejšo analizo prostora je bil narejen izračun prostornin območji, ki se nahajajo za opisani protipoplavnimi ukrepi, ter so bili poplavljeni. Slika 39 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 1998. Slika 40 prikazuje 2D poligone, ki prikazujejo površino poplavnega območja iz leta 2007. Površine in prostornine teh poligonov so podane v Preglednica 16. Rezultati modela za poplavni dogodek leta 1998 in 2007, so pokazali, da bi ukrepi zaščitili 308676 m² območja s prostornino 562558 m³ leta 1998 ter 244651 m² območja s prostornino 81016 m³ leta 2007. Iz rezultatov je izhaja, da je bil dogodek leta 1998 veliko obsežnejši na tej lokaciji, kljub temu da so površine približno enake. Zato bi bilo potrebno pri načrtovanju upoštevati rezultate iz leta 1998.



Slika 38: Prikaz obravnavane lokacije (Vzhodna Ložnica), sloja poplava 1998 (modra), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 1998.



Slika 39: Prikaz obravnavane lokacije (Vzhodna Ložnica), sloja poplava 2007 (vijolična), protipoplavnih ukrepov (rdeče) in poligon površine in prostornine območij (rumeno), ki so bila poplavljeni leta 2007.

Preglednica 16: Prikaz volumna in površine poligonov iz poplavnih dogodkov 1998 ter 2007, na vodotoku Vzhodna Ložnica.

Ime sloja	Volumen m ³	Prispevna površina m ²
Poplavni dogodek 1998:		
vzhodna_loznica	562.558	308.676
Poplavni dogodek 2007:		
vzhodna_loznica	81.016	244.651

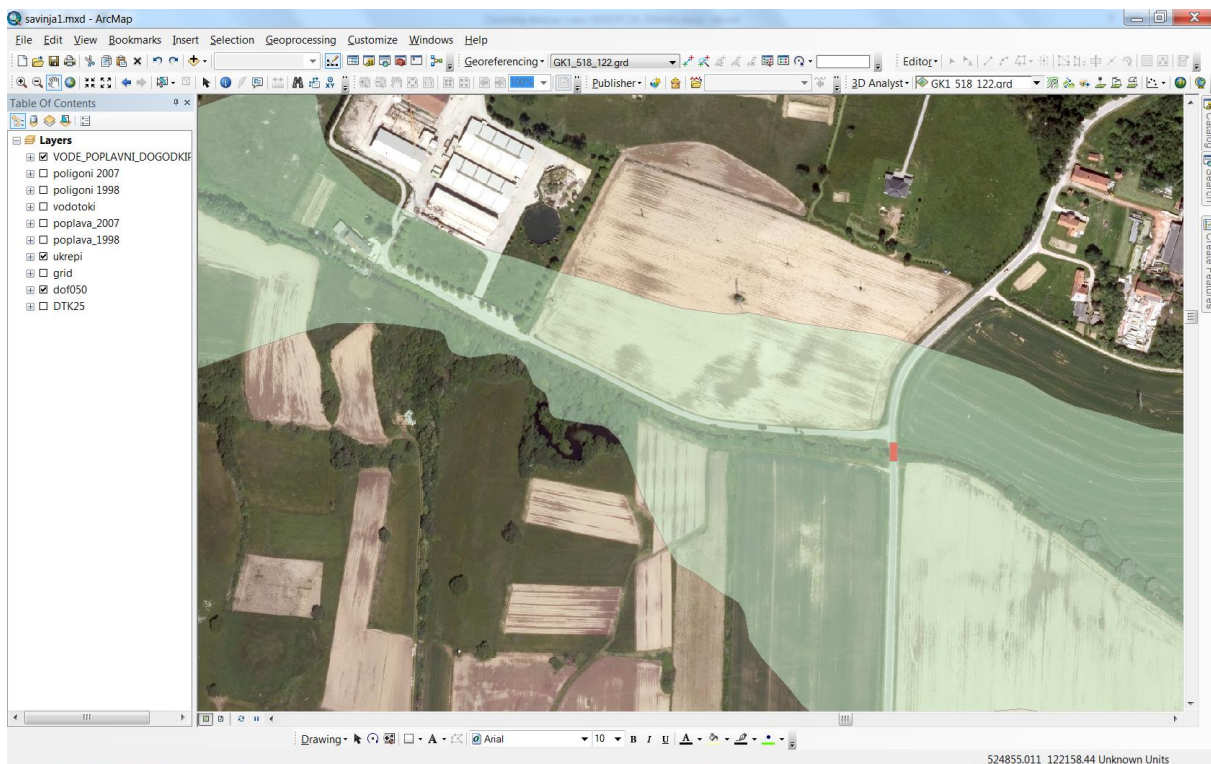
2.2.16 Novi most na cesti v Gaje (na obrtni cesti v Celju), čez potok XI

Zaradi izgradnje nove dovozne ceste na avtocesto je bilo potrebno zgraditi novi most čez potok XI, povzeto po projektni nalogi [55].

- Novi most na cesti v Gaje, ki poteka preko potoka XI. Objekt je zasnovan kot integralno armirano betonska konstrukcija, ki premošča potok XI v enem polju svetle dolžine 7,5 m. Skupna dolžina mostu znaša 9,7 m pri tem je širina 7,26 m.
- Potrebno je rekonstruirati tudi ceste, ki se priključujejo na novi most.

2.2.16.1 Analiza

Iz Slika 40 je razvidno, da je območje poplavljenno, prav tako cesta. Za zagotovitev mobilnosti na lokaciji se je izvedel novi most in pripadajoča cesta, ki bo omogočal večje pretoke ter prevoznost. Območje je kmetijsko in je lahko namenjeno za retenzijsko površino, zato bi umeščanje objektov tu odsvetoval.



Slika 40: Prikaz obravnavane lokacije (potok XI), sloja poplavni dogodki (zeleno), protipoplavnih ukrepov (rdeče).

3 UPORABA PROGRAMSKE OPREME ARCGIS-ARCMAP

GIS pregledovalnik se lahko uporablja za različne potrebe, kot so načrtovanje prostora, pregled nad obstoječim stanjem, lahko ga uporabimo kot pregledno bazo podatkov, možnost imamo tudi izdelati enostavni model ali pa uporabiti že narejena orodja, ki omogočajo bolj natančno analizo prostora. Orodje je koristno, za širok spekter uporabnikov. Na nastanek pregledovalnikov so vplivala različna znanstvena področja, kot so geografija, hidrologija, geologija, geodezija, gradbeništvo, prostorska analiza itd., saj so zahtevala hiter in kvaliteten dostop do podatkov, kar je ključno za celovito presojo problemov. Najbolj znana pregledovalnika v Sloveniji, ki sta bila izdelana pod okriljem Ministrstva za okolja in prostor je Atlas okolja ter Lidar pregledovalnik. Obstajajo pa tudi drugi pregledovalniki kot je Geoprostor...

V nadaljevanju je opisana programska oprema, ki je bila uporabljena za izdelavo. Opisan je postopek izdelave podatkovne baze, predstavljen je postopek izdelave modela s pomočjo katerega je bil narejen izračun prostornin poplavnih vod. Za konec je na praktičnem primeru, na vodotoku Koprivnica, prikazano kako se lahko uporabi pregledovalnik za načrtovanje v pravi smeri.

3.1 Opis programske opreme

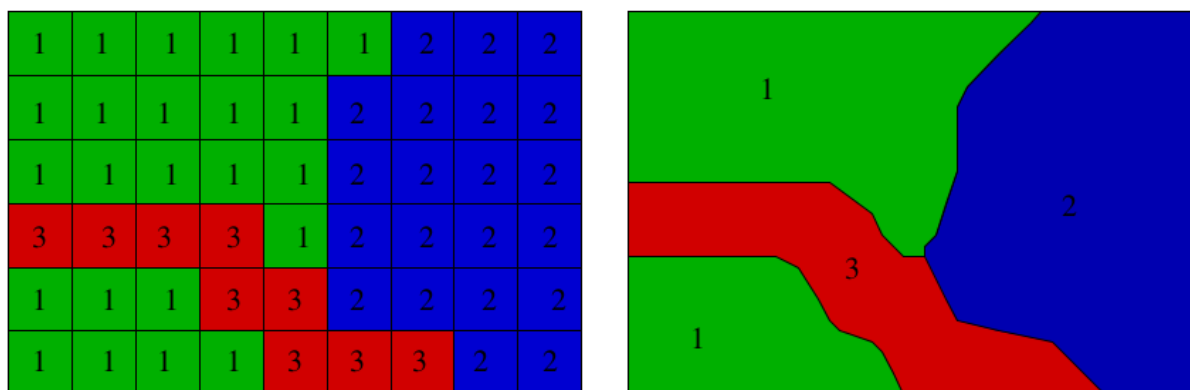
Program ArcGIS izdeluje podjetje ESRI. Program je narejen po principu geografskega informacijskega sistema [56]. ArcGIS vsebuje program ArcMap, ki je bil uporabljen pri izdelavi pregledovalnika. ArcMap omogoča delo s kartami, sloji in njihovimi atributi. To programsko opremo / orodje lahko uporabljamo pri zelo širokem spektru storitev, od prostorskega planiranja, geografije, geologije, študije poplavne varnosti, analizo prostorskih podatkov, izdelavo preglednih kart, modeliranje... Skratka povsod, kjer je potrebno za dobro analizo prostora uporabljati tudi karte.

Pregledovalnik, ki nastane s pomočjo programa ArcMap je sestavljen iz grafične podlage, resolucija je odvisna od izbire podlage. Na podlagi so vrisani elementi, katere želimo prikazati. Za vsak element je možno izdelati atributno tabelo v kateri so zabeležene lastnosti posameznega elementa, prikazanega na karti. Iz tega sledi, da je možno s programom izdelati obsežno podatkovno bazo, ki lahko vključuje veliko različnih vrst podatkov. Veliko količino podatkov pregledno združimo glede na lastnosti v tako imenovano »Table of contents«. Tabela nam predstavi, kateri podatki so na voljo za določen podatkovni okvir »Data frame«. »Data frame«, je okno ArcMap-a, kjer so elementi prostorsko prikazani. Vizualne lastnosti podatkov (barva, velikost, transparentnost...) se lahko poljubno prilagodijo zahtevam uporabnika. Za modeliranje je na voljo širok nabor raznih orodji, ki se nahajajo v »System toolboxes«. Možno pa je napisati tudi svoj model.

Sistem pregledovalnika deluje na podlagi podatkovne baze, to pomeni, da je potrebno zbiranje, urejanje, shranjevanje in pravilno razporejanje podatkov. Za trajnejšo in dolgo življenjsko dobo pregledovalnika pa je potrebno podatke vzdrževati ter stalno posodabljeni. Bolj kot je baza izpopolnjena bolj podrobnejšo sliko območja si lahko ustvarimo. Velika prednost GIS pregledovalnika, v nasprotju s kartografskimi kartami, je ta, da je delo z njim bolj dostopno, enostavno, ter hitro.

Zelo uporabna funkcija je, da je mogoče povezovati prostorsko umeščene podatke (grafične, lokacijske... lastnosti) z opisnimi podatki (opisi, časovnice, hiperpovezave...), to v praksi pomeni, da če kliknemo na območje / objekt na karti, se nam prikažejo opisni podatki (npr. nadmorska višina, koordinate...) ali kateri drugi podatki (možnost prenosa karte, link...), ki so relevantni za območje / objekt. Orodje ima možnost tudi prekrivanja različnih slojev, kar pomeni na primer, da imamo pri višjem merilu karte nenatančno karto (npr. 1:250000), pri nižjem merilu pa imamo lahko bolj natančno karto (npr. 1:5000). Določanje katere karte so vidne pri določenem pogledu je odvisno od izdelovalca pregledovalnika, je pa to dobro sistemsko orodje, ki naredi pregledovalnih še bolj uporaben.

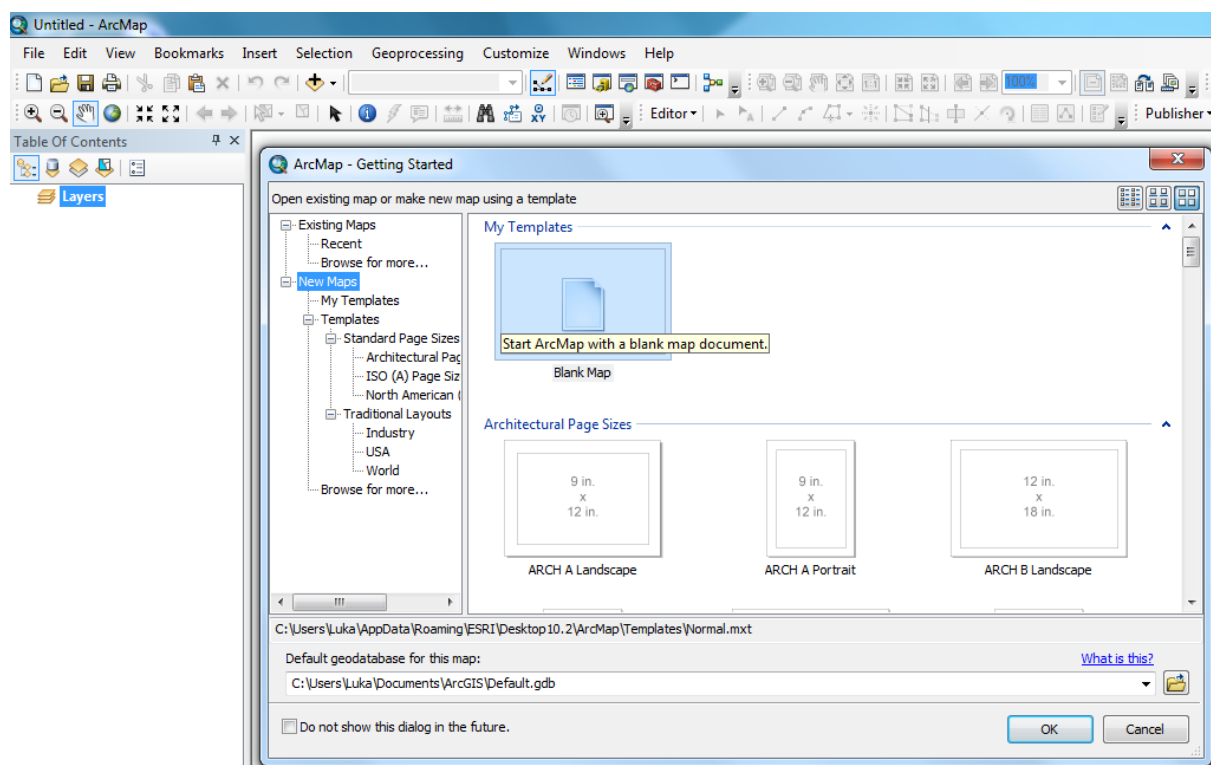
Podatki so prikazani v 2D, ter so lahko vektorski, rastrski (Slika 41) ali pa združeni. Pri združenih slojih lahko vsak podatkovni sloj prikazuje različne podatke, en sloj prikazuje digitalni model reliefa (raster), drugi pa prikazuje vodotoke (vektor). Rastrski prikaz je sestavljen iz matrike celic. Iz celic so sestavljeni vsi objekti, vsaka celica pa ima določeno vrednost. Ločljivost rastrskega podatka je odvisna od razmerja velikosti celice v bazi podatkov in velikosti celice v naravi. Vektorski prikaz je sestavljen iz grafičnih gradnikov, to so točke, linije ter poligoni. Topografske karte so primer vektorskega zapisa.



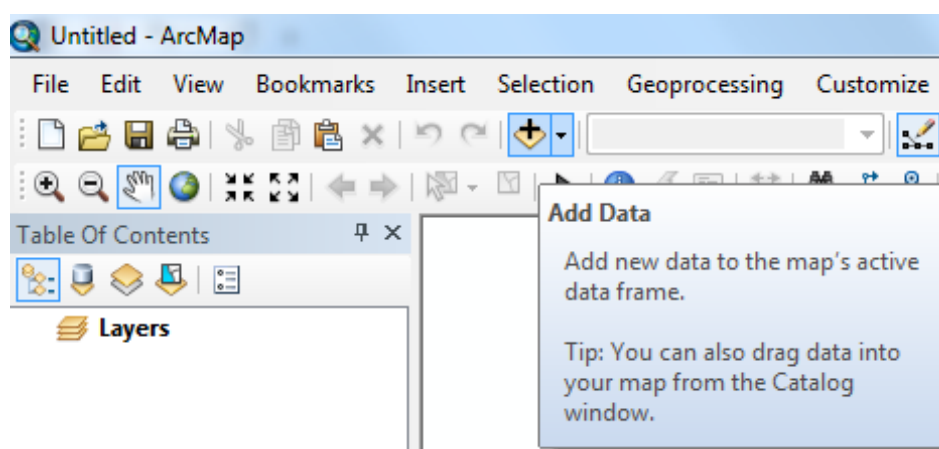
Slika 41: Razlika med rastrsko (levo) in vektorsko (desno) sliko. 1 – Gozd, 2 – voda, 3 – urbano območje [57].

3.2 Izdelava pregledovalnika

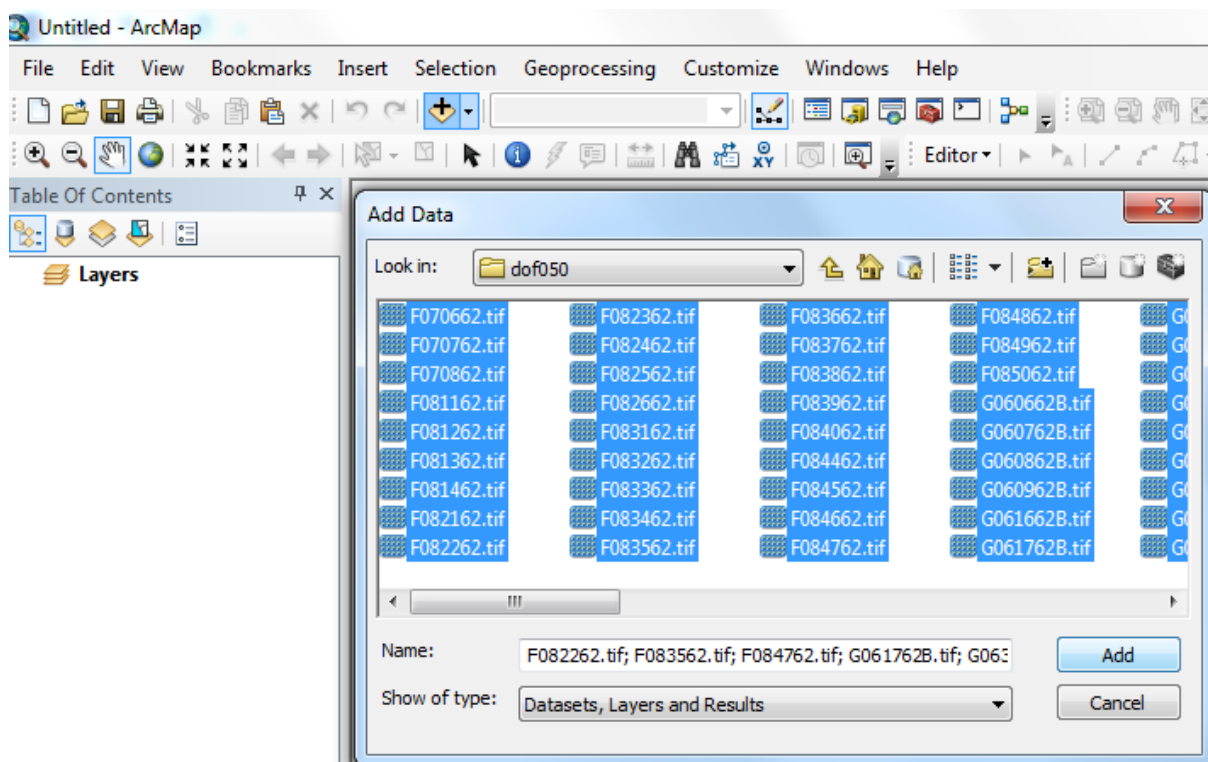
Za izdelavo pregledovalnika so bili uporabljeni vhodni podatki (grafični – DOF, TOPO, DMR, SHP sloj poplavni dogodki ter podatkovni – projektne naloge), ki so predstavljeni in opisani v 2.1. V nadaljevanju je nazorno v obliki navodil, grafično prikazan način, kako je bil izveden pregledovalnik.



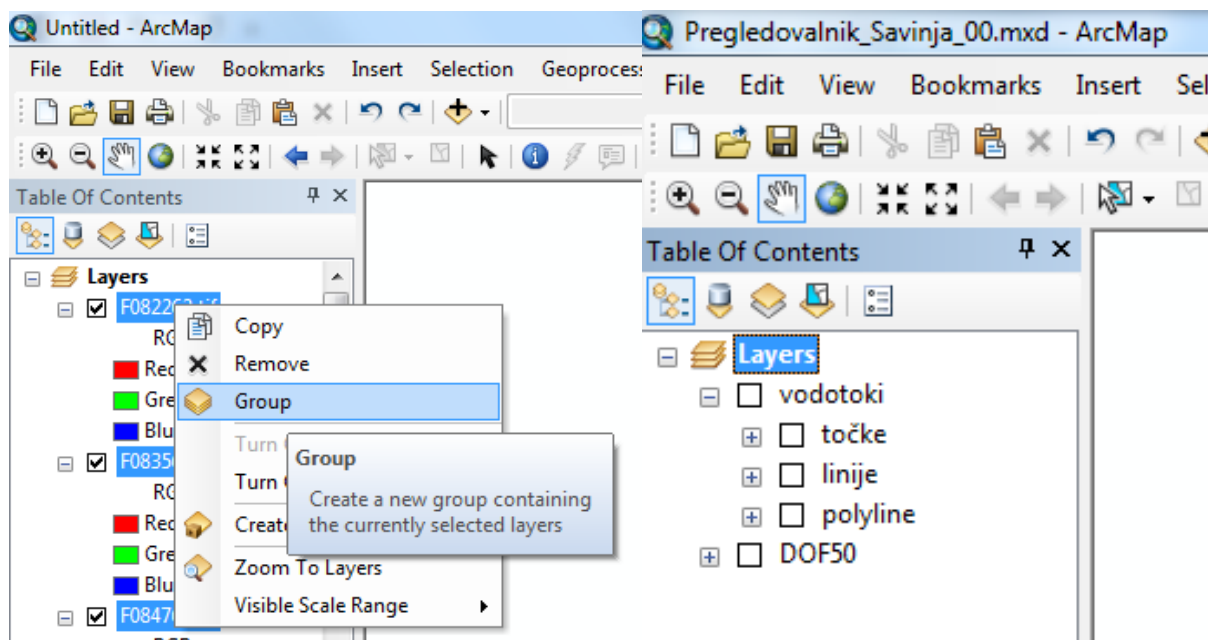
Slika 42: Zaženemo program ter odpremo prazno mapo, ki jo tudi poljubno poimenujemo.



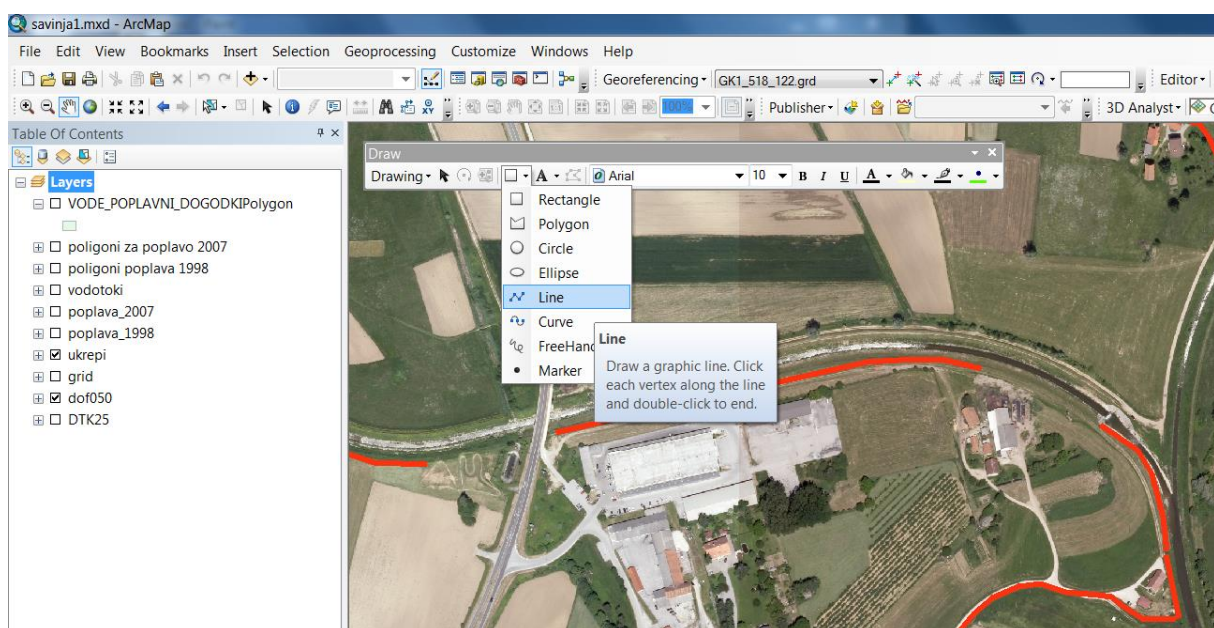
Slika 43: Za vnos vhodnih podatkov kliknemo na gumb Add Data.



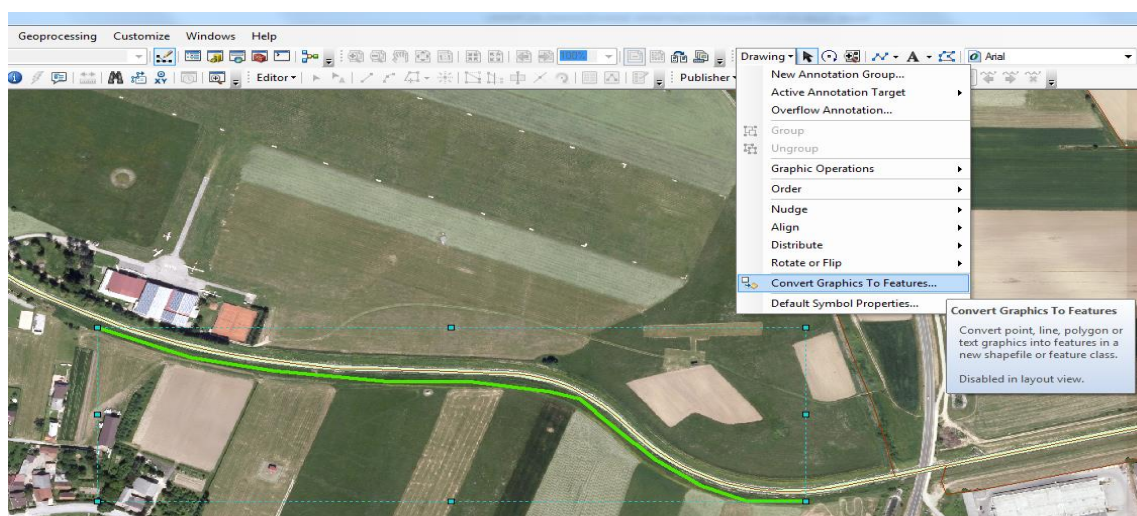
Slika 44: Izberemo podatke ki jih želimo vnesti v program in kliknemo Add. V tem primeru so bili dodani: DOF, TOPO - hidrografija, DMR, sloj protipoplavni dogodek 1998 ter 2007.



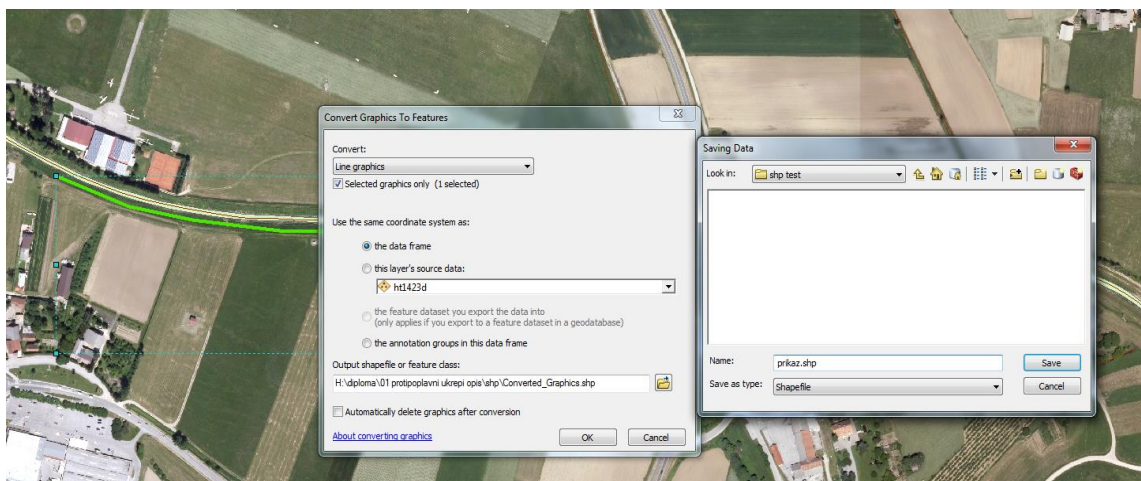
Slika 45: Ko program doda vse podatke je priporočljivo, da se združijo isti tipi podatkov, zaradi boljšega pregleda. Ustvarjeni so bile naslednje skupine: ena DOF50, druga vodotoki razdeljena še na tri podskupine (točke, linije in polilinije), tretja DMR, četrta poplava 1998 ter poplava 2007.



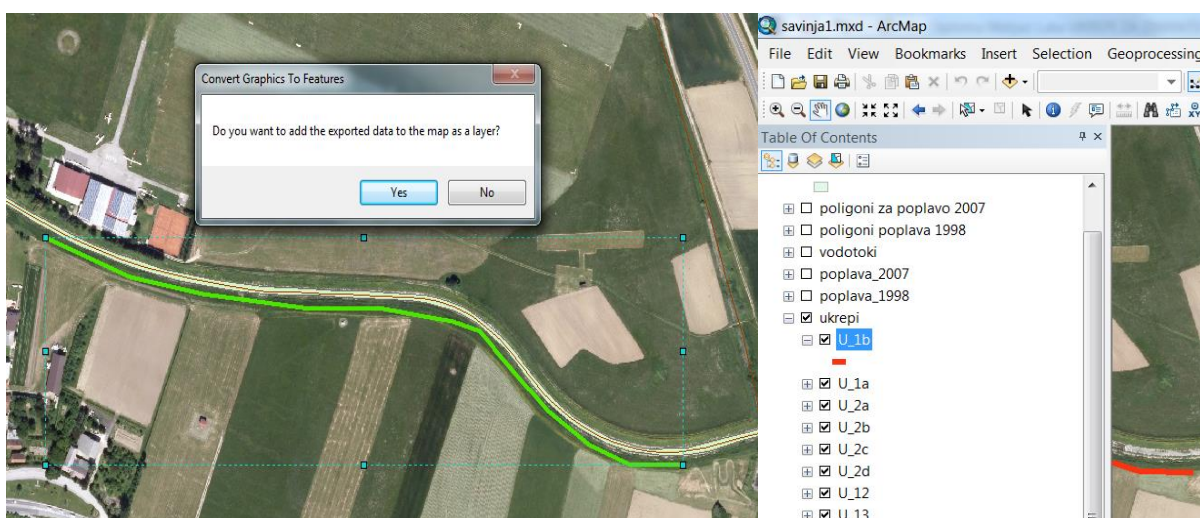
Slika 46: Na tej točki se prične grafično vnašanje povzetih ukrepov v pregledovalnik. Ukrep narišemo s pomočjo orodne vrstice Draw – line...



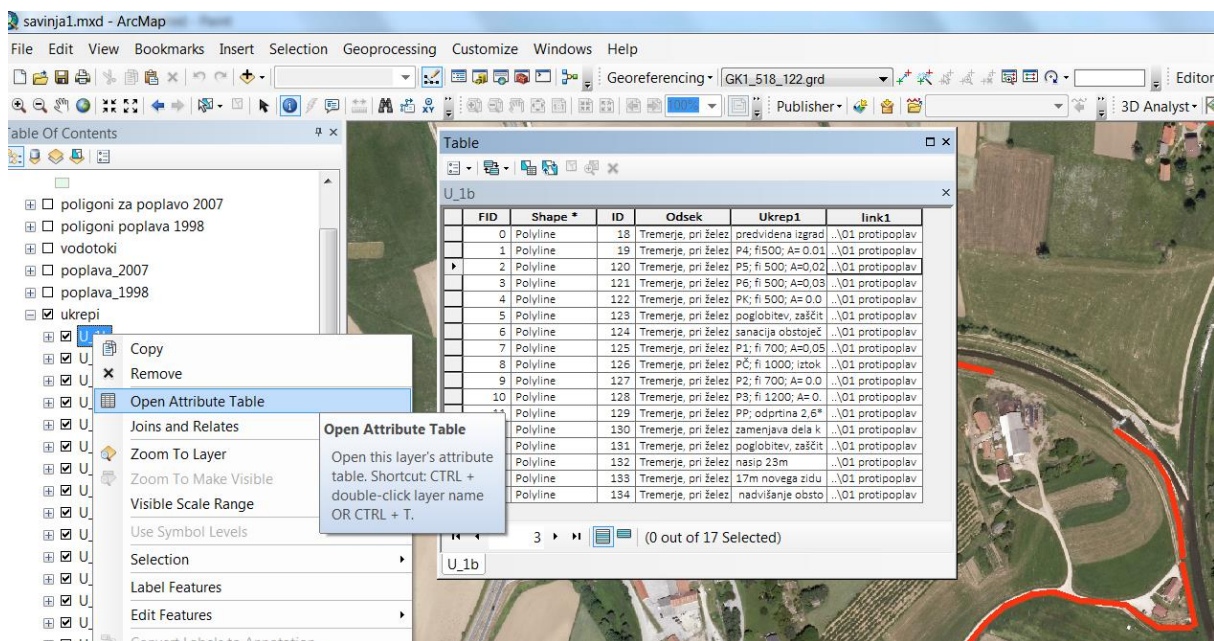
Slika 47: Nato označimo narisan ukrep ter ga pretvorimo v atribut (Convert graphic to features), ter spravimo v mapo shp.



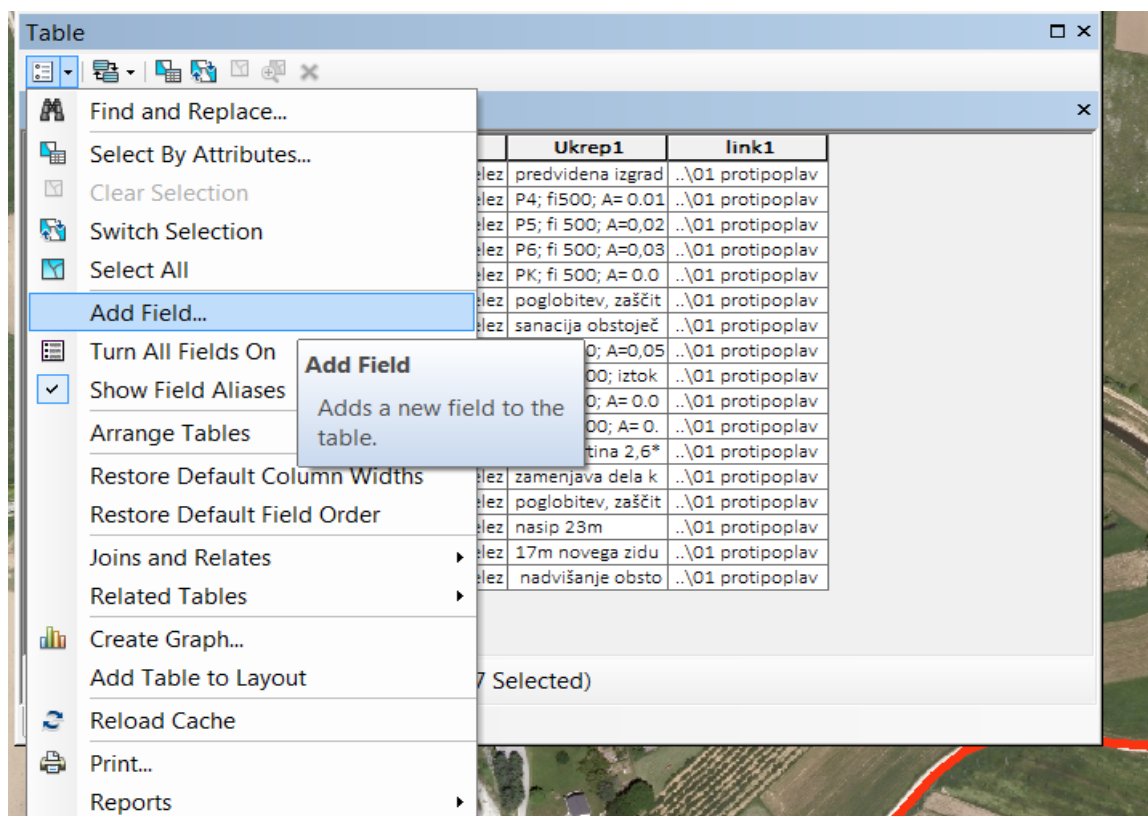
Slika 48: Nov atribut, s končnico shp spravimo v izbrano mapo.



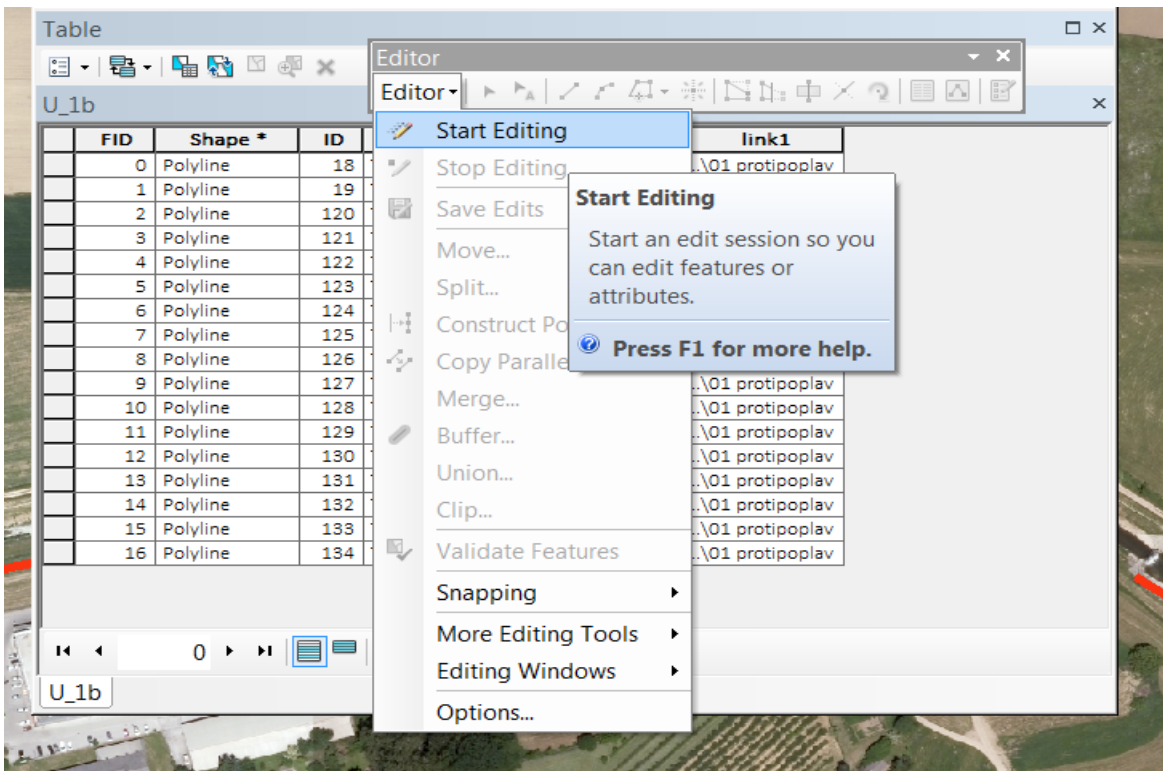
Slika 49: Na novo narejen atribut (shp file), dodamo v tabelo vsebin, ter je na karti prikazan kot sloj.



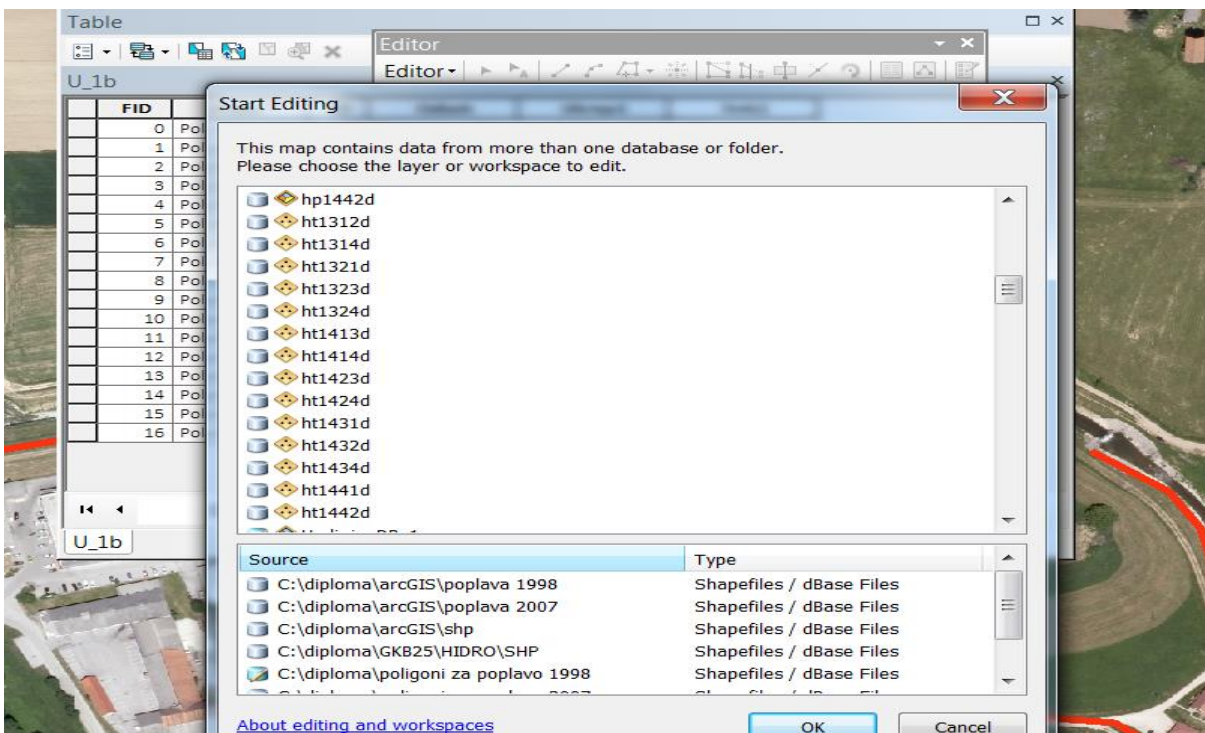
Slika 50: Nato odpremo atributno tabelo ter ji dodelimo toliko stolpcev kot jih potrebujemo (v našem primeru 5). Pri tem pregledovalniku so bili pripisani naslednji atributi: ID, Odsek, Ukrep, Link1, Link2.



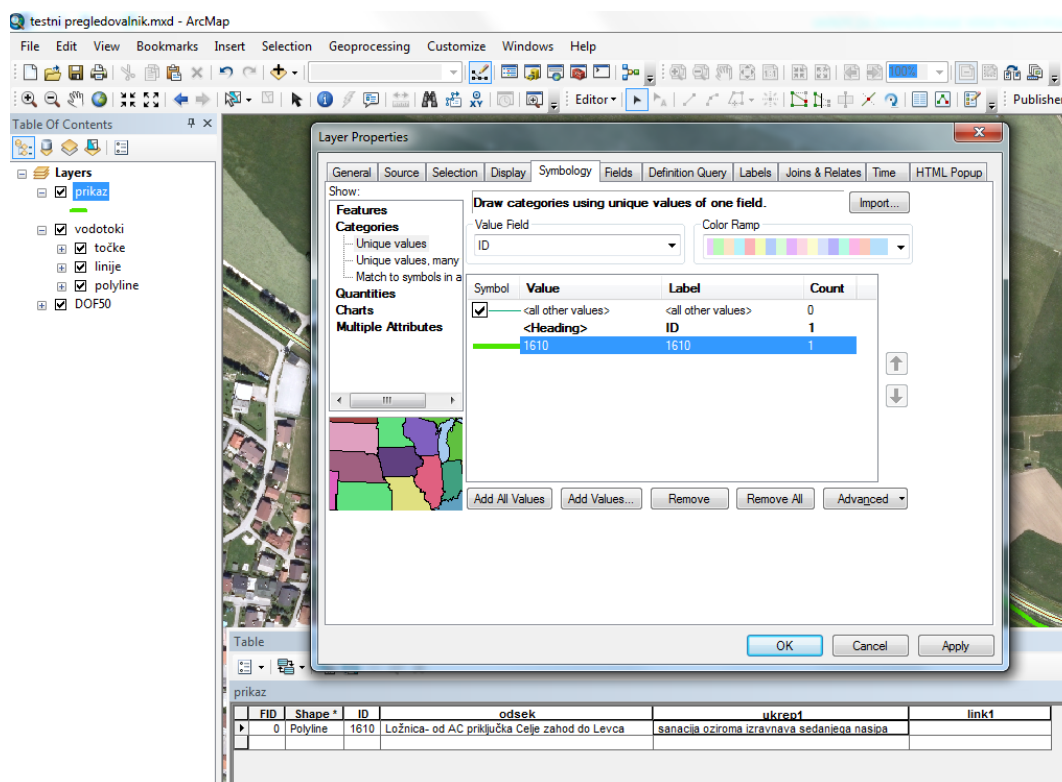
Slika 51: Stolpce dodajamo: TABLE OPTIONS – ADD FIELD.



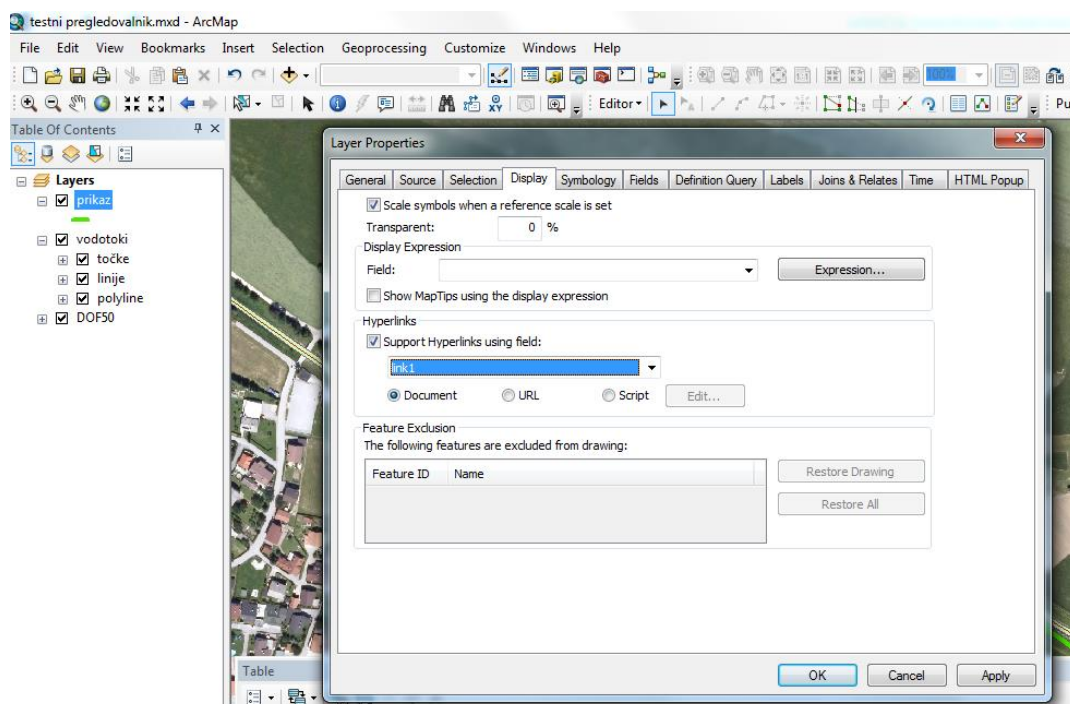
Slika 52: Za začetek vpisovanja v tabelo je potrebno vključiti urejanje (Start editing) v orodni vrstici Editor. Ko končamo z urejanje je potrebno izključiti urejanje (Stop editing).



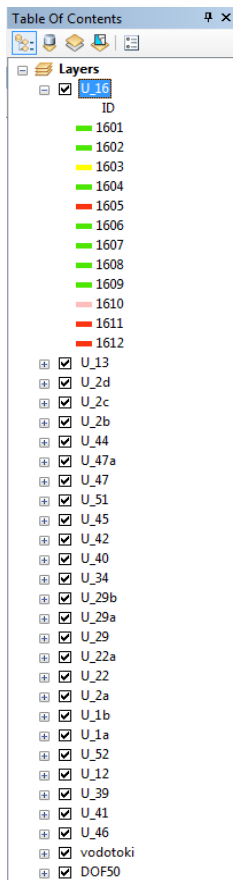
Slika 53: Ko vključimo urejanje je potrebno izbrati kateri sloj se bo urejal, nato lahko vpišemo vse potrebne podatke.



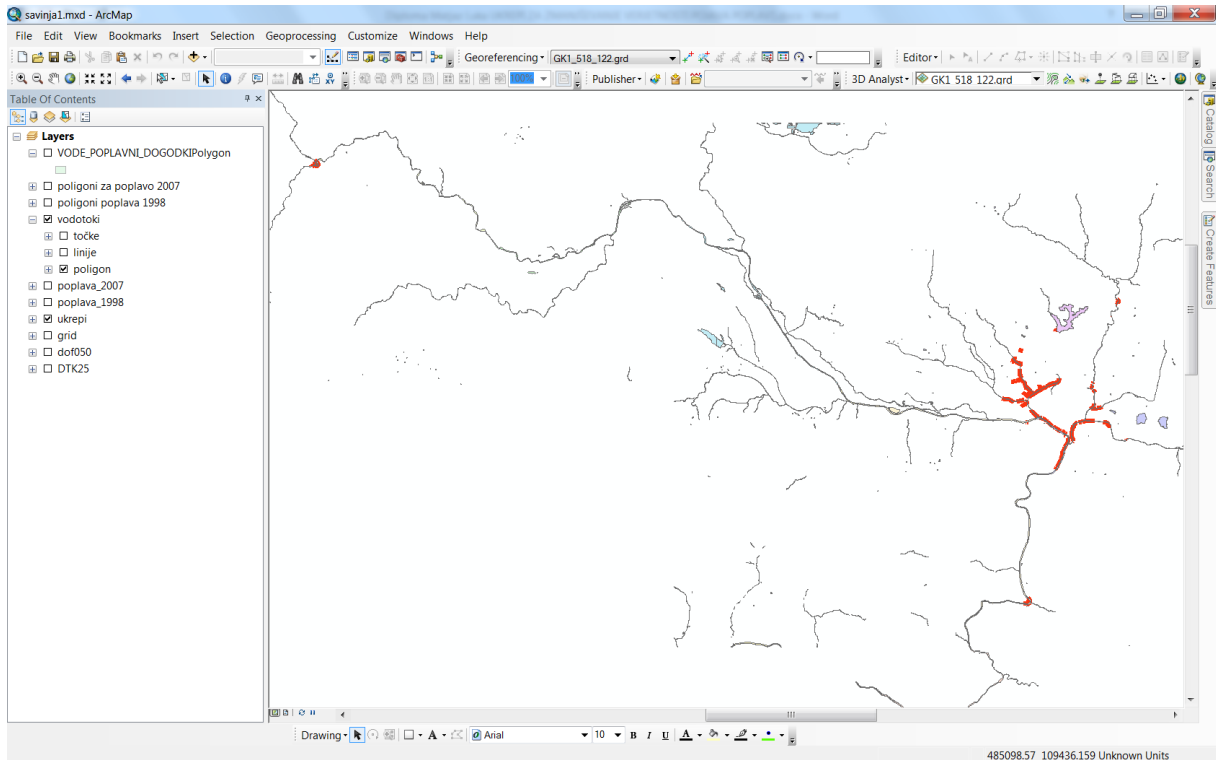
Slika 54: Po končanem vpisovanju podatkov je mogoče vizualno prilagoditi sloj. Kliknemo z desno tipko na »Layer« ter izberemo »Layer properties«, kjer lahko prilagodimo »Layer«. Izberemo debelino in barvo. Potrebno je pod zavihkom »Symbology-categories-unique values«, pritisniti »Add all values« (prikažejo se vsi ID-ji, vsak ID je svoj ukrep). Tu lahko potem vsakemu ukrepu izberemo barvo in debelino.



Slika 55: Če so vsebovani tudi »Hyperlinki« je potrebno le te aktivirati. Zavihek »Display-support hyperlink using field link1«. Urejanje končamo s »Stop editing« v rodni vrstici »Editor«.



Slika 56: Ta postopek ponovimo dokler niso vpisani vsi podatki v pregledovalnik.



Slika 57: Končni pregledovalnik brez grafičnih podlag, brez linij in točk; narisani so samo vodni poligoni ter vneseni ukrepi.

3.3 Izračun prostornin območij, ki se nahajajo za vpisanimi ukrepi

Narejen pregledovalnik, vsebuje nabor ukrepov, ki so bili povzeti po projektnih nalogah. Za podrobnejšo analizo vplivov ukrepov na poplavna območja je bil izdelan model. Z modelom je po interpolacijski metodi izračunana prostornina območij, ki se nahajajo za vnesenimi protipoplavnimi ukrepi, pod določenimi predpostavkami.

Poglavitna predpostavka je bila, da bodo do konca izvedeni vsi ukrepi, vendar jih nekaj v tej diplomski nalogi ni bilo upoštevanih, ker v naboru projektnih nalog ni bilo vseh projektov. Končno stanje protipoplavne zaščite pred poplavljanjem Savinje ter njenih pritokov, je zvezno potekanje protipoplavnih ukrepov ter vrsta na novo izgrajenih zadrževalnikov. Le ko bodo izvedeni vsi ukrepi, se bo lahko govorilo o zaščiti. Če ukrepi niso prepleteni en z drugim, zaščita ni popolna, ker je zaščita le tako dobra, kot njen najšibkejši člen. Na primer, če bi imeli 1000 m dolg protipoplavni nasip, nato 2 m luknje, ter zopet 1000 m nasipa, bi poplavna voda zalila celotno zaledje.

Predpostavljeno je bilo tudi, da zanemarimo izhlapevanje, ker sta bila obravnavana poplavna dogodka v jesenskih mesecih. Takrat je moč sončnega sevanja manjša, zaradi manjšega naklona sončnih žarkov na zemljo. Upoštevana ni bila niti količina podzemne vode, predhodna zasičenost zemljine ter absorpcija

vode skozi vegetacijo. Te predpostavke je mogoče vključiti tako, da dobljene količine vode pomnožimo z količnikom, ki opisuje zmanjšanje zadržane vode zaradi izhlapevanja, podtalnice, predhodne zasičenost zemljine ter absorpcije vode skozi vegetacijo.

3.3.1 Interpolacija

Interpolacija ali aproksimacija je način določanja vrednosti, ki je na novi lokaciji, a še vedno v okviru območja podatkov. Če bi iskana vrednost bila izven območja podatkov, se uporabi ekstrapolacija. Vrednost je mogoče določiti na različne načine. Najbolj pogosta klasifikacija je na lokalno in globalno interpolacijo. Lokalne metode upoštevajo znane vrednosti v okolici iskane neznane vrednosti. Globalne metode pa za iskanje neznane vrednosti upoštevajo celotno območje. Z interpolacijo določimo potek funkcije ali ploskve (Slika 58, Slika 59), na območjih kjer ne poznamo vrednosti. Natančnost interpolacije je odvisna od količine znanih podatkov. Več kot je znanih vrednosti bolj natančne so interpolirane vrednosti.

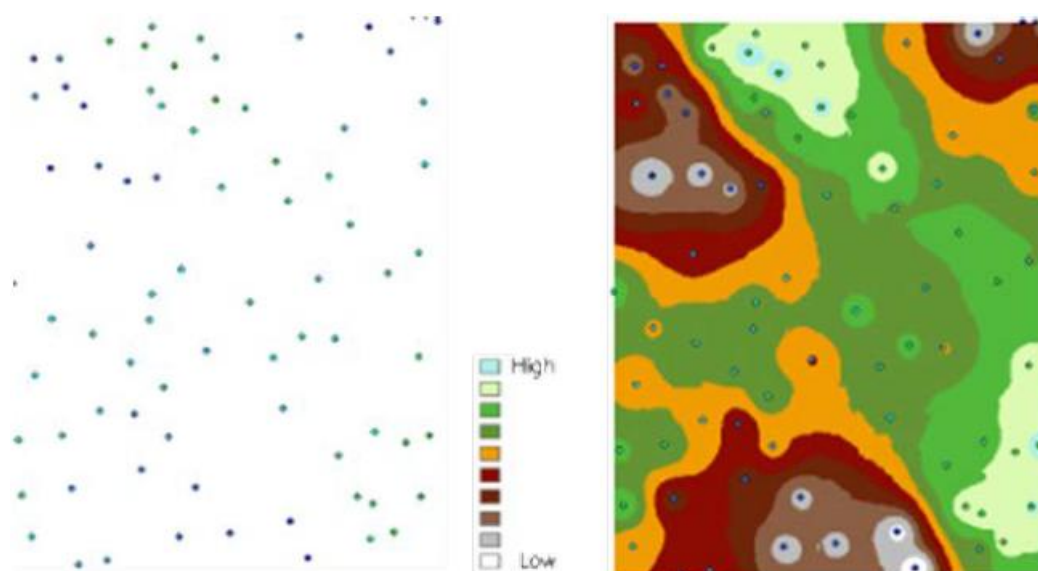
Poznamo še veliko več načinov, s katerimi bi lahko klasificirali metode interpolacij, povzeto po [58]:

- Ravninske / prostorske;
- Lokalne / globalne;
- Analitične / statistične;
- Stohastične / deterministične;
- Prekinjene / neprekinjene;
- Metode na pravilnih / nepravilnih mrežah točk;
- Točkovne / območne;
- Glede na matematično-geometrijske lastnosti;
- Glede na področje uporabe.



13	14	16	20	23
14	14	16	19	24
18	16	16	18	22
24	22	19	19	21
30	27	23	20	20

Slika 58: Vrednosti znanih točk (levo) in iz njih interpolirane neznane vrednosti (desno) po metodi, ki uporablja vrednosti znanih bližnjih točk [59].



Slika 59: Izmerjene točke z določeno nadmorsko višino (levo), z interpolacijo dobimo interpolirano ploskev - digitalni model višin (desno) [59].

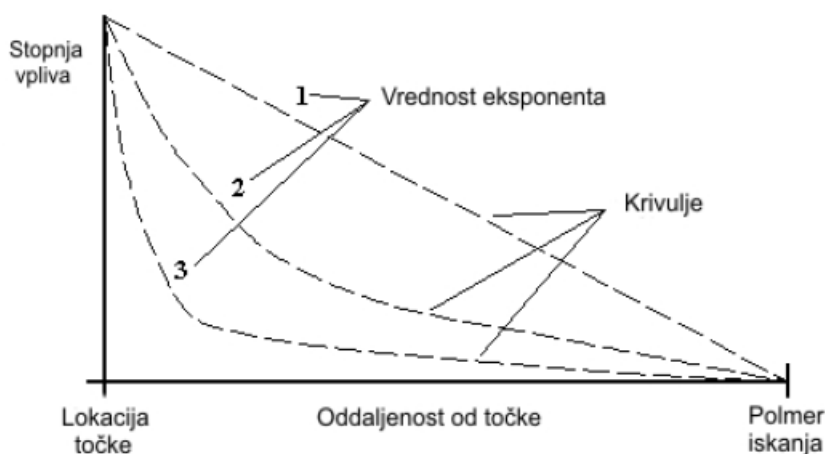
Ker je več različnih klasifikacij interpolacij, poznamo tudi več vrst interpolacij, povzeto po [60]:

- Metoda utežne obratne razdalje (IDW);
- Kriging;
- Triangulacija z linearno interpolacijo;
- Metoda z inverznimi razdaljami na potenco;
- Modificirana Shepard-ova metoda;
- Metoda minimalne ukrivljenosti;
- Metoda naravnih sosedov;
- Metoda najbližjega soseda;
- Metoda radialnih baznih funkcij;
- Metoda lokalnih polinomov;
- Metoda premikanja povprečja;
- Polinomska regresija.

3.3.1.1 IDW interpolacija

Za potrebe izračuna prostornin je bila uporabljena interpolacijska metoda z utežno obratno razdaljo ali IDW metoda (Inverse distance weighting), ki jo prištevamo med točne metode interpolacije. To je lokalna ter deterministična metoda, ki uporablja matematične funkcije za izračun vrednosti na neznani lokaciji, na podlagi znanih vrednosti v okolici. Ker so znane vrednosti običajno razpršene po območju naključno, je potrebno določiti razdaljo od iskane točke, ki določa območje na katerem bodo točke, ki se bodo upoštevale pri interpolaciji. Razdalja je lahko v obliki radija (krog) ali pa je lahko kvadrat ($X \cdot X$ celice). Radij / kvadrat lahko določimo tudi tako, da postavimo pogoj, ki določa minimalno ter maksimalno število znanih vrednosti v izbranem območju, običajno je potrebno zagotoviti od šest do 12 znanih vrednosti.

Glavni princip delovanja interpolacije z utežno obratno razdaljo (IDW) je ta, da se vpliv točke na neznan točko zmanjšuje s povečanjem razdalje [58]. Točke, ki so bližje iskani točki imajo večjo utež, kot tiste, ki so bolj oddaljene. Metoda je zelo uporabna pri razgibanih območjih, ter slaba pri prelomih, vrhovih in dneh vrtač, ker je točka, ki je bila interpolirana, nikoli ni višje ali nižje od danih točk. Uteži so točkam dodeljene z uporabo utežnih potenc (Slika 60), ki narekujejo kako utežni faktor pada s povečanjem razdalje od iskane točke. Funkcija vpliva razdalj je eksponentna, najbolj pogosto se uporabi druga potenca, to pomeni, da vpliv točk pada obratno sorazmerno s kvadratom razdalje ($\frac{1}{d^2}$) [61]. Višja kot je potenca hitreje se manjša vpliv oddaljenih točk.



Slika 60: Vpliv utežnih potenc [60].

Iskano neznanu vrednost določimo na podlagi izračuna, povzeto po [61], za prilagajanje ploskve z utežno obratno razdaljo:

$$h_x(t_x) = \frac{\sum_{i=0}^n p_i(t_x, t_i) * h_i}{\sum_{j=0}^n p_j(t_x, t_j)}$$

$$d_i(t_x, t_i) = \sqrt{(x(t_x) - x(t_i))^2 + (y(t_x) - y(t_i))^2}$$

$$p_i(t_x, t_i) = \frac{1}{d_i(t_x, t_i)^K}$$

$h_x(t_x)$ = interpolirana vrednost v točki t_x

$h_i(t_i)$ = podana vrednost na lokaciji t_i

i = od 0, 1 ... n

p_i = utež

d_i = razdalja

K = potenca

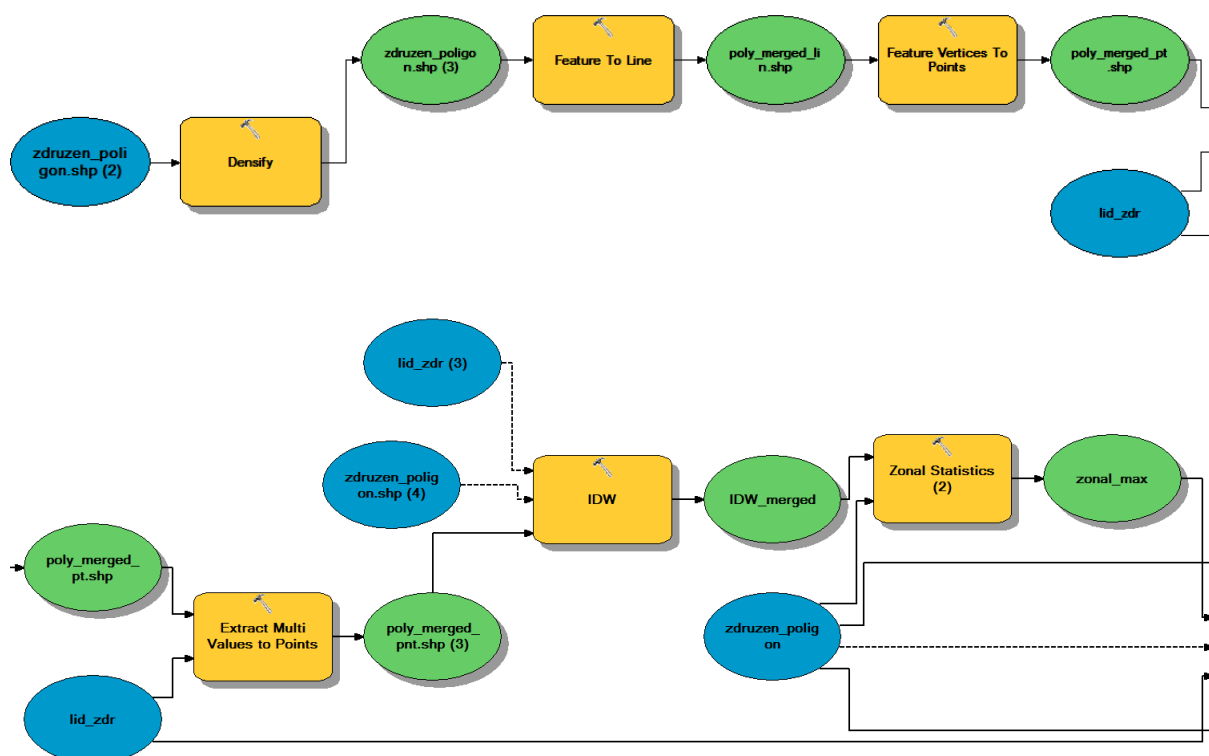
3.3.2 Model

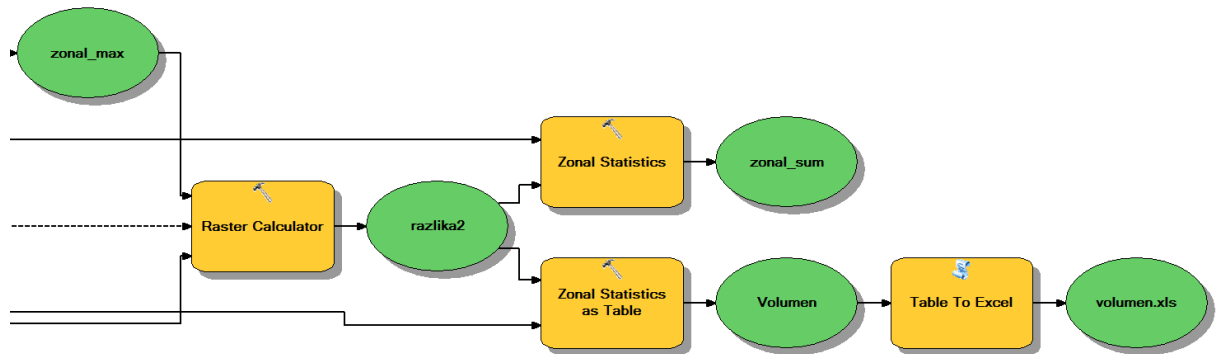
Izračun volumnov je bil izdelan s pomočjo orodij za geoprociranje v okolju ModelBuilder, v programskem paketu ArcGIS. ModelBuilder se uporablja za ustvarjanje, urejanje in upravljanje modela za namene geoprociranja, ki avtomatizira ta orodja. Modeli so procesi, ki med seboj povezujejo zaporedja orodij za namene geoprociranja, katerega namen je vnesti rezultat enega orodja kot vhodni podatek v drugo orodje.

Kot vhodni podatek v model je služil sloj, ki je vseboval združene poligone (v formatu *.shp). Ti poligoni so bili izrezani iz sloja poplava 1998 ali 2007. Sloja poplava sta bila pridobljena iz sloja poplavni dogodki, ki so objavljeni na geoportalu Agencije RS za okolje. Ti poligoni predstavljajo območja, ki se nahajajo za vnesenimi ukrepi in služijo kot osnova za izračun površine območja. Kot geodetska podlaga pa so služili podatki (DMR), pridobljeni z LIDAR snemanjem v formatu *.xyz (ASCII). Podatki so bili pridobljeni s strani geoportala Agencije RS za okolje – Lidar pregledovalnik. Geodetske podatke, pridobljene iz Lidar pregledovalnika je bilo potrebno pretvoriti iz oblike ASCII v GRD (grid). To je bilo izvedeno s pomočjo programa Surfer Demo, ki je bil pridobljen na spletni strani [62].

V nadaljevanju je podan opis modela po korakih. Slika 61 prikazuje shemo delovanja modela. V prvem koraku je vhodni podatek, združeni poligoni, zgoščen (ang. Densify). To pomeni da je program dodal točke po mejah poligonov, ter nadomestil krivine z ravnimi črtami. Rezultati izračuna so novi poligoni. V naslednjem koraku je bila izvedena pretvorba poligonov v linije (ang. Feature To Line). Rezultati izračuna so linije. Nadalje so bile linije pretvorjene v točke (ang. Feature Verticles To Points). Rezultati izračuna so točke. Sledilo je vpetje drugega vhodnega podatka to je DMR računska mreža (grid) z

gostoto celic 5x5 m. Na osnovi vhodnega podatka DMR, ter rezultata postopka vpisanega zgoraj, so bile točkam, ki smo jih dobili na v koraku »Feature Verticles To Points«, pripisane višinske vrednosti pridobljene iz vhodnega podatka o višinah terena (ang. Extract Multi Values to Points). Rezultat izračuna je nov točkovni sloj, v katerem imajo točke, ki so locirane v prostoru X, Y tudi Z vrednost. V naslednji fazi je bila izvedena IDW interpolacija (3.3.1.1), ki je iz točk katere vrednosti so poznane naredila ploskev. Rezultat izračuna je nov raster. Za posamezne ploskve območja računa je sledil izračun conske statistike ter določene največje vrednosti za vsako cono (ang. Zonal Statistics, zonal max). Na podlagi največjih vrednosti višin in interpoliranih vrednosti višin v posameznih celicah v naslednjem koraku sledi izračun razlik s pomočjo aplikacije »Raster Calculator«. Rezultat izračuna je nov rastrski sloj. Sledi ponovni izračun conske statistike, kot vsota vseh vrednosti celic, torej volumnov na posameznem območju. Iz rasterskega sloja razlik sledi še izračun conske statistike v obliki tabele (ang. Zonal Statistic as Table) in izvoz vrednosti oz. volumnov v Excelov zapis (ang. Table to Excel). Na kratko bi ta proces opisali kot izračun prostornine, ki se nahaja med presekom ravnine (poplavni poligon) in DMR območja.





Slika 61. Shema delovanja modela.

3.3.3 Rezultati

Končni rezultat napisanega modela je Excelova tabela, v kateri so prikazane izračunane vrednosti. Kot je razvidno iz tabel spodaj (Preglednica 17, Preglednica 18) je vsakemu poligону posebej pripisana izračunana površina poligona ter njegov volumen, ki je nastal na podlagi preseka med digitalnim modelom reliefa ter ploskvijo izrezanega poligona. Rezultati so razdeljeni v dve tabeli. V prvi tabeli so prikazani rezultati za leto 1998 v drugi tabeli pa za leto 2007. Rezultati so podani ob predpostavki, da bodo izvedeni tudi ostali ukrepi za zagotovitev poplavne varnosti porečja Savinje, ki niso bili obravnavani v tej diplomski nalogi, ker bodo izvedeni kasneje (zaradi lažjega financiranja, se ukrepi izvajajo postopno) ali podatki niso bili pridobljeni. Predpostavljeno je bilo tudi, da na količino poplavne vode ni vplivala podzemna voda, izhlapevanje iz okolja ter rastlin (evapotranspiracija) ter poraba in skladiščenje vode v vegetaciji. Izračunane prostornine se lahko uporabijo pri modeliranju celotnega porečja Savinje.

Rezultati modela so bili ročno pregledani. Površine poligonov so bile preverjene s atlasom okolja. Vsi rezultati o površinah so se izkazali za točne. Pri preverjanju srednjih višin pa je prišlo do zamikov. Preverjanje sem izvedel na podlagi DMR sloja in poplavljenega poligona. Večina rezultatov je bila potrjena, ker pa nekatere višine poplavne vode niso bile realne jih je bilo potrebno reducirati. Redukcija povprečne višine je bila narejena na podlagi analize poplavnega poligona ter DMR. V prvem koraku je bilo potrebno pregledati višinske točke, ki se nahajajo na zunanji liniji poligona. Nato je bilo potrebno presoditi sredinsko vrednost višine. Presoja je bila relativno enostavna, saj so imeli poligoni relativno pravilne oblike ter so se nahajali na priobalnih območjih kjer ni teren pretirano razgiban. V vseh primerih je višina linearno padala, od bolj oddaljene linije do priobalne linije poligona. Ko je bila inženirsko

presojena srednja višina je bilo mogoče na podlagi površine in povprečne višine izračunati popravljen volumen.

Popravek srednjih višin se je izvedel za leto 1998 na naslednjih poligonih: Hudinja_LB_3 (iz 2,59 m na 1,3 m), Ložnica_LB_1 (iz 2,23 m na 1,1 m), Savinja_DB_1 (iz 18,66 m na 1,2 m), Savinja_LB_2 (iz 2,65 m na 0,7 m), Savinja_LB_3 (iz 1,98 m na 1,4 m), Voglajna_LB_1 (iz 20,35 m na 3,5 m) ter Voglajna_LB_2 (iz 3,17 m na 1,1 m). Leta 1998 so poplave prizadele 1.624.380 m² območja. Ukrepi, ki so vneseni v pregledovalnik so skupno zadržali 2.757.452,85 m³ vode. Problem tega rezultata je v tem, da bi se ta voda prestavila v vodotok, ki je že tako obremenjen, kar bi zagotovo pomenilo poplavne težave dolvodno. Iz rezultata izhaja, da bo za poplavno varnost poskrbljeno, ko bodo izvedeni vsi zadrževalniki, ki so v načrtovanju (poglavje: 2.2; 2.2.11; 2.2.12).

Preglednica 17: Izračunani volumni poligonov za poplavo 1998.

	IME POLIGONA	POVRŠINA (m²)	VOLUMEN (m³)
1	Babenski_Potok	32.604	39.423
2	Hudinja_DB_1	197	335
3	Hudinja_DB_2	258	365
4	Hudinja_LB_1	6.106	6.511
5	Hudinja_LB_2	2.742	3.149
6	Hudinja_LB_3	21.875	28.438
7	Koprivnica_DB	113.714	191.149
8	Koprivnica_LB	226	73
9	Ložnica_DB_1	51.695	95.593
10	Ložnica_DB_2	37.988	42.057
11	Ložnica_DB_3	35.274	44.413
12	Ložnica_DB_4	51.397	79.107
13	Ložnica_LB_1	59.465	65.412
14	Ložnica_LB_2	79.032	130.755
15	Ložnica_LB_3	38.151	47.336
16	marijagraski_ovinek	3.317	4.327
17	marijagraski_ovinek_LB	25.778	176.806
18	Savinja_DB_1	62.712	75.255
19	Savinja_DB_2	1.511	3.147
20	Savinja_DB_3	4.158	12.416
21	Savinja_LB_1	2.645	1.466
22	Savinja_LB_2	168.364	117.855

23	Savinja_LB_3	259.661	363.526
24	Susnica_DB_1	82.319	126.122
25	Susnica_DB_2	3.757	1.996
26	Susnica_LB_1	2.621	1.076
27	Voglajna_DB_1	19.297	41.247
28	Voglajna_DB_2	12.969	22.286
29	Voglajna_LB_1_	117.372	410.804
30	Voglajna_LB_2_	42.710	46.981
31	Voglajna_LB_3	8.100	15.285
32	Voglajna_LB_4	272	172
33	vzhodna_loznica	308.675	562.557
		1.624.380 = skupna površina območja	2.757.452 = skupna količina zadržane vode

Popravek srednjih višin se je za leto 2007 izvedel na naslednjih poligonih: Koprivnica_DB_2 (iz 3,18 m na 2,0 m), Ložnica_DB_6 (iz 3,59 m na 1,0 m), Podsevčnica_zadrz_spredaj (iz 3,45 m na 1,0 m), Koprivnica_LB_2 (iz 2,62 m na 0,3 m) ter Sušnica_zadrz_spredaj (iz 4,12 m na 1,0 m). Leta 2007 so poplave prizadele 1.390.738 m² območja. Ukrepi, ki so vneseni v pregledovalnik so skupno zadržali 2.592.294 m³ vode. Enako kot pri analizi podatkov za leto 1998 je problem tega rezultata je v tem, da bi se ta voda prestavila v vodotok, ki je že tako obremenjen, kar bi zagotovo pomenilo poplavne težave dolvodno. Iz rezultata izhaja, da bi lahko poplavno varnost, za naš primer zagotovili tako, da se izvedejo vsi načrtovani zadrževalniki (2.2).

Preglednica 18: Izračunani volumni poligonov za poplavo 2007.

	IME POLIGONA	POVRŠINA (m²)	VOLUMEN (m³)
1	Koprivnica_DB_1	81.296	129.296
2	Koprivnica_DB_2	115.344	230.689
3	Loznica_DB_5	96.808	163.483
4	Loznica_DB_6	62.683	62.683
5	Savinja_DB_1	1.798	1.153
6	Savinja_DB_2	10.552	16.202
7	Susnica_LB_1	2.967	3.017
8	Susnica_LB_2	4.176	3.481
9	Hudinja_LB_2	12.674	19.621
10	Loznica_DB_4	70.416	102.123

11	Podsevcnica_zadrz_zadaj	27.799	50.405
12	Susnica_DB_3	5.995	7.049
13	Hudinja_DB_3	2.620	4.550
14	Hudinja_LB_1	5.849	9.170
15	Loznica_DB_2	36.826	32.275
16	Loznica_DB_3	320	712
17	Marijagraski_ovinek_LB	24.973	72.757
18	Podsevcnica_zadrz_spredaj	5.260	5.260
19	Susnica_DB_1	1.452	1.848
20	Susnica_DB_2	4.795	2.897
21	Hudinja_DB_1	330	301
22	Hudinja_DB_2	108	91
23	Koprivnica_LB_3	9.360	12.165
24	Loznica_DB_1	49.630	84.014
25	Loznica_LB_1	594	84
26	Loznica_LB_2	59	32
27	Savinja_DB_5	566	709
28	Savinja_DB_6	443	358
29	Vzhodna_Loznica_LB_1	244.651	81.015
30	Crna_Mlaka_DB_1	3.712	1.704
31	Crna_Mlaka_DB_2	327	44
32	Koprivnica_LB_1	410.488	695.618
33	Koprivnica_LB_2	17.379	5.213
34	Loznica_DB_7	238.768	469.665
35	Loznica_DB_8	105.938	89.645
36	Savinja_DB_3	1.152	1.658
37	Savinja_DB_4	603	934
38	Susnica_zadrz_spredaj	17.466	17.466
39	Susnica_zadrz_zadaj	83.017	212.885
		1.390.738 = skupna površina območja	2.592.294 = skupna količina zadržane vode

4 ZAKLJUČEK

Pri načrtovanju zagotavljanja poplavne varnosti se je potrebno problema lotiti trajnostno in celovito, ne samo delno. Pri delnem urejanju se problemi le prestavijo na drugo lokacijo. Tak pristop obsega tudi interdisciplinarnost, ker se pri poplavni varnosti srečujemo z večplastnim problemom. Za celovito analizo prostora in načrtovanja ukrepov je potrebno uporabiti znanja geologije, hidrologije, hidravlike, gradbeništva, prostorskega načrtovanja itd.

Savinja je kot hudourniški vodotok z veliko pritoki nepredvidljiva, zato bi bilo potrebno energijo vložiti v preventivne ukrepe ter po mojem mnenju izhajati iz predpostavke, da se na poplavnih območjih, z do 50 letnimi vodami, nebi smelo izdajati gradbenih dovoljenj. Iz praktičnega dela diplomske naloge sem opazil, da je velik del urbanega dela mestne občine Celje bil vsaj enkrat od leta 1980 poplavljen. Najbolj izpostavljen je del na jugu občine, kjer se kot v lijaku zbirajo pritoki Savinje in Voglajne s Hudinjo. Kar je spodbudno je to, da se je z leti stopnja varnosti zvišala. Če je bilo med poplavami leta 1990 pod vodo skoraj celo mesto je bilo leta 1998 pod vodo le še dobra tretjina mesta. Leta 2007 pa poplavne vode niso več ogrožale mesta, predvsem je bil južni del poplavno varen. Iz rezultatov je razvidno da je bila leta 1998 poplavljena površina in prostornina večja kot leta 2007. Leta 2007 je bilo poplavljeno 85,6% od celotne poplavljene površine območja iz leta 1998 ter 94% prostornine. Zaključimo lahko, da je ne glede na velikost obravnavanih poplav, potrebno protipoplavne ukrepe na urbanih območjih dimenzionirati na 100 letne vode, varnostnim nad višanjem. Vendar to še ne pomeni, da se poplavni dogodki z daljšo dobo vračanja ne bodo ponovili. Stopnja varnosti se lahko še poveča, če so službe, ki delujejo ob poplavah ustrezno pripravljene, ter če so se izvajala vzdrževalna dela na protipoplavnih ukrepih. Najboljši ukrep za zmanjševanje verjetnosti pojava poplav, je preventivno pravilno umeščanje objektov v prostor, saj so kurativni posegi vedno finančno boleči. Cilj je preventiva in ne kurativa. Za dosego tega cilja je koristno uporabiti in izdelati pregledovalnik, na ravni celotne države, ki bi prikazoval območja primerna za gradnjo. To bi omogočilo trajnostnejše načrtovanje v prihodnosti, ter znižanje količine državnih sredstev, ki se jih drugače porabi za kritje škode, ki jo ujme povzročijo.

V praktičnem delu sem tudi izkusil izdelavo in uporabo pregledovalnika, narejenega s programom ArcMap. Kot zelo dobra stran uporabe pregledovalnika se je izkazal rezultat izdelave modela. Le ta nam je dal količino vode, ki se je razlila po območju, v trenutku ko je bila poplava najbolj obsežna. Na podlagi teh rezultatov / volumnov, ter pretokov je mogoče dimenzionirati zadrževalnik ali pa prostornino, ki bi bila potrebna za širitev struge na mestih kjer je to mogoče. Te volumne je v splošnem potrebno nekje zadržati, saj bi bile v nasprotnem primeru te količine vode usmerjene neposredno v vodotok, kar bi problem poplavljanja preneslo dolvodno, kar pa ni celovito in trajnostno načrtovanje. Z zadrževalnikom se tega problema lahko delno rešimo. Zadrževalniki za območje lahko pomenijo tudi dodano vrednost, saj se lahko uporabijo za različne namene - na primer za zalivanje kmetijskih površin

v sušnih obdobjih. Posebno pozornost moramo posvetiti načrtovanju zadrževalnikov. Za učinkovito delovanje bi potrebovali nabor večih, večjih zadrževalnikov, ki bi delovali usklajeno in bi služili za nadzor konic in zaščito pred visokimi vodami. Za učinkovito varstvo pred poplavami je potrebno narediti strategijo za celotno območje, ter jo tudi dosledno izvajati. Ker reke ne poznajo meja je v velikih primerih potrebno tudi meddržavno načrtovanje politik. Saj bi brez sodelovanja lahko ukrepi povzročili več škode kot koristi. Del strategije bi morale biti tudi preventivne dejavnosti, v smislu predvidevanja lokacij, ki so najbolj dovzetne za bodoče vodne ali katere druge ujme. Pod preventivne dejavnosti bi morali vključiti tudi dobro osveščanje ter obveščanje o poplavah, ter kako z njimi živeti. Pod učinkovito zaščito je potrebno razumeti tudi osebno pripravljenost vseh prebivalcev, ki so naseljeni na ogroženem območju. Pod učinkovito zaščito spadajo tudi gradbeni posegi, ki so nujni predvsem v urbanih središčih, kjer je največji problem pomankanje prostora zaradi širitve urbanizacije. Na drugi strani imamo pa sonaravne ukrepe, ki so lažje izvedljivi na bolj ruralnih območjih. Torej rabimo za celovito, sonaravno ter trajnostno zaščito pred poplavami tako gradbene kot ne gradbene posege. Če območje zaščitimo, ga lahko uporabimo tudi za gradnjo. Potrebno je le izračunati ali je strošek izgradnje protipoplavnih ukrepov upravičen, oziroma ali bi bilo ceneje prestaviti gradnjo na drugo poplavno varnejšo lokacijo.

Za kvalitetno, celovito in trajnostno planiranje prostora, je ključno tudi medsebojno povezovanje več različnih podatkovnih baz, saj se na podlagi le enega vira ne moremo kvalitetno odločiti, ali je območje primerno za gradnjo. Le na način združevanja baz podatkov je možno zagotoviti dolgoročno, vzdržno prostorsko urejanje. Med sprejemanjem mestnega prostorskega načrta bi po mojem mnenju morali upoštevati, nasvet stroke, lokalne izkušnje ter zdravo pamet. Če bi se taki nasveti upoštevali, bi si v prihodnje prihranili veliko stroškov iz naslova saniranja objektov, oportunitetnih stroškov, stroškov dela...

VIRI

- [1] Wikipedia, Savinja. 2014. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Savinja> (Pridobljeno 22. 10. 2015.)
- [2] Savinja. 2013. http://www.porecje-savinje.si/Reka_Savinja/O_Savinji/ (Pridobljeno 22. 10. 2015.)
- [3] Bat, M., Dolinar, M., Frantar, P., Hrvatin, M., Kobold, M., Kurnik, B., Nadbath, M., Ožura, V., Uhan, J., Ulaga, F. 2008. Vodna bilanca Slovenije 1971-2000. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje: 2 f.
http://www.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/vodna%20bilanca/Preglednica_10.xls (Pridobljeno 22. 10. 2015.)
- [4] Ministrstvo za okolje in prostor. Načrt upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja 2009 - 2015. 570 str.
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/nuv_donava_jadran_2015/nacrt_upravljanja_voda.pdf (Pridobljeno 2. 2. 2016.)
- [5] ARSO. Arhiv hidroloških podatkov – dnevni podatki. Arhiv površinskih voda. Hidrološki podatki iz postaje Laško in Laško I.
http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php?p_vodotok=Savinja&p_postaja=6202 (Pridobljeno 5. 5. 2016.)
- [6] ARSO. Mesečne statistike. Pretoki / Discharge – 6000 – Savinja.
http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/hidroloski_arhiv.html (Pridobljeno 5. 5. 2016.)
- [7] ARSO. Povratne dobe velikih in malih pretokov.
<http://www.arso.gov.si/vode/podatki/Povratne%20dobe%20Qvk%2cQnp.pdf> (Pridobljeno 5. 5. 2016.)
- [8] ARSO. 2006. Podnebne razmere v Sloveniji obdobje(1971-2000). 27 str.
http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf (Pridobljeno 14. 12. 2015.)
- [9] Direktiva 2007/60/ES Evropskega Parlamenta in Sveta, z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti. 8 str.
- [10] Wikipedia, Savinja. 2014. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Savinja#Poplave>, (Pridobljeno 31.12.2015.)
- [11] Mikoš. M. 2000. Urejanje vodotokov. 187 str.

[12] MOP GURS. 2016. Ortofoto.

http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/topografski_in_kartografski_podatki/ortofoto/

(Pridobljeno 7. 1. 2016.)

[13] GURS. 2013. Ortofoto DOF050.

http://prostor3.gov.si/cepp/GURS_izpisvse.jsp?ID={1614DDAF-5216-11D2-BC1C-00A0C9067C11}

(Pridobljeno 7. 1. 2016.)

[14] GURS. 2013. Grafični pregled TOPO 25.

http://prostor3.gov.si/cepp/GURS_izpisvse.jsp?ID={1614DDB0-5216-11D2-BC1C-00A0C9067C11}

(Pridobljeno 7. 1. 2016.)

[15] Geoportal ARSO. Sloj poplavni dogodki.

http://gis.arso.gov.si/wfs_web/faces/WFSLayersList.jspx (Pridobljeno 15. 2. 2016.)

[16] ARSO. Lidar spletni pregledovalnik.

http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso (Pridobljeno 12. 2. 2016.)

[17] ARSO Projekt lasarsko skeniranje ter aerofotografiranje 2011.

http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/novice/Teksti_novic/LIDAR_opis.pdf

(Pridobljeno 8. 3. 2016.)

[18] Projektna dokumentacija. <ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/exchange/Savinja> (Pridobljeno 26.7.2015).

[19] Skutnik, B., Doberšek, A. 2014. PID št 122/12-I-31-5 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Koprivnici na Ostrožnem in Lavi. Št. načrta 122/12-I-31-5a, Naslov risbe: SITUACIJA – projektirano stanje – Koprivnica P1-P56. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. f. 1.

[20] Skutnik, B., Doberšek, A. 2012. PGD št. 122/12 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Koprivnici na Ostrožnem in Lavi. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. 122/12-I-31-2. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 23 f.

- [21] Kučić, K. 2014. PID št. 122/12-I-11-5, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje - lokalni ukrepi - protipoplavni ukrepi ob Savinji – odsek 1. Št. načrta 122/12-I-11-5-2 Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti. Tehnični opis 122/12-I-11-5. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za okolje in prostor: 27 f.
- [22] Fazarinc, R. 2013. PZI št. 122/12-III-3, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – ureditev poplavne varnosti na območju Luč. Št. načrta E77-FR/12-2, Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 22 f.
- [23] Skutnik, B. 2014. PID št. 122/12-I-17-4, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi - protipoplavni ukrepi ob Savinji - odsek 3:desni breg. Št. načrta 122/12-I-17-4a, Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 13 f.
- [24] Krajnc, L. 2013. št. projekta 122/12-I-12-2 (A,B,C) , Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – Izvedba protipoplavnih ukrepov ob Savinji, odsek 2 – visokovodni AB zidovi ob Savinji. Geološko – geomehanski elaborat št. 352120070_GG. Hidrosvet d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 10 f.
- [25] Skutnik, B. 2012. PZI št. 122/12-I-14-3 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – sanacija obstoječih mehkih jezov. Št. načrta: 122/12-I-14-3 tehnično opis. 13 f.
- [26] Žibert, U. 2014. PID št. 122/12-I-12-4C, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – izveba protipoplavnih ukrepov ob Savinji – odsek 2, odsek od zgornjega mehkega jezua do sotočja z Ložnico. Št. načrta 122/12-I-12-4C-1 tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 22 f.
- [27] Žibert, U. 2014. PID št. 122/12-I-12-4B, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Savinji – odsek 2; Odsek od mostu XIV. divizije do zgornjega mehkega jezua. Št. načrta 122/12-I-12-4Aa tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 33 f.
- [28] Krajnc, L., Maurer, J., Selan, V., Žibert, M. 2013. PGD 122/12-I-13 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – zamenjava mostne konstrukcije - splavarska brv. Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje - splavarska brv, Geološko – geomehanski elaborat št. 122/12-I-13-2 352120070_GG. Hidrosvet d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 22 f.

[29] Žibert, U. 2013. PZI št. 122/12-I-12-3A, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – izvedba protipoplavnih ukrepov ob Savinji – odsek 2; Odsek od sotočja z Voglajno do mostu XIV. Divizije. Št. načrta 122/12-I-12-3Aa tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 18 f.

[30] Žibert, U. 2013. PGD št. 122/12-I-12-2D, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Savinji – odsek 2; črpališče breg. Št. načrta 122/12-I-12-2Db Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 18 f.

[31] Kučić, K. 2013. PGD št. 122/12-I-11-2, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Savinji – odsek 1. Št. načrta 122/12-I-11-2 Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti – VGU. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 29 f.

[32] Skutnik, B., Kučić, K., Žerjav, A. 2012. PGD št. 122/12-I-11-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi. Slika: Pregledna situacija zaledne vode. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje

[33] Skutnik, B. 2012. PZI št. 122/12-II-3, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – ureditev Savinje pod Laškim – I. Faza od km 13.438 do km 13841. Št. načrta 122/12-II-3 tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 32 f.

[34] Fazarinc, R., Zidarič, M., Košak, M., Padežnik, A., Romih, R. 2014. PZI št. 122/12-I-21-3, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Ložnici – odsek 1 in 2. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. E77-FR/12-1. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 20 f.

[35] Žibert, M., Krajnc, L. 2012. Protipoplavna varnost na Savinji visokovodni AB zid in zagatna stena ob Ložnici. Geološko – geomehanski elaborat št. 352120070_GG. Hidrosvet d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 13 f.

[36] Fazarinc, R., Zidarič, M., Košak, M. 2014. PGD št. 122/12-I-21, Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Ložnici – 3. in 4. odsek. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. E77-FR/12-1. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 43 f.

- [37] Skutnik, B. 2014. PZI št. 122/12-I-36-3 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – avtomatizacija in sanacija izpustnega objekta na jezeru – II. Faza. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. 122/12-I-36-3a. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 11 f.
- [38] Žibert, U. 2015. PGD št. 122/12-I-43-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – Babenski potok – zamenjava oz. Sanacija obstoječih prepustov. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. 122/12-I-43-2a, - tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 21 f.
- [39] Mikec, K., Fazarinc, R. 2014. PID št. 122/12-I-41-5/ČM Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Črni Mlaki. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. E77/1-FR/12-3-ČM – PID tehnično poročilo. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 5 f.
- [40] Zidarič, M., Fazarinc, R. 2013. PGD št. 122/12-I-41-1 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Sušnici 2. in 3. odsek. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. E77-FR/12-3 poročilo. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 18 f.
- [41] Mikloška, Z. 2013. PGD št. 122/12-I-42-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – suhi zadrževalnik Sušnica - jug. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti – SZ Sušnica jug št. 122/12-I-42-2a tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 53 f.
- [42] Žibert, U. 2014. PID št. 122/12-I-51-4 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – izvedba protipoplavnih ukrepov ob Podsevčnici. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. 122/12-I-51-4a tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 21 f.
- [43] Mikloška, Z. 2013. PZI št. 122/12-I-52-3 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – suhi zadrževalnik – SZ Podsevčnica. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. 122/12-I-52-3a tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 55 f.
- [44] Skutnik, B. 2014. PID št. 122/12-I-53-5 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – most na cesti Medlog – Lopata. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 19 f.

- [45] Juvan, S., Skutnik, B. 2014. PZI št. 122/12-I-61-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi – protipoplavni ukrepi ob Voglajni. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. 122/12-I-61-2a. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 41 f.
- [46] Kučić, K. 2014. PGD št. 122/12-I-76-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi - izvedba protipoplavnih ukrepov ob Hudinji odsek 2 – odsek od sotočja z Vzhodno Ložnico do avtoceste. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti št. 122/12-I-76-2a tehnični opis. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 26 f.
- [47] Žibert, M., Skutnik, B. 2014. PGD št. 122/12-I-76-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje –izvedba protipoplavnih ukrepov ob Hudinji odsek 2 – visokovodni zidovi. Geološko – geomehanski elaborat št. 352120070/2-GG. Hidrosvet d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 38 f.
- [48] Žibert, M., Skutnik, B. 2013. PZI št. 122/12-I-74-3 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje inundacija na levem bregu Hudinje v Arclinu. Načrt gradbenih konstrukcij – most, št. načrta 122/12-I-74-3 (311120071/3-O). Hidrosvet d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 41 f.
- [49] Skutnik, B., Doberšek, A. 2014. PZI št. 122/12-I-78-3 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi - protipoplavni ukrepi ob Hudinji – pokopališče Vojnik. Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti, št. načrta 122/12-I-78-3a. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 17 f.
- [50] Skutnik, B., Žibert, M., Žigon, A. 2013. PGD št. 122/12-I-81-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi - izvedba protipoplavnih ukrepov ob Vzhodni Ložnici – odsek 1; V. Ložnica od izliva do železniškega mostu (P1-P32). Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti, št. načrta 122/12-I-81-2b. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 52 f.
- [51] Skutnik, B., Žibert, M., Žigon, A. 2013. PGD št. 122/12-I-81-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi - izvedba protipoplavnih ukrepov ob Vzhodni Ložnici – odsek 1; V. Ložnica od izliva do železniškega mostu (P1-P32). Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 29 f.
- [52] Žibert, M., Krajnc, L., Maurer, J. 2013. PGD št. 122/12-I-81-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi - izvedba protipoplavnih ukrepov ob Vzhodni Ložnici – odsek 1; V. Ložnica od izliva do železniškega mostu (P1-P32). Geološko – geomehanski elaborat št. 122/12-I-81-2e (352120070_GG). Hidrosvet d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 8 f.

- [53] Potočni, S. 2013. PGD št. 122/12-I-81-2 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – lokalni ukrepi - izvedba protipoplavnih ukrepov ob Vzhodni Ložnici – odsek 1; V. Ložnica od izliva do železniškega mostu (P1-P32). Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti, št. načrta 122/12-I-81-2a. Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 30 f.
- [54] Skutnik, B., Kante, P. 2014. PZI št. 122/12-I-84-3 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – zamenjava mostu – most na cesti v Teharje - Ljubečna. Načrt gradbenih konstrukcij – most št. 122/12-I-84-3 (311120071/3-O). Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 38 f.
- [55] Skutnik, B., Žibert, M., Žigon, A. 2013. PZI št. 122/12-I-83-3 Zagotavljanje poplavne varnosti na porečju Savinje – zamenjava mostu – most na cesti v Gaje. Načrt gradbenih konstrukcij – most št. 122/12-I-83-3 (311120071/1-O). Nivo EKO d.o.o., Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 34 f.
- [56] ArcGIS. 2015. <https://en.wikipedia.org/wiki/ArcGIS> (Pridobljeno 5. 1. 2016.)
- [57] Razlika med rastersko in vektorsko sliko. 1 – Gozd, 2 – voda, 3 – urbano območje. <http://canalgeo.com/2014/07/> (Pridobljeno 12. 4. 2016.)
- [58] Podobnikar, T. 2001. Digitalni model reliefa iz geodetskih podatkov različne kakovosti. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 224 str.
- [59] Drenovec, J., Ručigaj, S. 2012. Analiza digitalnega modela reliefa in interpolacija mikrotektonskih podatkov. 76 str.
- [60] Aš, V. 2008. Vplivi metod interpolacije in glajenja na geometrično natančnost ploskev iz lidarskih podatkov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 64 str.
- [61] Šumrada, R. 2015. Modeliranje 3D ploskev – prvi del. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 28 str.
- [62] Surfer Demo 13. <http://www.goldensoftware.com/products/surfer> (Pridobljeno 22. 2. 2016.)

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: NABOR POROČIL (PGD, PZI, PID), PO LOKACIJI. ZRAVEN JE NAVEDENA ŠTEVILKA, FAZA IN DATUM IZDELAVE. OPISI UKREPOV SO NANIZANI PO ZAPOREDJU OD GORVODNO PROTI DOLVODNO: NAJPREJ UKREPI NA SAVINJI NATO NA NJENIH PRITOKIH [18].....	115
PRILOGA B: PREGLEDNICA, KI PRIKAZUJE LOKACIJO, PODATKOVNI SLOJ, ID UKREPA TER OPIS UKREPA.....	118

PRILOGA A: NABOR POROČIL (PGD, PZI, PID), PO LOKACIJI. ZRAVEN JE NAVEDENA ŠTEVILKA, FAZA IN DATUM IZDELAVE. OPISI UKREPOV SO NANIZANI PO ZAPOREDJU OD GORVODNO PROTI DOLVODNO: NAJPREJ UKREPI NA SAVINJI NATO NA NJENIH PRITOKIH [18]

Zagotovitev protipoplavne varnosti na porečju Savinje - lokalni ukrepi				
Naslov	Št. Projekta/načrta	Faza	Datum	Opombe
Ureditev poplavne varnosti Luč 1. etapa	122/12-I-11-2	PGD	jan 2013	dopolnitev 5 jul 2013
Ureditev poplavne varnosti Luč 1. etapa	122/12-III-3	PZI	jul.2013	
Ureditev poplavne varnosti Luč 2. etapa	122/12-I-11-2	PGD	jun.2013	dopolnitev jul 2013
Odsek 3: Desni breg	122/12-I-17-2	PGD	apr.2013	
Odsek 3: Desni breg	122/12-I-17-3	PZI	maj.13	
Odsek 3: Desni breg	122/12-I-17-4	PID	okt.13	dopolnitev maj 2014
Odsek 2; Odsek od zgornjega mehkega jezua do sotočja z Ložnico	122/12-I-12-2C	PGD	jun.2013	dopolnitev jan. 2014, (odsek 2c)
Odsek 2; Odsek od zgornjega mehkega jezua do sotočja z Ložnico	122/12-I-12-3C	PZI	dec.2013	dopolnitev jul. 2014, (odsek 2c)
Odsek 2 - Odsek od zgornjega mehkega jezua do sotočja z Ložnico	122/12-I-12-4C	PID	jul.2014	dopolnitev nov. 2014 (odsek 2c)
Odsek 2; Odsek od mostu XIV. Divizije do zgornjega mehkega jezua	122/12-I-12-2B	PGD	jun.2013	(odsek 2b)
Odsek 2; Odsek od mostu XIV. Divizije do zgornjega mehkega jezua	122/12-I-12-3B	PZI	feb.2014	dopolnitve mar 2014, apr 2014, maj 2014, maj 2014 v2 (odsek 2b)
Odsek 2; Odsek od mostu XIV. Divizije do zgornjega mehkega jezua	122/12-I-12-4B	PID	maj.2014	dopolnitev jul 2014 (odsek 2b)
Sanacija obstoječih mehkih jezov	122/12-I-14-3	PZI	sep.2012	
Splavarska brv	122/12-I-13	PGD	2013	
Splavarska brv	122/12-I-13	PZI	avg.2013	
Splavarska brv	122/12-I-13-5	PID	jun.2014	
Odsek 2; Odsek od sotočja z Voglajno do mostu XIV. Divizije	122/12-I-12-2A	PGD	jun.2013	(odsek 2a)

Odsek 2; Odsek od sotočja z Voglajno do mostu XIV. Divizije	122/12-I-12-3A	PZI	jul.2013	(odsek 2a)
Odsek 2; Odsek od sotočja z Voglajno do mostu XIV. Divizije	122/12-I-12-4A	PID	jan.2014	dopolnitev maj 2014 (odsek 2a)
Odsek 2; Črpališče Breg	122/12-I-12-2D	PGD	mar.2014	
Odsek 2; Črpališče Breg	122/12-I-12-3	PZI	feb.2014	
Protipoplavni ukrepi ob Savinji - Odsek 1	122/12-I-11-2	PGD	nov.2012	dopolnitev mar. 2013
Protipoplavni ukrepi ob Savinji - Odsek 1	122/12-I-11-3	PZI	okt.2013	
Protipoplavni ukrepi ob Savinji - Odsek 1	122/12-I-11-5	PID	apr.2014	dopolnitev maj 2014
Ureditev Savinje pod Laškimi . I. faza Od km 13.438 do km 13.841	122/12-II-3	PZI	maj.2014	
Ureditev Savinje pod Laškimi . I. faza Od km 13.438 do km 13.841	122/12-II-5	PID	apr.2013	dopolnitev maj 2013
Protipoplavni ukrepi na Ložnici 1. in 2. odsek	122/12-I-21	PGD	dec.2012	
Protipoplavni ukrepi na Ložnici 1. in 2. odsek	122/12-I-21-3	PZI		dopolnitve jul 2013, nov 2013, jan 2014
Protipoplavni ukrepi na Ložnici 3. in 4. odsek	122/12-I-21	PGD	jan.2014	dopolnitev feb 2014
Protipoplavni ukrepi na Ložnici 3. in 4. odsek	122/12-I-21-3	PZI	mar.2014	
Protipoplavni ukrepi na Ložnici 3. in 4. odsek	122/12-I-21-5/3-4	PID	avg.2014	dopolnitev jan 2015
Protipoplavni ukrepi ob Koprivnici na Ostrožnem in Lavi	122/12-I-31-2	PGD	okt.2013	dopolnitve feb 2014, maj 2014, jun 2014
Protipoplavni ukrepi ob Koprivnici na Ostrožnem in Lavi	122/12-I-31-2	PGD	avg.2012	dopolnitve feb 2013, mar 2013
Protipoplavni ukrepi ob Koprivnici na Ostrožnem in Lavi	122/12-I-31-3	PZI	nov.2012	
Protipoplavni ukrepi ob Koprivnici na Ostrožnem in Lavi	122/12-I-31-5	PID	jul.2013	dopolnitve apr 2014, jul 2014
Protipoplavni ukrepi ob Koprivnici na Ostrožnem in Lavi	122/12-I-31-4		dec.2014	

Avtomatizacija in sanacija izpustnega objekta na jezeru I. faza	122/12-I-34-3	PZI	jan.2013	dopolnitev feb 2013
Avtomatizacija in sanacija izpustnega objekta na jezeru II. faza	122/12-I-36-3	PZI	nov.2013	dopolnitev feb 2104, apr 2014
Babenski potok - zamenjava oz. sanacija obstoječih prepustov	122/12-I-43-2	PGD	sep.2014	dopolnitev okt. 2014
Babenski potok - zamenjava oz. sanacija obstoječih prepustov	122/12-I-43-3	PZI	feb.2015	
Protipoplavni ukrepi ob Črni mlaki	122/12-I-41-1/ČM	PGD	dec.2013	dopolnitev feb 2014
Protipoplavni ukrepi ob Črni mlaki	122/12-I-41-3/ČM	PZI	jan.2014	
Protipoplavni ukrepi ob Črni mlaki	122/12-I-41-5/ČM	PID	maj.2014	
Protipoplavni ukrepi na Sušnici 1. odsek	122/12-I-41-1	PGD	nov.2013	dopolnitev mar 2014
Protipoplavni ukrepi ob Sušnici 2. in 3. odsek	122/12-I-41-1	PGD	dec.2013	
Protipoplavni ukrepi ob Sušnici 2. in 3. odsek	122/12-I-41-3	PZI	jan.2014	dopolnitev maj 2014
Suhi zadrževalnik - SZ Sušnica-jug	122/12-I-42-2	PGD	jul.2013	dopolnitev feb 2014
Suhi zadrževalnik - SZ Sušnica-jug	122/12-I-42-3	PZI	jan.2014	dopolnitev maj 2014
Izvedba protipoplavnih ukrepov ob Podsevčnici	122/12-I-51-2	PGD	jul.2013	dopolnitev sep 2013
Izvedba protipoplavnih ukrepov ob Podsevčnici	122/12-I-51-3	PZI	jan.2014	dopolnitev mar. 2014
Izvedba protipoplavnih ukrepov ob Podsevčnici	122/12-I-51-4	PID	jul.2014	dopolnitev avg 2014
Suhi zadrževalnik - Sz Podsevčnica	122/12-I-52-2	PGD	feb.2013	
Suhi zadrževalnik - Sz Podsevčnica	122/12-I-52-3	PZI	jul.2013	dopolnitev sep 2013
Most Medlog - Lopata		PGD	maj.2012	
Most Medlog - Lopata		PZI	maj.2012	
Most Medlog - Lopata		PID	maj.2014	
Protipoplavni ukrepi ob Voglajni	122/12-I-62-2	PGD	jul.2014	
Protipoplavni ukrepi ob Voglajni	122/12-I-61-2	PZI	jul.2014	
Izvedba protipoplavnih ukrepov ob Hudinji - Odsek 2 Odsek od sotočja z vzhodno Ložnico do avtoceste	122/12-I-76-2	PGD	mar.2014	dopolnitev jun 2014

Inundacija na levem bregu Hudinje v Arclinu	122/12-I-74-2	PGD	sep.2014	
Inundacija na levem bregu Hudinje v Arclinu	122/12-I-74-3	PZI	sep.2014	
Hudinja - pokopališče Vojnik	122/12-I-78-3	PZI	maj.14	
Izvedba protipoplavnih ukrepov ob Vzhodni Ložnici - Odsek 1; V. Ložnica od izliva do železniškega mostu	122/12-I-81-2	PGD	nov.2013	
Zamenjava mostu - most na cesti v Gaje	122-12-I-83-2	PGD	feb.2013	dopolnitev maj 2014
Zamenjava mostu - most na cesti Teharje - Ljubečna	122/12-I-84-2	PGD	feb.2013	
Zamenjava mostu - most na cesti Teharje - Ljubečna	122/12-I-84-3	PZI	mar.2014	
Zamenjava mostu - most na cesti v Gaje	122/12-I-83-3	PZI	avg.2013	
Most pri Ljubici	122/12-I-32	PGD	maj.2012	
Most pri Ljubici	122/12-I-32	PZI	jul.2012	
Most pri Ljubici	122/12-I-32	PID	jul.2013	

PRILOGA B: PREGLEDNICA, KI PRIKAZUJE LOKACIJO, PODATKOVNI SLOJ, ID UKREPA TER OPIS UKREPA.

lokacija ukrepov	Podatkovni sloj	ID	ukrep
Savinja - odsek 1 - Tremerje, pri železniškem mostu čez Savinjo do sotočja Savinje in Voglajne (P56)	U_1a	11	P30-P43 izgradnja AB zidu dolžine 788 m. Med cesto in zidom je cestna kanalizacija, ki bo na 20 - 30 m speljana proti Savinji preko cestnih požiralnikov. Odvodna cev ima nepovratno zaklopko. Zidove se zasipa z zemljino + geotekstilna zaščitna + grmovnice.
		12	P43 - P45 - zemeljski nasip dolžine 113 m; dostopna rampa čez nasip

		13	P45 - P46 - monolitni AB zid v dolžini 33 m. Zidove se z vodne strani zasipa z zemljino + geotekstilna zaščitna + grmovnice.
		14	P46 - P47 - mobilna protipoplavna zaščita
		15	P47 - P49 - zemeljski nasip dolžine ca 140 m
		16	P49 - P56 - zid BVO v dolžini 455 m
		17	P47 – 9 m dolg zid
Savinja - odsek 1 - Tremerje, pri železniškem mostu čez Savinjo do sotočja Savinje in Voglajne (P56) - Polulski potok, gostilna Koštomaj	U_1b	18	predvidena izgradnja nove prodne pregrade. Pregrada zasnovana kot lesena kašta
		19	P4; fi500; A= 0.016 km ² ; Q100 = 230 l/s; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		20	P5; fi 500; A=0,027 km ² ; Q100 = 300 l/s; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		21	P6; fi 500; A=0,031 km ² ; Q100 = 250 l/s; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		22	PK; fi 500; A= 0.093 km ² ; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		23	poglobitev, zaščita brežin; izgraditi 32 m novega zidu
		24	sanacija obstoječega zidu v dolžini 24 m
		25	P1; fi 700; A=0,052 km ² ; Q100 = 610 l/s; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		26	PČ; fi 1000; iztok iz črpališča; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		27	P2; fi 700; A= 0.057 km ² ; Q100 = 660 l/s; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		28	P3; fi 1200; A= 0.15 km ² ; Q100 = 1960 l/s; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		29	PP; odprtina 2,6*2,2; A= 1.48 km ² ; Q100 = 7.4 m ³ /; Iztok se zaščiti z nepovratno loputo.
		30	zamenjava dela kanaliziranega potoka

		31	poglobitev, zaščita brežin; nadvišati obstoječi oporni zid 34 m
		32	nasip 23 m
		33	17 m novega zidu
		34	nadvišanje obstoječega zidu v dolžini 10 m
Savinja - odsek 3 - od sotočja Savinje in Ložnice gorvodno	U_12	121	P3 - P10 - zavarovanje brežine s težkim kamnometom med profili (in priključitev na obstoječi kamnomet) v skupni dolžini cca. 74 m
		122	P10 - P13 - Izgradnja (nadaljevanje) opornega zidu na desnem bregu vodotoka Savinja v dolžini cca. 38 m
Savinja pod Laškim - Marijagraški ovinek	U_13	1301	poglobitev dna korita Savinje P29-P36
		1302	preureditev izliva Lahomnice v Savinjo
		1303	zavarovanje pete in leve brežine P35-P48
		1304	delna prestavitev struge v marijagraškem ovinku; pod desno brežino/odstranitev sipine
		1305	dvig brežine
		1306	dvig brežine
		1307	dodatna utrditev brežine s kamni
Ložnica - od sotočja s Savinjo gorvodno	U_16	1601	sanacija oziroma izravnava sedanjega nasipa
		1602	Dograditev nasipa ob Ložnici 407 m
		1603	Dvig dostopne ceste
		1604	Dograditev nasipa ob Ložnici 133 m
		1605	VV zid
		1606	Dvig nasipa
		1607	Dvig nasipa
		1608	visokovodni nasip
		1609	D1 - D14 - visokovodni nasip
		1610	D14 - D23 - zagatna stena 50 m
		1611	D23 - D40 - visokovodni AB zid 183 m
		1612	D1-D8 - AB zid 78 m
Savinja - odsek 2 a - od sotočja Savinje in	U_2a	201	P58 - črpališče Breg; na izpustne cevovode v Savinjo vgraditi nepovratne zapore izgraditi črpališče za lastno

Vogljajne (P56) do mostu XIV. Divizije (P62)			zaledno vodo za čas, ko je onemogočen težnostni odtok slednje v Savinjo
		202	P56 - P60 - zemeljsko nasip; Nasip se humusira in zatravi
Savinja - odsek 2 b - od mostu na cesti XIV. Divizije (P62) do zgornjega mehkega jezu (P90)	U_2b	2003	P83 - P84 AB zid
		2004	mobilna zagatnica
		2005	mobilna zagatnica
		2006	mobilna zagatnica
		2007	AB zid
		2008	AB zid
		2009	AB zid
		2010	AB zid
		2011	nasip
		2012	VV ukrep klop korito
		2013	nasip
		2014	VV ukrep klop korito
		2015	AB zid
		2016	VV ukrep klop korito
		2017	nasip
		2018	AB zid
		2019	dvig poti
		2020	AB zid
		2021	AB zid
		2022	AB zid
		2023	nasip
		2024	nasip
		2025	nadvišanje dostopa
		2026	AB zid
Savinja - odsek 2 c - od zgornjega mehkega jezu (P90) do sotočja z Ložnico (P108)	U_2c	2027	nasip

		2028	nasip
		2029	VV ukrep klop/korito
		2030	nasip
		2031	VV ukrep klop/korito
		2032	nasip
		2033	VV ukrep klop/korito
		2034	nasip
		2035	VV ukrep klop/korito
		2036	nasip
		2037	VV ukrep klop/korito
		2038	nasip
		2039	VV ukrep klop/korito
		2040	nadvišanje poti
		2041	AB zid
		2042	AB zid
Savinja - odsek 2 - od sotočja Savinje in Voglajne (P56) do sotočja z Ložnico (P108) - Splavarska brv; zgornji in spodni mehki jez	U_2d	2043	Savinja odsek 2 - zgornji mehki jez
		2044	Savinja odsek 2 - spodnji mehki jez
		2045	Savinja odsek 2 - splavarska brv
Koprivnica - Most pri Ljubici P32-P33	U_22 a	2200	porušitev starega in izgradnja novega mostu
Koprivnica - od sotočja Ložnice P1 in Koprivnice do nad mostom na Ulici heroja Rojška P56	U_22	2201	P51 - P54 - Nadvišanje nasipov; Dolžina L=95.25 m
		2202	P45 - P50 - Nadvišanje nasipov; Dolžina L=256 m
		2203	P36 - P44 - Nadvišanje nasipov; Dolžina L=432 m
		2204	P34 - P35 - nadvišanje nasipa 38 m
		2205	P30 - P32 nadvišanje zidu 55 m
		2206	P25 - P30 - Nadvišanje nasipov; Dolžina L=247.6 m
		2207	P51 - P53 - nasip; Dolžina L=131 m

		2208	P45 - P50 - Nadvišanje nasipov; Dolžina L=271.90 m
		2209	P36 - P44 - Nadvišanje nasipov; Dolžina L=422.00 m
		2210	P33 - P35 nadvišanje nasipa 63,6 m
		2211	P13 - P33- Nadvišanje nasipov; Dolžina L=773.7 m
		2212	P9 - P13 - nasip 125 m
		2213	P9 - P13 - nasip 125 m
		2214	P33 - P34 nadvišanje zidu 24.75
		2215	P31,5 - P32,5 - izgradnja zidu 18 m
		2216	P28 - P33- Nadvišanje nasipov 147.5 m
		2217	PJ3 - PJ7 - Nadvišanje nasipa ob melioracijskem jarku; Dolžina 190 m
		2218	PJ1 - PJ3 - Nadvišanje nasipa ob melioracijskem jarku; Dolžina 70 m
Sušnica - od sotočja s Koprivnico do ulice Heroja Šahra	U_29	2901	čiščenje struge
		2902	Nasip (nadomestni habitat)
		2903	nasip
		2904	protipoplavni zid 45 m
		2905	nasip A, (spodnji 405 m, srednji 190 m, zgornji 185 m)
Sušnica - od ulice Heroja Šahra do 260m naprej od AC	U_29 a	2906	čiščenje dna s poglobitvijo, izkopom in ponovno vgradnjo zavarovanja
		2907	nasip e - poteka po desnem bregu Sušnice v dolžini 185 m
		2908	čiščenje struge
		2909	nasip c – 238 m
		2910	nasip f – 148 m
		2911	nasip d - 110 m
		2912	nasip c – 126 m; nadvišanje obstoječe ceste
		2913	nasip c – 129 m
Sušnica - suhi zadrževalnik - Sušnica jug - vzhodno od naselja Lopata	U_29 b	2914	izgradnja pregrade za suhi zadrževalnik

Podsevnica - od sotočja s Sušnico gorvodno	U_34	3401	delno odstraniti kamniti prag in prilagoditi strugo na odseku med P7 in P12
		3402	zemeljski nasip
		3403	novi most
		3404	izgradnja pregrade za zadrževalnik
Avtomatizacija in sanacija izpustnega objekta na Šmartinskem jezeru - pregrada Loče	U_39	39	sanacijska dela na zaporničnem objektu, odvzemnem objektu, na prelivnem kanalu in prelivnem robu, na mostu do vtočnega objekta in na iztoku talnega izpusta; Sanacija betonov prelivnega roba; Sanacija betonov zaporničnega objekta; Sanacija betonov leve stene in dna prelivnega kanala; Sanacija betonov iztoka talnega izpusta; Sanacija betonov mostne konstrukcije in stebra mostne konstrukcije; Sanacija betonov odvzemnega objekta; Zamenjava hidromehanske, električne in merilne opreme
Babenski potok - od sotočja s Koprivnico do P17	U_40	4001	Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 2 na dolvodni strani (odsek med P1 in P3)
		4002	Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 2 na gorvodni strani (odsek med P4 in P7)
		4003	Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 4+5 na dolvodni strani (odsek med P8 in P9)
		4004	Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 4+5 na gorvodni strani (odsek med P12 in P15)
		4005	Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 6 na gorvodni strani (odsek med P16 in P17)
		4006	Prilagoditev struge predvidenemu prepustu 7 na gorvodni strani (odsek med P17 in P17/P18)
		4007	Zamenjava prepusta 6
		4008	Zamenjava dotrajane leseno/betonske brvi (prepust 7) s hidravlično ustreznim škatlastim prepust
		4009	Ukinitev prepusta 4 in 5 ter izgradnja enega, hidravlično ustreznega prepusta
		4010	Zamenjava prepusta 2
most na cest v gaje - na obrtni cest v Celju	U_41	41	zamenjava mostu na cesti v Gaje; gradbena in prometna obdelava lokalne ceste, kateri se zaradi dviga mostu spremeni niveleta

Hudinja - levi breg pri Arclinu in pri pokopališču Vojnik	U_42	4201	izgradnja AB zidu višine 2.2 m (od P42A do P44), L=90.1 m
		4202	izgradnja inundacijskega objekta, ki je zasnovan kot integralno armirano betonska konstrukcija
		4203	dvig in dopolnitev obstoječega zavarovanja leve brežine L=19.1 m
		4204	izgradnja visokovodnega zidu višine 1.5 m (od P45C do P46-2+1 m), L=50.40 m
		4205	izgradnja visokovodnega zidu višine 1.2 m (od P45B do P45C), L=22.94 m
		4206	izgradnja visokovodnega nasipa na levem bregu Hudinje (od P44 do P45B), L=116 m
		4207	izgradnja AB zidu višine 1.80 m (Od P41C+16 m do P42A), L=31.40 m
		4208	Izgradnja visokovodnega nasipa (od P41 do P41C+16 m), dolžina L=40.5 m
Luče - območje sotočja Lučnice in Savinje	U_44	4401	P12/13 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4402	P13 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4403	P13/14 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4404	P15/16 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4405	P15 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4406	P10 - P20 izravnava struge, odstranitev zarasti s prodišča in prekop prodišča
		4407	P10 - P28 izravnava struge, odstranitev zarasti s prodišča in prekop prodišča
		4408	P18 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4409	P18 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4410	P18/19 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4411	P19 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4412	P19 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4413	P20 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4414	P23 jezbica iz lomljenca v betonu za usmerjanje toka
		4415	P26 (Savinja) - P6 (Lučnica) odstranitev zaraščenega prodišča, zvezen višinski priključek na strugo Savinje

		4416	P28 - P31 nadvišanje zidu 60 m
		4417	P27/28 podaljšek obstoječega zidu - usmerjevalni objekt
		4418	P24 zložba iz lomljenca za zaščito vznožja brežin
		4419	P24/25 - P27/28 obloga iz lomljenca v betonu 86 m
		4420	P9/10 - P11 nadvišanje poti 33 m
		4421	P31 - P36 sanacija obstoječega nasipa 156 m
		4422	P6 - P10 nadvišanje obstoječega zidu
		4423	P6 – P10 nadvišanje obstoječega zidu
		4424	P6 zamenjava brvi in znižanje praga
		4425	P28 novi jez
		4426	P28 - P31 podbetoniranje zidov
		4427	P30 zamenjava mostu
		4428	P29 odstranitev jezu
		4429	P3-P4 sanacija porušenega zidu 17,5 m
		4430	P25 zložba iz lomljenca za zaščito vznožja brežin
Črna Mlaka - od sotočja s Sušnico proti cesti Medlog – AC (Lopata)	U_45	4501	nasip ob desnem bregu črne mlake 288 m
		4502	Prepust je bil zamenjan s škatlastim prepustom 2x2 m iz montažnih elementov.
		4503	nasip ob desnem bregu črne mlake 272 m
		4504	protipoplavni zid ob Sušnici 59 m
		4505	protipoplavni zid na desnem bregu dolžine 129 m
Most na cesti Teharj-Ljubečna	U_46	46	novi most, in priključne ceste
Voglažna - Odsek 1 in 2 - od sotočja z Savinjo do mostu na Kočevarjevi ulici	U_47	4701	P68+19 m do mostu na Kočevarjevi ulici, je predvideno nadvišanje obstoječega nasipa v dolžini 167 m
		4702	AB zid P68/69 1,8 m
		4703	AB zid P60-P68 176 m
		4704	AB zid P45-P58, 244 m
		4705	P40 - P48 nasip je potrebno nadvišati
		4706	P40 - P46 AB zidu v skupni dolžini 153 m

		4707	Obstoječi visokovodni nasip, ki poteka od profila P12 do mostu na Teharski cesti v dolžini 776 m, je potrebno nadvišati
		4708	med P34 in mostom na Teharski cesti je predvidena izgradnja AB zidu v dolžini 131
		4709	med profiloma P11 in P12 predviden dvig terena med cesto in Voglajno
Voglajna - Odsek 3 - od mostu na Kočvarjevi ulici do Teharskega mostu (P77 – P138)	U_47	4710	P182 novi prag 2
		4711	P184 novi prag 3
		4712	P172 novi prag 1
		4713	sanacija energetskega mostu EM5
		4714	sanacija energetskega mostu EM5
		4715	sanacija energetskega mostu EM5
		4716	P115+13 m - P137 zemeljski nasip 503 m
		4717	P95+15 m - P99+13 m nasip višine do 0.8 m v dolžini 104 m
		4718	P89+16 m - P95+15 m AB zidu, 150 m
		4719	P86+9 m - P89 +16 m zemeljski nasip dolžine 70 m
		4720	P77 - P86+9 m AB zid
Hudinja - od sotočja z Voglajno gorvodno	U_51	5101	zid P65 - P66/67 66 m
		5102	nasip P66/67 - P68 83 m
		5103	P43 - P44 nasip 26 m
		5104	P43 zid 15 m
		5105	P44 - P46 zid 72 m
		5106	nasip P39/40 - P41 31 m
		5107	Visokovodni zid P37-P39/40 ca L=77 m
		5108	nasip P78 - P81 L=101 m
		5109	nasip P72-P76 L= 188 m
		5110	P54 — črpališče č1
		5111	P64 črpališče č2
		5112	P25 - P37 nasip L=102 m

		5113	nasip 40-P41 22m
		5114	nasip (med P36 in P39) 114m
Vzhodna Ložnica - od sotočja s Hudinjo gorvodno	U_52	521	AB zid P1-P12 315.5m
		522	zamenjava zapornice P12-P13
		523	AB zid P13-P23 305.96m