

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:

Cvikl, A., 2015. Vodarske strokovne podlage v načrtih zaščite in reševanja ob poplavah Bolske. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Steinman, F., somentor Kozelj, D.): 38 str.

Datum arhiviranja: 23-09-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Cvikl, A., 2015. Vodarske strokovne podlage v načrtih zaščite in reševanja ob poplavah Bolske. B.Sc Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Steinman, F., co-supervisor Kozelj, D.): 38 p.

Archiving Date: 23-09-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
VODARSTVO IN OKOLJSKO
INŽENIRSTVO

Kandidatka:

ANA CVIKL

**VODARSKE STROKOVNE PODLAGE V NAČRTIH
ZAŠČITE IN REŠEVANJA OB POPLAVAH BOLSKE**

Diplomska naloga št.: 46/B-VOI

**WATER EXPERT ISSUES IN PROTECTION AND
RESCUE PLANS AT RIVER BOLSKA FLOODS**

Graduation thesis No.: 46/B-VOI

Mentor:

prof. dr. Franc Steinman

Somentor:

asist. dr. Daniel Kozelj

Ljubljana, 15. 09. 2015

STRAN ZA POPRAVKE

Strani z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Ana Cvikl izjavljam, da sem avtorica diplomskega dela z naslovom
»Vodarske strokovne podlage v Načrtih zaščite in reševanja ob poplavah Bolske«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka kot tiskana različica.
Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, _____ 2015

(Podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČKI

- UDK:** 556.166(043.2)
- Avtor:** Ana Cvikl
- Mentor:** prof. dr. Franci Steinman
- Somentor:** asist. dr. Daniel Kozelj
- Naslov:** Vodarske strokovne podlage v Načrtih zaščite in reševanja ob poplavah Bolske
- Tip dokumenta:** diplomska naloga – univerzitetni študij
- Obseg in oprema:** str.38, preg.1, sl.27, pril.5
- Ključne besede:** Vodarstvo, poplave, Načrt zaščite in reševanja, intervencijske karte

Izvleček:

Poplave na območju Celjske kotline se pojavljajo že skozi celotno zgodovino. Na območju sotočja Bolske in Savinje najbolj poplavlja Bolska. Na podlagi pogostih poplav v Gomilskem so bile izdelane intervencijske karte, ki predstavljajo združitev pomembnih podatkov iz Kart poplavnih nevarnosti in Načrtov zaščite in reševanja ob poplavah. Oboje je izdelano v skladu s Poplavno direktivo. Na intervencijskih kartah je predstavljen obseg poplav in globina vode za posamezno povratno dobo, prikazani so tudi ogroženi objekti in predlagane intervencijske ukrepe. Karte so izdelane s pomočjo dveh računalniških programov HEC –RAS in Arcmap, prvi se uporablja za hidravlično modeliranje, drugi pa za analizo prostorskih podatkov.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 556.166(043.2)
Author: Ana Cvikl
Supervisor: prof. Franci Steinman, Ph.D
Co-supervisor: assist. Daniel Kozelj, Ph.D
Title: Water expert issues in Protection and rescue planes at river Bolska
floods
Document Type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: p.38, tab.1, fig.27, ann.5
Keywords: Hydrology, Floods, Protection and rescue plane, Intervention maps

Abstract

In Celje basin flood hazard has been present during entire known history. In the area of confluence of rivers Bolska and Savinja main flooding events occurs mostly because of Bolska river. On the basis of recorded flood events in this area, where also Gomilsko settlement is located, intervention maps, which support protection and rescue actions, were elaborated. These maps have been elaborated on the basis of Flood Protection and Rescue Plans and Flood Hazard Maps, and the latter are elaborated according to the national legislation and EU Flood Directive. These intervention maps give information on extent of flood hazards with water depths at different relevant flood return periods, objects and infrastructure under risk and also the proposal of most suitable intervention measures at different scenarios. The maps were elaborated with support of two software, HEC-RAS and Arcmap, software for hydraulic modelling and spatial data analysis.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Franciju Steinmanu za strokovne nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Prav tako se zahvaljujem somentorju asist. dr. Danielu Kozelju in asist. mag. Gašperju Raku za strokovne nasvete in vsestransko pomoč.

Zahvalila bi se tudi vsem ostalim, ki so mi nudili pomoč pri diplomski nalogi.

Posebna zahvala gre moji družini, ki mi je omogočila študij in dajala moralno podporo.

Zahvaljujem se tudi mojim prijateljem za moralno podporo in druženje v času študija.

KAZALO

STRAN ZA POPRAVKE.....	II
IZJAVA O AVTORSTVU	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČKI.....	IV
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	V
ZAHVALA	VI
1 UVOD	1
2 TEORETIČNE OSNOVE.....	2
2.1 Poplave na Celjskem.....	2
2.1.1 Poplave skozi zgodovino	2
2.1.2 Reke na Celjskem	8
2.2 Načrt zaščite in reševanja	9
2.2.1 Vsebina Načrta zaščite in reševanja	10
2.2.2 Obstoječi Načrti ZiR.....	10
2.3 Kartiranje poplavne nevarnosti.....	12
2.3.1 Direktive, pravilniki in zakoni za poplave.....	12
2.3.2 Določitev in prikaz območij poplavne in erozijske nevarnosti.....	15
2.3.3 Intervencijske karte za ukrepanje ob poplavah.....	18
2.3.4 Poplavni scenariji.....	20
2.3.5 Hidravlično modeliranje in programska oprema	21
3 OBRAVNAVANO OBMOČJE IN VHODNI PODATKI.....	25
3.1 Opis obarvanega območja.....	25
3.2 Pridobivanje podatkov	27
3.2.1 Nevarnost.....	27
3.2.2 Ranljivost.....	27
3.2.3 Intervencija	28
4 IZDELAVA INTERVENCIJSKIH KART	29
4.1 Priprava podatkov za izdelavo kart.....	29
4.2 Obravnava poplavnih scenarijev.....	30
4.3 Pregled izdelanih grafičnih podlag	35
4.4 Obrazložitev rezultatov.....	36
5 ZAKLJUČKI	37
VIRI	39

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povratne dobe s pretoki	31
--	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Pallosova brv v Celju (Aristokovnik, 2005: 9 str.)	3
Slika 2: Nekdanji Kapucinski most (Aristokovnik, 2005: 19 str.)	4
Slika 3: Drevje zagozdено v most čez Savinjo (Vodna ujma Slovenija – november 1990, 1991:1str.)	5
Slika 4: Najvišji vodostaj Savinje v Celju (Vodna ujma Slovenija – november 1990, 1991: 19 str.).....	5
Slika 5: Splavarjev most v Celju (Marinček, 1999: 81 str.)	6
Slika 6: Območje izliva Ložnice v Savinjo (Marinček, 1999: 80 str.)	6
Slika 7: Bolska v Gomilskem, 1998 (Marinček 1999, 83 str.)	8
Slika 8: Bolska v Gomilskem, 2010 (Boštjan Šalamun)	8
Slika 9: Bolska v Kaplji vasi, 2014 (Jelka Skok Skornšek)	8
Slika 10: Savinja v mestu Celje (Lenarčič, 1996: 84 str.)	9
Slika 11: Shematski prikaz odziva ob poplavah v občini Braslovče (Občina Braslovče, 2011: 8 str.)..	12
Slika 12: Shema postopka določitve poplavnih in erozijskih območij.....	16
Slika 13: Legenda oznak na kartah poplavne in erozijske nevarnosti	18
Slika 14: Prikaz plasti intervencijske karte (Monitor II, 2012: 28 str.)	19
Slika 15: Primer standardiziranega opisa scenarija s pomembnimi parametri dogodka (Monitor II, 2012: 23 str.)	21
Slika 16: Primer prikaza struge vodotoka z upoštevanimi prečnimi prerezi in izračunano vodno gladino pri izbranem pretoku v HEC – RAS -u	22
Slika 17: Prikaz obsega poplav v HEC – GeoRas-u	24
Slika 18: Obravnavano območje (Atlas okolja)	25
Slika 19: Bolska v Kaplji vasi	26
Slika 20: Žovneško jezero	27
Slika 21: Pregrada Žovneškega jezera	27
Slika 22: Geodetski posnetek	29
Slika 23: Bolska v Gomilskem.....	30
Slika 24: Scenarij 1 – razmere pri povratni dobi Q_2	32
Slika 25: Scenarij 2 – razmere pri povratni dobi Q_5	33
Slika 26: Scenarij 3 – razmere pri povratni dobi Q_{20}	34
Slika 27: Scenarij 5 – razmere pri povratni dobi Q_{50}	35

POJASNILO UPORABLJENIH KRATIC IN OKRAJŠAV

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
G	Gladina vode
Q ₂	Pretok z 2-letno povratno dobo
Q ₅	Pretok z 5-letno povratno dobo
Q ₁₀	Pretok z 10-letno povratno dobo
Q ₂₀	Pretok z 20-letno povratno dobo
Q ₂₅	Pretok z 25-letno povratno dobo
Q ₅₀	Pretok z 50-letno povratno dobo
Q ₁₀₀	Pretok z 100-letno povratno dobo
Q ₅₀₀	Pretok z 500-letno povratno dobo
ZiR	Zaščita in reševanje

Ta stran je namenoma prazna.

1 UVOD

Voda je življenjsko pomembna dobrina za vsa živa bitja in eden izmed omejenih virov. Ljudje so se že v preteklosti naseljevali ob rekah, saj so vedeli kako pomembna je za življenje in človeške dejavnosti (Egipt, Rim, London, večja slovenska mesta itd.). Uporabljali so jo v transportne, gospodinjske namene in za kmetijstvo. V sedanjem času se veliko držav spopada z dolgotrajnimi sušami. Posledično je začelo primanjkovati tudi pitne vode, kar predstavlja enega izmed perečih problemov za prihodnost človeštva. Reke so začele izgubljati vodnatost, zaradi zmanjšane količine padavin in ljudi, kateri uporabljajo vodo iz rek za namakalne sisteme kot tehnološko vodo ipd.. Slovenija spada med tiste države, kjer vode v povprečju ne primanjkuje in jo je v izobilju, žal pa je časovno in prostorsko neenakomerno porazdeljena..

Velike količine vode pa prinašajo tudi negativne posledice. Ob pojavu velike količine padavin (lahko ob večdnevem ali obilnejšem deževju) pride do naraščanja vodotokov in s tem do poplav. Poplave so eden izmed naravnih pojavov, ki Slovenijo spremljajo že skozi vso zgodovino in za sabo pustijo večjo gospodarsko škodo. Glavni vzrok za pojavljanje poplav na območju Slovenije je predvsem v vodnatosti slovenskih rek oziroma v premajhni pretočnosti vodotokov. Večina slovenski rek ima dežno – snežni režim, kar pomeni da imajo reke višje vodostaje v deževnih mesecih (jeseni) in takrat tudi prestopajo svoje bregove. Izjemi sta le Mura in Drava, ki imata snežni režim. Ti dve reki poplavljata predvsem v času taljenja snega – v poletnih mesecih.

Poplave so tudi eden izmed problemov celotne Evrope. Zato je leta 2007 Evropska Unija sprejela Poplavno direktivo za povečanje poplavne varnosti. V Sloveniji je bilo sprejetih tudi že nekaj predpisov, ki se nanašajo na poplave.

Zaradi pogostosti poplav so se v Sloveniji izdelali Načrti za zaščito in reševanje ob poplavah za določene občine ter Karte poplavnih nevarnosti za poplavna območja. Te karte vsebujejo različne podatke, zato je prišlo do ideje, da bi se jih združilo na eno karto (intervencijske karte) in da bi se na njej (za posamezna poplavna območja) prikazalo bistvene podatke, ki bi bili pomembni ob pojavu poplav, predvsem pa bi bili v pomoč intervencijskim službam za čim hitrejšo ukrepanje na kritičnih lokacijah.

V sklopu diplomske naloge so izdelane intervencijske karte za kraj Gomilsko za različne povratne dobe (Q_2 , Q_5 , Q_{20} , Q_{25} in Q_{50}) s prikazanim obsegom poplav in globino vode ter prikazani poplavljeni oziroma ogroženi objekti ob pojavu poplav za različne povratne dobe. Glede na stanje ob poplavah so predlagani različni ukrepi in aktivnosti, s katerimi bi zmanjšali ogroženost ljudi, nepremičnin in dejavnosti.

2 TEORETIČNE OSNOVE

V naslednjih poglavjih bodo na kratko opisane poplave na Celjskem, osnove za pripravo intervencijskih kart in računalniški programi s pomočjo katerih so bile izdelane.

2.1 Poplave na Celjskem

Poplave so naraven pojav, pri katerem voda začasno prekrije območje, ki običajno ni prekrto z vodo (Direktiva 2007/60/ES). Poplave lahko povzročijo reke, hudourniki, občasni sredozemski vodotoki, morje v obalnih območjih in kanalizacijski sistemi. V Sloveniji najpogosteje poplavlajo reke in hudourniki. Vzroki za nastanek poplav so obilne padavine in taljenje snega. Občasno pa slovensko obalo poplavi morje, zaradi močnih vetrov ali plime.

Celjska kotlina spada med območja, ki se že skozi vso zgodovino poselitve spopada s poplavami. Reke in hudourniki so zaradi velikih količin padavin že v preteklosti prestopali bregove ter povzročali škodo prebivalcem v naseljih kot tudi na kmetijskih površinah. Poleg hudourniškega značaja rek in njenih pritokov so poplave tudi posledica goste poseljenosti poplavnih ravnin v dolinskem dnu in klimatskih razmer.

2.1.1 Poplave skozi zgodovino

Po pričanju nekaterih zgodovinskih virov je reka Savinja poplavljala že skozi celotno zgodovino mesta Celja. Prvi podatki o poplavah segajo v čas Rimljanov, v leto 270 n.št.. Do poplave je prišlo, ker je Savinja spremenila svoj tok. Za srednji vek ne obstajajo nobeni pisni viri o poplavah. Druga večja opisana poplava, ki je prizadela mesto Celje je bila leta 1496, ko je mestu Celje vladal cesar Maksimilijan. Tistega leta je reka Savinja poškodovala obzidje mesta Celje. V 17., 18. in 19. stoletju je Savinja pogostokrat prestopila svoje bregove in poplavela mesto Celje. Omembe vredna je poplava iz leta 1672, ko je povodenj hudo prizadela Celje. Kota višine vode se še danes opazi na stoplu srednjeveškega obzidja. Večja poplava je še bila v letih 1677 in 1678, ko je reka Savinja odnesla most čez njo v mestu Celje (Aristokovnik, 2005).

Katastrofalna poplava, ki je prizadela mesto Celje se je zgodila tudi 16. novembra 1901. Do poplave je prišlo zaradi hujših nalivov. Celje je bilo takrat skoraj v celoti poplavljeno, saj se je gladina vode dvignila 6 metrov nad normalo. Savinja je poplavela velike površine kmetijskih zemljišč, glavno cesto proti Ljubljani in Vojniku ter železnico proti Velenju. Takrat je s sabo odnašala domače živali, hmeljevke in ogromne količine zemlje. Poplavljanje Savinje v Celju prikazuje slika 1.

Poleg Savinje sta poplavljali tudi reki Hudinja in Voglajna kateri sta preplavili industrijski predel mesta, še posebej Zavodno, Gaberje in Spodnjo Hudinjo ter povzročili ogromno škode Cinkarni in Tovarni emajlirane posode (Aristokovnik, 2005).



Slika 1: Pallosova brv v Celju (Aristokovnik, 2005: 9 str.)

Leta 1926 sta mesto Celje prizadeli dve poplavi. Zaradi deževnega poletja je ob močnem neurju v juliju Savinja s svojimi pritoki prestopila bregove. Voglajna je poplavljala v Štorah, odrezane od sveta in pod vodo so bile tudi okoliške vasi. Druga poplava je bila meseca avgusta. Sledila je nova vremenska katastrofa, ki je povzročila močno naraščanje potokov po vsej Savinjski dolini. Od Podvina pri Polzeli so se proti Žalcu valile ogromne količine voda, ki so se proti Šempetru razlile. Ložnica, Sušnica, Koprivnica, Hudinja in Voglajna so skupaj s Savinjo spremenile Savinjsko dolino v prvacato jezero z manjšimi otoki. Na območju od Petrovč do Celja je bilo poplavljenih 8,7 km² kmetijskih površin. Pod vodo so bila vsa področja do Babnega, Ostrožnega, Hudinje, Gaberij in Čreta razen mestnega jedra. Ljudje so zaradi hitro rastoče reke bežali na bližnje hribe. Škoda je bila velika, saj so hudourniške vode rušile ceste, uničevale mostove, preplavljala polja in s tem uničile poljske pridelke ter poplavljala hiše (Aristokovnik, 2005).

Jeseni leta 1933 je Savinja s svojimi pritoki poplavljala kar trikrat. Najhujša je bila septembra. Hudi nalivi so povzročili dvig nivoja gladine rek. Takratne visoke vode so porušile del jezua pri Ljubnem, polzelski jez, odtrgala je nasip pri Preboldu in Šempetru. Preplavilo je Kapljo in Grajsko vas, Dolenjo in Latkovo vas, Zgornje in Spodnje Roje, Vrbje, Ložnico, Petrovče, Koseze. Poplavljeni so bili tudi kraji okoli Vojnika. Mesto Celje je bilo popolnoma odrezano od sveta. Poplavljen je bilo skoraj vse.

Hudourniške vode so odtrgale nasip Savinjske železnice, preplavile ceste, šole. Poplavilo je Majdičev mlin in mestno elektrarno, katera je morala izklopiti elektriko, ker je voda dosegla transformatorje. Svoje delovanje je morala zaustaviti tudi mestna plinarna, saj je voda dosegla retortne peči. Septembra je narasla Savinja podrla celjske mostove. Najprej je klonila brv za v mestni park, nato Kapucinski most (slika 2) in na koncu še Gremandijeva brv. Ostal je samo železniški most. Kota višine vode je bila od 1 do 1,5 metrov nad terenom. Povodenj je za sabo pustila veliko škode. Poškodovane so bile ceste in ulice, železniška proga proti Savinjski dolini, porušeni so bili mostovi. Ogromno škode so imele tudi tovarne, katerim je poplavilo stroje in skladišča ter tudi celjska trgovina in obrt (Aristokovnik, 2005).



Slika 2: Nekdanji Kapucinski most (Aristokovnik, 2005: 19 str.)

Najhujša poplava, ki je prizadela Celje in okolico je bila leta 1954. Večtedensko deževje je povzročilo, da so ob večjem nalivu reke prestopile svoje bregove. Močno deževje v Dobrni, Vitanju in Vojniku je vplivalo na spremembo potokov izpod Pohorja v hudournike. Poplavljeni sta Hudinja in Voglajna. Vodne gmote so uničile transformatorje zaradi česar je Celje ostalo brez električne energije. V tej povodnji je bil najbolj prizadet industrijski predel Celja, železarna Štore. Bolnica je bila popolnoma poplavljenjena. Voda je v njej segala do globine 1,5 metra. Poleg poplave so okolico Celja prizadeli tudi plazovi. Visoke vode so terjale 22 življenj. Hudourniške vode iz Vitanja in Dobrne so povzročile podrtje jezua na žagi. Ogromno škodo so imela podjetja v Vojniku in Škofji vasi. V takratni poplavi je bilo poplavljenih 1020 stanovanj, poškodovane so bile ceste, porušilo se je nekaj mostov (Aristokovnik, 2005).

Po letu 1954 v Savinjski dolini ni bilo večjih poplav. Večja poplava se je zgodila oktobra 1964, ko je zaradi 6 neprekinjenih dni dežja Savinjsko dolino poplavila Savinja s svojimi pritoki. Vode so se hitro

dvigovale zaradi močnih padavin v Savinjskih Alpah in v celotni Savinjski dolini. Hudourniške vode so podirale mostove, uničevale ceste in železniške tire, zalile gospodarske objekte in številne hiše, nižje od grobelskega mostu so porušile nasip in s tem poplavlile Šešče, Vrbje, Žalec, Petrovče, Dobrišo vas, Levec, Medlog.(Aristokovnik, 2005). V tem letu in novembra leta 1969 je poplavljala tudi reka Bolska (Komac, 2008).

Po tem letu sta se zgodili dve katastrofalni poplavi, in sicer 1990 ter 1998. Zgodila se je tudi manjša poplava leta 1994, takrat je poplavljala Bolska s pritoki.

Po celotni Sloveniji so bile od druge polovice oktobra do začetka novembra 1990 močne padavine, kar je povzročilo obsežne poplave. Poplavljal je v Mozirju, Žalcu, Celju, Laškem, Sevnici, Krškem, Brežicah, Kamniku in Idriji. V Savinjski dolini so poplavljali vsi potoki in reke ter jo spremenili v jezero. Poleg Savinje sta najbolj poplavljala tudi njena pritoka Bolska in Ložnica ter njeni pritoki iz Posavskega hribovja (Komac, 2008). Mesto Celje je Savinja poplavela kljub izvedeni regulaciji toka. Višino Savinje v Celju in naplavine prikazujeta sliki 3 in 4. V tej povodnji je bilo poplavljenih 700 ha urbaniziranih mestnih površin. Prebivalci so ostali brez elektrike in telefonskega sistema. Globina vode sredi mesta je bila tudi do 1,5 metra. Savinja je poplavela večje število trgovin, obratovalnic, kletnih prostorov, stanovanjskih hiš in blokov, celjsko bolnišnico, podjetja, vrtci, šole, zalilo pa je tudi trezor SDK, poškodovala je tudi ceste in mostove na Savinji. Zaradi porušitve nasipa v Letušu je Savinja poplavela naselje Male Braslovče (Aristokovnik, 2005).



Slika 3: Drevje zagozdno v most čez Savinjo

(Vodna ujma Slovenija – november 1990, 1991:16 str.)



Slika 4: Najvišji vodostaj Savinje v Celju

(Vodna ujma Slovenija – november 1990, 1991: 19 str.)

Osem let kasneje je Celje ponovno doživelo tako obsežno poplavo kot leta 1990. Največje deževje tokrat ni prišlo iz Zgornje Savinjske doline, ampak s severa. Savinja je poplavljala kraje dolvodno od sotočja z reko Bolsko. Ponoči 5. novembra je Savinja dodatno narasla, poleg Savinje pa sta narasli še Hudinja in Voglajna, ki sta skupaj s Savinjo poplaveli spodnji del Celjske kotline. Katastrofalne razsežnosti poplave so bile najbolj vidne v Celju (slika 5 in 6) in Laškem. Zaradi naraslih vod so bile v Celju zaprte skoraj vse ceste, zaliti so bili podvozi, voda je po kanalizacijskih jaških zalila kletne

prostore v celjski bolnišnici, poplavilo je več stavb, prebivalci so ostali brez elektrike in vode, omejen je bil avtobusni in železniški promet. Mesto Laško je bilo z obeh glavnih vpadnic odrezano od sveta (Aristokovnik, 2005).



Slika 5: Splavarjev most v Celju
(Marinček, 1999: 81 str.)



Slika 6: Območje izliva Ložnice v Savinjo
(Marinček, 1999: 80 str.)

28. junija 1994 je dvourni neurje z močnimi padavinami, točo in vetrom povzročil dvig vode v strugi Bolske in je najbolj narastla v osrednjem delu. Središče neurja je bilo nad Veliko planino. Bolska je skupaj s svojimi pritoki poplavljal obrežne ravnine in naselja na njih. Večina krajevnih cest in rečnih korit je bila uničena in zapolnjena s plavjem. Kmetijske površine so razorali erozijski žlebovi ter zemeljski plazovi in usadi. Leta 1994 je na območju porečja Bolske sedem neurij povzročilo poplave, najhuje je bilo konec junija. (Natek, 1995)

V začetku 21. stoletja je na območju Savinjske doline prišlo do štirih večjih poplav: leta 2005, 2007, 2010 in 2012.

V noči na 21. avgust 2005 je na območju celjske regije prišlo do neurja, ki je povzročil hitre poplave in sprožil številne plazove. Zaradi močnega deževja se je hitro dvignila gladina vodotokov in pritoki reke Savinje so prestopili bregove. Hudourniške vode so odnašale mostove, poplavljal gospodarske in stanovanjske objekte ter kmetijske površine. Sprožili so se tudi številni plazovi, ki so uničili cestno infrastrukturo, zasuli nekaj gospodarskih objektov ter ogrožali stanovanjske objekte. Poplave so prizadele občine Celje, Laško, Prebold, Tabor in Žalec. (Selič, 2011)

Slovenijo so 18. septembra 2007 zajele močne in izdatne padavine, ki so povzročile hiter porast pretokov rek. Savinja je takrat poplavljal v spodnjem toku. Poplavljal so tudi njeni pritoki, Dreta, Paka, Bolska, Ložnica, Koprivnica in Hudinja. Bolska v Dolenji vasi je dosegla največji pretok 150 m³/s, kar je 20 do 25-letna povratna doba (ARSO, 2008). V tej poplavi sta Ložnica in Hudinja presegli 100-letno povratno dobo. Poleg pritokov so poplavljal tudi manjši potoki in hudourniki. Poplavljen je bilo mesto Laško, kjer je višina narasle Savinje znašala tudi do 6 metrov, globina vode v objektih pa

več kot 2 metra. Reka Bolska je poplavlila skoraj celotno Kapljo vas, del Dolenje vasi in del Prebolda ter v občini Braslovče vasi Gomilsko in Trnavo. Poškodovane so bile predvsem ceste, komunalna infrastruktura, gospodarski in stanovanjski objekti. Poplave so v Sloveniji terjale 6 smrtnih žrtev (ARSO, 2008).

Večdnevno obilno deževje po večjem delu Slovenije je 18. septembra 2010 povzročilo naraščanje rek in njenih pritokov ter sprožilo številne plazove. Največ nevšečnosti so imeli v osrednji Sloveniji, Celju, Laškem, Ajdovščini in Žireh. Preventivno so izklapljali elektriko. Nekateri prebivalci so ostali tudi brez pitne vode. Narasle reke so s svojimi pritoki poplavliale polja, ceste, ulice in objekte. Savinja je poplavlila mesti Celje in Laško. Laško je bilo ponovno odrezano od sveta. Reka Hudinja je poplavlila naselje Socka v Vojniku ter Škofjo vas. Zalilo je tudi jeklarski obrat družbe Štore Steel, zaradi česar so morali ustaviti en proizvodni obrat. Svoje bregove je prestopila tudi reka Bolska v občini Braslovče in v Kaplji vasi. (Selič, 2010)

Manjša poplava, ki se je zgodila na območju Celjskega je bila leta 2012. Savinja je poplavljala predvsem v zgornjem in srednjem toku. Po večdnevem deževju je 5. novembra prišlo do močnejših padavin. Težišče padavin je bilo na širšem območju Zgornje Savinjske doline, zahodne Slovenije, Posotelja in Pohorja. (ARSO, 2012) Savinja je s svojimi pritoki prestopila bregove v Zgodnji Savinjski dolini, v občinah Polzela, Prebold in Žalec. V Latkovi vasi je zalila industrijski obrat Bisol. V mestu Celje je poplavlila samo mestni park, ponovno pa je poplavlila tudi mesto Laško.

Podatkov o poplavljanju reke Bolske v preteklosti je zelo malo. Predvsem so podatki od konca 20. stoletja. Večji poplavi sta bili leta 1990 in 1998 (slika 3). Prve zapise o poplavljanju Bolske imamo od jeseni leta 1964 (Komac, 2008). Glede na to, da Bolska prestopi svoje bregove že ob obilnejšem deževju in vpliva tudi na vodnatost reke Savinje, lahko opisane poplave iz začetka 20. stoletja prištevamo tudi njej. V zadnjih desetih letih je poplavlila skoraj vsako leto, zgodi pa se, da kakšno leto poplavi tudi dvakrat. Poplave iz zadnjih let prikazujeta sliki 8 in 9. Septembra 2014 je v kraju Vransko narasla Bolska terjala tudi dve smrtni žrtvi.



Slika 7: Bolska v Gomilskem, 1998 (Marinček 1999, 83 str.)



Slika 8: Bolska v Gomilskem, 2010
(Boštjan Šalamun)



Slika 9: Bolska v Kaplji vasi, 2014
(Jelka Skok Skornšek)

2.1.2 Reke na Celjskem

Glavna reka Savinjske doline je reka Savinja, ki povezuje Zgornjo in Spodnjo Savinjsko dolino ter dolino med Celjem in Zidanim mostom. Savinja izvira v Logarski dolini in se v Zidanem mostu izliva v reko Savo. Za njo je znano, da ima dva izvira. Prvi izvir je na nadmorski višini 1280 metrov pod Okrešljem, slap Rinka se predstavlja kot njen izvir. Drugi izvir je Črna, ki skupaj s pritokom Jezera ustvarita Savinjo. Savinja zapusti Logarsko nižje od gostišča Sestre Logar, kjer dobi svoje ime ter nadaljuje svojo pot do Solčave. Na svoji poti do Zidanega mosta teče skozi številne kraje Luče, Mozirje, mesto Celje (slika10) in mesto Laško (O Savinji).

Dolžina reke je 102 km, Savinja je 6 najdaljša slovenska reka in najdaljša slovenska reka, ki teče izključno po slovenskem ozemlju. Porečje reke Savinje obsega 1858 km². Savinjo napajajo pritoki iz Kamniško-Savinjskih Alp, Karavank, jugozahodnih obronkov Pohorja in severnega dela Posavskega

hribovja. Zanj in njene pritoke je značilen hudourniški značaj z dežno-snežnim režimom. Prvi višek je jeseni zaradi velike količine padavin in majhne evapotranspiracije, drugi višek pa je spomladi zaradi taljenja snega v visokogorju. Glavni pritoki reke Savinje so Lučnica pri Lučah, Ljubnica pri Ljubnem, Dreta v Nazarjih, Paka pri Letušu, Bolska v Latkovi vasi, Ložnica ter Voglajna s Hudinjo v Celju (O reki Savinji)

Za reko Savinjo in njene pritoke je značilno, da v jesenskih časih zaradi obilice padavin poplavlja. Savinja je že v svoji zgodovini pogostokrat poplavljala. Največkrat je poplavila mesti Celje in Laško, občasno pa poplavi tudi Mozirje.



Slika 10: Savinja v mestu Celje (Lenarčič, 1996: 84 str.)

Poleg Savinje po Savinjski dolini tečejo tudi številne manjše reke, ki predstavljajo njene pritoke. Večje reke na Celjskem so Bolska, Ložnica, Hudinja ter Voglajna.

2.2 Načrt zaščite in reševanja

Načrt zaščite in reševanja določa Uredba o vsebini in izdelavi načrtov za zaščito in reševanje. Uredba je bila sprejeta v skladu z direktivami na svetovni in evropski ravni. Uredba določa nosilce načrtovanja, merila za izdelavo in način izvedbe zaščite in reševanja ljudi, živali, premoženja, kulturne dediščine in okolja ob naravnih in drugih nesrečah. Načrt zaščite in reševanja temelji na oceni ogroženosti zaradi naravne ali druge nesreče in drugih strokovnih podlag, dejstvih, pomembnih za zaščito, reševanje in pomoč, ter ocenjenih potrebah po silah in sredstvih za zaščito, reševanje in pomoč

za reševanje in zaščito ljudi, živali, premoženja, kulturne dediščine in okolja ob poplavi oziroma vzpostavitev osnovnih pogojev za življenje po nesreči. Načrti se za vsako nesrečo izdelajo posebej ali pa za več nesreč skupaj (Ur. l. RS, št. 24/2012).

2.2.1 Vsebina Načrta zaščite in reševanja

Načrt zaščite in reševanja (Načrt ZiR) obsega načrt in dodatke ter priloge k načrtu. Nosilci načrtovanja izdelajo temeljni načrt.

Z načrtom se določijo:

- nesreča, za katero je izdelan načrt,
- obseg načrtovanja
- zamisel izvajanja zaščite, reševanja in pomoči ob nesreči, za katero je izdelan načrt,
- potrebne sile in sredstva za zaščito, reševanje in pomoč za izvajanje zamisli ter razpoložljivi viri,
- organizacija in izvedba opazovanja, obveščanja in alarmiranja,
- aktiviranje sil in sredstev za zaščito in reševanje,
- upravljanje in vodenje,
- zaščitni ukrepi ter naloge za zaščito, reševanja in pomoči,
- osebna in vzajemna zaščita
- razlaga pojmov in okrajšav (Ur. l. RS, št. 24/2012).

2.2.2 Obstoječi Načrti ZiR

Načrt zaščite in reševanja ob poplavih lahko izdelata država, občine, gospodarske družbe, zavodi in druge organizacije. Državni in regijski načrt zaščite in reševanja izdelata država. Z regijskim načrtom se razdelajo za območje posamezne regije zaščitni ukrepi ter naloge zaščite, reševanja in pomoči iz državnega načrta zaščite in reševanja oziroma naloge zaščite in reševanja, ki se izvajajo ob nesreči, ki lahko prizadene večji del regije oziroma, ki presega zmogljivosti občin na območju regije (Ur. l. RS, št. 24/2012).

Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje izdelata ali zagotovi ocene ogroženosti. Na podlagi ocen ogroženosti za določeno vrsto nesreče ali možnostjo nastanka določene vrste nesreče, se izdelajo državni in regijski načrti zaščite in reševanja. Iz povzetkov ocen ogroženosti mora biti razvidno tudi, katere občine in v kakšnem obsegu so ogrožene zaradi posameznih vrst nesreč (Ur. l. RS, št. 24/2012).

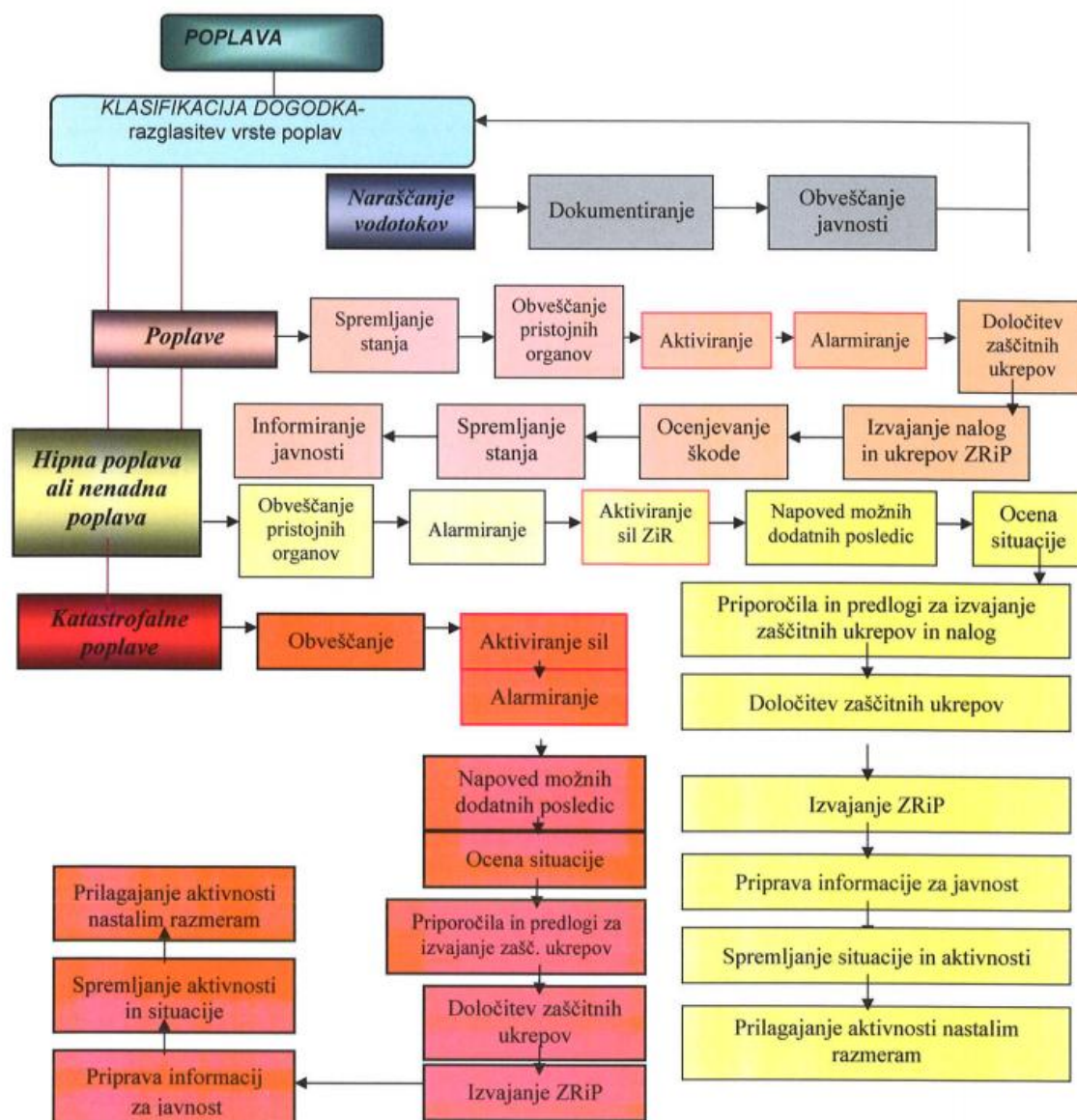
Državne načrte zaščite in reševanja izdelata Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje v sodelovanju z ministrstvi in drugimi državnimi organi ter ustreznimi strokovnimi organizacijami. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje izdelata načrte zaščite in reševanja ob potresu,

poplavi, letalski nesreči, ob jedrski ali radiološki nesreči, velikem požaru v naravnem okolju, uporabi orožij ali sredstev za množično uničevanje v teroristične namene oziroma terorističnem napadu s klasičnimi sredstvi, množičnem pojavu posebej nevarnih bolezni pri živalih, nalezljivih boleznih pri ljudeh velikega obsega ter ob drugih nesrečah, ki bi lahko prizadele večji del države oziroma povzročile obsežne posledice in v vojni. Državni načrti zaščite in reševanja se razčlenijo v regijskih načrtih zaščite in reševanja v vseh regijah oziroma v tistih regijah, ki so ogrožena zaradi poplav. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje lahko na predlog svoje izpostave izdela skupen regijski načrt ali skupne posamezne dele načrtov za izvajanje zaščitnih ukrepov ter nalog zaščite, reševanja in pomoči ob poplavih (Ur. l. RS, št. 24/2012).

Občinske načrte zaščite in reševanja izdela organ ali služba občine, ki jo določi župan. Izdela jih v sodelovanju z drugimi organi in službami občine, organi in službami za zaščito, reševanje in pomoč, organiziranimi na občinski ravni, ter zunanjimi strokovnimi organizacijami. Občinski načrti se izdelajo v tistih občinah, ki so jih nesreče v preteklosti že prizadele oziroma obstaja možnost, da bi v prihodnosti prišlo do njih. Pri izdelavi se mora upoštevati ocena ogroženosti in lastna ocena ogroženosti občine. Medsebojno morajo sosednje občine uskladiti tudi občinske načrte zaščite in reševanja oziroma dokumente za izvajanje nalog zaščite, reševanje ter pomoči ob poplavih, če poplave prizadenejo sosednja območja občin (Ur. l. RS, št. 24/2012).

Na območju Savinjske doline imajo že sprejete občinske načrte zaščite in reševanja ob poplavih občine: Braslovče, Laško Luče, Mozirje, Šentjur, Štore, Tabor in Žalec.

Na naslednji strani je slika 11, ki prikazuje segment poplav in odziv nanje.



Slika 11: Shematski prikaz odziva ob poplavah v občini Braslovče (Občina Braslovče, 2011: 8 str.)

Diplomska naloga je bila glede na klasifikacijo dogodka (vrsto poplave) izdelana za naraščanje vodotokov, poplave in hipne poplave oziroma nenadne poplave.

2.3 Kartiranje poplavne nevarnosti

V tem podglavju bodo opisani predpisi, kateri se nanašajo na poplave, intervencijske karte, poplavni scenariji in uporabljeni programi.

2.3.1 Direktive, pravilniki in zakoni za poplave

Za vodotoke in poplave je bilo sprejetih že nekaj predpisov (direktive, pravilniki, zakoni, podzakonski akti). Leta 2007 je bila v okviru Evropske Unije sprejeta Poplavna direktiva. Določilo Poplavne

direktive je v slovenski pravni red prinesel Zakon o vodah, njegova določila pa so v operativni obliki podali; Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav, in z njimi povezane erozije celinskih voda ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti, Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja idr..

Poplavna direktiva

Poplavna direktiva je dokument, s katerim se znotraj Evropske Unije postavlja skupen okvir za oceno in obvladovanje poplavne ogroženosti s ciljem zmanjševanja škodljivih posledic poplav na zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in gospodarske dejavnosti. Direktiva je skladna z Vodno direktivo (2000/60/EC) in je pomembna dopolnitev zakonodaje o vodah (Metelko Skutnik, 2008).

V Poplavni direktivi se pod pojmom poplava obravnava vse vrste poplav ne glede na izvor (reke jezera, morja itd), območje (urbana, obalna ruralna območja, itd.) in na vzrok za njihov nastanek (neurja, taljenje snega, cunami, itd.). Cilj direktive je zmanjševanje ogroženosti in škodljivih posledic vse pogostejših poplav v Evropski skupnosti ter opredeliti preventivne ukrepe za zmanjševanje posledic podnebnih sprememb. V poplavni direktivi je zapisano, da morajo države članice opredeliti poplavno ogrožena območja, pripraviti karte poplavne ogroženosti in načrte za obvladovanje ogroženosti na tem območju. Vsebuje tudi pomembne obveze za povečanje preglednosti stanja in vključevanje državljanov v postopke priprave načrtov ter čezmejno sodelovanje glede oblikovanja poplavne ogroženosti (Metelko Skutnik, 2008).

Zakon o vodah

Zakon o vodah je bil sprejet julija 2002 in ureja upravljanje celinskih in podzemnih voda, morja ter vodnih in priobalnih zemljišč. Upravljanje z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči obsega varstvo voda, urejanje voda in odločanje o rabi voda. Iz zakona bomo povzeli teme, ki se navezujejo na poplavljanje. Predstavili bomo vodno zemljišče celinskih voda, podrobnejši načrt zmanjševanja ogroženosti pred poplavami in poplavno območje.

Vodno zemljišče celinskih voda je zemljišče, na katerem je celinska voda trajno ali občasno prisotna in se zato oblikujejo posebne hidrološke, geomorfološke in biološke razmere, ki določajo vodni in obvodni ekosistem. Pod vodno zemljišče tekočih voda se smatra osnovna struga tekočih voda, vključno z bregom, do izrazite geomorfološke spremembe. Vodno zemljišče stoječih voda obsega dno stoječih voda, vključno z bregom, do najvišjega zabeleženega vodostaja. Za vodno zemljišče se štejejo tudi opuščene struge in prodišča, ki jih voda občasno še poplavlja, močvirja in zemljišče, ki ga je poplavila voda zaradi posega v prostor (Ur. l. RS, št. 67/2002).

Podrobnejši načrt zmanjševanja ogroženosti pred poplavami mora biti izdelan ali za celotno območje Republike Slovenije ali za posamezna povodja in porečja na podlagi predhodne ocene stanja poplavne ogroženosti in določitve območij poplavne ogroženosti. V programu ukrepov se cilje za zmanjševanje poplavne ogroženosti posameznih poplavnih območij preveri z analizo stroškovne učinkovitosti (Ur. l. RS, št. 67/2002).

Poplavno območje opredeljujejo vodna, priobalna in druga zemljišča, kjer se voda zaradi naravnih dejavnikov občasno prelije izven vodnega zemljišča.

Na poplavnem območju so prepovedane vse dejavnosti in vsi posegi v prostor, ki imajo lahko ob poplavi škodljiv vpliv na vode, vodna ali priobalna zemljišča ali povečujejo poplavno ogroženost območja, razen posegov, ki so namenjeni varstvu pred škodljivim delovanjem voda (Ur. l. RS, št. 67/2002).

Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja

Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja je bila sprejeta v skladu s Poplavno direktivo 2007/60/ES. Uredba določa pogoje in omejitve za posege v prostor in izvajanje dejavnosti na območjih ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, za posege v okolje, ki v primeru poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, za posege v okolje, ki v primeru poplav in z njimi povezane erozije lahko ogrožajo vodno okolje, ter za načrtovanje rabe prostora in preventivnih ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti (Ur. l. RS, št. 89/2008).

Cilji uredbe so zmanjševanje poplavne in erozijske ogroženosti prebivalcev, gospodarskih dejavnosti in kulturne dediščine, v skladu s predpisi o vodah in s predpisi o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami, ohraniti vodni in obvodni prostor, potrebnega za poplavne in erozijske procese ter zagotavljanje okoljskih ciljev na območjih poplav in erozije v skladu s predpisi o varstvu okolja in s predpisi o vodah (Ur. l. RS, št. 89/2008).

Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti

V Pravilniku o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti je opisano določanje območij ogroženih zaradi poplav in z njim povezane erozije celinskih voda in morja:

- način določanja poplavnih in erozijskih območij,
- način razvrščanja zemljišč v razrede poplave in erozijske ogroženosti,
- merila za določanje razredov poplavne in erozijske ogroženosti.

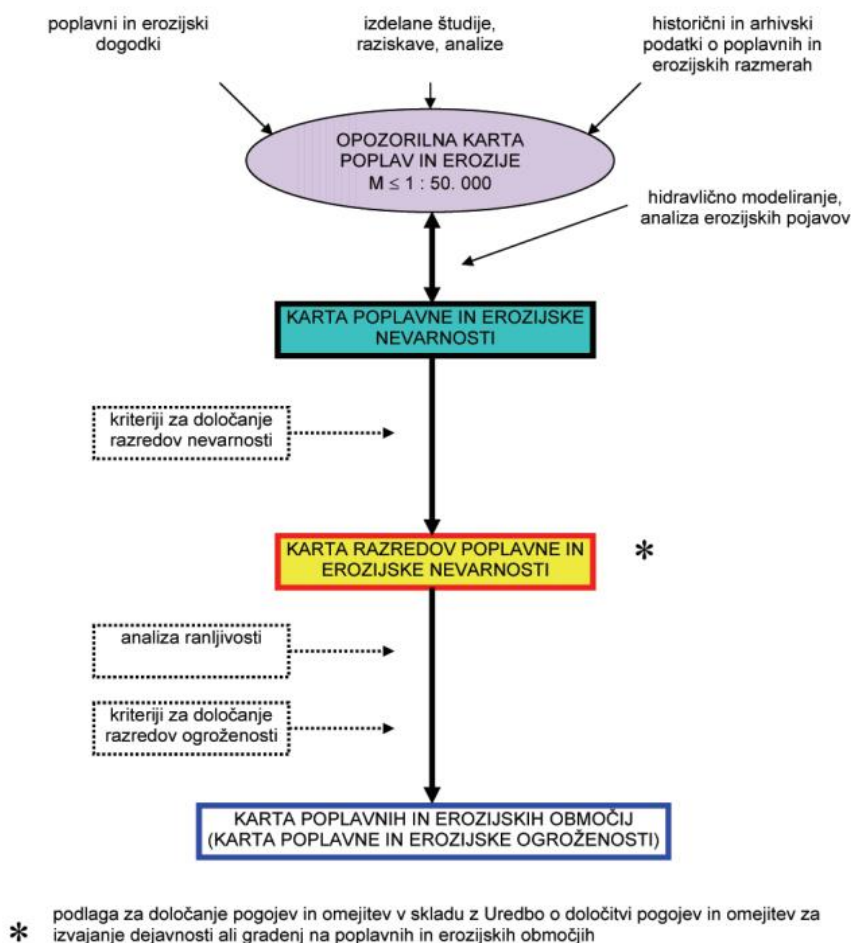
V njem so zapisana določila za določanje in prikazovanje poplavnih in z njimi povezanih erozijskih območij in način razvrščanja zemljišč v poplavne razrede ogroženosti. V pravilniku so zapisane tudi naloge v zvezi z določevanjem poplavnih in erozijskih območij (Ur. l. RS, št. 60/2007).

2.3.2 Določitev in prikaz območij poplavne in erozijske nevarnosti

Določanje poplavnih in erozijskih območij (slika 12) temelji na analizi geografskih in geoloških značilnosti prostora, hidroloških podatkov in značilnosti hidravličnih vodnega toka ob upoštevanju:

- naravnih in antropogenih dejavnikov vodotoka in njegovega povodja ali porečja,
- historičnih in arhivskih podatkov o preteklih poplavnih in erozijskih dogodkih,
- že izdelanih študij, raziskav in analiz poplavnih in erozijskih pojavov,
- meteoroloških in hidroloških podatkov,
- podatkov o škodnih posledicah poplavnih in erozijskih pojavov,
- presoj tveganja za okolje,
- bodočih vplivov na pojav poplav in erozije z upoštevanjem dolgoročnega razvoja in podnebnih sprememb ter drugih značilnosti, pomembnih za poplavne in erozijske dogodke (Ur. l. RS, št. 60/2007).

Določanje teh območij poteka po postopku, ki ga prikazuje slika 12 na naslednji strani.



Slika 12: Shema postopka določitve poplavnih in erozijskih območij (Ur. l. RS, št. 60/2007, priloga 1)

Na opozorilni karti so poleg topografije in rabe tal prikazani tudi podatki:

- o mejni črti možnega obsega poplav oziroma o delu tekočih in stoječih voda ali delu obale morja, kjer je znano, da prihaja do poplav, vključno z oznako smeri poplavljanja.
- o mejni črti možnega obsega erozijskih pojavov oziroma o delu tekočih in stoječih voda ali delu obale morja, kjer je znano, da prihaja do erozije,
- o mestih posameznih poplavnih dogodkov s točkovnimi oznakami in
- s točkovnimi ali linijskimi oznakami posameznih vodnih objektov, kjer lahko nastanejo poplave in erozija zaradi napačnega obratovanja ali porušitve. (Ur. l. RS, št. 60/2007)

Opozorilna karta poplav in erozije vsebuje tudi besedilni del, ki obsega opis poplavnih in erozijskih dogodkov, predvsem tistih, ki bi se lahko v prihodnosti ponovili in v zvezi z njimi, predvsem datum, vir podatkov, opis dogodka in posledic na življenje in zdravje ljudi, okolje, gospodarske in negospodarske dejavnosti, kulturno dediščino ter druge pomembne informacije o razmerah na določenem območju. (Ur. l. RS, št. 60/2007)

Opozorilna karta poplav in erozije lahko, kjer je to smiselno, vsebuje tudi ocene bodočih poplav in erozije ter njihovih posledic na življenje ljudi, okolje, razvoj gospodarskih in negospodarskih dejavnosti z upoštevanjem dolgoročnega načrtovanega razvoja in podnebnih razmer. (Ur. l. RS, št. 60/2007)

Meje območij poplavne in erozijske nevarnosti se pri različnih pretokih ali gladinah označijo različno. Pretoki Q_{100} ali gladine G_{100} se na kartah poplavne nevarnosti prikažejo s črto črne brave, pretoki Q_{10} in Q_{500} ali gladine G_{10} in G_{500} pa se prikažejo s prekinjeno črto črne barve (Ur. l. RS, št. 60/2007).







Karte poplavnih nevarnosti se izdelajo za geografska območja, na katerih pride do poplav. Med poplave se prištevajo poplave z majhno verjetnostjo nastanka oziroma poplave, katere so posledica izrednih dogodkov, poplave s srednjo verjetnostjo nastanka, kar pomeni z 1% verjetnostjo nastanka ter poplav z veliko verjetnostjo nastanka. Za vsako vrsto poplav je potrebno prikazati njen obseg, globino vode ali višino gladine vode in hitrost toka ali ustrezen pretok vode (Ur. l. RS, št. 60/2007).

Območja poplavne nevarnosti se na podlagi meril, ki razvrščajo moč poplavnega toka pri enaki verjetnosti nastanka dogodka, razvrstijo v razrede poplavne nevarnosti, pri čemer je delujoče tisto merilo, ki izkazuje največji razred nevarnosti.

Na podlagi meril se določijo razredi poplavne nevarnosti:

- razred velike nevarnosti, kjer je pri pretoku Q_{100} ali gladini G_{100} globina vode enaka ali večja od 1,5m oziroma je zmnožek globine in hitrosti vode enak ali večji od 1,5 m²/s.
- razred srednje nevarnosti, kjer je pri pretoku Q_{100} ali gladini G_{100} globina vode enaka ali večja od 0,5m in manjša od 1,5m oziroma je zmnožek globine in hitrosti vode enak ali večji od 0,5m²/s in manjši od 1,5m²/s oziroma, kjer je pri pretoku Q_{10} ali gladini G_{10} globina vode večja od 0,5m.
- razred preostale nevarnosti, kjer je pri pretoku Q_{100} ali gladini G_{100} globina vode manjša od 0,5 m oziroma je zmnožek globine in hitrosti vode manjši od 0,5m²/s in
- razred zelo majhne nevarnosti, kjer poplava nastane zaradi izrednih naravnih ali od človeka povzročenih dogodkov (npr. izredni meteorološki pojavi ali poškodbe ali porušitve proti poplavnih objektov ali drugih vodnih objektov) (Ur. l. RS, št. 60/2007).

Karta poplavne in erozijske nevarnosti

globina (pri pretoku Q_{100})	globina * hitrost (pri pretoku Q_{100})
 < 0,5 m	 < 0,5 m ² /s
 0,5 m do 1,5 m	 0,5 m ² /s do 1,5 m ² /s
 > 1,5 m	 > 1,5 m ² /s
velja za vsa območja	velja za območja, kjer so hitrosti večje ali enake 1,0 m/s

$v < 1$	območja, kjer so hitrosti manjše od 1,0 m/s
--- Q500 ---	meja območja pri pretoku Q_{500}
— Q100 —	meja območja pri pretoku Q_{100}
--- Q10 ---	meja območja pri pretoku Q_{10}

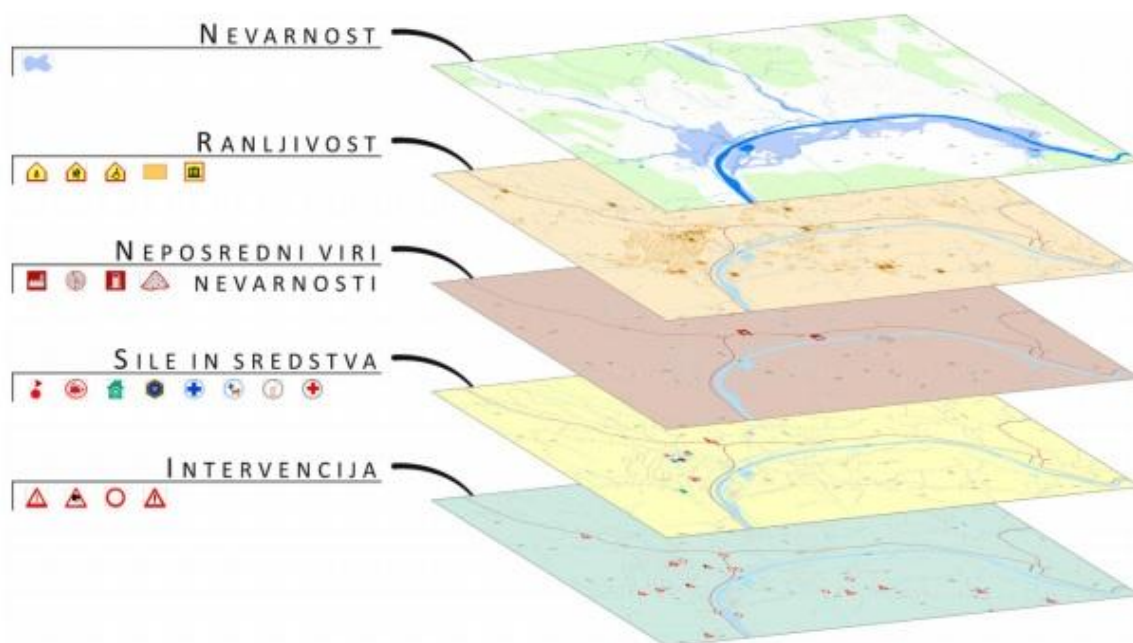
Slika 13: Legenda oznak na kartah poplavne in erozijske nevarnosti (Ur. l. RS, št. 60/2007, priloga 1)

Glede na te kategorije je treba razmišljati o intervencijskih ukrepih, ko je globina vode višja od 0,5 metra.

2.3.3 Intervencijske karte za ukrepanje ob poplavih

Za večino poplavnih območij v Sloveniji so izdelane Karte poplavnih nevarnosti in Načrti zaščite in reševanja ob poplavih. Vsaka karta pa vsebuje različne vsebine z različnimi podatki. Ob intervencijskih situacijah je zamudno iskanje vseh potrebnih podatkov, zato so bile za hitrejšo reagiranje na poplavne dogodke izdelane intervencijske karte. Intervencijske karte so tako nastale z združitvijo podatkov iz Kart poplavnih nevarnosti in Načrtov zaščite in reševanja ob poplavih ter predstavljajo vse pomembne podatke za intervencijo (Monitor II, 2012).

Intervencijska karta mora vsebovati podatke o nevarnosti, ranljivosti, neposrednih virih nevarnosti, razpoložljivih silah in sredstvih zaščite in reševanja ter predvidene intervencijske ukrepe, ki so prikazani na tematskih slojih (slika 14).



Slika 14: Prikaz plasti intervencijske karte (Monitor II, 2012: 28 str.)

Podatke o poplavni nevarnosti predstavljajo obseg območij poplavne nevarnosti, globina vode, potek glavnih hitrosti na poplavnem območju, o sili vodnega toka (določena kot zmnožek globine in hitrosti) itd. in so spremenljivi glede na različne poplavne scenarije. Scenariji ob dogajanju ob poplavah so lahko izdelani glede na naravne dogodke z različnimi verjetnostmi nastanka, za različne vplive na okolje ali pa na antropogene poplavne dogodke. Pod antropogene poplavne dogodke smatramo dogodke kot so porušitev visokovodnega nasipa, jezov v strugi, porušitev pregrad, itd.

Sloj neposrednih virov nevarnosti predstavlja lokacije objektov in predelov, ki predstavljajo potencial nevarnosti ter bi lahko povzročili še dodatno škodo in nevarnost. To so razne tovarne, ki uporabljajo ali izdelujejo kemična sredstva, komunalna čistilna naprava, bencinska črpalka, deponija itd.

Na sloju "Ranljivost" so prikazane lokacije ranljivih objektov in predelov - s poudarkom na tistih, ki so visoko ranljivi. Med ranljive objekte spadajo varstveno-delovni center, izobraževalne ustanove, vrtec, stanovanjske stavbe, infrastruktura, kulturna dediščina.

Podatke o silah in sredstvih zaščite in reševanja ob poplavah predstavljajo vsi človeški in materialni viri, objekti, ipd., ki so na voljo za zaščito in reševanje v primeru poplave (tudi pogodbeni izvajalci ukrepov). Na tej karti so prikazani štab civilne zaščite, gasilski dom, zdravstveni dom, bolnišnice, začasna namestitvev evakuirancev, veterinarska ordinacija, policijska postaja, podjetje za vzdrževanje in obnovo cest, humanitarne organizacije, razni informativni mediji idr.

Na sloju "intervencija" so prikazani predvideni intervencijski ukrepi. To so ukrepi, ki jih bodo morale izvesti sile civilne zaščite ob poplavah in jih lahko predvidimo, vnaprej na podlagi sinteze podatkov o nevarnosti, ranljivosti in dodatnih nevarnosti. Prikazani so kritični mostovi, kritični cestni prepusti,

obvozne poti, zapore cest, lokacije, kjer je bilo ob preteklih dogodkih že treba intervenirati ter odrezana območja, za katere je treba zagotoviti dostop ob nujnih primerih (Monitor II, 2012).

Pri izdelavi posameznih slojev se uporabljajo tudi grafični simboli, ki morajo biti sporočilni, prepoznavni, razširjeni v različnih strokah in med ljudmi ter enoznačni (tj. enopomenski) da ne pride do napačne ali neustrezne interpretacije. Del simbolov, ki se uporabljajo pri kartah je že standardiziranih, nekatere je pa potrebno še dodatno izdelati (Monitor II, 2012).

2.3.4 Poplavni scenariji

Scenarij je osnova vsake dejavnosti za obvladovanje ali za vsako zmanjševanje tveganj. Predstavlja opis poteka pričakovanih dogodkov, ki ga tvori serija smiselnih in verjetnih predpostavk o pričakovanem nevarnem dogodku in njegovih vplivov na okolje. Predpostavke se navadno nanašajo na parametre dogodkov (npr. intenziteta padavin), pričakovani oz. predpostavljeni potek dogodkov (npr. dinamika poplavljanja) in lastnosti izpostavljenih objektov (npr. meja porušitve zaščitnih objektov) (Monitor II, 2012).

Opis scenarija mora biti zgoščen in čim bolj standardiziran, kar omogoča hiter dostop do pomembnih informacij. Scenarij mora vsebovati podatke o poteku dogodka, posameznih situacijah dogodka, o sprožilnih dogodkih in informacije o identifikaciji dogodka, na podlagi katerih je mogoče prepoznati, kateri izmed pred-pripravljenih scenarijev najbolje opisuje dejanski dogodek v naravi. K scenariju, ki je prikazan na karti nevarnosti, je potrebno priložiti tudi njegov opis in vse podporne izračune oziroma analize. Poleg opisa scenarija in pripadajoče karte, bi bil smiseln tudi dodatek o opisu primernih intervencijskih ukrepov, ki jih je potrebno izvesti ob nastopu dogodka, ki ga opisuje scenarij. Opisi intervencijskih ukrepov naj bi bili za hitrejše ukrepanje, kratki in jedrnat. Na scenarijih naj bodo označene kritične točke, na katerih je potrebno hitro urediti opazovanje dogodka oziroma intervenirati (mostovi, prepusti) v primeru zamašitve s plavjem (Monitor II, 2012).

Na naslednji strani se nahaja slika 15, ki prikazuje standardiziran opis scenarija nenadnih poplav s pomembnimi parametri dogodka.

NENADNE POPLAVE (HUDOURNIŠKI IZBRUH)					
vzroki in sprožila	intenzivne padavine		zamašitev prepustov ali mostnih odprtin		porušitev ali prelivanje naravnih ali zaščitnih nasipov
tip procesa	pretok vode		pretok vode in plavin		drobirski tok
pomembni parametri	volumen	globina	hitrost	vsebnost plavin	
možnost napovedovanja / opazovanja	vremenske napovedi		količina in trajanje padavin, vodostaj na vodomernih postajah		globina vode, globinska in bočna erozija na opazovalnih točkah
pričakovan čas do nevarnosti	z napovedovanjem	brez napovedovanja	z upoštevanjem obstoječih zaščitnih ukrepov	z upoštevanjem porušitve obstoječih zaščitnih ukrepov	
kritične točke	kritične točke (npr. reaktivacija plazuj)		opazovalne točke (npr. gladina vode pod mostovi)		intervencijske točke (npr. zamašeni prepusti ali mostovi)

Slika 15: Primer standardiziranega opisa scenarija s pomembnimi parametri dogodka (Monitor II, 2012: 23 str.)

Velika prednost uporabe scenarijev, in predvsem kart, izdelanih za posamezne scenarije, je njihova uporabnost pri odločanju. Pregleden način prikaza situacije s karto in opisom dogodka, izpostavljenih objektov in dejavnosti ter predlogi za izvajanje intervencij pomaga intervencijskim službam, da lahko v kratkem času izberejo prave odločitve - hitro odločanje pa je potrebno predvsem v primeru hitro potekajočih nevarnih dogodkih. Poleg tega predhodno pripravljene in analizirane nabor več scenarijev omogoča boljšo pripravo na nevarne dogodke in tudi boljše ukrepanje ob dogodku. Opazovanja intervencijskih služb so usmerjena glede na vsebine scenarijev (kaj bi lahko šlo narobe in kaj so opozorilne vrednosti), povratne informacije pa služijo za pošiljanje intervencijskih enot na tista mesta, kjer je intervencija najbolj (ali najprej) potrebna. V običajnem postopku zaščite, reševanja in pomoči, se aktivnosti pogosto začnejo po tem, ko nevarni procesi že povzročajo škodo. Z uporabo informacij o verjetnih procesih in predvidenih ukrepih pa se lahko s pravočasnim in primernim ukrepanjem škodo zmanjša ali celo prepreči. (Monitor II, 2012)

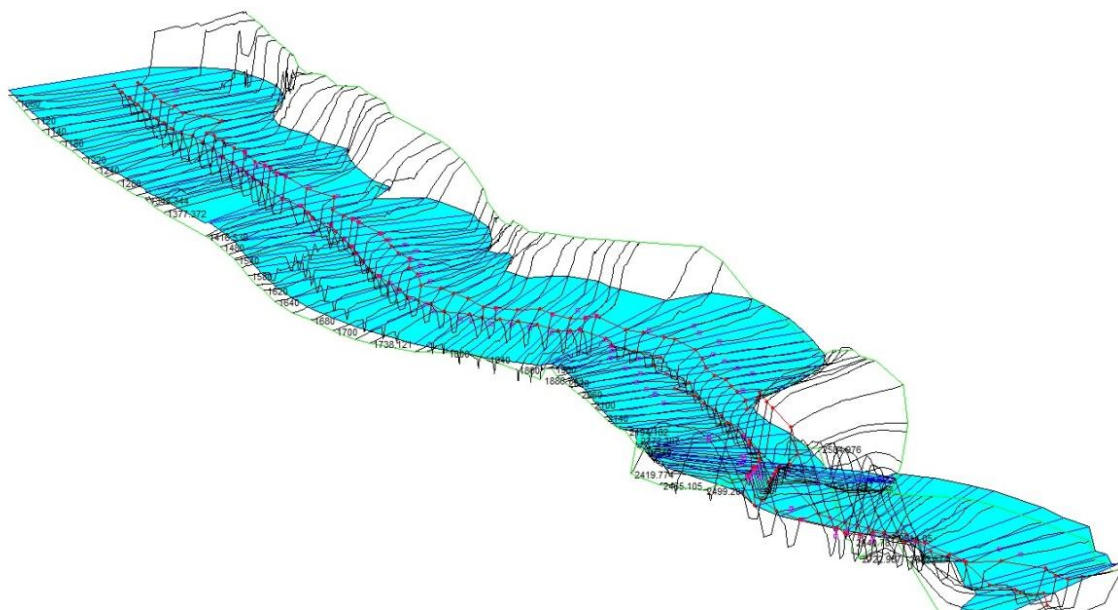
2.3.5 Hidravlično modeliranje in programska oprema

S pomočjo hidravličnega modeliranja ob uporabi ustreznih programov lahko izrišemo različne karte, katere nam prikazujejo grafične podatke o vodotokih in poplavnih površinah. V diplomskem delu bosta na kratko opisana programa HEC –RAS in ArcGIS ter programska orodje v ArcGIS-u, ki nudi povezavo med dvema programoma. S programom HEC –RAS se na podlagi podanih prečnih profilov, robnih pogojev in danega pretoka lahko izračuna potek gladin, hitrosti ipd. in prikaže rezultate za izbrani vodotok. V ArcGIS-u pa se izračunani rezultati prikažejo v prostoru in povežejo z drugimi

prostorski podatki. Tako se lahko izdelajo različne karte, v našem primeru so to intervencijske karte.

HEC –RAS

Računalniški program HEC – RAS se uporablja za hidravlično modeliranje naravnih vodotokov in kanalov. HEC – RAS je bil razvit na pobudo ameriškega ministrstva za obrambo, Army Corps of Engineers. River Analysis System (RAS) je razvil Hydrologic Engineering Center (HEC) v pomoč inženirjem vodarstva za analizo toka v kanalu in določitev poplavnih območij (Jokanovič, 2010). Hidravlični izračun je enodimenzionalen. Z njim lahko modeliramo tako stalni kot tudi nestalni tok s prosto gladino. V HEC – RAS –u lahko vodotoku za natančnejše izračune upoštevamo tudi pripadajoče objekte (mostove, prepuste itd.). Na natančnost izračunov vplivajo tudi Manningovi koeficienti hrapavosti. Določijo se za strugo vodotoka in poplavne površine. Pri strugi vodotoka se Manningov koeficient hrapavosti določi glede na različne lastnosti, npr. poraščenost struge oziroma kanala. Manningov koeficient hrapavosti se za poplavne površine določi glede na dejansko rabo zemljišč (gozdovi, polja, travniki, itd.). Program HEC –RAS na poda izračune v grafični obliki (slika 16) in v obliki tabel.



Slika 16: Primer prikaza struge vodotoka z upoštevanimi prečnimi prerezi in izračunano vodno gladino pri izbranem pretoku v HEC – RAS –u

V HEC –RAS – u lahko izbiramo med štirimi robnimi pogoji, glede na hidravlične razmere v začetnem računskem prerezu:

- Znana višina vodne gladine – pri tem robnem pogoju moramo vnesti znano višino vodne gladine za vsak profil posebej.

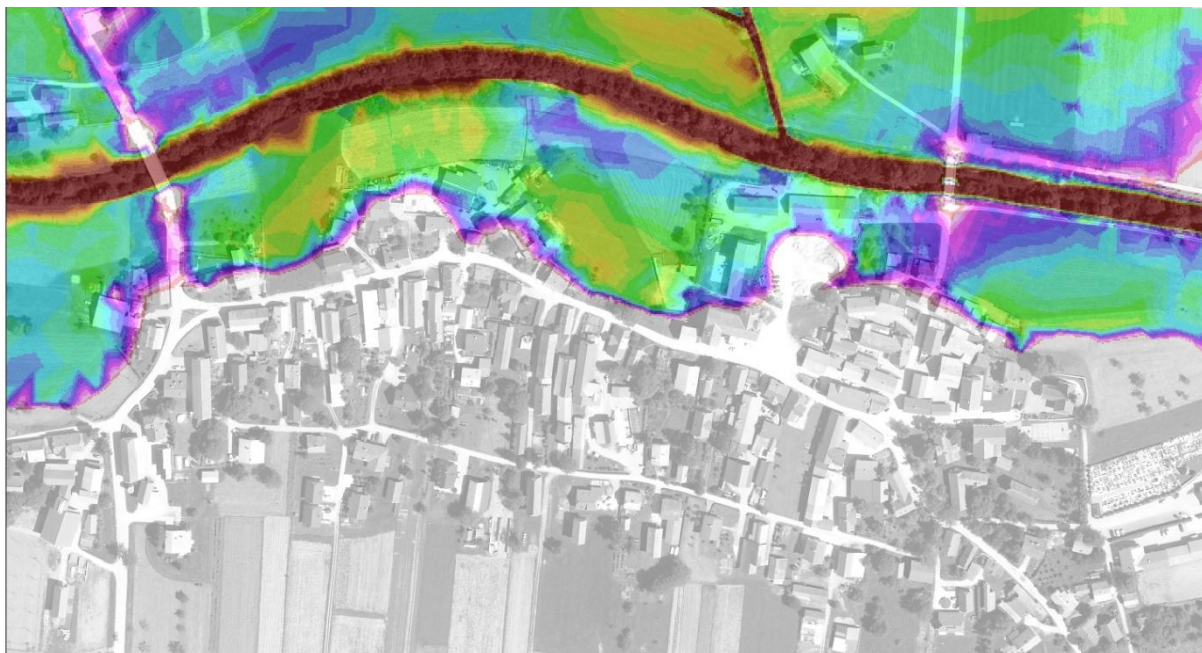
- Kritična globina – pri tej vrsti robnega pogoja ni potrebno vnesti nobenega drugega podatka. Program bo sam izračunal kritične globine za merodajne profil ter to uporabil kot robni pogoj.
- Normalna globina – za ta robni pogoj je potrebno vnesti naklon energijske črte dolvodno od računskega odseka, ki se bo uporabil pri izračunu kote vodne gladine ob upoštevanju Manningove enačbe na izbrani lokaciji. Naklon energijske črte lahko nadomestimo z vnosom povprečnega naklona struge ali povprečnega naklona vodne gladine v bližini prečnega prereza.
- H/Q krivulja - če je izbrana ta vrsta robnega pogoja, se prikaže pojavno okno, ki omogoča vnos podatkov za H/Q krivuljo. Za posamezni računski pretok nato dobimo višino vodne gladine z interpolacijo med točkami krivulje, ki smo jih vnesli. (Jokanovič,2010).

ARCGIS

Program ArcGIS je razvil ameriški inštitut Environmental Systems Research Institute (ESRI), ki ga je leta 1969 ustanovil zakonski par Dangermond kot majhno raziskovalno skupino, ki bo osredotočena na načrtovanje rabe zemljišč. Prvotno poslanstvo podjetja je bilo organiziranje in analiziranje geografskih informacij, katere bi bile v pomoč načrtovalcem zemljišč in upravljavcem virov za premišljene okoljske odločitve. Program ArcGIS nam omogoča izdelavo in uporabo različnih kart, zbiranje geografskih podatkov, analiziranje preslikanih podatkov, delitev in odkrivanje geografskih informacij, uporaba kart in geografskih informacij v različnih aplikacijah ter upravljanje geografskih informacij v bazi podatkov. Intervencijske karte smo izdelovali v ArcMap-u. Dobljene terenske podatke smo s pomočjo 3D Analyst pretovorili v TIN. Na podlagi izrisanega TIN-a smo umestili reko Bolsko v prostor. Za določanje obsega poplavljanja reke Bolske v prostoru smo uporabili programsko orodje HEC – GeoRAS (slika 17).

HEC-GeoRAS

HEC-GeoRAS je razširitev programa ArcGIS za geografsko analizo rek. Omogoča pripravo prostorskih podatkov za hidravlično obdelavo s programom HEC – RAS, v katerem dopolnimo manjkajoče hidravlične podatke in naredimo izračune. Izračune najprej analiziramo v HEC-RAS-u nato pa jih prenesemo nazaj v HEC-GeoRAS, ki nam omogoča kartiranje poplavnih površin. Poleg bolj natančnega zapisa rečnega sistema in poplavnih območij v 3D obliki, nam nudi tudi možnost izrisa mreže izobat (linije, ki povezujejo točke z enako globino vode) in izotah (linije, ki povezujejo točke z enako hitrostjo vode). Na ta način lahko dobimo globino oziroma hitrost vode v poljubni točki rečnega korita in poplavnih območij ter izvedemo različne simulacije procesov zaradi poplavnih tokov. (Rak, 2006)



Slika 17: Prikaz obsega poplav v HEC – GeoRas-u

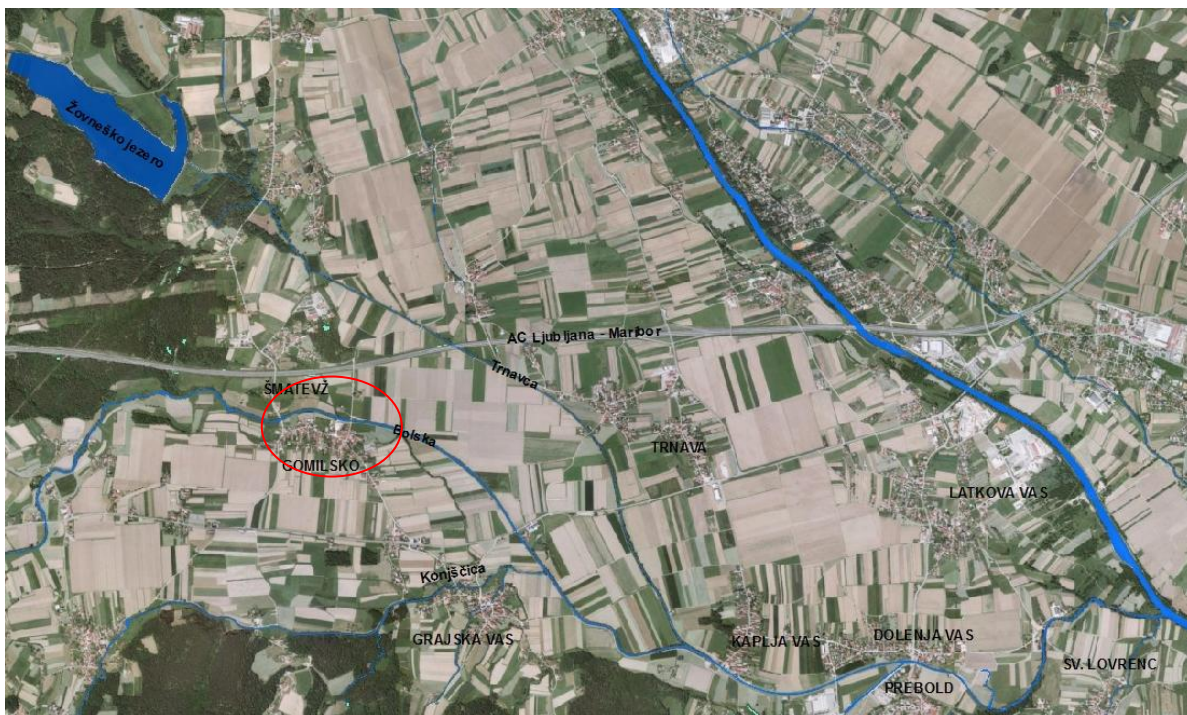
HEC-GeoRAS uporabljamo z razširitvama: ArcGIS Spatial Analyst in 3D Analyst. Zasnova prostorske podatkovne baze podpira analizo prostorskih podatkov za hidravlično modeliranje in kartiranje poplavnih območij. Rezultati analiz GeoRAS se lahko poleg kartiranja poplavnih območij uporabijo tudi za izdelavo opozorilnih kart pred poplavami kot strokovne podlage za boljšo pripravljenost in ukrepanje.

3 OBRAVNAVANO OBMOČJE IN VHODNI PODATKI

Podrobneje bo predstavljeno obravnavano območje ter način pridobivanja podatkov, ki so potrebni za izdelavo intervencijskih kart.

3.1 Opis obarvanega območja

Obravnavano območje (slika 17) se nahaja v občinah Braslovče in Prebold, v Spodnji Savinjski dolini. Občini povezuje reka Bolska, ki se v Latkovi vasi izliva v reko Savinjo. Na samem sotočju Bolske in Savinje ne prihaja do pogostih poplav. Savinja na obravnavanem območju redko prestopi svoje bregove, na tem območju predvsem poplavlja reka Bolska. Vsakoletne poplave se zgodijo na odseku Bolske od Gomilskega do vključno Kaplje vasi. V krajih Gomilsko, Trnava in Kaplja vas vsakoletne poplave naredijo škodo na zgradbah, cestah in kmetijskih površinah. V Grajski vasi pa reka Bolska poplavi samo kmetijske površine.



Slika 18: Obravnavano območje (Atlas okolja) – podrobno je obdelan označen odsek ob Bolski

Porečje Bolske se razprostira na 190,3 km² v izrazito prehodnem območju v Osrednji Sloveniji. Reka leži med osrednjim severnim delom Posavskega hribovja in južnim, jugovzhodnim in vzhodnim pobočjem visokih predalpskih kraških planot ter v jugozahodnem delu Celjske kotline. Reka Bolska izvira severozahodno od Trojan na nadmorski višini 815 metrov na pobočjih med dvema hribovema Rezanca in Javorje ter se pod Latkovo vasjo kot desni pritok izliva v reko Savinjo pri nadmorski višini

264 metrov. Predstavlja osrednjo arterijo zbirnih voda za obsežno območje iz goratega in kraškega sveta med Celjem in Ljubljano. Dolžina Bolske je 32 km. Povprečni padec reke Bolske je 17,2‰ - 13,8‰. V ravninskem predelu se povprečni naklon giblje med 4‰ do 6‰. Zgodnji del Bolske ima hudourniški značaj s povprečnim naklonom 32,3‰ ali več. Skoraj vsi njeni desni pritoki imajo hudourniški značaj. Pritoki reke Bolske so Motnišnica, Merinščica, Zaplaninščica, Kučnica, Konjščica, Reka in Trnavca (Natek, 1995).

Bolska teče skozi Ločico pri Vranskem, skozi Vransko, Pondor, Kaplo, Gomilsko, Trnavo, Grajsko vas, Kapljo vas (slika 18), Dolenjo vas, Prebold, Sveti Lovrenc in skozi Latkovo vas.



Slika 19: Bolska v Kaplji vasi

Pomemben pritok Bolske, ki zmanjšuje poplavljanje krajev od Kaplje vasi do sotočja Bolske in Savinje je potok Trnavca. Trnavca izvira na območju Dobrovelj in se izliva v reko Bolško pred Kapljo vasjo. Vodotok Trnavca je zajezen že v svojem gornjem toku. Z zaježitvijo Trnavce je nastalo Žovneško jezero (slika 19), ki je veliko 42 ha in globoko 9,75m (Firbas, 2001). 10 m visoka in 332 m dolga pregrada je bila preko celotne doline izvedena že leta 1978 (slika 20). Za pregrado se akumulirajo dotekajoče vode Trnavce in njenih pritokov. Celoten razpoložljivi volumen pregrade znaša 1.4 Mm³. Osnovni namen Žovneškega jezera je zadrževanje vode za potrebe namakanja okoliških kmetijskih površin, predvsem hmeljišč. Po dolini so speljani cevovodi z vodo iz jezera. V sušnih mesecih se s pomočjo zapornice zagotavlja minimalni pretok v strugi. Žovneško jezero delno služi tudi kot zadrževalnik visokih voda. Pretok Trnavce se kontrolira preko izpustnega objekta, ki je vezan na iztočno cev (talni izpust premera 80 cm). Na levem bregu Žovneškega jezera je izveden 14,5m dolg bočni preliv preko katerega visoke vode odteka z območja akumulacije (Židarič, 2014).

Z zaježitvijo potoka Trnavce oziroma z regulacijo njenega pretoka se preprečuje poplavljanje same Trnavce ter pogoste poplave v krajih ležečih dolvodno od sotočja Trnavce in Bolske.



Slika 20: Žovneško jezero



Slika 21: Pregrada Žovneškega jezera

3.2 Pridobivanje podatkov

Podatke o poplavah na obravnavanem območju smo pridobili od gasilskih društev (Gomilsko, Trnava, Grajska vas, Kaplja vas, Prebold – Dolenja vas, Latkova vas) in na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO), izpostava Celje. Gasilci so mi podali podatke o intervencijah ter obsegu in pogostosti poplav. Z njimi smo se dobili v posameznih krajih, kjer so nam pokazali na samem terenu in kartah območje poplavljanja Bolske v njihovem kraju. Na Agenciji Republike Slovenije za okolje sem dobila podatke o povratnih dobah.

3.2.1 Nevarnost

Podatke o nevarnosti predstavljajo podatki o obsegu območij poplave, globina voda, potek glavnih hitrosti poplavnih območij, itd. Pridobili smo podatke o povratnih dobah reke Bolske (Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{25} , Q_{50} in Q_{100}), ki so bile izračunane za reko Bolsko in njene pritoke na Inštitutu Republike Slovenije za vode. Na podlagi podatkov o pretokih različnih povratnih dob se lahko določi obseg poplav in globina vode. Podatki o nevarnosti poplav so izbrani za izdelavo Kart poplavnih nevarnosti.

3.2.2 Ranljivost

Na obarvanem območju prihaja do poplav cestne infrastrukture, stanovanjskih stavb itd., predvsem so poplavljeni objekti, ki ležijo ob reki Bolski. Doslej niso bili poplavljeni nekateri ranljivi objekti (vrtec, izobraževalne ustanove itd.). Vrtec in osnovna šola se nahajata v vasi Trnava, Gomilsko in v Preboldu, vendar poplave ne segajo do tja. Na tem območju reka Bolska ne poplavni stavb kulturne dediščine.

Večje poplave pa v Preboldu poplavijo tovarno Odelo, trgovino Tuš in pekarno Peternel. Pogoste poplave v Gomilskem poplavijo podjetje, ki se ukvarja s strojnim ključavničarstvom ter garaže s stroji za gradbeno mehanizacijo. Na obravnavanem območju ne prihaja do večjih motenj oskrbe s komunalnimi storitvami. Pitno vodo je potrebno prekuhavati ob pojavu obilnejšega ali večdnevnega deževja. Na tem območju se ne nahaja nobena komunalna čistilna naprava. Oskrba z elektriko se prekine samo v primeru poplavljenih hiš. Podatke o ranljivosti se zbira za izdelavo oziroma posodabljanje Načrta zaščite in reševanja ob poplavah.

3.2.3 Intervencija

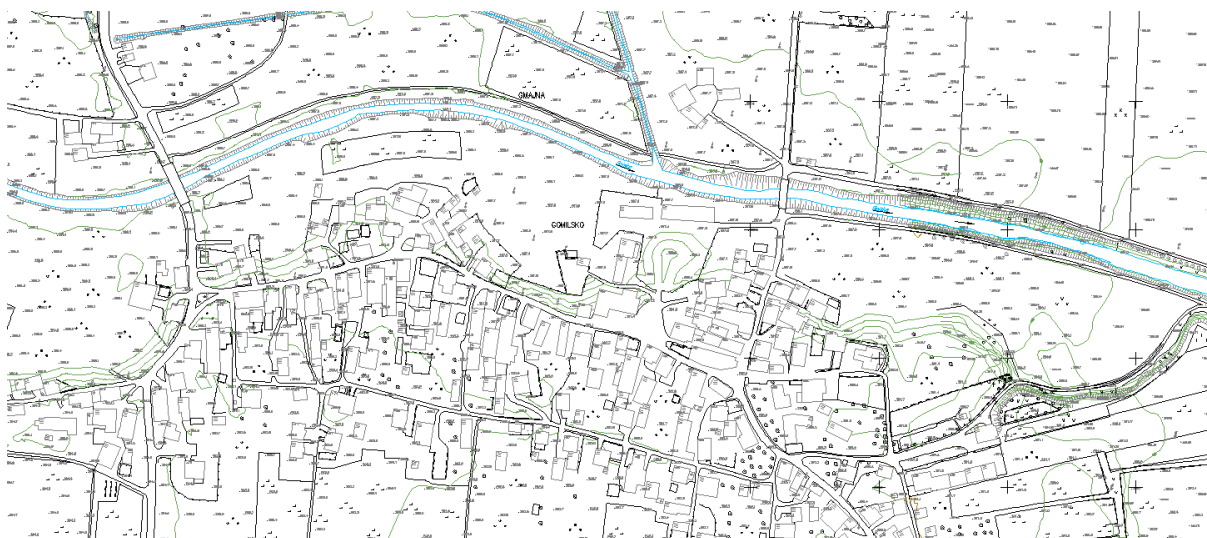
Podatke o posredovanju intervencijskih služb na obravnavanem območju smo pridobili od gasilcev. Na tem območju prihaja do poplavljanja lokalnih in glavnih cest. Gasilci zaprejo poplavljenosti cestišča in uredijo obvozne poti. Leta 2007 so imeli v Trnavi probleme zaradi zamašenih cestnih prepustov. Bolska je zaradi navedenega poplavljala zemljišča ob regionalni cesti Celje –Ljubljana vse do Šentruperta. Prelivala se je tudi čez potok Trnavco.

4 IZDELAVA INTERVENCIJSKIH KART

Intervencijske karte so se izdelale za kraj Gomilsko, saj so poplave v tem kraju najbolj obsežne (poplavljenih je več objektov v primerjavi z ostalimi kraji) in se pojavljajo skoraj vsako leto, za kraj Gomilsko pa smo pridobili tudi največ podatkov (topoloških in hidroloških). Intervencijske karte so izdelane s pomočjo programov HEC-RAS in ArcMap.

4.1 Priprava podatkov za izdelavo kart

Za izdelavo intervencijskih kart potrebujemo različne podatke. Osnovni podatki so topološki in hidrološki podatki. Topološke podatke v diplomskem delu predstavlja geodetski posnetek terena (slika 21). Geodetski posnetek Bolske je posnet za območje Gomilskega do sotočja Trnavce in Bolske. Pridobili smo ga od podjetja IZVO – R, d.o.o. v dwf datoteki.



Slika 22: Geodetski posnetek

Hidrološke podatke - povratne dobe - smo pridobili na Agenciji Republike Slovenije za okolje, izpostavi Celje. Povratne dobe za Bolsko je izračunal Inštitut za vode Republike Slovenije.

Podatke o intervencijah smo pridobili od poveljnika Gasilskega društva Gomilsko. Skupaj z njim smo se odpravili na teren, kjer nam je pokazal območje poplavljanja. Kasneje je poveljnik na zemljevidu, ki je bil natisnjen iz Atlasa okolja, narisal obseg pogostih poplav, katere se zgodijo vsako leto in obseg območja večje poplave, ki se je zgodila v zadnjih letih. Ti podatki so dragoceni za oceno zanesljivosti 1D hidravličnih izračunov.

Za natančne izračune poplav v programu HEC – RAS smo potrebovali tudi podatke o lastnostih oziroma o zaraščenosti struge in dejanski rabi zemljišč. Ob upoštevanju teh podatkov smo določili Manningove koeficiente hrapavosti. Manningove koeficiente hrapavosti se običajno določi ločeno za strugo in poplavne površine. Glede na poraščenost struge smo vzeli vrednost Manningovega koeficienta hrapavosti 0,045 (slika 23). Za poplavne površine smo upoštevali dejansko rabo zemljišč. Za določevanje dejanske rabe zemljišč nam je bil v pomoč ortofoto posnetek. Ob sami strugi se pojavljajo travniki in polja. Za posamezen prečni profil vodotoka smo na podlagi ortofoto posnetka določili ustrezen Manningov koeficient (glede na rabo zemljišč) za levo in desno poplavno območje. Za travnike smo uporabili vrednost 0.035, za polja pa vrednost 0.050. Predpostavljali smo, da kmetje to leto na poljih gojijo koruzo.



Slika 23: Bolska v Gomilskem

4.2 Obravnava poplavnih scenarijev

Izdelali smo 5 poplavnih scenarijev, in sicer za povratne dobe Q_2 , Q_5 , Q_{20} , Q_{25} in Q_{50} (preglednica 1). Scenarije s temi povratnimi dobami sem si zbrala zato, ker podatki o obsegu poplav za te povratne dobe niso dostopni na spletu, so pa zaradi pogostejšega poplavljanja pomemben podatek za zaščito in reševanje. Za povratne dobe Q_{10} , Q_{100} in Q_{500} so že izdelane Karte poplavnih nevarnosti in jih lahko najdemo na spletni strani Atlas okolja.

Scenarij	1	2	3	4	5
Povratna doba	Q_2	Q_5	Q_{20}	Q_{25}	Q_{50}
Pretok (m^3/s)	67	96	142	149	172

Preglednica 1: Povratne dobe s pretoki (Inštitut za vode)

Na vsaki intervencijski karti je za posamezen scenarij prikazan obseg in globina vode. Na podlagi obsega poplav so se določili poplavljeni objekti, kateri so se ločili glede na namembnost (stanovanjski in gospodarski objekti). Vsaka intervencijska karta vsebuje podatke o priporočenem zbirališču ljudi ob pojavu poplav, o lokaciji šole, vrta, gasilskem domu, namestitvi evakuirancev, preskrbi s hrano, humanitarni pomoči ter o zaporah cest in prometno odrezanih poteh. Zapore cest in prometno odrezane poti so se določile glede na poplavljanje Bolske. Ob pojavu poplav bi se evakuirance namestilo v kulturni dom v Gomilskem. Humanitarna pomoč bi se nudila v bližnji cerkvi. Dodali smo dodatno informacijo o oskrbi s hrano v času poplav. Oskrbo s hrano bi intervencijskim službam in prebivalcem iz poplavljenih objektov nudila lokalna gostila ali osnovna šola. Simboli na naših kartah so bili izdelani v skladu s simboli iz intervencijskih kart izdelanih v Monitorju II. Simbol za oskrbo s hrano smo izbrali iz kataloga simbolov v ArcMapu.

V nadaljevanju bodo podrobneje opisani le scenariji 1, 2, 3 in 5, na podlagi risbe o obsegu poplavljenosti.

Scenarij 1

Pri scenariju 1 smo vzeli povratno dobo 2 let s pretokom $67 m^3/s$. Pri tej povratni dobi reka Bolska v Gomilskem poplavi malo zemljišč in objektov. Poplavljena sta dva travnika in štiri polja. Ogroženi so trije objekti, ena stanovanjska hiša ter dva gospodarska objekta. V enem se nahaja podjetje, ki se ukvarja s strojnimi ključavničarstvom. Škode pri tej povratni dobi so majhne.

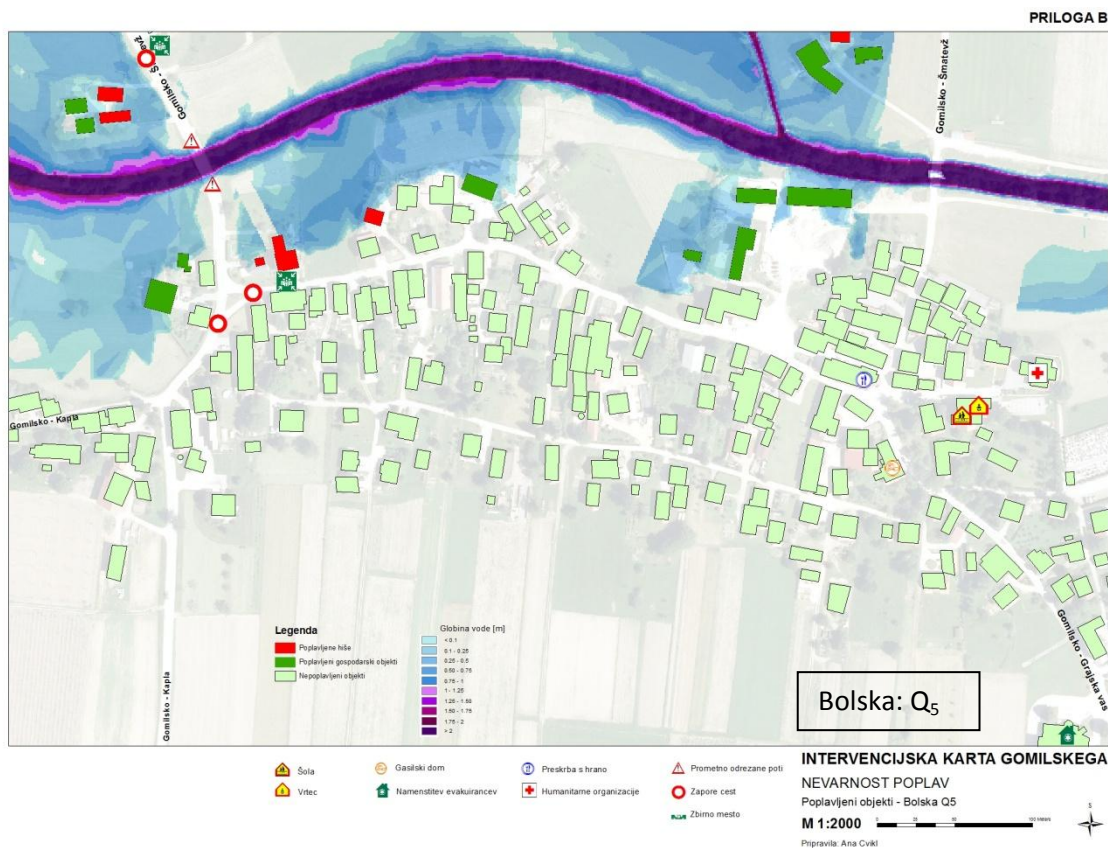


Slika 24: Scenarij 1 – razmere pri povratni dobi Q_2

Pri tej povratni dobi lahko prihaja do občasnih zapor glavne ceste Gomilsko – Šmatevž – Braslovče zaradi vode na vozišču. Obvoz je urejen po lokalni cesti Gomilsko – Šmatevž – Zakl. Zbirno mesto za poplavljenе stanovalce je pri križišču treh cest.

Scenarij 2

Scenarij 2 predstavlja povratna doba 5 let. Poplave so pri tej povratni dobi že obsežnejše. Pretok Bolske je $96 \text{ m}^3/\text{s}$. Poplavljenih je 17 objektov, od tega 6 stanovanjskih objektov. Poleg podjetja, ki se ukvarja s ključavničarstvom, Bolska poplavi garaže v katerih so stroji z gradbeno mehanizacijo. Poplavljenih je tudi več kmetijskih zemljišč. Škoda je že večja, saj so poplave obsežnejše in je višina vode v poplavljenih objektih seveda višja od višine vode za povratno dobo 2 let.

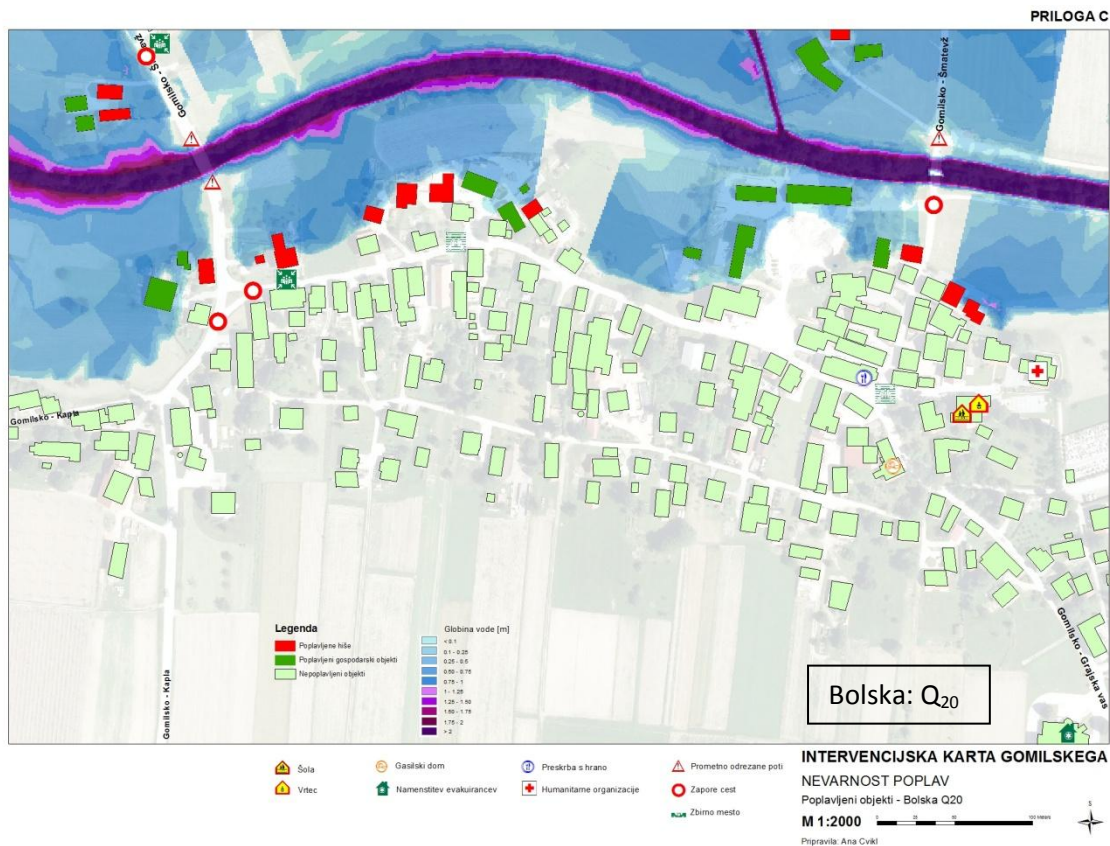


Slika 25: Scenarij 2 – razmere pri povratni dobi Q_5

Tudi pri tej povratni dobi prihaja do občasnih zapor glavne ceste Gomilsko – Šmatevž – Braslovče zaradi vode na vozišču. Obvoz je urejen po lokalni cesti Gomilsko – Šmatevž – Zakl. Zbirna mesta za poplavljenе stanovalce sta pri križišču treh cest in pri cestni zapori v Šmatevžu.

Scenarij 3

Povratna doba 20 let predstavlja scenarij 3. Bolska pri povratni dobi 20 let poplavlja s pretokom $142 \text{ m}^3/\text{s}$. Poplavljeni so že skoraj vsi objekti v vasi, ki se nahajajo pod hribom ob reki Bolski. Pod vodo so tudi skoraj vsa kmetijska zemljišča ob strugi vodotoka. Škoda je že kar precejšnja.

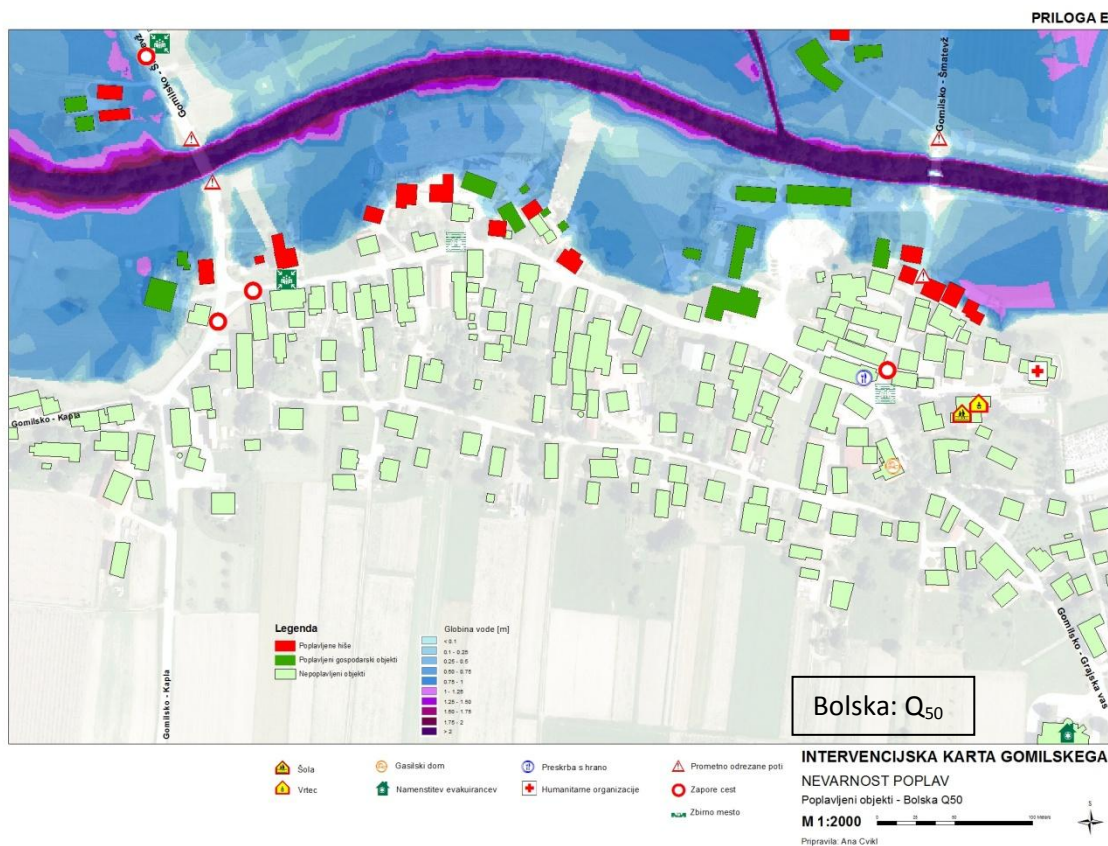
Slika 26: Scenarij 3 – razmere pri povratni dobi Q_{20}

Pri tej povratni dobi pride do popolne zapore glavne ceste Gomilsko – Šmatevž – Braslovče in lokalne ceste Gomilsko – Šmatevž – Zakl zaradi poplavljenega vozišča. Dostop do Gomilskega je mogoč le po glavni cesti Gomilsko – Kapla, po glavni Gomilsko – Grajska vas in po lokalni cesti Gomilsko - Kapla. Preko teh cest in drugih lokalnih, glavnih in regionalnih cest je možen dostop do Braslovč, Zakla itd.. Pri povratni dobi 25 let so možna štiri zbirna mesta. Prvo je pri zapori treh cest, drugo na cesti pri naslovu Gomilsko 66, tretje pri gostišču in četrto pri cestni zapori v Šmatevžu.

Pri scenariju 4 in scenariju 5 so enaki intervencijski ukrepi kot pri scenariju 3. Obseg poplav in globina vode ter število poplavljenih objektov so seveda različni pri vsakem scenariju. V nadaljevanju bomo opisali še scenarij 5. Karta scenarija 4 se nahaja kot priloga na koncu diplomskega dela.

Scenarij 5

Pri povratni dobi 50 let Bolska poplavi s pretokom $172 \text{ m}^3/\text{s}$. Poplave so zelo obsežne. Globina vode je na določenih delih poplavnega območja višja od 1 metra. Poplavljeni so vsi objekti, ki se nahajajo pod vznožjem hriba in še kletni prostori nekaterih stavb na hribu. Pri tej povratni dobi Bolska poplavi večino kmetijskih zemljišč ob svoji strugi.



Slika 27: Scenarij 5 – razmere pri povratni dobi Q₅₀

4.3 Pregled izdelanih grafičnih podlag

Pri izdelavi intervencijskih kart smo uporabili sloje nevarnosti, ranljivosti, sile in sredstva civilne zaščite ter intervencije. Na podlagi opravljenih izračunov sta se spreminjala samo sloj nevarnosti in intervencije. Sloja ranljivosti ter sile in sredstva civilne zaščite se nista spreminjala, saj predstavljata prostorske podatke stavb, ki so za vse scenarije enaki. Na intervencijski karti najdemo lokacije gasilskega doma, kulturnega doma, šole, vrta, lokalne gostilne in cerkve. Vsak od omenjenih objektov ima svojo vlogo ob pojavu poplav. Najbolj od vseh slojev se je spreminjal sloj nevarnosti, saj prikazuje predvidene pretoke za posamezne povratne dobe. Na podlagi tega sloja smo dobili podatke o obsegu in globini vode na poplavnem območju. Sloj je bil s povezovanjem programov HEC – RAS in ArcMap. Iz dobljenih rezultatov smo naredili analizo poplavljenih površin. Ugotovili smo, da so vedno poplavljeni kmetijske površine in stanovanjski ter gospodarski objekti, ki se nahajajo ob vznožju hriba ali pod hribom. Objekti iz sloja ranljivosti niso pri nobeni povratni dobi ogroženi, saj se šola in vrtec nahajata na hribu. Sloj intervencije je bil odvisen od sloja nevarnosti. Pri tem sloju smo opazovali, katere ceste (prometne povezave) so glede na povratno dobo poplavljene pa tudi, kakšno je stanje na premostitvah. Pri vseh povratnih dobah je poplavljena glavna cesta Gomilsko – Šmatevž – Braslovče, lokalno cesto Gomilsko – Šmatevž – Zakl pa Bolska poplavi pri višjih povratnih dobah, in sicer pri Q₂₀, Q₂₅ in Q₅₀.

4.4 Obrazložitev rezultatov

Intervencijske karte predstavljajo pomembne informacije ob pojavu poplav in so sestavljene iz več slojev. Bistveno vlogo ima sloj nevarnosti, ki prikazuje poplavljeni območje, lahko pa so predstavljene tudi porazdelitve globin in hitrosti. Ob upoštevanju tega sloja, lahko ugotovimo kateri objekti in infrastruktura bodo poplavljeni. Na podlagi sloja nevarnosti se izoblikuje intervencijski sloj, na katerem prikažemo poplavljenosti cestišča, zapore cest ter obvoze. Ob upoštevanju vseh teh slojev lahko sile in sredstva civilne zaščite bolje ocenijo stanje in razvoj dogodkov ter hitreje intervenirajo ob posameznih večjih dogodkih.

Namen izdelave intervencijskih kart je bil, podati informacije poveljnikom in ostalim gasilcem, ki sodelujejo v intervencijah ob poplavah v vasi Gomilsko. Z njimi bodo boljše pripravljene, glede na posamezen poplavni dogodek. Izdelava intervencijskih kart za različne povratne dobe služi tudi v informativne namene prebivalcem Gomilskega, prizadetim zaradi poplav. S pomočjo njih se lahko orientirajo kje dobijo potrebno pomoč ob poplavah. Intervencijske karte služijo tudi kot informacije ostalim krajanom in prebivalcem okoliških vasi, da vedo katere ceste so poplavljenosti in izberejo drugo pot do ustrezne lokacije.

5 ZAKLJUČKI

Poplave na območju Celjske kotline so se pojavljale skozi vso zgodovino. Za Savinjo in njene pritoke so bili izvedeni že različni protipoplavni ukrepi (regulacije rek itd.), vendar še vedno prihaja do poplav. Učinkovitejši ukrep, ki zmanjšuje poplave Bolske, je bila zaježitev Trnavce in s tem nastanek Žovneškega jezera. S tem ukrepom so preprečili pogoste poplave dolvodno od Kaplje vasi. Bolska pa kljub ukrepom pogosto še poplavlja v Gomilskem, Trnavi, Kaplji vasi. Za boljšo pripravljenost in ukrepanje so se izdelale intervencijske karte za reko Bolsko. Izdelane so za kraj Gomilsko, saj se tam poplave pojavljajo skoraj vsako leto. Za kraj smo pridobili tudi največ podatkov – intervencijske, hidrološke in topološke podatke.

Glavne potrebne podatke za izdelavo kart so predstavljali topološki in hidrološki podatki. Topološke podatke smo pridobili od podjetja IZVO – R, d.o.o. Predstavljal jih je geodetski posnetek terena. Na izpostavi Celje, Agencije Republike Slovenija za okolje smo pridobili hidrološke podatke – povratne dobe - za reko Bolsko. Podatke o poplavljenih zemljiščih, objektih in cestiščih ter o pogostosti in obsegu poplav smo pridobili od lokalne intervencijske službe. Pokazali so nam tudi obseg poplav na samem terenu

V sklopu diplomske naloge smo izdelali intervencijske karte za vas Gomilsko. Izdelali smo jih s povezovanjem različnih slojev, ti. sloja nevarnosti, ranljivosti, sile in sredstva civilne zaščite ter možnih ukrepov intervencije. Sloj nevarnosti smo izdelali s pomočjo računalniških programov HEC – RAS in ArcGIS. V ArcMap-u smo z uporabo HEC-GeoRAS na podlagi terenskih podatkov umestili reko Bolsko v prostor in pridobljene podatke prenesli v HEC – RAS. V HEC – RAS-u smo ob upoštevanju teh podatkov in podatkov iz prečnih profilov, izračunali poplavljanje reke Bolske za različne povratne dobe. Podatke prečnih profilov predstavljajo tudi Manningovi koeficienti hrapavosti. Pri njihovem določanju smo morali upoštevati ločeno Manningov koeficient hrapavosti za strugo vodotoka ter levo in desno poplavno ravnico. Manningov koeficient hrapavosti smo za poplavne ravnine določili glede na dejansko rabo zemljišč ob samem vodotoku, pri čemer smo si pomagali z ortofoto posnetkom. Izračunano poplavno območje za posamezno povratno dobo smo potem umestili v prostor v programu ArcGIS. Na podlagi dobljenih rezultatov smo izoblikovali še posamezne sloje intervencijske karte. Iz dobljenih podatkov smo na intervencijski karti določili poplavljenost stanovanjske in gospodarske objekte ter nepopravljene objekte. Na kartah so prikazani tudi intervencijski ukrepi in objekti, ki bi lahko nudili pomoč prebivalcem Gomilskega ob pojavu poplav.

Cilj izdelave kart je bil, prikazati poplavljenost območja in podati informacije intervencijskim službam, da bi ob pojavu dogodka lahko boljše ukrepali. Karte informativno služijo gasilcem, prebivalcem na ogroženih območjih in drugim vaščanom v Gomilskem ter prebivalcem okoliških krajev. Bolska v

Gomilskem poplavlja ob vodotoku. Poplavlja predvsem kmetijska zemljišča in objekte, ki se nahajajo pod vznožjem hriba. Pri vsaki od obravnavanih povratnih dob poplavi glavno cesto Gomilsko – Šmatevž – Braslovče. Lokalna cesta Gomilsko – Šmatevž – Zakl je poplavljen samo ob večjih povratnih dobah.

Bolska ob poplavi Gomilskega za sabo ne pusti velike škode. V vasi ni tovarn niti drugih dejavnosti, ki bi za svoje obratovanje potrebovale različne kemijske ali druge nevarne izdelke, ki bi bi lahko ob poplavah dodatno škodovali okolju. Škoda nastaja predvsem na poplavljenih stanovanjskih in gospodarskih objektih ter kmetijskih zemljiščih. Z izdelavo intervencijskih kart smo želeli intervencijskim službam ter prebivalcem Gomilskega in okoliških krajev podati informacije o obsegu poplav in predloge o intervencijskih ukrepih za posamezne povratne dobe.

VIRI

Aristokovnik, B. 2005. Mesto v objemu voda Poplave v Celju v 20. stoletju. Celje, Zgodovinski arhiv: 7-36 str.

ARSO. 2008. Visoke vode in poplave 18. septembra 2007. Ljubljana.
<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Visoke%20vode%20in%20poplave%2018.%20septembra%202007.pdf> (Pridobljeno 28.6.2015.)

ARSO. 2012. Hidrološko poročilo o poplavah v dneh med 4.in 6. novembrom 2012. Ljubljana:1.
<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Poplave%205.%20-%206.%20november%202012.pdf> (Pridobljeno 28.6.2015).

Atlas okolja.2015. ARSO.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 18.4.2015.)

Direktiva 2007/60/ES evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti. Uradni list Evropske unije. 2007. str. L 288/27. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:SL:PDF> (Pridobljeno dne 25.6.2015.)

ESRI – History.2015.ESRI.
<http://www.esri.com/about-esri/history> (Pridobljeno 31.8.2015.)

Firbas, P. 2001. Vsa slovenska jezera. Leksikon slovenskih stoječih voda. Ljubljana, DZS: 353 str.

HEC – GeoRAS and ArcGIS. 2009. ESRI.
<http://www.esri.com/library/fliers/pdfs/hec-georas-arcgis.pdf> (Pridobljeno 22.8.2015.)

Jokanovič, S. 2010. Predlog ureditve reke Bolske v Brodeh na Vranskem. Diplomaska naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo (samozaložba S. Jokanovič): 18 in 25 str.

Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008. Geografija Slovenije 20 - Geografski vidiki poplav v Sloveniji. Ljubljana. Založba ZRC : 101 in 104 str.

Lenarčič, M., Goropevšek, B., Cvirn, J. 1996. Savinja. Nazarje, EPSI: 84 str.

Metelko Skutnik, V., Šantl, S. 2008. Poplavna direktiva in prostorsko načrtovanje. Upravljanje z vodami, Mišičevi vodni dnevi 2008: 104 str.
<http://mvd20.com/LETO2008/R14.pdf> (Pridobljeno 30.8.2015.)

Marinček, M., Petrič, S., Skutnik, B., Župančič, Z., Prekoršek, Z. 1999. Vodna ujma 1998 na vodnem območju Savinje in Sotle. Celje: 80, 81 in 83 str.

Monitor II – nove metode povezovanja kartiranja nevarnosti in načrtovanja zaščite in reševanja. 2012.
http://www.monitor2.org/downloads/MONITORII_Slovenian_Brochure_PP4.pdf (Pridobljeno 10.8. 2015.)

Natek, M. 1995. The 1994 summer storm in the Bolska river watershed (central part of eastern Slovenia). Geografski zbornik, letnik 35: 152 in 155 str.
<http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-XKZBTO0B> (Pridobljeno 4.7.2015.)

O Savinji. 2013. Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje.

http://www.porecje-savinje.si/Reka_Savinja/O_Savinji/ (Pridobljeno 5.7.2015).

O reki Savinji. 2013. Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, Zagotovitev poplavne varnosti na porečju Savinje.

http://www.porecje-savinje.si/Reka_Savinja/O_Savinji/O_reki_Savinji/ (Pridobljeno 5.7.2015).

Občina Braslovče. 2011. Načrt zaščite in reševanja ob poplavah, verzija 3: 8 str.

<http://www.braslovce.si/Documents/Zascita/poplava.pdf> (Pridobljeno 21.8.2015.)

Pravilnik o metodologiji za določanje odmočij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti. Ur. l. RS, št. 60/2007: 8375 – 8387 str.

Rak, G. 2006. Uporaba prostorskih podatkov v analizi hidravličnih lastnosti vodotokov. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba G. Rak): 37 str.

Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja. Ur. l. RS, št. 89/2008: 12205 – 12213 str.

Selič, M., Napret, R. 2011. Poplave na Celjskem. Seminarska naloga. Celje, Šolski center Celje, Srednja šola za gradbeništvo in varovanje okolje: 21 in 25 str.

<http://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201104629.pdf> (Pridobljeno 26.6.2015.)

Uredba o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja. Ur. l. RS, št. 24/2012: 1985 – 1992 str.

Vodna ujma – Slovenija – November 1990. 1991. Celje: 16 in 19 str.

Zakon o vodah. Ur. l. RS, št. 67/2002: 7648 – 7680 str.

Židarič, M. 2014. Analiza obstoječega stanja območja Trebnik in Radigaj s predlogom ukrepov za zagotavljanje poplavne varnosti – poročilo. Ljubljana: 6 – 8 str.

KAZALO PRILOG

Priloga A: Scenarij 1

Priloga B: Scenarij 2

Priloga C: Scenarij 3

Priloga D: Scenarij 4

Priloga E: Scenarij 5