POROČILO

1. Uvod

V poročilu je hidrološko hidravlično analizirano območje načrtovane lokalne ceste v Dolu pri Hrastniku, ki poteka od priključka na regionalno cesto Hrastnik-Šmarjeta pri podjetju Forstek, po desnem bregu vzdolž potoka Brnica, nato cesta prečka Brnico z novim mostom gorvodno od obstoječega prekritja vodotoka. Pred prečkanjem na desnem bregu vodotoka se cesta znova priključi na regionalno cesto, na levem bregu pa se priključi in uredi lokalno cesto ob gostišču Gurman.

Poročilo je izdelano na podlagi projektne dokumentacije lokalne ceste LK 122451 v Dolu pri Hrastniku, ki je bilo projektirano s strani projektanta Savaprojekt d.d., Krško.

Poročilo vsebuje hidrološko hidravlično analizo vodotoka Brnice na obravnavanem območju in kart poplavne nevarnosti in karte razredov poplavne nevarnosti, ki so izdelane na podlagi rezultatov hidravličnih analiz potoka Brnice.

Karte poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti so izdelane skladno s *Pravilnikom o metodologiji za določevanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Ur.L RS 60/2007)* – v nadaljevanju *Pravilnik* in *Uredbo 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 89/2008)*- v nadaljevanju *Uredba.*

2. Predhodna dokumentacija

Pri izdelavi študije smo upoštevali v preteklosti izdelane študije na obravnavanem območju:

1) Hidrološko – hidravlične analize in poplavne ter erozijske karte obstoječega in načrtovanega stanja za območje: Brnica s pritoki *(IZVO d.o.o., št. C65-FR/10, julij 2011),*

2) Hidrološki študiji povodij pritokov Save na odseku od izliva Kamniške Bistrice do izliva Savinje *(VGI Ljubljana, št. C-923, november 1999).*

3. Hidrološki podatki

Osnovna hidrološka izhodišča so povzeta po *Hidrološki študiji povodij pritokov Save na odseku od izliva Kamniške Bistrice do izliva Savinje; št. C-923; VGI Ljubljana, nov. 1999*. Na osnovi znanih podatkov smo ovrednotili karakteristične količine - specifični odtok Q_{10} = 3.5 $m^3/s/km^2$; Q_{100} = 7.5 $m^3/s/km^2$ in nato na osnovi površin prispevnih področij ter s pomočjo Pintarjeve metode $Q = q \cdot F^x$ določili merodajne količine za preostale odseke vodotokov (predstavljeno v *Preglednici 1*). Q_{500} smo določili skladno z določili *Pravilnika o metodologiji za določanje območij ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja ter o*

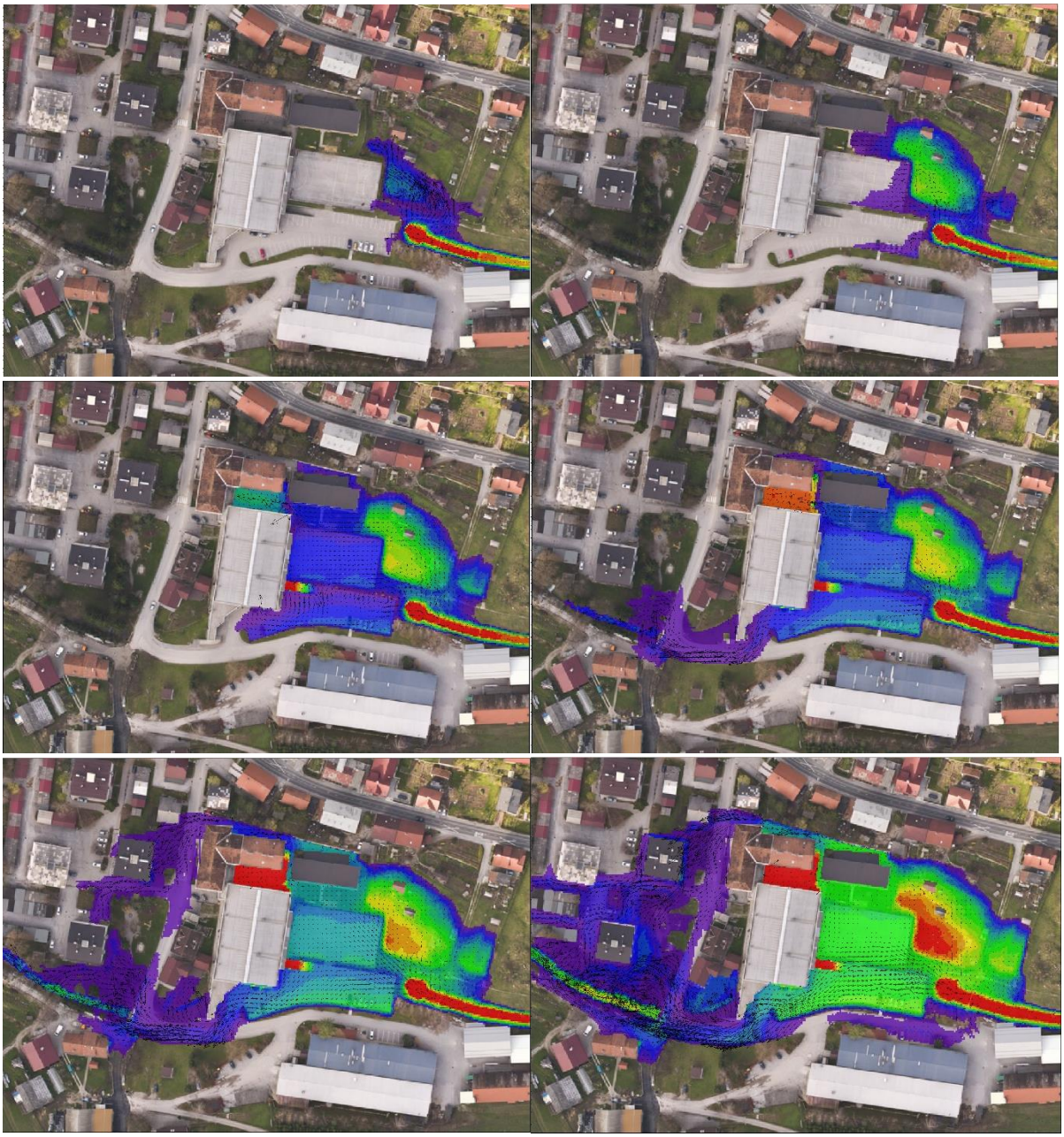
načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Ur. list RS št. 60/2007); Q_{500} =1.4 *Q_{100}. V hidravličnih analizah je bil upoštevan stalni tok.

odsek	F [km^2]	F_{kras} [km^2]	Q_{10} [m^3/s]	Q_{100} [m^3/s]	Q_{500} [m^3/s]
Brnica začetek	0.5		1.2	3.5	5.5
Brnica pod Krištandolskim potokom	2.3		6.0	13.0	18.3
Brnica do Črne	2.6		6.5	14.2	19.8
Brnica pod Črno	4.8		9.7	21.3	29.8
Brnica do Bele	**7.8 / 5.5***	**2.3**	**12.3**	**24.7**	**34.5**
Brnica pod Belo	11.64 / 9.1*	2.5	17.3	34.7	48.5
Brnica do Bobna	13.3 / 10.9*	2.5	19.5	39.2	54.8

Preglednica 1: Prikaz merodajnih vodnih količin Brnice na obravnavanem območju.

V sklopu hidravlične analize je bila izvedena dodatna analiza zamašitve prepusta na obravnavanem območju. Analiza je bila izvedena v smislu določanja dosega poplavnih vod pri izrednih in nepredvidljivih dogodkih ter določanja razreda preostale poplavne nevarnosti. V tem primeru smo predpostavili, da zaradi zamašitve prepusta v dolvodni smeri po poplavnih površinah teče pretok 10 m^3/s.

V primeru zamašitve prekritja in razlivanja vode iz struge, bi se voda najprej razlila na nižji desni breg. Z večanjem pretoka bi vode nato prelile igrišče in parkirišče ob telovadnici ter atrij med telovadnico ter šolskim objektom. V naslednji fazi poplave pa bi večji delež vod s parkirišča po dovozni cesti odtekal proti odprti strugi Brnice, del pa bi se ob vrtcu in severno od šolskega objekta prelival na območje Planinske ceste.



Slika 1: Širjenje poplave na območju šolskega kompleksa v primeru delne zamašitve prekritja.

4. Geodetski podatki

Pri izdelavi analize preveritve vpliva načrtovane ceste v Dolu pri Hrastniku, so bile uporabljene naslednje geodetske podloge:

- LIDAR posnetek obravnavanega območja z leta 2010. Posnetek LIDAR je sestavljen iz širšega območja vodotokov v celotni občini Hrastnike, ki je bil izdelan za potrebe OPN. Na podlagi teh podatkov smo izdelali batimetrijo (3D modele reliefa) za 2D module hidravličnega modela.

- Za potrebe izdelave analize so bili že v preteklosti terestično izmerjeni prečni prerezi Brnice z vsemi objekti preko struge (prepusti, mostovi, pragovi, …). Datum snemanja je bil marec 2011.

- S strani projektanta ceste Savaprojekt d.d. smo prejeli geodetski posnetek območja, ki zajema območje načrtovane ceste s strugo Brnice. Geodetski posnetek je izdelal Ozzing d.o.o., Mestni trg 5a, 1420 Trbovlje. Izdelan je bil oktobra 2004 in dopolnjen oktobra 2005. Izdelana je bila novelacija geodetskega posnetka, ki ga je izdelalo podjetje GEOFOTO.

- Načrtovana lokalna cesta LK122451 v Dolu pri Hrastniku, po projektu Savaprojekt d.d., št. 23139-00,

- Za prikaz poplavnih kart smo uporabili digitalne ortofoto posnetke geodetske uprave RS (GURS) merila 1:5000, datum snemanja november 2018.

Podatki o načrtovani cesti, načrtovanih premostitvah in ureditev, katere cesta tangira in je predmet te analize, je bila povzeta po projektni dokumentaciji, ki je bila izdelana s strani projektanta ceste.

5. Hidravlične presoje

V sklopu hidravlične analize je bil obdelan vodotok Brnica. V programu MIKE FLOOD je bil izdelan hidravlični model, ki je kombiniran model sestavljen iz 2 ločenih modulov in sicer MIKE 11 in MIKE 21. V modulu MIKE 11 so bili izvedeni 1D računi vodnega toka na osnovi prečnih profilov, v modulu MIKE 21 pa je bil analiziran dvodimenzijski (2D) površinski tok poplavnih vod izven osnovne struge. Oba modula združuje program MIKE FLOOD, ki omogoča modeliranje prelivanja viška vod iz osnovne struge (1D) na poplavno območje (2D) in obratno. 3D model terena je bil izdelan na podlagi LIDAR posnetka.

Celoten hidravlični model Brnice obravnava preko 4000 m dolg odsek Brnice od sotočja z Bobnom, do izvirnega kraka na območju Marnega. Računska mreža 2D modela pokriva območje 3390 x 564 m (š x v), oz. 4520 x 752 celic dimenzije 0.75 x 0.75 m. Gosta računska mreža je bila izbrana zaradi pričakovanih ozkih poplavnih tokov ter razgibanosti terena. Iz računske mreže so bile izločene tudi vse stavbe.

5.1 Robni pogoji

- ***zgornji robni pogoj***

Za zgornji robni pogoj modela so bile uporabljene vodne količine s *Preglednice 1*. Hidravlična analiza je bila izvedena s stalnim tokom.

- ***spodnji robni pogoj***

Iztok iz modela Brnice je bil v 1D modelu generiran kot Q/h krivulja na iztočnem delu modela, v 2D modelu pa smo predpostavili neoviran iztok poplavne vode z območja modela, na način da nima vpliva na gladinsko stanje v gorvodni smeri analize. Glede na to, da model na dolvodnem območju sega do sotočja Brnice in Bobna, spodnji robni pogoj nima vpliva na rezultate na obravnavanem območju načrtovane ceste v Dolu pri Hrastniku.

- ***izbira Manningovega koeficienta***

Na območju Brnice ni vodomernih postaj zato ni podatkov visokovodnih dogodkov. Model je bil umerjen glede na opažanja na terenu. Manningove koeficiente smo določili glede na inženirsko presojo. Predpisali smo enotne koeficiente in sicer za strugo med n_g=0,045 in 0.065 (glede na zaraščenost brežin)), za poplavna območja pa n_g=0,04.

6. Območje obravnave

6.1 Opis območja hidravličnega modela Brnice



Slika 2: Brnica nad prepustom na regionalni cesti.

Nad križanjem z regionalno cesto Brnica teče po izraziti, do 10 m globoki grapi. Glede na širino normalnega profila in oblikovanost struge je Brnica manj vodnata kot Krištandolski potok. Brežine večinoma prekriva travna ruša in posamezni grmi obvodne vegetacije. Prepust pod regionalno cesto je dimenzij B/H = 1,0/2,0 m s polkrožnim zgornjim delom. Vtok je neurejen in zaradi dvojne krivine hidravlično neustrezen. Pod cesto preide ob južni dolinski rob. Struga prav tako ni regulirana in obdana s pasom obrežne vegetacije. Pri stanovanjski hiši prečka potok gozdna pot. Premostitev Ø60 cm je poddimenzionirana in na spodnji strani izpostavljena eroziji. Srednje pogoste visoke vode prelivajo po in izpirajo izpustni del prepusta. Pod prepustom se potok ponovno približa regionalni cesti in se nato odmakne na južni rob. Struga potoka je oblikovana kot jarek, ki je mestoma poraščen, mestoma pa travnat. Za dostop od zemljišč na levem bregu je premoščena s cevnim prepustom Ø100 cm in pravokotnim prepustom

B/H = 1,4/1,1 m. Struga z zaraščenimi brežinami se ponovno približa regionalni cesti. Na tem mestu se v Brnico izlije Krištandolski potok, ki je pod regionalno cesto speljan skozi cevni prepust Ø100 cm. V preteklosti je bil prepust parabolične oblike dimenzij ~ B/H ~ 1/2 m, ki je bil ob rekonstrukciji nadomeščen z dvema cevema Ø100 cm. Lastnik zemljišča nad prepustom je zgornjo cev zamašil, spodnjo pa podaljšal. Premostitev ne prevaja visokih vod Krištandolskega potoka. Nad premostitvijo Krištandolski potok poteka po nekaj metrov globoki grapi. Tok je vijugast. Struga je večinoma naravna, le nekaj 10 m nad premostitvijo so vidni ostanki stopnje, s katere je bila voda speljana na vodosilno napravo (mlin ali žaga). Sedaj naprava že daljše obdobje ne deluje.

Pod Krištandolskim potokom Brnica poteka po delno naravni strugi s poraščenimi brežinami. Potok se ponovno odmakne od ceste in se približa dvema stanovanjskima objektoma. Dostopna pot do objektov premošča Brnico s poddimenzioniranim prepustom Ø120 cm. Zaradi oblikovanosti terena poplavne vode iznad prepusta delno tečejo proti stanovanjskima objektom. Pod prepustom je struga Brnice delno urejena (travnata struga), nato pa se ponovno približa južnemu dolinskemu robu (premostitev iz brun). Pod avtobusnim postajališčem je na odseku mimo stanovanjskega objekta do sotočja s Črno regulirana (stopnje iz lomljenca v betonu, travnate, mestoma z grmovjem in drevesi poraščene brežine). Regulacija ima obliko jarka.

Pod sotočjem s Črno se struga Brnice razširi. Zaradi vpliva stopnje pod premostitvijo lokalne poti je opazno odlaganje plavin. Premostitev je dimenzij B/H = 4/1.1 m, stopnja pa je visoka 1.5 m. Nad stopnjo je leva brežina obdana z betonskim zidom, pod stopnjo pa obe brežini. Brnica se ponovno približa regionalni cesti Dol - Marno in obide stanovanjski objekt. Na območju južne strani objekta je izvedeno krajše prekritje. Pod njim je struga obdana z obojestranskimi zidovi iz lomljenca v betonu. Nato se potok ponovno približa regionalni cesti, regulacija pa sprva preide v profil z enostranskim zidom ob cesti, nato pa v trapezni profil. Na odseku ob regionalni cesti Brnico prečka most, katerega nosilno konstrukcijo tvorijo jekleni nosilci, zgornji del pa lesene brune. Nato struga prehaja v daljšo premo, ki se zaključi s prekritjem pod šolo v osrednjem delu Dola. Zgornji del do tovarniških prostorov je sicer reguliran, vendar zaraščen. Mimo tovarne do vtoka v prekritje je Brnica prav tako regulirana (obloge iz lomljenca v betonu, stopnje), gostota zarasti pa je nekaj manjša. Pred vtokom v prekritje je manjša razširitev, kjer se odlagajo plavine. Prekritje je na vtoku dimenzij B/H = 3.9/2.2 m, na iztoku pa je parabolične oblike širine 3.7 in višine 2.1 m. Iztok je površinsko manjši od vtoka, poleg tega pa je iztok oviran s tremi oziroma štirimi cevmi, ki segajo v visokovodni del profila.



Slika 3: Vtok v prekritje Brnice, v ozadju telovadnica šole in gostišče Gurman.

Pod prekritjem mimo pokopališča sledi reguliran pretočni prerez s poševnimi brežinami. Struga je sprva relativno plitka. Vznožje brežine je obdano z nizkim zidom iz lomljenca v betonu, padec struge pa je zmanjšan s stopnjami iz betona. V podslapjih so vidne poškodbe brežin. Tik nad pokopališčem se v Brnico izliva Bela, katere izlivni odsek je prav tako reguliran. Regulacija z opisanim izgledom sega do dolvodnega zaključka pokopališča. Pod sotočjem z Belo je struga Brnice bolj globoka.

Pod pokopališčem Brnica sprva teče ob regionalni cesti, nato pa preide na severno stran ceste. Na tem odseku je obdana z zidovi iz betona ali lomljenca v betonu. Predvsem zidovi na nasprotni strani ceste so slabo temeljeni in mestoma prenizki. V strugi so posamezne večje skale (zruški oblog), ki jih je potrebno odstraniti. Na posameznih mestih je struga zožana. Od izpod mostu pri avtopralnici do naslednjega mostu sta obe brežini obdani z obvodno vegetacijo, nato pa ponovno sledi odsek z obojestranskim zidom do izpod križanja z regionalno cesto. Temelj zidu je na posameznih mestih izpran, vendar stabilnost še ni ogrožena. Na območju premostitve po regionalno cesto se struga zoža na vsega 4 m. Pod premostitvijo Brnica prehaja v odprt profil s poraščenimi brežinami. Trasa potoka poteka vzporedno z regionalno cesto. Premostitev na regionalni cesti je sorazmerno nova. Pod premostitvijo v naselju Brnica se ponovno prične reguliran odsek z zidovi različne kvalitete in izgleda. Predvsem zidovi, ki so jih gradili lastniki zemljišč ob Brnici, so plitko temeljeni (vprašljiva stabilnost). Brnica je obdana z obojestranskimi zidovi do vtoka v prekritje. Prekrijte dolžine 48 m je izvedeno na mestu saniranega plazu pred vtokom v sotesko. Pod prekritjem se struga poglobi. Na območju zožitve ob prostorih GD Hrastnik je potok obdan z obojestranskim zidom, struga pa je stabilizirana z nizkimi stopnjami. Pod uvozom proti GD sledi prag in prehod v kratek naravno stopničasti del struge. V ožini je zgrajen jez, s katerega je speljan vod za tehnološko vodo. Pod jezom je krajši naraven odsek z relativno velikim padcem. Struga je hrapava in sorazmerno zaraščena. Izlivni odsek v Boben je bil reguliran pred 3 leti sklopu izgradnje križišča pri bivšem Riklovem mostu. Brnica je obdana z obojestranskimi zidovi.

6.2 Obstoječe poplavno stanje obravnavanega območja

Na obravnavanem območju kjer je načrtovana lokalna cesta vodotok Brnica pri pretoku Q_{10} ne poplavlja in ostaja znotraj struge potoka.

Do vtoka v prekritje v centru Dola se 100-letne vode razlijejo na desnobrežni ravnici nad tovarno Forstek. Na slednji lokaciji preprečuje dolvodno propagacijo poplavnih vod na desnem bregu nižji zid, ki ščiti stanovanjski objekt (Cesta VDV brigade 16a).

Nad mostom k tovarni Forstek je izvedena stopnja dH = 0.9 m. Vrh desnega brega nad stopnjo poteka praktično na nivoju maksimalnega dosega gladine Q_{100}. Most k tovarni Forstek ima svetlo odprtino ploščine 11 m^2, kar zagotavlja ustrezno prevodnost 100-letnih vod. Struga pod mostom je urejena in ima ustrezen prečni prerez. Zaključi se z navezavo na 140 m dolgo prekritje. Ploščina vtočne odprtine znaša 8.6 m^2, iztočne pa le 6.6 m^2. Pred vtokom je v strugi izvedena razširitev, kjer se lahko odlagajo sedimenti.





Slika 4, 5: Most pri tovarni Forstek. Vtok v 140 m dolgo prekritje v Dolu pri Hrastniku.

Prekritje ima sicer zadostno natočno odprtino, da prevaja pričakovane 100-letne pretoke, vendar pa je čiščenje oz. odstranjevanje večjega plavja med pojavom visokih vod (kot se to lahko izvaja na mostovih) praktično nemogoče, kar predstavlja določeno potencialno nevarnost. Ureditev sicer omogoča prevodnost 100-letnih visokih vod, vendar brez dodatne varnosti. Prav tako tudi ni znano stanje struge znotraj prekritja (poškodbe, morebitne ovire).

Na iztoku je zaradi bistvenega zmanjšanja svetle odprtine (25%) in dotoka Rakovca možno pričakovati tok pod tlakom. Dodatno iztočni odsek ovirajo tudi komunalni vodi, ki sorazmerno nizko prečkajo strugo.



Slika 6: Iztok iz prekritja.

Večje spremembe glede na 100-letni pojav se pojavijo na območju tovarne Forstek, kjer sta preplavljena oba bregova. Prekritje pogojno sicer prevaja tudi 500-letne pretoke, vendar smo zaradi že opisanih potencialnih težav modelirali tudi zamašitev prekritja. Kot merodajni doseg Q_{500} smo nato privzeli slednjega.

6.3 Načrtovano poplavno stanje

Pri normalnem poplavnem stanju, brez zamašitve prepusta, bistvenih sprememb glede dosega poplavnih vod zaradi umestitve lokalne ceste in premostitve ni. Brnica pri pretoku Q_{10} in Q_{100} že v obstoječem stanju ne poplavlja obravnavanega območja.

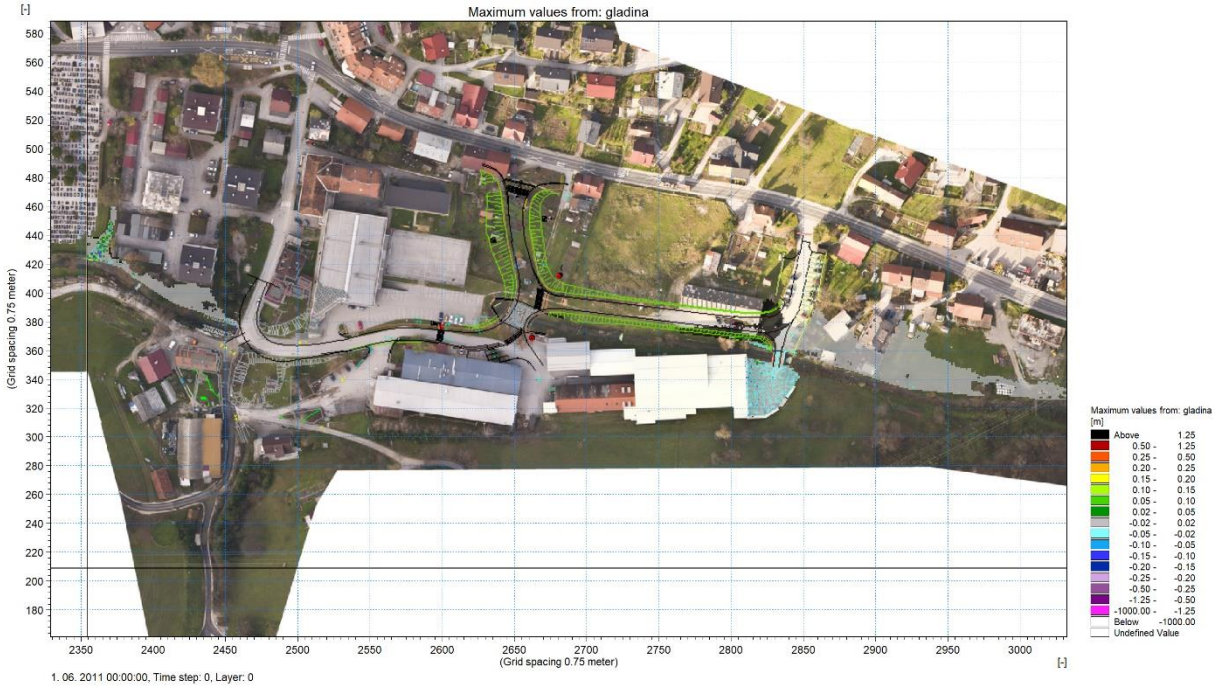
Pri 500-letni povratni dobi pa je sprememba pri dosegu na območju na desnem bregu Brnice na območju mostu za tovarno Forstek, kjer se območje dosega nekoliko zmanjša, visoke vode pa tečejo nazaj v strugo potoka. Prav tako se zmanjša doseg poplav na območju desnega brega Brnice nad vtokom v prekritje, kjer je načrtovan priključek lokalne ceste na regionalno cesto Hrastnik-Šmarjeta. Na levem bregu Brnice sprememb dosega poplav pri pretoku Q_{500} vzdolž ureditve ceste ni.

6.4 Vpliv načrtovane ceste

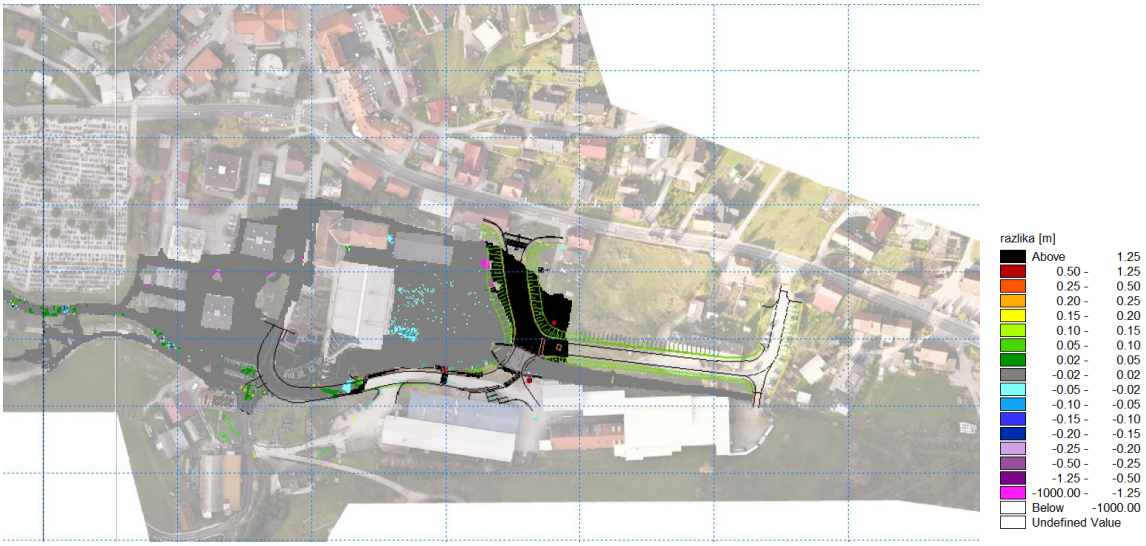
Kot že omenjeno se načrtovana lokalna cesta umešča le na območje pri dosegu 500-letne povratne dobe oz. v razred preostale poplavne nevarnosti. Razlike dosega pri Q_{500} pa so na desnem bregu območja mostu za tovarno Forstek in desnem bregu tik nad vtokom v prekritje, kjer je načrtovan priključek lokalne ceste na regionalno cesto in le-ta poteka v nasipu.

Izvedena je bila hidravlična analiza pri normalnem stanju brez zamašitve prekritja in dodatna preverba z zamašitvijo prekritja, podajamo primerjave gladinskega stanja pri pretoku Q_{500} za obe analizi. Prva izkazuje razlike gladin ter dosegov na desnem bregu mostu za tovarno Forstek, druga analiza (primer zamašitve) pa razliko gladinskega stanja in dosegov na območju vtoka v prekritje ter v dolvodni smeri.

Razlike gladin za obe analizi sta prikazani na *slikah 7 in 8* ter so priložene tudi v hidravličnih prilogah. Spremembe gladin med obstoječim in načrtovanim stanjem (modra barva pomeni dvig gladin, z zeleno barvo so označena območja, kjer so gladine nižje glede na obstoječe stanje, siva barva pomeni, da sprememb gladinskega stanja ni oz. so zanemarljive, v smislu računskih napak matematičnih modelov). S črno barvo so prikazana območja, ki so poplavljena v obstoječem stanju v načrtovanem stanju pa ostajajo ne poplavljena.



Slika 7: Razlike gladin med obstoječim in načrtovanim stanjem pri pretoku Q_{500} v primeru brez zamašitve prepusta (razlika dosega na območju mostu za tovarno Forstek).



Slika 8: Razlike gladin med obstoječim in načrtovanim stanjem pri izrednem dogodku v primeru zamašitve prepusta.

7. Karte poplavne nevarnosti in karte razredov poplavne nevarnosti

7.1 Izdelava kart poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti

Na podlagi rezultatov hidravličnih modelov smo izrisali karto poplavne nevarnosti za obravnavano območje skladno z metodologijo določeno v *Pravilniku* tako za obstoječe kot načrtovano stanje z upoštevanjem vseh ureditev.

Pravilnik določa, da se na karti poplavne nevarnosti izrišejo naslednje vsebine:

- doseg poplave pri povratni dobi Q_{10}
- za primer povratne dobe Q_{100} območja kjer:
    - je globina poplavne vode manjša od 0,5m
    - je globina poplavne vode med 0,5 in 1,5m
    - je globina vode večja od 1,5m

Za potrebe določitve razreda preostale nevarnosti smo vrisali tudi doseg poplave s povratno dobo Q_{500}.

Pri določitvi območjih, ki so poplavljena pri povratni dobi Q_{100}, je potrebno poleg globin upoštevati tudi hitrosti poplavne vode in sicer tako, da se povsod tam, kjer hitrost vode presega 1 m/s, namesto globine pri določevanju območij upošteva produkt globine in hitrosti. V tej študiji na obravnavanem območju hitrosti nikjer ne presegajo 1 m/s, zato karte produkta hitrosti in globin niso merodajne in niso bile izrisane, so pa prikazane v hidravličnih prilogah.

Merodajne za izris kart so globine pri 100-letni povratni dobi in doseg poplav pri 500-letni povratni dobi.

Na podlagi tako dobljenih rezultatov smo izdelali karto poplavne nevarnosti, ki služi kot osnova za določitev razredov poplavne nevarnosti. Karta je sinteza vseh izdelanih matematičnih hidravličnih modelov. V naslednjem koraku smo določili razrede poplavne nevarnosti kakor jih definira Pravilnik, ki so določeni na sledeč način:

- razred velike poplavne nevarnosti: območja kjer globina poplavne vode pri pojavu Q_{100} presega 1,5m (ali produkt globine in hitrosti 1,5m^2/s)
- razred srednje poplavne nevarnosti: območja kjer je globina poplavne vode pri Q_{100} med 0,5 m in 1,5 m (produkt globine in hitrosti med 0,5 in 1,5m^2/s) **ali** se nahajajo znotraj dosega poplavnih voda pri Q_{10}
- razred majhne poplavne nevarnosti: območja kjer je globina poplavne vode pri Q_{100} ne presega 0,5m
- razred preostale poplavne nevarnosti: kjer poplava nastane zaradi izrednih naravnih ali od človeka povzročenih dogodkov

Razred preostale nevarnosti je z dosegom poplave Q_{500} t.j. poplave s 500-letno povratno dobo.

8. Omilitveni ukrepi in usmeritve za načrtovanje

8.1 Omilitveni ukrepi za načrtovano obvoznico Brežice

Po prilogi 1 CC-SI klasifikacije lokalno cesto ter spremljevalne ureditve zaradi ceste ter vodnogospodarske ureditve uvrščamo v:

Posegi v prostor v skladu z enotno klasifikacijo vrst objektov (CC-SI)	**Pogoji in omejitve**		
	Razred nevarnosti		
	Velika	Srednja	Majhna
2 GRADBENI INŽENIRSKI OBJEKTI			
21 Objekti transportne infrastrukture			
211 Ceste			
2112 Lokalne ceste in javne poti, nekategorizirane ceste in gozdne ceste			
21120 Lokalne ceste in javne poti, nekategorizirane ceste in gozdne ceste	—[2]	—[2]	+
214 Mostovi, viadukti, predori in podhodi			
2141 Mostovi in viadukti			
21410 Mostovi in viadukti	—[2]	—[2]	+
215 Pristanišča, plovne poti, pregrade in jezovi ter drugi vodni objekti			
2152 Pregrade in jezovi			
21520 Pregrade in jezovi	+	+	+

Pri obstoječi poplavni nevarnosti del območja lokalne ceste v Dolu pri Hrastniku, ki je predmet analize, uvrščamo v razred preostale poplavne nevarnosti. Del območja ceste ni ogrožen zaradi poplav oz. je izven dosega poplav pri 500-letni povratni dobi.

Zato je umestitev lokalne ceste na obravnavano območje dopustna.

Kot dodatne omilitvene ukrepe na obravnavanem območju in širše predlagamo naslednje varovalne in izravnalne omilitvene ukrepe:

- **dvig nivelete ceste nad koto Q_{100} z varnostnim nadvišanjem (varovalni ukrep),**
- **na območjih križanja vodotoka Brnica in načrtovane ceste se izvede premostitev s spodnjim robom konstrukcije na koti vsaj Q_{100} + 50 cm brez vmesnih podpor.**

Krajne podpore objekta / mostu se izvedejo na bregovih izven pretočnega prereza vodotoka (varovalni ukrep),

- **dodatna vzpostavitev razbremenilnega oz. odvodnega kanala na južni strani ceste (levi breg Brnice) (izravnalni ukrep),**
- **ohranjanje naklona parkirišča na severni strani ceste (levi breg Brnice) med cesto in šolo v smeri toka vode proti zahodu (izravnalni ukrep).**

V nadaljevanju podajamo opise omilitvenih ukrepov za načrtovano lokalno cesto v Dolu pri Hrastniku.

8.1.1 Dvig nivelete ceste nad koto Q_{100}

Na območju poplav oz. dosega visokih vod predlagamo dvig nivelete ceste nad koto poplav pri pretoku Q_{100}. V sklopu premostitev vodotokov je prav tako potreben **dvig nivelete ceste, da zadošča pogoju vsaj Q_{100} + 50 cm**. V sklopu tega se preko poplavnih območij niveletno dvigne tudi celotna trasa ceste, ob upoštevanju, da se poplavna ogroženost ne poveča.

Pri analizi načrtovanega stanja je že bila upoštevana načrtovana niveleta, ki zadošča pogoju Q_{100} + 50 cm. V tem primeru je niveleta ceste varna tudi pred preplavitvijo pri 500-letni povratni dobi.

8.1.2 Načrtovana premostitev Brnice

Načrtovana lokalna cesta prečka strugo Brnice gorvodno od obstoječega prekritja vodotoka.

Rezultati hidravlične analize izkazujejo, da se v mostnem profilu zaradi visokih vod vzpostavijo gladine pri pretoku Q_{10}=304,37 m n.m., pri pretoku Q_{100}=304,86 m n.m. in Q_{500}=305,18 m n.m. v primeru, da ne pride do zajezitve na mestu vtoka v prekritje. V primeru zamašitve vtoka (izredni dogodek) v prekritje se v gorvodni smeri vzpostavi zajezba na koti 306, 97 m n.m.

Merodajno gladina za usmeritve je gladina pri Q_{100}, kateri dodamo še varnostno višino vsaj 50 cm. V tem primeru mora spodnji rob konstrukcije znašati vsaj 305,40 m n.m., tako prevaja tudi pretoke pri Q_{500}, v primeru brez zamašitve prekritja.

V primeru zamašitve prekritja, predlagamo dodatno varnostno nadvišanje, ki naj znaša vsaj 1,0 m nad terenom nad vtokom v prekritje. Glede na geodetski posnetek teren nad vtokom v prekritje znaša 305,50 m n.m.. **S predlagano varnostno višino 1,0 m, tako spodnji rob mostne konstrukcije znaša vsaj 306,50 m n.m.**

Prav tako je potrebno ohranjanje komunikacije oz. možnost prelivanja visokih vod v primeru zamašitve prekritja na območju med vtokom v prekritje in novim mostom preko Brnice.

Vsi predlagani ukrepi so že upoštevani pri načrtu ceste in premostitve, ki so bili hidravlično analizirani v tem elaboratu. Analizirani ukrepi so hidravlično ustrezni in ne spreminjajo poplavnega stanja.

8.1.3 Odtočni koridorji

Zaradi poplavnih razmer pri večjih pretokih oz. zamašitvi prekritja dodatno predlagamo, da se izvedejo še dodatne možnosti odtoka visokih in padavinskih vod z obravnavanega območja.

- Na južni strani lokalne ceste ob gostišču Gurman, naj se izvede razbremenilni oz. odvodni kanal s točkovnimi in linijskimi požiralniki, v kolikor bi prišlo do prelivanja visokih vod preko levega brega nad novim mostom preko Brnice. S tem ukrepom zagotovimo neoviran odtok padavinske in poplavne vode v smeri toka vode - Brnice in izlivanje v dolvodni smeri nazaj proti strugi potoka pod prekritjem – ukrep za ohranjanje poplavnega stanja pri zamašitvi prepusta – Q_{500},

- Prav tako je potrebno ohranjanje odtoka na severni strani lokalne ceste. Glede na geodetski posnetek je obstoječe parkirišče v majhni depresiji. Potrebno je zagotoviti koridor oz. konstanten padec terena v smeri vzhod proti zahodu oz. v smeri toka Brnice – ukrep za ohranjanje poplavnega stanja pri zamašitvi prepusta – Q_{500}.

9. Sklep

Za območje načrtovane ceste je bila izvedena širša hidravlična analiza Brnice, ki zajema območje od Marnega do izliva v Boben. Za vplivno obravnavano območje načrtovane lokalne ceste so bile izdelane karte poplavne nevarnosti za obstoječe in načrtovano stanje s prikazom vpliva načrtovane lokalne ceste v Dolu pri Hrastniku.

Iz hidravličnih analiz je razvidno, da načrtovana cesta ni poplavljena pri pretokih Brnice Q_{10} in Q_{100}. Deloma je poplavljeno območje, kjer je načrtovana cesta pri pretoku Q_{500} ter v primeru zamašitve prekritja dolvodno od načrtovane premostitve. Z umestitvijo načrtovane lokalne ceste in mostu, načrtovana cesta ni poplavljena tudi pri 500-letni povratni dobi.

Glede na rezultate hidravlične analize podajamo usmeritve za načrtovanje lokalne ceste in mostu ter spremljajočih ureditev na obravnavanem območju:

- dvig nivelete ceste nad koto Q_{100} z varnostnim nadvišanjem vsaj 50 cm.
- na območjih križanja vodotoka Brnica in načrtovane ceste se izvede premostitev s spodnjim robom konstrukcije na koti vsaj Q_{100} + 50 cm. Predlagamo še dodaten dvig spodnjega roba konstrukcije nad koto terena nad prekritjem. **Varna kora spodnjega roba konstrukcije tako znaša 306,50 m n.m.**
- dodatna vzpostavitev razbremenilnega oz. odvodnega kanala na južni strani ceste (levi breg Brnice) in ohranjanje naklona parkirišča na severni strani ceste (levi breg Brnice) med cesto in šolo v smeri toka vode proti zahodu.

Vse načrtovane ureditve lokalne ceste, spremljajočih objektov in ostalih ureditev na območju obravnave so bile hidravlično preverjene in upoštevane pri izrisu kart načrtovanega stanja. S takšno ureditvijo se ne spreminjajo poplavni tokovi, ureditev pa ne vpliva na vodni režim ter ga ne spreminja tudi na poplavnih območjih.

Ljubljana, maj 2024

Pripravila:

Miha Zidarič, univ.dipl.inž.grad.

IZVO-R d.o.o. projektiranje in inženiring Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana

Matic Košak, univ.dipl.inž.grad.