

INŠTITUT
ZA VODE
REPUBLIKE
SLOVENIJE

Institute
for Water of
the Republic
of Slovenia

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

Program dela IzVRS za leto 2014

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

I/2/11 Izdelava strokovnih podlag za izvajanje
poplavne direktive

Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart razredov
poplavne nevarnosti za 7 območij pomembnega vpliva
poplav v RS. Nadaljevanje naloge I/2/1 iz leta 2013.

Naslov naloge:

**Hidravlična študija visokih vod na porečju Lipnice - za
OPVP 48-Kamna Gorica**

Vodja naloge:

Mladen Ajdič, univ.dipl.inž.grad.

LJUBLJANA, SEPTEMBER 2014

PROGRAM: Program dela IzVRS za leto 2014

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

I/2/11 Izdelava strokovnih podlag za izvajanje
poplavne direktive

Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart razredov
poplavne nevarnosti za 7 območij pomembnega
vpliva poplav v RS. Nadaljevanje naloge I/2/1 iz leta
2013.

NASLOV NALOGE: **Hidravlična študija visokih vod na porečju
Lipnice - za OPVP 48-Kamna Gorica**

ŠIFRA NALOGE:

NAROČNIK: REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO IN OKOLJE

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

AVTOR(JI): Mladen Ajdič, univ.dipl.inž.grad.

SODELAVCI: Tina Mazi, univ.dipl.inž.grad.
Mitja Peček, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž.
Branko Damjanovič, grad. teh.

KRAJ IN DATUM: LJUBLJANA, september 2014



VSEBINA

VSEBINA.....	I
KAZALO SLIK.....	II
1.0 UVOD.....	1
2.0 HIDROLOŠKE OSNOVE	5
3.0 GEODETSKE PODLAGE	11
4.0 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA	13
4.1 Lipnica	13
4.2 Pritoki Lipnice	17
5.0 MATEMATIČNI MODEL	20
5.1 Opis izdelave modela	20
5.2 Določitev robnih pogojev.....	20
6.0 HIDRAVLIČNI IZRAČUNI	23
6.1 Visoke vode s povratno dobo 10 let	23
6.2 Visoke vode s povratno dobo 100 let	25
6.3 Visoke vode s povratno dobo 500 let	28
6.4 Interpretacija rezultatov	32
7.0 KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI IN KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI.....	33
8.0 ZAKLJUČEK.....	34
PRILOGE.....	III
1.0 Pregledna situacija M 1:5000	III
2.0 Situacija KPN – dosegi poplavnih linij Q10, Q100 in Q500 M 1:2500	III
3.0 Situacija KPN – globine pri Q10 M 1:2500	III
4.0 Situacija KPN – globine pri Q100 M 1:2500	III
5.0 Situacija KPN – globine pri Q500 M 1:2500	III
6.0 Situacija KPN – globina x hitrost pri Q100 M 1:2500.....	III
7.0 Situacija KRPN – razredi poplavne nevarnosti M 1:2500	III
PODATKOVNI MEDIJ	IV



KAZALO SLIK

Slika 1: OPVP 48 – Kamna Gorica (vir: www.mko.gov.si)	1
Slika 2: Območje modeliranja OHM (Lipnica)	2
Slika 3: Območje matematičnega modela Lipnice – batimetrija (iz MIKE)	3
Slika 4: Hidrogrami s povratno dobo 100 let za različne čase trajanja padavin - veljavni za začetni hidrološki profil HP15 (vir: hidrološka študija)	6
Slika 5: uporaba točkovnih oziroma linijskih hidrogramov v matematičnem modelu	6
Slika 6: Hidrogram Lipnice s povratno dobo 500 let za 4 urno trajanja padavin v začetnem hidrološkem profilu HP15 (vir: MIKE-1D)	7
Slika 7: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za začetni HP15	8
Slika 8: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP17	8
Slika 9: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP19-18	9
Slika 10: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP25-19	9
Slika 11: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP22	10
Slika 12: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP29 (Rečica)	10
Slika 13: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP54 (Kroparica)	11
Slika 14: Primer prikaza LIDAR podatkov (vir: Arc-Map)	12
Slika 15: Fotografije Lipnice: 1, 2, 3 in 4	13
Slika 16: Fotografije Lipnice: 5, 6, 7 in 8	14
Slika 17: Fotografije Lipnice: 9, 10, 11 in 12	14
Slika 18: Fotografije Lipnice: 13, 14, 15 in 16	15
Slika 19: Fotografije Lipnice: 17, 18, 19 in 20	15
Slika 20: Fotografije Lipnice: 21, 22, 23 in 24	16
Slika 21: Fotografiji tretjega prepusta $\varnothing$ 100 cm na HP17: 1 in 2	17
Slika 22: Fotografiji obcestnega jarka in drugega prepusta $\varnothing$ 80 cm na HP17: 3 in 4	17
Slika 23: Fotografiji vtoka in iztoka drugega prepusta $\varnothing$ 80 cm na HP17: 5 in 6	18
Slika 24: Fotografiji grape in vtoka v prepust $\varnothing$ 40 cm na HP22: 1 in 2	18
Slika 25: Potek prepusta med hišami in iztok prepusta $\varnothing$ 40 cm v mlinščico: 3 in 4	18
Slika 26: Fotografiji mosta in izliva Rečice v Lipnico: 1 in 2	19
Slika 27: Fotografija vtoka Kroparice v Lipnico	19
Slika 28: Program MIKE *.nwk11 datoteka	21
Slika 29: Program MIKE *.couple datoteka	22
Slika 30: Obseg poplav pri Q10 (vir: MIKE)	23
Slika 31: Obseg poplav pri Q10 (vir: MIKE)	24
Slika 32: Obseg poplav pri Q100 (vir: MIKE)	26
Slika 33: Obseg poplav pri Q100 (vir: MIKE)	26
Slika 34: Obseg poplav pri Q100 (vir: MIKE)	27
Slika 35: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)	29
Slika 36: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)	30
Slika 37: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)	30
Slika 38: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)	31



1.0 UVOD

Naloga je namenjena izvajanju Evropske poplavne direktive (2007/60/ES), oziroma izdelovanju kart poplavne nevarnosti (KPN) in kart razredov poplavne nevarnosti (KRPN) za območja pomembnega vpliva poplav (OPVP) v RS. Območja pomembnega vpliva poplav so območja za katera lahko z veliko verjetnostjo trdimo, da so glede na kriterije iz poplavne direktive (ogroženost zdravja ljudi, gospodarstva, kulturne dediščine in okolja) najbolj poplavno ogrožena v RS. V Sloveniji imamo 61 območij OPVP, ki so bila izbrana s pomočjo nabora različnih kriterijev, sodelovanja stroke ter javnosti.

Ta elaborat vsebuje karte poplavne nevarnosti (KPN) in karte razredov poplavne nevarnosti (KRPN) za območje Kamne Gorice. Cilj naloge so izdelane karte in podane linije za vse različne kriterije in dogodke v podatkovni obliki za program Arc-Gis.

Obravnavano področje pomembnega vpliva poplav obsega območje osrednjega mestnega jedra Kamne Gorice, ki leži v ozki dolini potoka Lipnica pod severnimi obronki Jelovice. Območje se razteza vzdolž toka Lipnice v dolžini 1027 m, od profila P58 do P94 matematičnega hidravličnega 1D modela. Glavni vodotok Lipnica ima še 3 pritoke iz stranskih grap, ki so vključeni v model. Na spodnjem delu doline, izven OPVP, se Lipnici priključi še četrti pritok Kroparica v P26+12 m. Skupaj nato tečeta kot Lipnica in se 5 km dolvodno pod naseljem Podnart izliva v reko Savo kot njen desni pritok. Območje obravnavanega OPVP je na spodnji sliki 1 zamejeno z vijolično črto.

Dopolnitev glede na poročilo iz februarja 2014 se nanaša na razširjeno območje veljavnosti rezultatov (OVR) v zgornjem delu grape na hidrološkem profilu HP 22.



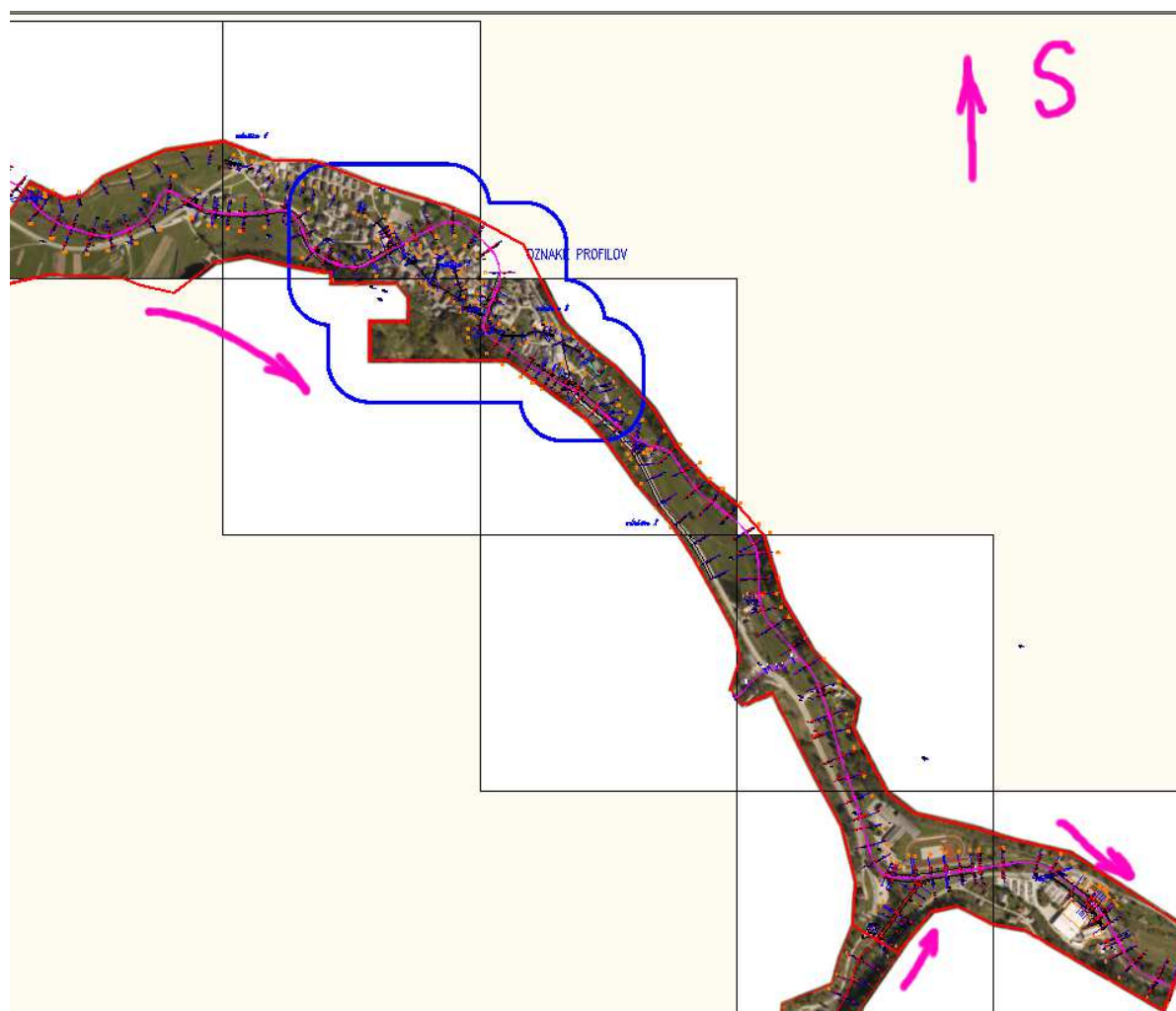
Slika 1: OPVP 48 – Kamna Gorica (vir: www.mko.gov.si)



Elaborat vsebuje simulacijo toka poplavnih vod z matematičnim hidravličnim modeliranjem, kjer so privzete vse topološke in hidrološke značilnosti povodja. Poleg glavnega vodotoka Lipnice so vključeni tudi njeni stranski pritoki (4). V modeliranju so upoštevane vse topološke značilnosti terena in vse prepreke in ovire kot so objekti (mostovi, hiše) in zidovi. Modelirali smo več različnih dogodkov pri različnih vhodnih hidroloških podatkih. Trudili smo se simulirati dejanske poplave na danem območju in jih primerjali z informacijami pridobljenimi na terenu. Zaradi pomanjkanja podatkov o dejanskih pretokih v času poplav model ni bil umerjen. V tej študiji nismo upoštevali kakšne predhodne hidravlične študije.

Končni izdelek elaborata so izračunane simulacije poplav v območju hidravličnega modeliranja (OHM) in prikazane kot linije. Izračunani so bili trije dogodki visokovodnih valov. Za vsak dogodek so prikazani dosegi in globina poplavnih vod. Za sto letni dogodek so prikazane še hitrosti in razredi poplavne nevarnosti.

Območje OPVP je na spodnji sliki 2 zamejeno z modro črto, področje znotraj rdeče mejne črte pa predstavlja območje LIDAR snemanja in posledično območje matematičnega hidravličnega modela.



Slika 2: Območje modeliranja OHM (Lipnica)

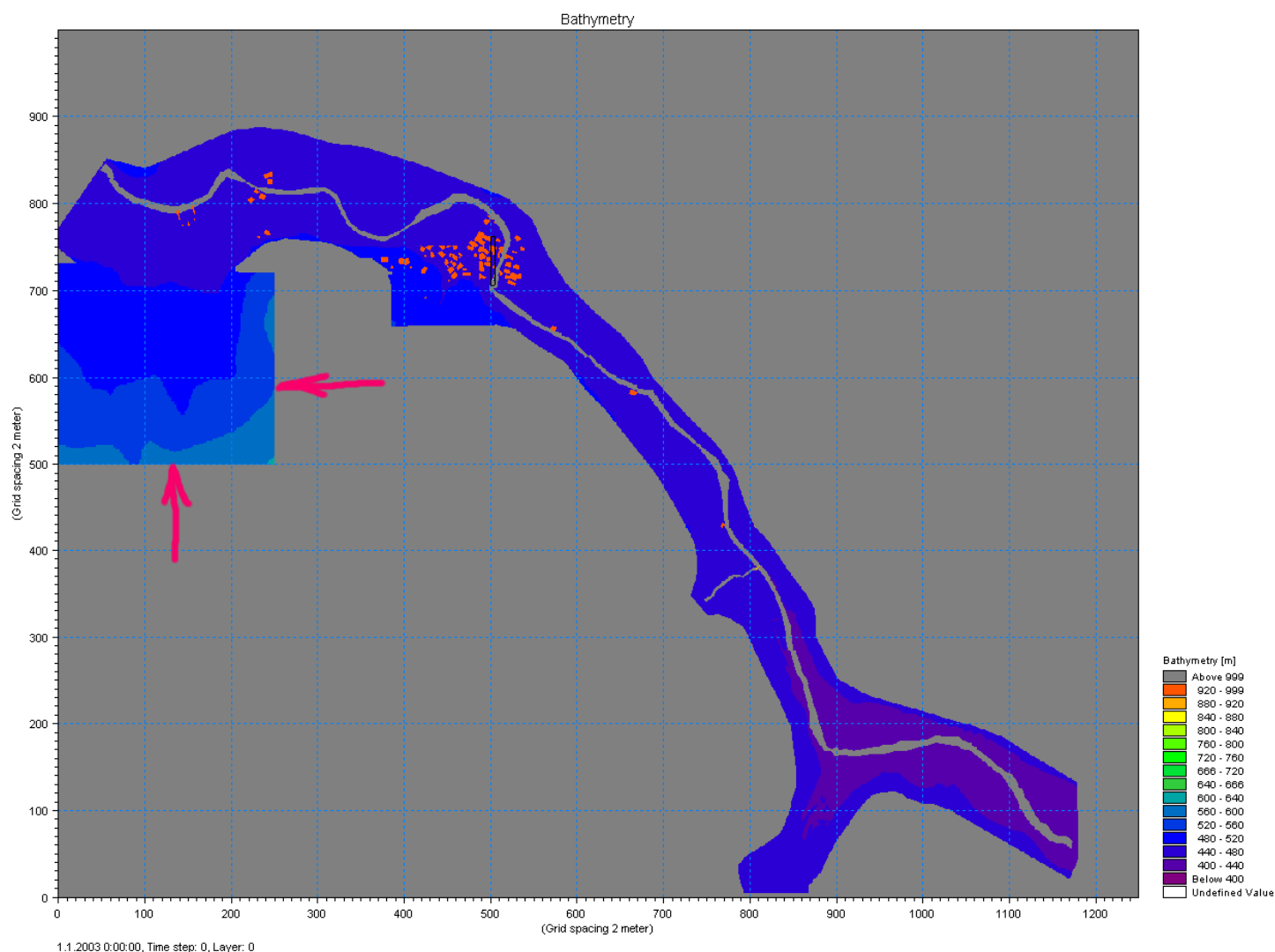


Lipnica ima urejeno strugo, mostovi (8) prevajajo visoke vode. Pri visokih vodah lahko povzročata probleme pritoka na hidrološkem profilu HP17 in na HP22.

Zaledje Lipnice na začetku OPVP (HP18) obsega ca 19.8 km², na koncu OPVP (hidrološki profil HP19) pa obsega ca 20.3 km². Korigirane maksimalne vrednost pretokov za začetni HP15 modela so (glej tudi sliko 4):

$Q_{10} = 25.1 \text{ m}^3/\text{s}$ oz. $Q_{10} = 26.2 \text{ m}^3/\text{s}$ na koncu OPVP (HP19)	(6urne padavine)
$Q_{100} = 39.3 \text{ m}^3/\text{s}$ oz. $Q_{100} = 42.9 \text{ m}^3/\text{s}$ na koncu OPVP (HP19)	(4 urne padavine)
$Q_{500} = 50.6 \text{ m}^3/\text{s}$ oz. $Q_{500} = 56.0 \text{ m}^3/\text{s}$ na koncu OPVP (HP19)	(4 urne padavine)

Maksimalne vrednosti pretokov za posamezne povratne dobe so razvidne iz hidrološkega poročila, kjer je narejena študija poplavnega vala s časom trajanja 48 ur.



**Slika 3: Območje matematičnega modela Lipnice – batimetrija (iz MIKE)
S puščico je označen dodan del, ki ni bil posnet z LIDAR-jem**



Obravnavano področje OPVP št. 48 obsega tok Lipnice v dolžini 1027 m, od profila P58 do P94. Območje matematičnega modeliranja pa sega do izpod sotočja s Kroparico. Na prejšnji sliki 3 je v modrih niansah prikazano območje modela (batimetrija). Z rdečo je označeno območje, ki ga model ne obravnava (izločene celice - objekti).

Hidravlični izračun je bil izveden s programom MIKE FLOOD, ki združuje 1D modeliranje (MIKE 11) z 2D modeliranjem (MIKE 21). Za izdelavo 1D modela smo uporabili prečne profile izmerjene na terenu in sicer 154 profilov na Lipnici, 8 profilov na Rečici ter 8 objektov (mostov).

Samo računsko območje je veliko 2.500 m x 2.000 m, s spodnjim levim kotom na Gauss-Kruegerjevih koordinatah $Y=437.500$ in $X=129.000$. Za potrebe računa je območje razdeljeno na 1250 x 1000 celic (kvadratov) velikosti 2 m.

V topografijo so vključeni vsi objekti, ki se nahajajo ob strugi oz. na območju poplav. Pri združitvi 1D in 2D modela smo vključili vse topografske značilnosti terena in vseh strug.



2.0 HIDROLOŠKE OSNOVE

Za območje porečja Lipnice smo izdelali hidrološko študijo visokih vod z določitvijo »dejanskih« maksimalnih pretokov in visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v nekaterih ključnih prerezih Lipnice in njenih pritokih ter ključnih prerezih Kroparice in njenih pritokih in sicer za potrebe izdelave kart razredov poplavne nevarnosti za območij pomembnega vpliva poplav (OPVP) 45-Krope in 48-Kamne Gorice. Določitev hidroloških območij je sledilo izhodišču, da morajo hidrološke obdelave visokih vod zajeti celotno prispevno območje Lipnice. Podatki in rezultati so prikazani za hidrološke prereze za celotno porečje Lipnice. Za namen hidravličnega modeliranja na območjih OPVP so podani vhodni hidrogrami.

Za potrebe obdelave so bili pridobljeni in analizirani meteorološki in hidrološki podatki Agencije RS za okolje (v nadaljevanju ARSO). Analiza padavin (maksimalne dnevne padavine, maksimalne padavine z različnim trajanjem 5 minut do 24 ur) je obravnavala 19 padavinskih postaj od tega 5 ombrografov. Opredeljeno je prispevno območje Lipnice in njenih pritokov, določena so bila posamezna prispevna območja, dolžine vodotokov ter padci terena in padci vodotokov. Celotno prispevno območje Lipnice in njenih pritokov je bilo opredeljeno na podlagi kart TTN 1 : 5000 (GURS). Pokrovnost tal je bila določena s pomočjo podatkovnega sloja Corine Land Cover za Slovenijo. Odtočni potencial zemljine je bil ocenjen na podlagi rezultatov študije "Ocena hidravlične prevodnosti tal v Sloveniji za pedokartografske enote merila 1:250000" (Biotehniška fakulteta UL, 2009). Glede na pokrovnost tal in odtočni potencial je bil določen izhodiščni parameter CN (številka krivulje) za določitev padavinskih izgub po SCS metodi.

Za posamezna prispevna območja je bil izdelan hidrološki model površinskega odtoka z različico programa HEC-HMS 3.5. Visokovodni valovi so bili izvrednoteni z metodo sintetičnega enotnega hidrograma po metodi SCS. Za modeliranje transformacije visokovodnega vala je bila uporabljena metoda Muskingum-Cunge. Na osnovi verjetnostne analize padavin in izdelanega hidrološkega modela so bili izračunani maksimalni odtoki v odvisnosti od padavin s povratno dobo 10, 100 in 500 let.

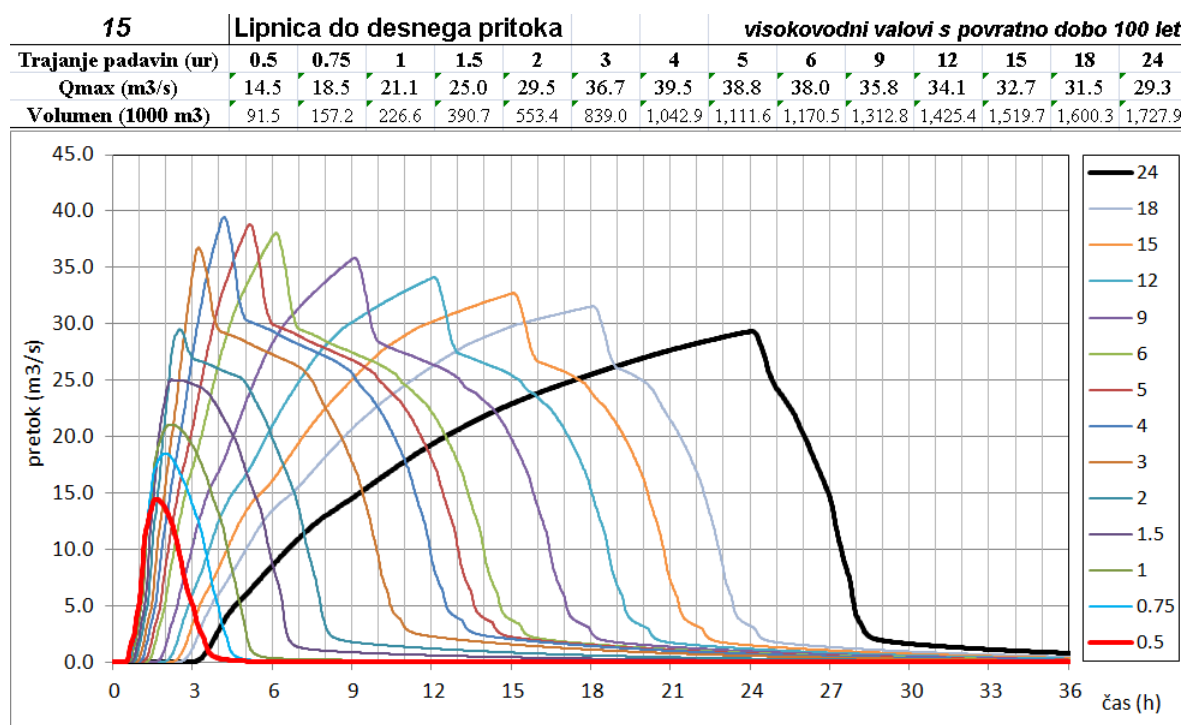
V študiji so obravnavane sledeče vsebine:

- opis hidrografskih, topografskih in drugih značilnosti porečja,
- analiza meteoroloških in hidroloških podatkov,
- izračun "dejanskih" pretokov in visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v izbranih hidroloških prerezih za različno trajanje padavin.

Glede na predhodno hidrološko študijo Lipnice (VGI, 1996) so vrednosti visokih vod v pričujoči študiji višje.

Za Lipnico s pritoki smo za merodajne izbrali padavine s trajanjem, ki je dal največji pretok. Tako smo za povratno dobo 100 in 500 let izbrali 4 urno trajanje padavin. Za 10-letno povratno dobo smo izbrali 6 urne padavine.

Vsi uporabljeni hidrogrami so podani na priloženem CD-ju v mapi: Hidrologija.



Slika 4: Hidrogrami s povratno dobo 100 let za različne čase trajanja padavin - veljavni za začetni hidrološki profil HP15 (vir: hidrološka študija)

Pri modeliranju smo hidrograme upoštevali kot točkovni oziroma kot linijski dotok. Na Lipnici smo na primer v profilu P112 (3389.93 m) kot začetku 1D matematičnega modela upoštevali točkovni dotok, med profiloma P105 in P73 (3134 m do 2131 m) smo upoštevali pa linijski dotok. Podobno je bilo upoštevanje za preostali odsek dolvodno, oziroma za posamezne pritoke Lipnice, glej spodnjo sliko 5. Za hidrološki prerez HP17 je bil hidrogram vnešen samo v 2D modelu.

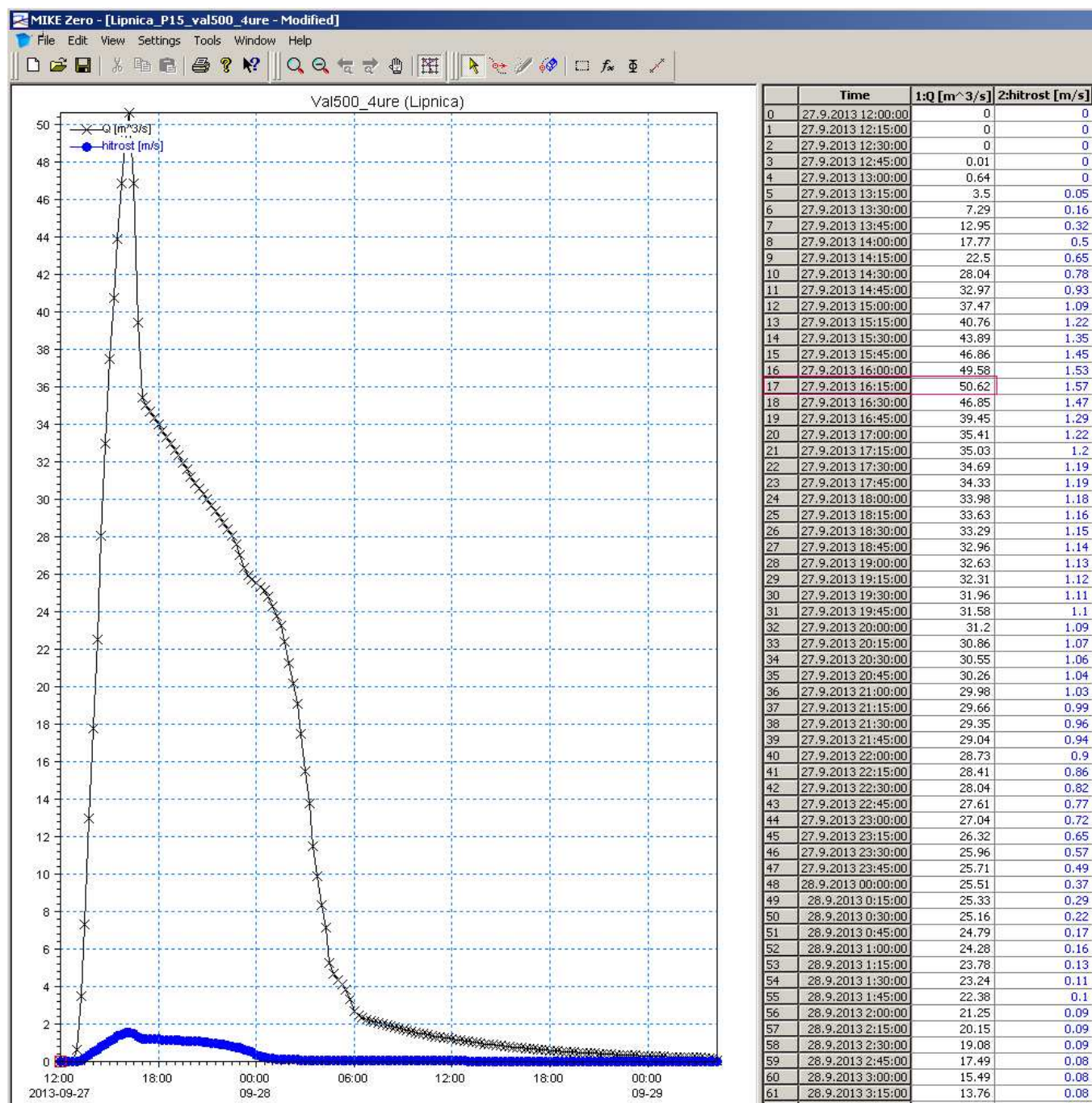
Lipnica 3-112_val100_4ure_08 - Modified

	Boundary Description	Boundary Type	Branch Name	Chainage	Chainage	Gate ID	Boundary ID
1	Open	Water Level	lipnica	70.64	0		P3
2	Open	Inflow	lipnica	3389.93	0		P112 (HP15)
3	Distributed Source	Inflow	lipnica	3143	2131		vmesni dotok med P105 + 4 m in P73 (HP19-18)
4	Distributed Source	Inflow	lipnica	2131	1220		vmesni dotok med P73 in P44 (HP25-19)
5	Point Source	Inflow	lipnica	657	0		P26 + 12 m, vtok Kroparice (HP54)
6	Point Source	Inflow	mlinscica4	53	0		HP22
7	Open	Inflow	rečica	158.5	0		P5 (HP29)

☒ Include HD calculation
☐ Include AD boundaries

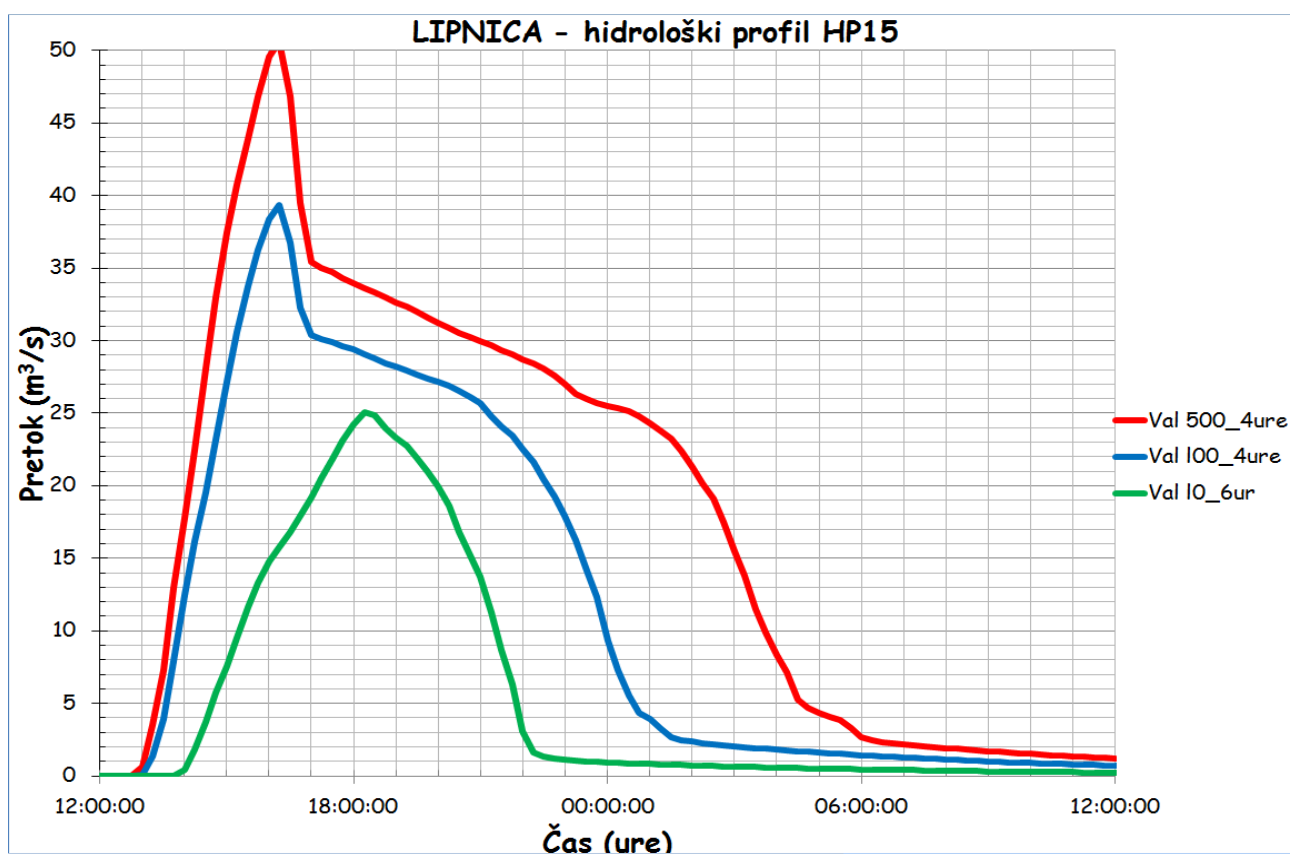
	Data Type	TS Type	File / Value	TS Info
1	Discharge:	TS File	..\Lipnica_P15_val100_4ure.dfs0	... Edit Q

Slika 5: uporaba točkovnih oziroma linijskih hidrogramov v matematičnem modelu

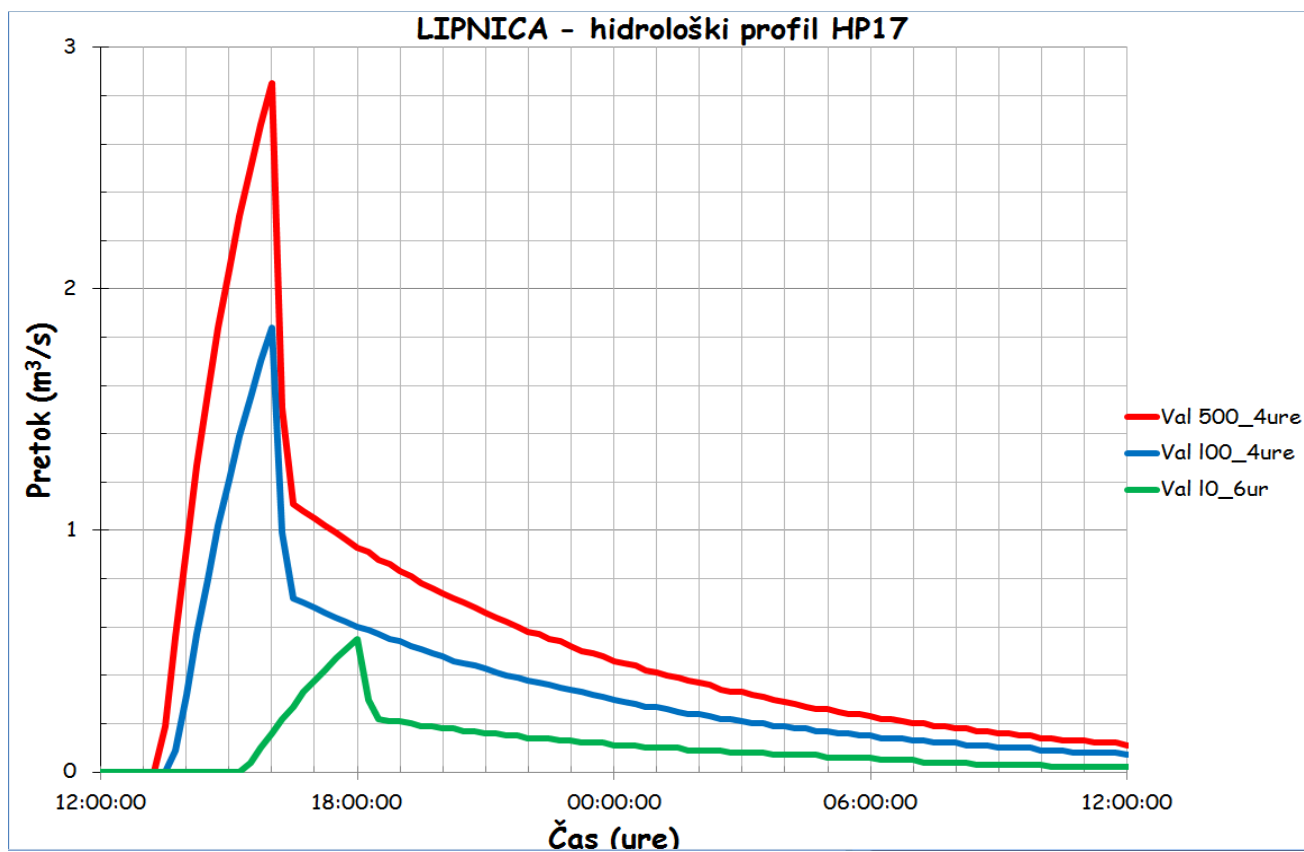


Slika 6: Hidrogram Lipnice s povratno dobo 500 let za 4 urno trajanja padavin v začetnem hidrološkem profilu HP15 (vir: MIKE-1D)

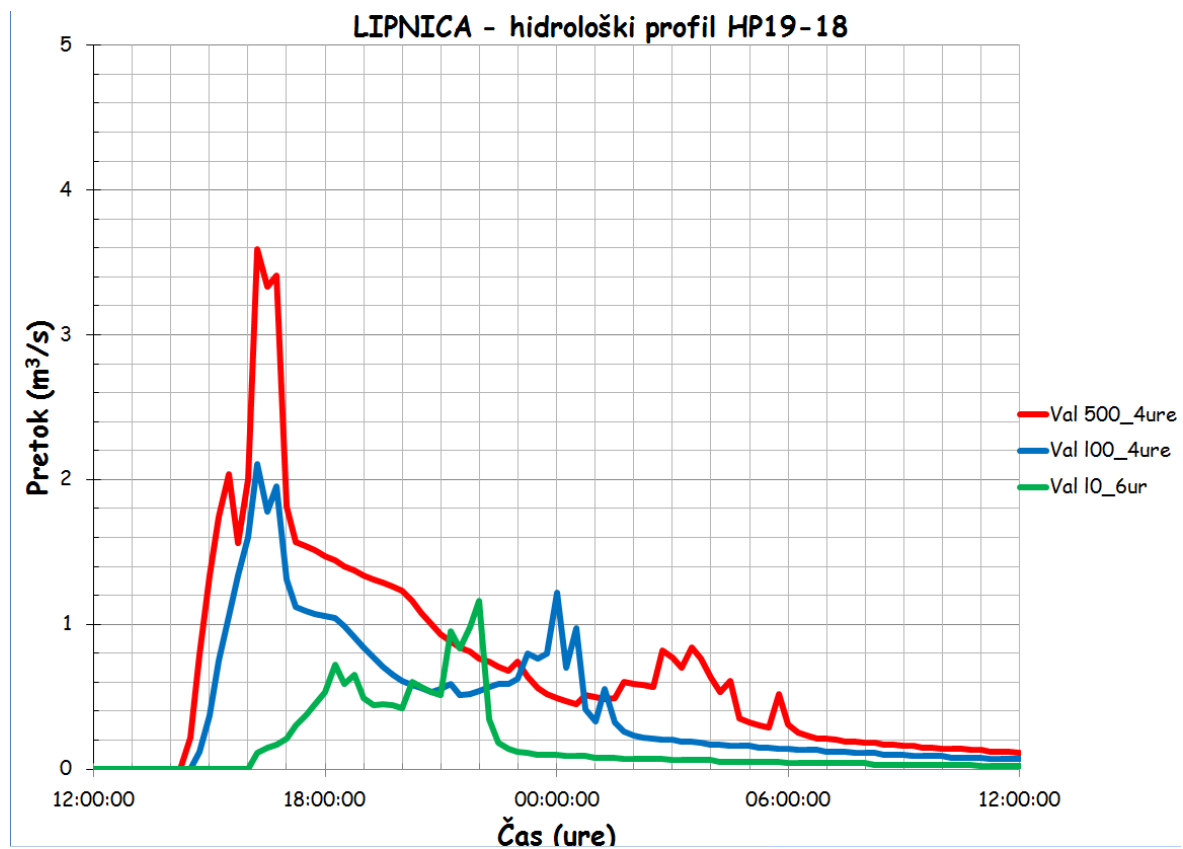
Uporabljeni hidrogrami v matematičnem hidravličnem modelu imajo interval 15 minut, pri čemer so zavzete vse vrednosti - tako maksimalna vrednost pretoka (konico) kot celoten izračunan volumen. Pri simulaciji padavin z maksimalnim pretokom smo uporabili čas modeliranja do 10 ur, saj se je v predhodnih preračunih modela izkazalo, da uporaba daljših časov trajanja vala ne doprinese k bolj neugodnim rezultatom. Konica vala pri uporabljenih časih merodajnih padavin je dosežena že po 4 oz. 6 urah. V modelu uporabljeni hidrogrami (3x7) so razvidni v slikah št. 7–13 na naslednjih straneh.



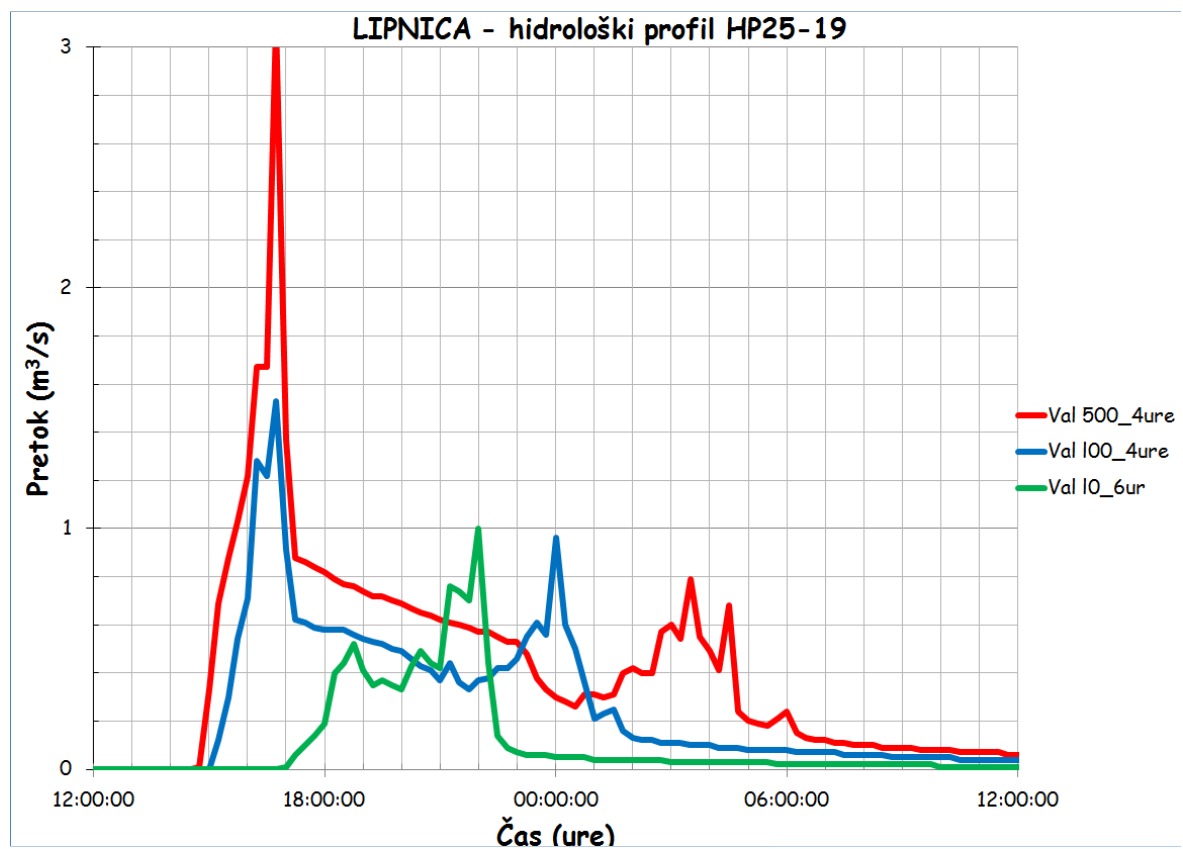
Slika 7: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za začetni HP15



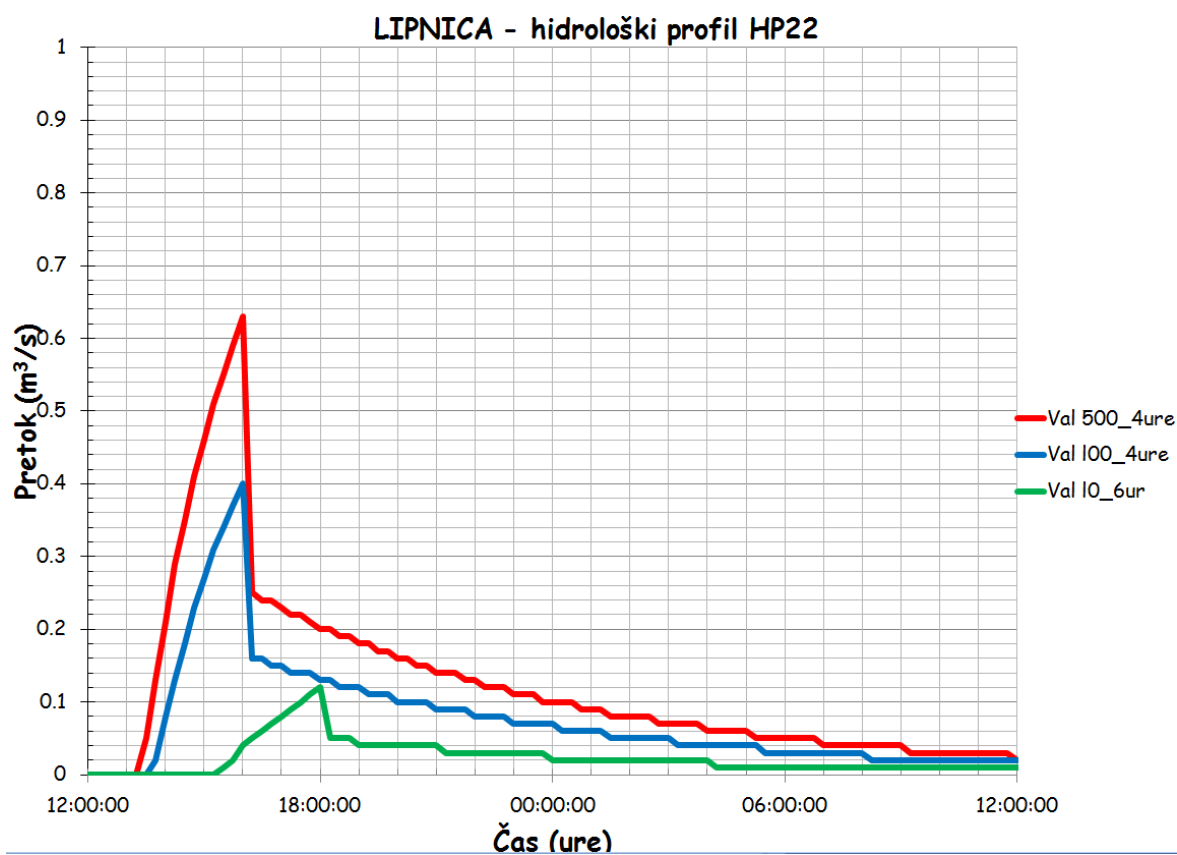
Slika 8: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP17



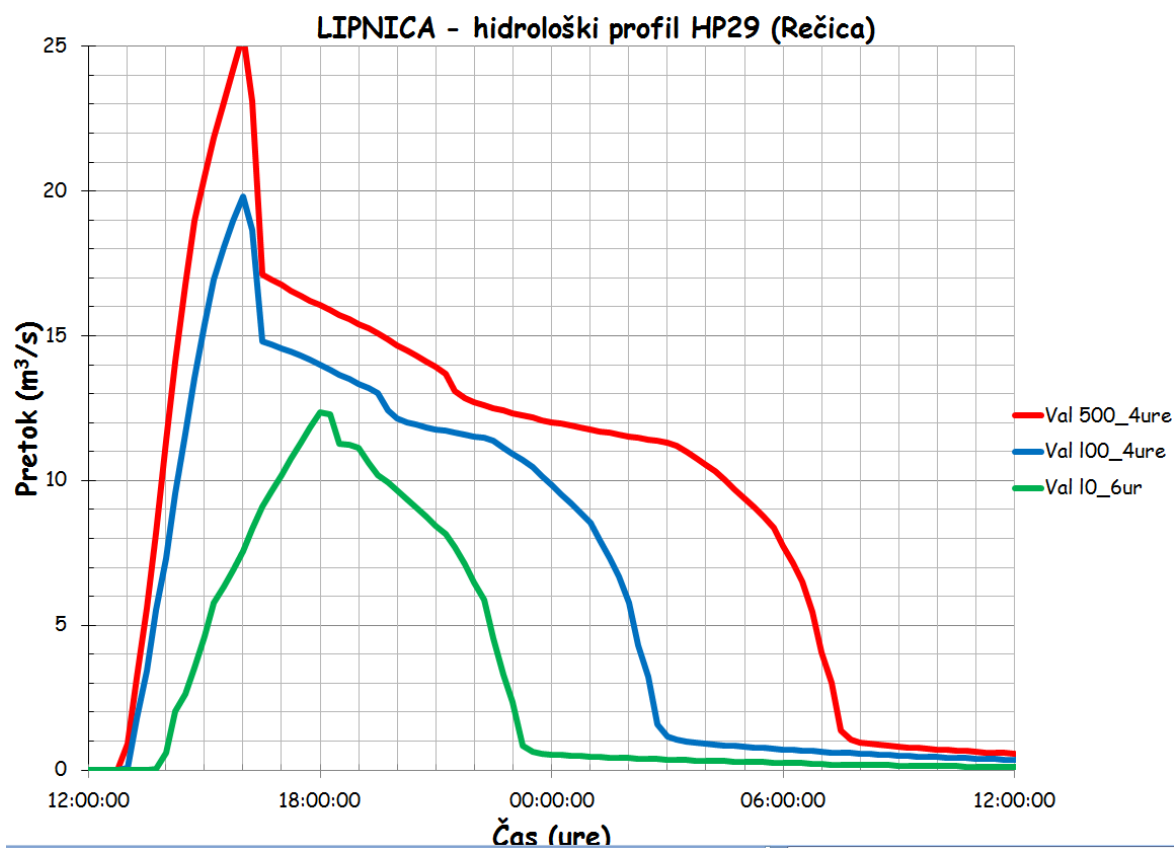
Slika 9: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP19-18



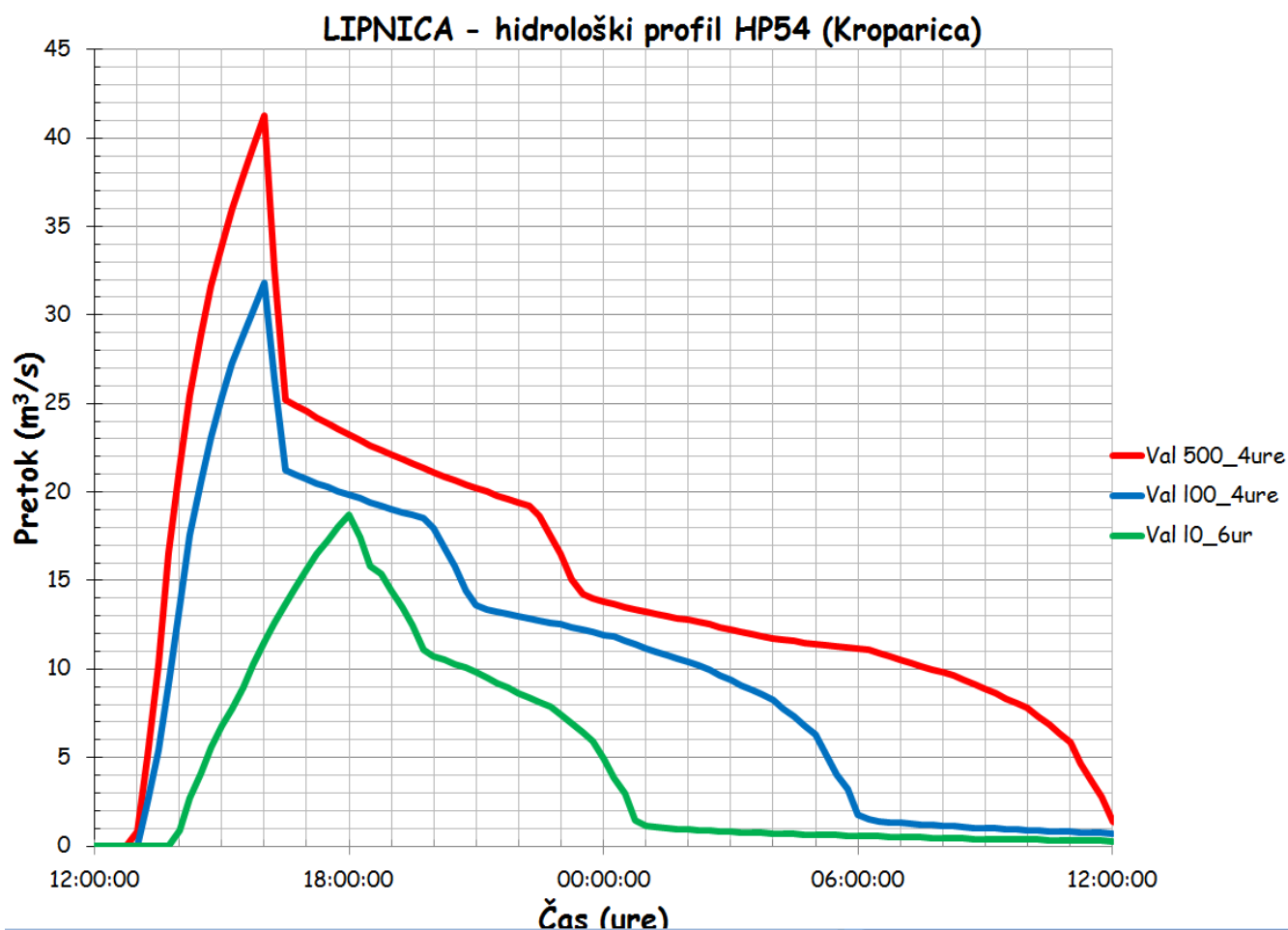
Slika 10: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP25-19



Slika 11: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP22



Slika 12: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP29 (Rečica)



Slika 13: uporabljeni hidrogrami različnih povratnih dob za HP54 (Kroparica)

3.0 GEODETSKE PODLAGE

Za izdelavo 1D modela smo uporabili podatke geodetskega terestičnega snemanja prečnih prereзов vodotoka Lipnice. Izmerjeni so bili vsi pragovi in premostitve. Za potrebe 1D modela pritoka Rečice se je naknadno na terenu domerilo mostno odprtino in s pomočjo LIDAR podatkov (v okolju Arc-Gis) zrisalo 7 prečnih profilov. Podobno se je naredilo pri pritoku na HP17 (2 betonska prepusta $\varnothing$ 100 cm in 1 betonski prepust $\varnothing$ 80 cm).

Za 2D model so bili uporabljeni LIDAR podatki, ki so bili posneti aprila 2013 za širše območje ob Lipnici in Kroparici oz. njenih pritokih. Gostota točk je znašala 10 točk/m² z višinsko natančnostjo snemanja 7.5 cm.

Za obravnavano območje so bile izbrane tudi 3 kontrolne točke, ki so ročno preverjene oziroma so bila določena odstopanja. V x in y smeri je odstopanje 3 cm, višinsko odstopanje pa je v povprečju treh kontrolnih točk 6 cm.



Pri modeliranju smo zaradi razlivanja vode med izmerjenimi prečnimi profili le-te interpolirali na nekaterih odsekih oz. nekatere prečne profile dodali. Za levi in desni prelivni rob struge smo v tem primeru privzeli višino pridobljeno s pomočjo LIDAR tehnologije. Spodnja slika 14 prikazuje način zajema podatkov za uporabljene interpolirane profile na mestih prelivanja.



Slika 14: Primer prikaza LIDAR podatkov (vir: Arc-Map)

Pri modeliranju smo večkrat ugotovili, da prelivne vode ne gredo v "pravo" smer, to je v smer zabeleženo v predhodnih poplavih. Na nekaterih mestih je bilo zato treba ročno popraviti vrednost (višino) izbranih celic 2D modela na realne vrednosti, to je tiste vrednosti, ki predstavljajo najšibkejši člen mreže celic. Izbrana velikost celic (2x2 m) je ponekod "preveč povprečila" višine. LIDAR podatki so nam bili pri modeliranju v veliko pomoč.

Pri 2D modeliranju smo uporabili tudi državni kataster z vrisanimi objekti. Upoštevali smo vse prepreke in ovire, zato smo v topografijo vključili tudi stavbe. S pomočjo Arc-Gis okolja smo izbrali celice 2x2 m kjer se nahaja objekt in jim priredili višino "land value", s čimer smo take celice izločili iz računa. Podobno smo storili tudi z objekti, ki niso vrisani v kataster, le da smo to storili ročno.

Za območje pritoka na HP17 nismo imeli dovolj podatkov iz LIDAR snemanja, zato smo modelu dodali podatke iz DMR mreže. Izbrali smo karto digitalnega modela reliefa "VTD2643.xyz" z izvirno natančnostjo 5 m, ki jo je izdala Geodetska Uprava RS. Celice te natančnosti smo z vmesnikom v MIKE pretvorili v že prej izbrane celice velikosti 2x2 m. Batimetriji smo nato dodali nove celice, ki so izven območja LIDAR posnetka (slika 3).



4.0 OPIS OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

4.1 Lipnica

Lipnica je potok, ki počasi vijuga skozi naselje Kamna Gorica. To je gručasto naselje v Občini Radovljica. Kamna Gorica leži v ozki dolini potoka Lipnica pod severnimi obronki Jelovice. Kamna Gorica je staro fužinarsko naselje. Lipnica je za poganjanje vseh potrebnih vodnih koles imela premajhen padec, zato so bili kovači primorani zgraditi jez na začetku vasi ter po umetnih kanalih - rakah, speljali vodo skozi vas. Začetki železarstva segajo v 14. stoletje, ko se je začela razvijati vzporedno s sosednjo Kropo. Glavni proizvod so bili žebli. Stari plavž je obratoval do 1872, usodno pa je bilo že leto 1828, ko je izbruhnil velik požar, ki je uničil 35 stanovanjskih hiš in mnogo gospodarskih objektov. Ročno žebjarstvo v vigenjcih, ki jih je bilo nekdanj 10, se je sredi 20. stoletja umaknilo v Tovarno vijakov Plamen v Kropo.

Stalni pritok Lipnice je z desne strani Rečica, že izven območja tega OPVP. Malo nižje (500 m) se ji pri naselju Brezovica z desne priključi Kroparica. Skupaj se 5 km dolvodno, malo pod naseljem Podnart, priključi Savi kot njen prvi desni pritok po sotočju Save Bohinjke in Save Dolinke.



Slika 15: Fotografije Lipnice: 1, 2, 3 in 4



Slika 16: Fotografije Lipnice: 5, 6, 7 in 8



Slika 17: Fotografije Lipnice: 9, 10, 11 in 12



Slika 18: Fotografije Lipnice: 13, 14, 15 in 16



Slika 19: Fotografije Lipnice: 17, 18, 19 in 20



Slika 20: Fotografije Lipnice: 21, 22, 23 in 24



4.2 Pritoki Lipnice

V hidravličnem modelu so upoštevani štirje (4) pritoki Lipnice, vsi so desni, vsak predstavlja svoj hidrološki profil (HP).

- 1) **Pritok na HP17** je njen prvi uporabljeni pritok. Pritok nima enolične stacionaže vtoka v Lipnico, saj se nanjo priključi preko poplavnega področja in skozi tri betonske prepuste pod regionalno cesto Kamna Gorica - Radovljica. Obravnavano področje nima razvite hidrografske mreže, zato smo morali spustiti računski val v 2D modelu višje v pobočju, da se je lahko ustvarila fronta toka vode po pobočju že pred območjem matematičnega modela. Za vtok v model smo izbrali dve celici (izvor). V vsaki smo priključili vsakokratni val, ki smo ga razdelili na dve enaki polovici. Izbrani celici sta izven podatkov LIDAR snemanja, zato smo morali batimetriji modela dodati še podatke iz DMR modela (slika 3).

Prvi betonski prepust $\varnothing 100$ cm (gledano v smeri toka Lipnice) leži približno v podaljšku profila P109+13 m (brez slike). Drugi prepust $\varnothing 80$ cm leži v profilu P106 (sliki 22 in 23), tretji prepust $\varnothing 100$ cm pa v profilu P105 (slika 21).



Slika 21: Fotografiji tretjega prepusta $\varnothing 100$ cm na HP17: 1 in 2



Slika 22: Fotografiji obcestnega jarka in drugega prepusta $\varnothing 80$ cm na HP17: 3 in 4



Slika 23: Fotografiji vtoka in iztoka drugega prepusta $\varnothing$ 80 cm na HP17: 5 in 6

- 2) **Pritok na HP22** je njen drugi uporabljeni pritok, na desni strani. Lipnici se pridruži preko mestne mlinščice v stacionaži 2154.38. Jarek iz pobočne grape se najprej priključi na betonski prepust $\varnothing$ 40 cm ki gre nato med hišami in se nadaljuje pod cesto v mestno mlinščico, ta pa v Lipnico. Prevodnost prepusta je računana s programom Culvert Master. Z upoštevanjem izgub na vtoku in linijskih izgub na dolžini $L=83$ m ter geometrijskih karakteristik, je pri hrapavosti po Manningu $N_g=0.02$ njegova prevodnost izračunana na vsaj **$Q=120$ l/s**, brez upoštevanja morebitne zatrpanosti.



Slika 24: Fotografiji grape in vtoka v prepust $\varnothing$ 40 cm na HP22: 1 in 2



Slika 25: Potek prepusta med hišami in iztok prepusta $\varnothing$ 40 cm v mlinščico: 3 in 4



- 3) **Rečica** je njen tretji uporabljen pritok na HP29. Lipnici se priključi v stacionaži 1192.06. Jarek iz pobočne grape se pod mostom na regionalni cesti Kamna Gorica - Radovljica priključi na urejen izlivni del potoka, dolžine 67 m do Lipnice.



Slika 26: Fotografiji mosta in izliva Rečice v Lipnico: 1 in 2

- 4) **Kroparica** je njen četrti uporabljen pritok na HP54. Lipnici se priključi v stacionaži 656.44 (P26+12m). Sama hidravlična študija Kroparice je razvidna v elaboratu "Hidravlična študija visokih vod na porečju Lipnice - za OPVP 45-Kropa.



Slika 27: Fotografija vtoka Kroparice v Lipnico



5.0 MATEMATIČNI MODEL

5.1 Opis izdelave modela

Za določevanje in računanje toka vode po strugi Kroparice ter toka poplavnih vod po poplavnem območju smo uporabili program MIKE FLOOD (Danish Hydraulic Institute, www.dhigroup.com). Program omogoča združeno 2D modeliranje vodnega toka poplavnih območij (MIKE21) v kombinaciji z 1D modelom rečnega toka (MIKE11). Za določitev geometrije območja (batimetrijo) potrebujemo posnetek terena (koordinate točk X, Y in Z). Na podlagi LIDAR posnetka terena (klasificirani podatki oblaka točk) je bila izdelana računska mreža z ločljivostjo 1 m. Kasneje se je izvedla še pretvorba z interpolacijo velikega števila posnetih točk ločljivosti 1 m v manjše število točk z manjšo ločljivostjo. Za računanje vodnega toka po poplavnem območju so bile v našem modelu uporabljene računske celice ločljivosti, torej velikosti, 2x2 m. Območja, ki ne sodelujejo v računu poplavnih vod (objekti), so bila izločena v sami batimetriji. Samo računsko območje modela je veliko 2.500 m x 2.500 m, s spodnjim levim kotom na Gauss-Kruegerjevih koordinatah Y=438.000 in X=127.000. Za potrebe računa je območje razdeljeno na 1250 x 1250 celic (kvadratov) velikosti 2 m.

Za računanje 1D toka po strugi Lipnice so bili uporabljeni njeni prečni prerezi, skupaj 179. Uporabljeni so bili najnovejši podatki (snemanje v letu 2013). V tako imenovani ****.xns11*** datoteki smo podali tudi vse pragove in stopnje. Prečnim profilom smo ročno določili točke levega in desnega prelivanja. Te točke so pomembne prav pri določitvi preliva med 1D in 2D modelom. Modela sta tako povezana preko bočnih prelivov, na koncu 1D modela pa je le-ta lahko povezan s preostalim 2D modelom preko standardnega preliva.

V ****.nwk11*** datoteki smo podali vse premostitve (8).

5.2 Določitev robnih pogojev

V datoteki ****.bnd11*** smo podali vse robne pogoje in vhodne vodne količine. Zgornji robni pogoj hidravličnega modela Lipnice predstavlja časovna serija pretoka $Q(t)$. Ta v našem modelu predstavlja izbrani val 48-urnega trajanja in različnih (3) povratnih dob. Omenjeni val doseže konico po 4 urah (za 100 in 500 letno povratno dobo), oziroma po 6 urah za 10 letno povratno dobo in predstavlja najneugodnejši val z najvišjim pretokom. Za naš model je pomembna najvišja konica pretoka in ne volumen izbranega vala.

Vhodni podatki tako za 1D kot 2D model so bili torej hidrogrami odtoka Lipnice v njenem HP15 ter na njenih pritokih (4). Odtok iz vmesnih prispevnih površin, ki prihajajo direktno v strugo (ne kot pritok), so bili v modelu vnešeni kot linijsko porazdeljen pretok (pretok po izbranem odseku zvezno narašča). V modelu uporabljeni hidrogrami so razvidni v slikah št. 7–13 na straneh 8–11.

S predhodnimi računi v modelu je bilo ugotovljeno, da zadošča nastavitev intervala računa $dt=0.3$ sek. Ob omenjenem pogoju "dt" in obsežnosti območja račun poteka nekaj ur (6) - s hitrim procesorjem računalnika z dovolj spomina.

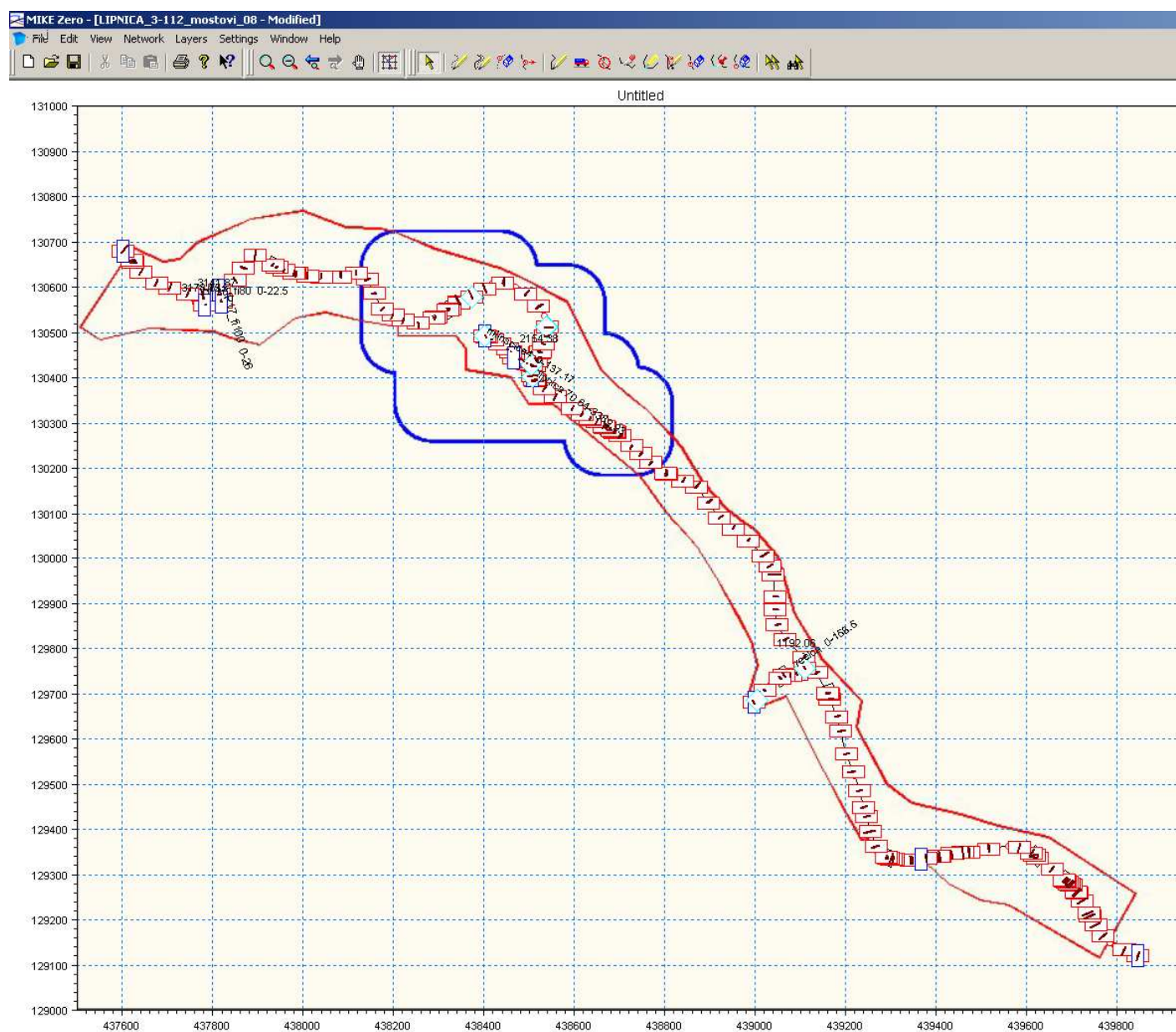
Osnova za določitev spodnjih robnih pogojev $Q(h)$ oz. H je na spodnji strani modela ocenjena višina poplavne vode ali pa pretočna krivulja obravnavanega prečnega prereza. Višina spodnje vode za začetek računa je lahko tudi rezultat predhodnih študij, meritev



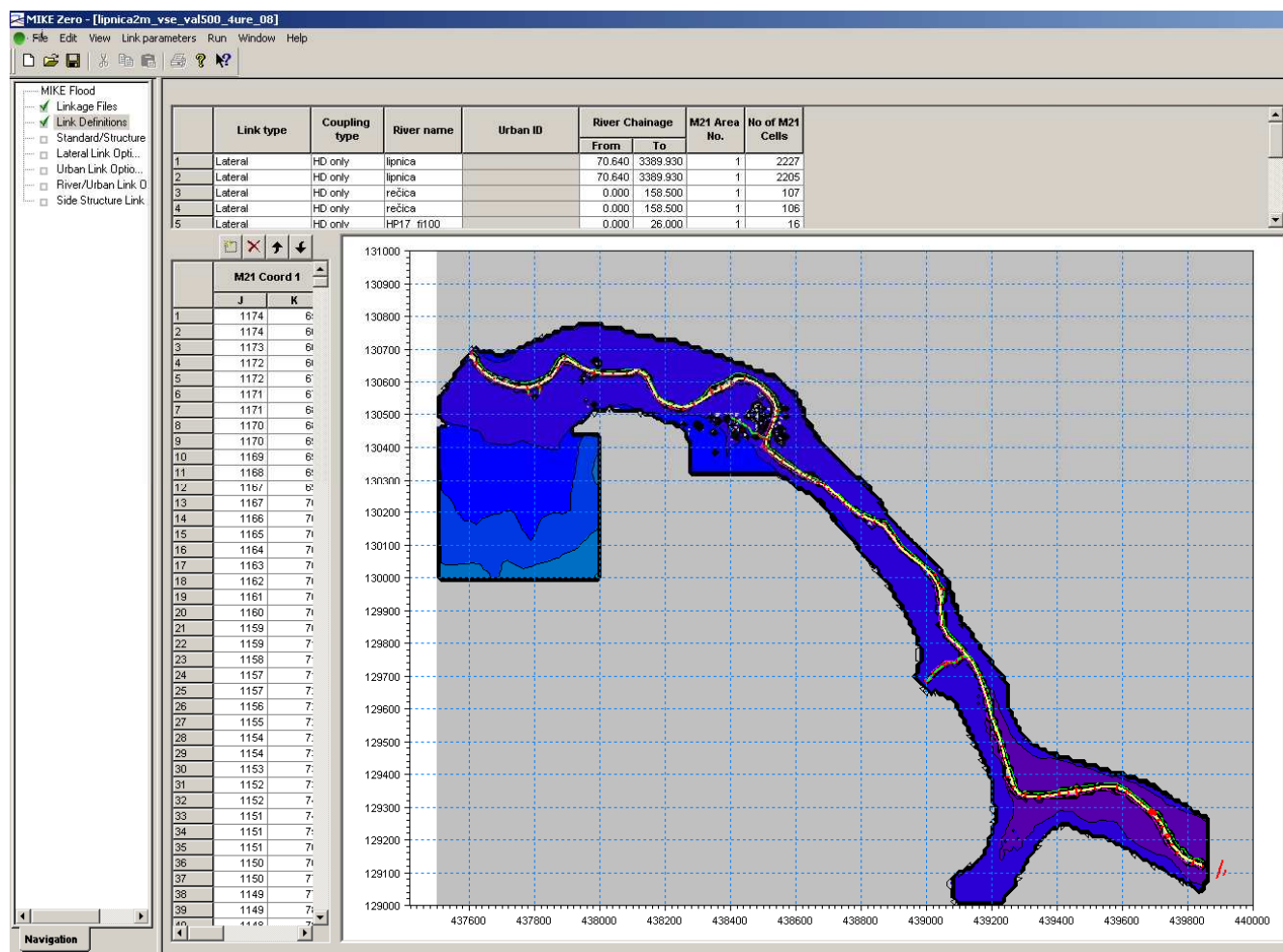
višin poplavnih vod na terenu ali pa zgolj kot ocena, ki se popravlja po potrebi glede na rezultat izračuna. V našem modelu je spodnji rob dovolj oddaljen od območja, ki nas je zanimalo, da morebitna nerealna globina ni predstavljala motnje v samem hidravličnem računu. Model v območju, ki nas je zanimalo, namreč takrat ne pokaže nobene razlike globine vode, četudi je globina v spodnjem prerezu previsoka za trenutni računani pretok (zaježitev) ali prenizka (depresija).

Za strugo obravnavane Lipnice je bil upoštevan Manningov koeficient hrapavosti $n_g=0.035$ (P73-P77), $n_g=0.045$ (P77-P82), oz. $n_g=0.04$ na preostalem delu. Za pritok Rečico je bil uporabljen $n_g=0.035$, za mlinščico pa $n_g=0.030$.

Za poplavno območje izven struge je bila pri računanju gladin poplavnih vod uporabljena enotna hrapavost $n_g=0.067$ ($M=15$).



Slika 28: Program MIKE *.nwk11 datoteka



Slika 29: Program MIKE *.couple datoteka

Slika 29 prikazuje batimetrijo z izločeno strugo in objekti. Vidno je tudi padanje terena. Po celotnem poplavnem odseku smo podali koeficient hrapovosti 0.067 po Manningu. Za viskoznost smo izbrali nastavitev v MIKE, ki uporablja formulo po "Smagorinsky" in sicer vrednost konstante 0.5. Model je nastavljen bolj občutljivo, saj je najmanjša globina vode v posamezni celici, predno začne prelivati v sosednjo, nastavljena na 3 cm.



6.0 HIDRAVLIČNI IZRAČUNI

Pred končnim računom modela so bili predhodno narejeni mnogi preračuni z različnimi vhodnimi podatki (hidrogrami), različnimi nastavitvami hrapavosti, z različnimi vmesnimi popravki. Končni hidravlični izračuni so bili pri nastavljenih vrednostih geometrije modela izvedeni za vse tri povratne dobe (10, 100 in 500 let). Pritok Kroparica je opisan v drugem elaboratu "Hidravlična študija visokih vod na porečju Lipnice - za OPVP 45-Kropa".

6.1 Visoke vode s povratno dobo 10 let

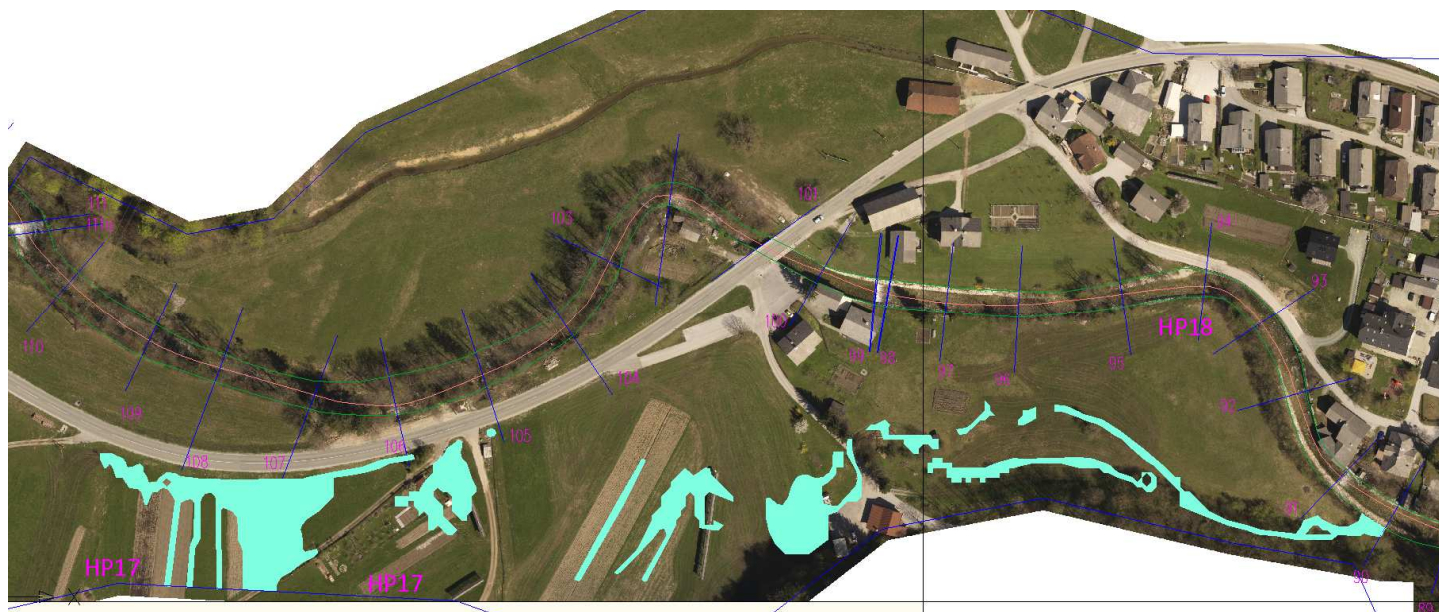
Pri prej navedenih vhodnih podatkih smo modelirali poplave s povratno dobo 10 let. Kot hidrograme smo vzeli vrednosti 6 urnih padavin, kjer je maksimalni pretok (glej slike 7-13). V nadaljevanju je podan opis prelivanja in dogajanja pri teh pretokih. Obrisi poplav na priloženih slikah predstavljajo največje dosege vode v izbranem računskem intervalu 10 ur in z globino vsaj 2 -3 cm.

Lipnica in desni pritok Rečica – HP29:

- o Lipnica in njen pritok Rečica po računu nikjer ne prestopita bregov.

Desni pritok – HP17:

- o Izven OPVP se po računu ustvari tok površinskih vod po travnikih in poljih globine nekaj cm, ki se nabere na najnižjem mestu v jarku ob regionalni cesti. Betonska prepusta $\varnothing$ 80 cm oz. $\varnothing$ 100 cm pod regionalno prevajata vodo v Lipnico. Del vode se že na zgornjem delu travnika preusmeri na desno proti Lipnici. Globina vode je manjša kot 0.5 m, razen lokalno v občestnem jarku in v poglobitvi vtoka tretjega prepusta (slika 30).



Slika 30: Obseg poplav pri Q10 (vir: MIKE)

Desni pritok – HP22:

- o 10-letne vode se do prepusta pri prvih hišah prosto prelivajo po grapi hidrološkega profila HP22. Prepust $\varnothing$ 40 cm na koncu grape zmore prevajati vsaj $Q=120$ l/s, tako tudi 10 letne vode, ki se preko mlinščice izlivajo neposredno v Lipnico v stacionaži 2154.38 (slika 31).



Slika 31: Obseg poplav pri Q10 (vir: MIKE)



6.2 Visoke vode s povratno dobo 100 let

Pri prej navedenih vhodnih podatkih smo modelirali poplave s povratno dobo 100 let. Kot hidrograme smo vzeli vrednosti 4 urnih padavin, kjer je maksimalni pretok (glej slike 7-13). V nadaljevanju je podan opis prelivanja in dogajanja pri teh pretokih. Obrisi poplav na priloženih slikah predstavljajo največje dosege vode v izbranem računskem intervalu 10 ur in z globino vsaj 2 -3 cm.

Lipnica:

- o Lipnica prestopi po računu levi breg na dveh mestih v spodnjem toku izven OPVP. Najprej ga prestopi ca 235 m pod vtokom Rečice, med P37 in P36. Drugič ga prestopi ca 145 m pod vtokom Kroparice med P20 in P19. Globina vode je manjša kot 0.5 m razen na poglobitvah, kjer pa je manjša od 1.5 m (slika 32).

Desni pritok – HP17:

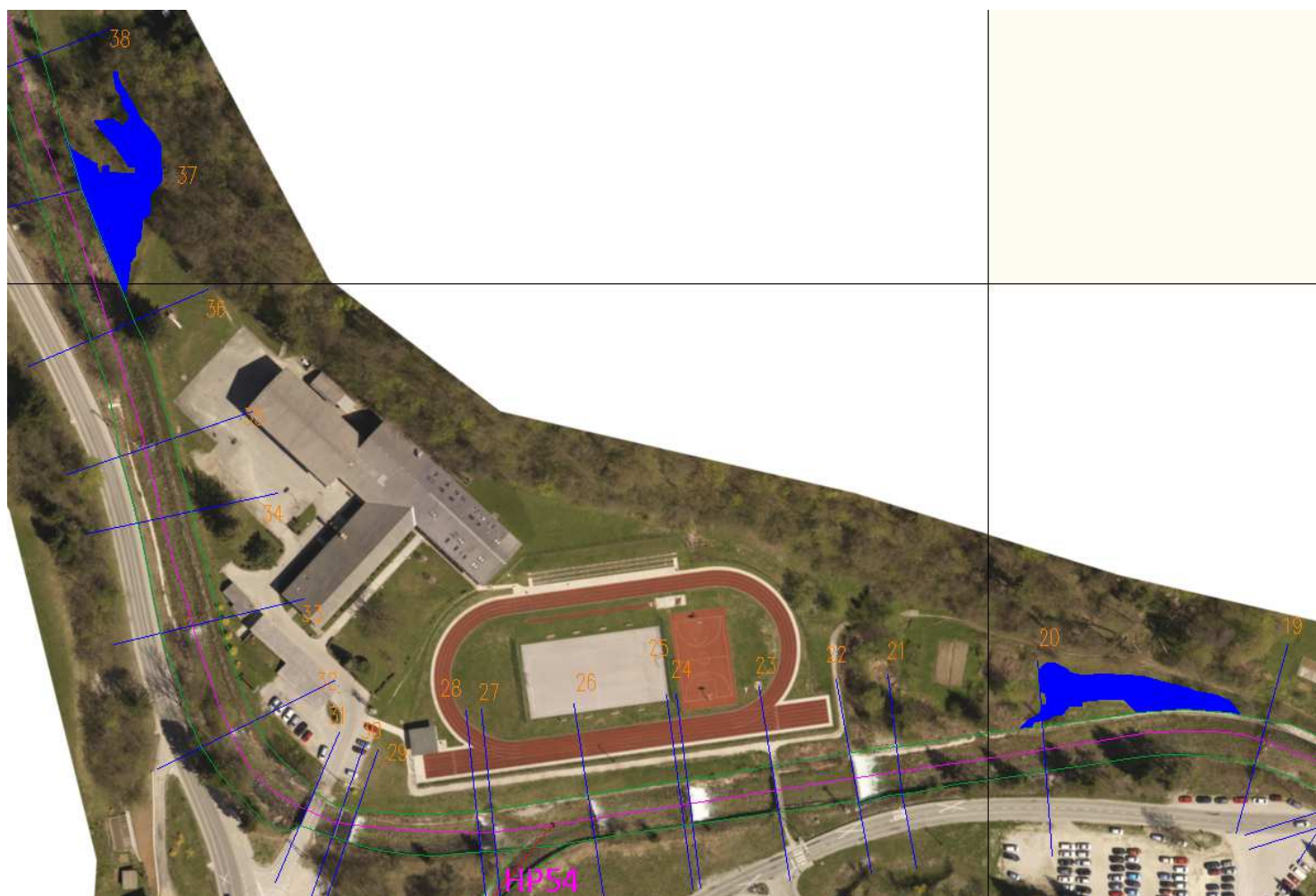
- o Izven OPVP se po računu ustvari tok površinskih vod po travnikih in poljih globine nekaj cm, ki se nabere na najnižjem mestu v jarku ob regionalni cesti. Betonski prepust $\varnothing$ 80 cm oz. dva prepusta $\varnothing$ 100 cm pod regionalno prevajajo vodo v Lipnico. Del vode se že na zgornjem delu travnika preusmeri na desno proti Lipnici. Globina vode je manjša kot 0.5 m, razen lokalno v obcestnem jarku in v poglobitvi vtoka tretjega prepusta (slika 33).

Desni pritok – HP22:

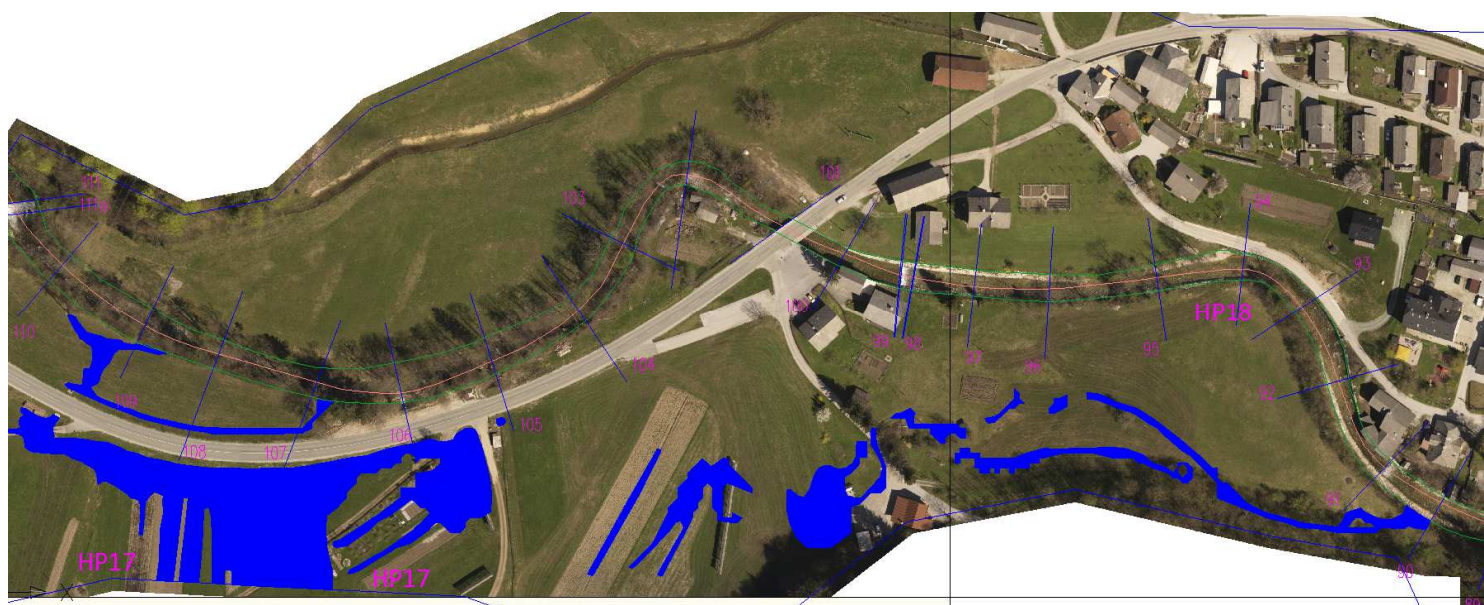
- o 100-letne vode se do prepusta pri prvih hišah prosto prelivajo po grapi hidrološkega profila HP22. Prepust $\varnothing$ 40 cm na koncu grape (slika 24) ne zmore prevajati 100 letnih vod, zato se viški nad $Q=120$ l/s prelivajo na pot med prvima hišama in tečejo po poti navzdol. Pod prvima hišama se tok razdeli na dva kraka: levi gre naprej po poti med hišami in se nabere na najnižjih mestih. Desni krak gre po lokalni cesti v mlinščico, preko katere se skupaj z iztokom prepusta $\varnothing$ 40 cm prelije v Lipnico v stacionaži 2154.38. Globina vode je manjša kot 0.5 m (slika 34).

Desni pritok Rečica – HP29:

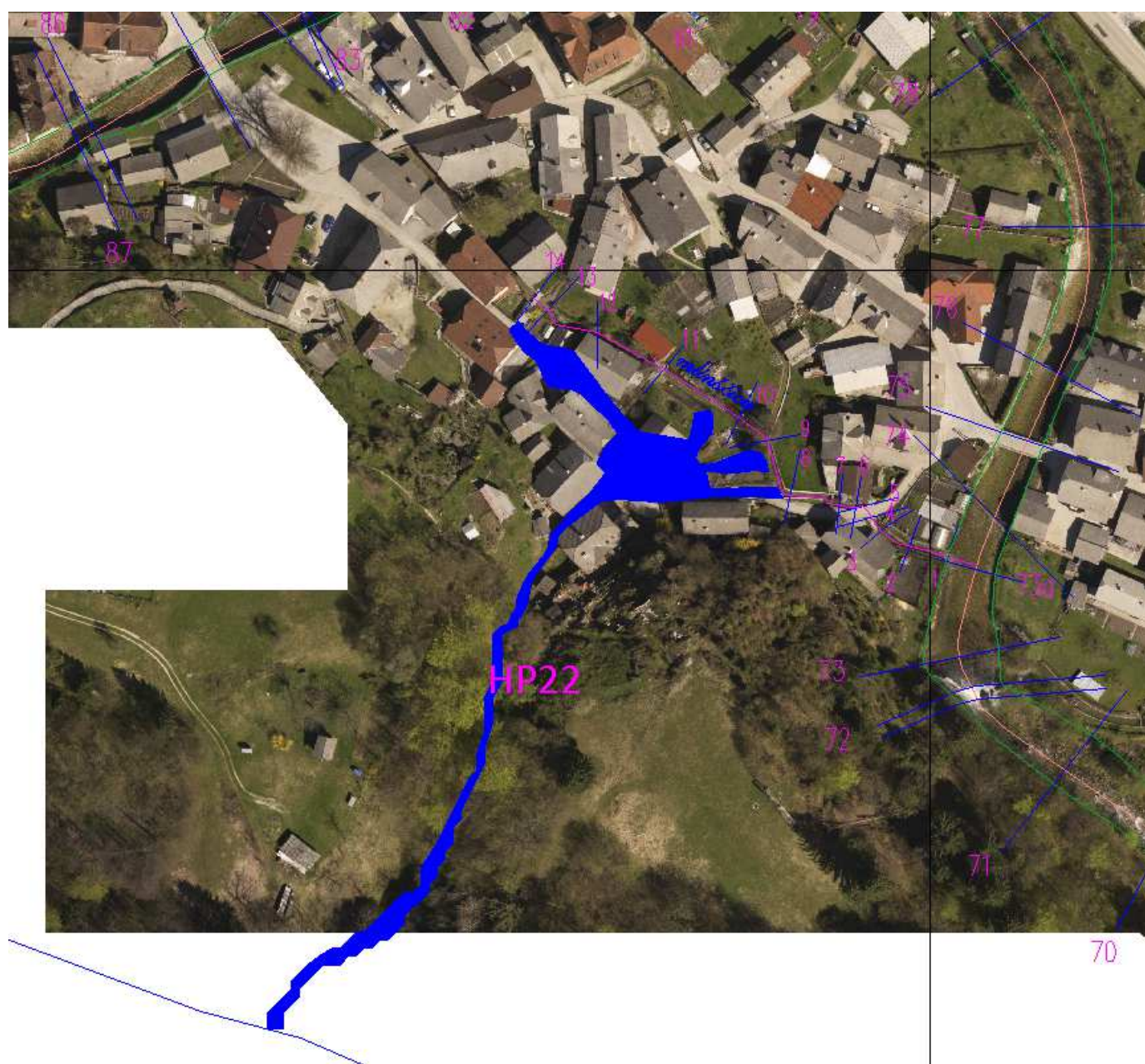
- o Rečica po računu nikjer ne prestopi bregov.



Slika 32: Obseg poplav pri Q100 (vir: MIKE)



Slika 33: Obseg poplav pri Q100 (vir: MIKE)



Slika 34: Obseg poplav pri Q100 (vir: MIKE)



6.3 Visoke vode s povratno dobo 500 let

Pri prej navedenih vhodnih podatkih smo modelirali poplave s povratno dobo 500 let. Kot hidrograme smo vzeli vrednosti 4 urnih padavin, kjer je maksimalni pretok (glej slike 7-13). V nadaljevanju je podan opis prelivanja in dogajanja pri teh pretokih. Obrisi poplav na priloženih slikah predstavljajo največje dosege vode v izbranem računskem intervalu 10 ur in z globino vsaj 2 -3 cm.

Lipnica:

- o Lipnica po računu najprej prestopi desni breg malo pod profilom P78 in se nato po bregu širi med hišami in vrtovih do vtoka mlinščice (P73a). Globina vode je manjša kot 0.5 m razen na lokalnih poglobitvah, kjer pa je manjša od 1.5 m (slika 35).
- o Malo nižje prestopi levi breg na dveh mestih in to med profiloma P69 in P68, nato pa tik pred mostom med P66 in P65. Malenkost prestopi tudi levo brežino pred profilom P59, prav na koncu tega OPVPD. Globina vode je povsod manjša kot 0.5 m razen na nižjem delu ob strugi, kjer pa je manjša od 1.5 m (slika 35).
- o Levi breg prestopi Lipnica tudi nasproti vtoka Rečice, desnega pa pod tem vtokom, med profiloma P43 in P42. Globina vode je tu povsod manjša kot 0.5 m (slika 36).
- o Na spodnjem delu modela prestopi Lipnica levi breg med profiloma P38 in P36. Dolvodno od vtoka Kroparice prestopi Lipnica levi breg še takoj pod športnim igriščem osnovne šole med profili P21 in P19. Na nasprotni strani prestopi tudi desni breg okoli profila P20 do ca 40 m dolvodno. Tu je globina vode izmenično do 0.5 m na višjih delih poplavljenega brega in več kot 0.5 m a manj kot 1.5 m na nižjih delih ob strugi. Prav na koncu prestopi Lipnica še levi breg med profili P9 in P6 (vse slika 38).

Desni pritok – HP17:

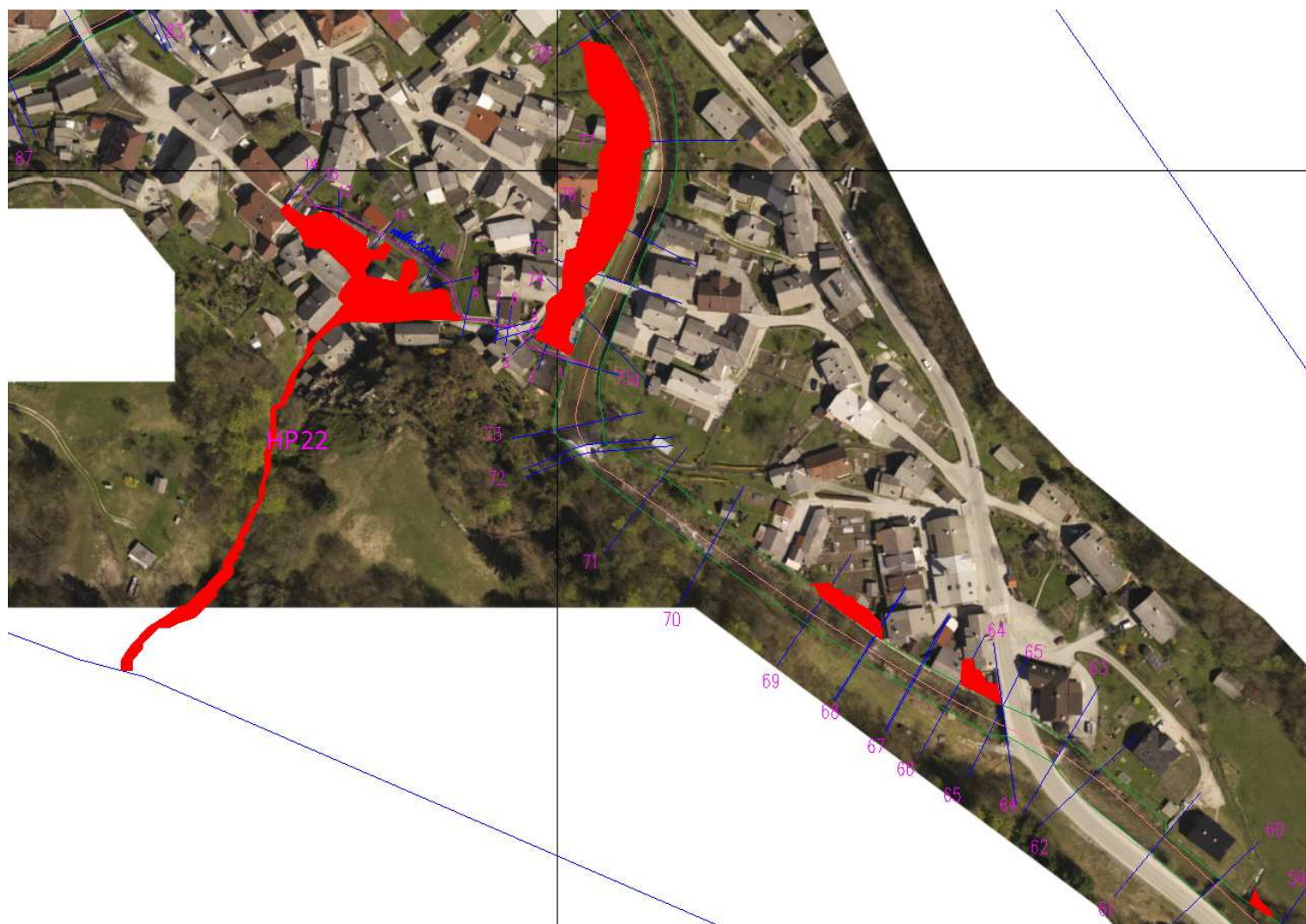
- o Izven OPVP se po računu ustvari tok površinskih vod po travnikih in poljih globine nekaj cm, ki se nabere na najnižjem mestu v jarku ob regionalni cesti. Betonski prepust $\varnothing$ 80 cm oz. dva prepusta $\varnothing$ 100 cm pod regionalno prevajajo vodo v Lipnico. Del vode se že na zgornjem delu travnika preusmeri na desno proti Lipnici. Globina vode je manjša kot 0.5 m, razen lokalno v obcestnem jarku in v poglobitvi vtoka tretjega prepusta (slika 37).

Desni pritok – HP22:

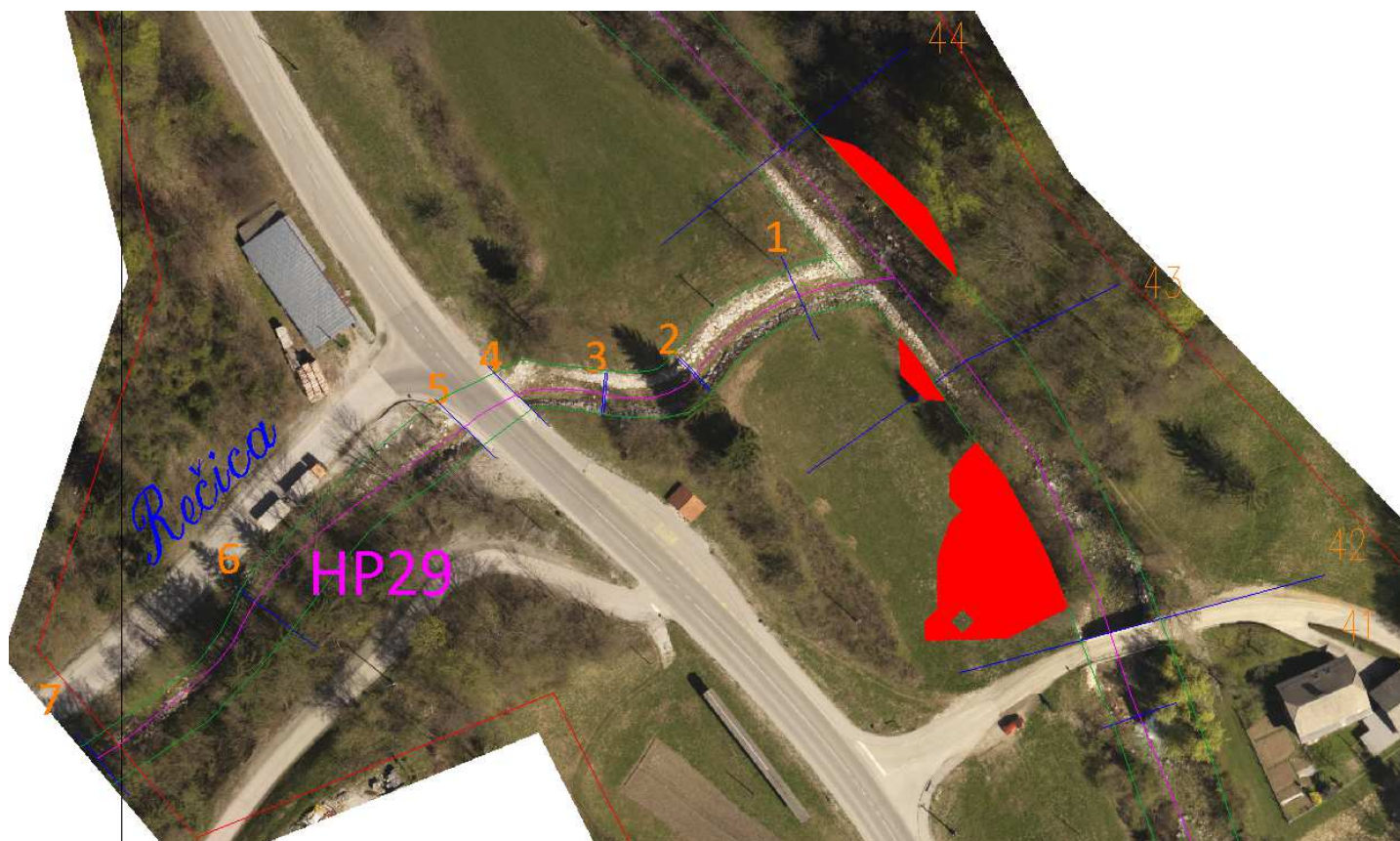
- o 500-letne vode se do prepusta pri prvih hišah prosto prelivajo po grapi hidrološkega profila HP22. Prepust $\varnothing$ 40 cm na koncu grape (slika 24) ne zmore prevajati 500 letnih vod, zato se viški nad $Q=120$ l/s prelivajo na pot med prvima hišama in tečejo navzdol. Pod prvima hišama se tok razdeli na dva kraka: levi gre naprej po poti med hišami in se nabere na najnižjih mestih. Desni krak gre po lokalni cesti v mlinščico, preko katere se skupaj z iztokom prepusta $\varnothing$ 40 cm prelije v Lipnico v stacionaži 2154.38. Globina vode je manjša kot 0.5 m (slika 35).

Desni pritok Rečica – HP29:

- o Rečica po računu nikjer ne prestopi bregov.



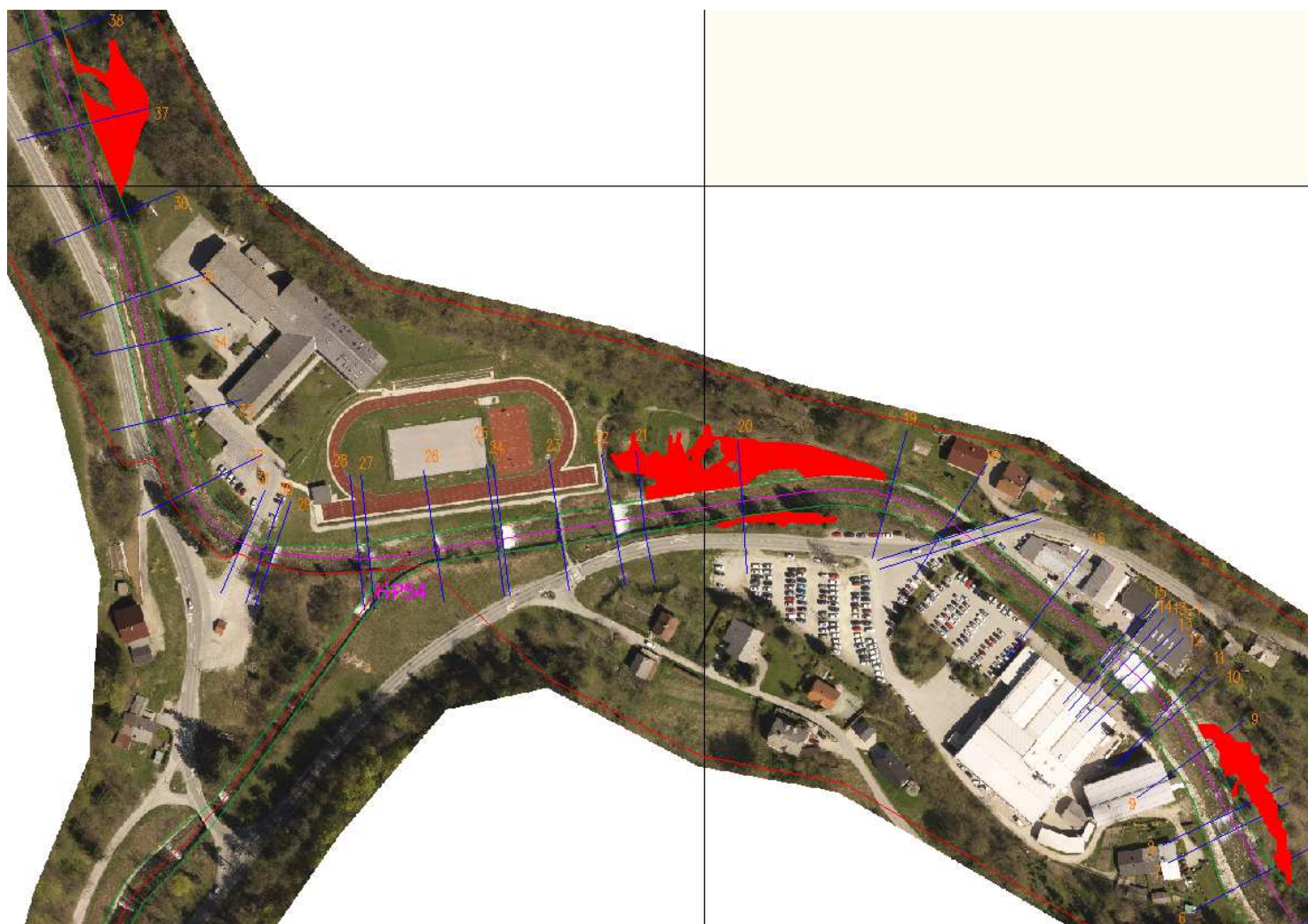
Slika 35: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)



Slika 36: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)



Slika 37: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)



Slika 38: Obseg poplav pri Q500 (vir: MIKE)



6.4 Interpretacija rezultatov

Rezultat hidravličnega modela je matrika pred samim računom poljubno izbranih hidravličnih parametrov (h , v , $h \cdot v$, ...). V našem primeru podajamo lahko rezultat kot višino vode " h " nad poplavljenim terenom. Z vmesnikom programa MIKE Zero ta rezultat prevedemo v tekstovno datoteko, ki navaja za vsako celico modela (2×2 m) višino vode " h ". To datoteko uvozimo v program ACAD – Civil 3D, kjer se jo pretvori v vektorsko obliko kot območje dosega obravnavanega "poplavnega dogodka". V programu Civil 3D je bila nastavljena taka vrednost višine " h ", da se celice z globino vode manjše od 3 cm pri formiranju poplavne linije niso upoštevale, saj je bil na tak način realnejše predstavljen doseg poplav glede na natančnost vhodnih podatkov.

Po izdelavi vektorskega zapisa se je za potrebe izdelave podatkovnega sloja opravila še pretvorba CAD datotek (*.dwg) v ESRI format (*.shp). Za razliko od *.dwg oblike zapisa, ki omogoča prikaz tako poligonskih, kot tudi točkovnih in linijskih objektov v enem samem podatkovnem sloju, *.shp oblika takšnega zapisa ne omogoča. Iz izvirnega *.dwg podatkovnega sloja je bilo tako treba za nadaljno obdelavo digitalne podatke o nevarnostih in razredih nevarnosti pretvoriti v linijski in poligonski podatkovni sloj v *.shp formatu za potrebe kontrole osnovnega vira. V primeru, ko se število linijskih in poligonskih objektov ni skladalo, je to pomenilo, da je v izvorni *.dwg datoteki prisotna napaka (podvojena ali nezaključena linija), ki jo je bilo seveda treba odstraniti. Na ta način so bile odstranjene nekatere topološke nepravilnosti, prav tako pa tudi odkrite vsebinske napake. Večinoma smo napake sami popravili v izvirnem *.dwg formatu. Poleg že omenjenih napak so pri pretvorbi iz *.dwg v *.shp obliko zapisa nastala tudi t.i. območja znotraj poplavnih linij, ki so bila v *.dwg formatu označena kot nepoplavljeno območje. Tako imenovani "otoki" oz. "kopno" (nepoplavljena območja znotraj območij poplavljanja) so v *.shp formatu postali poplavna območja. Vzrok napake je v CAD zapisu, kjer so območja zaključena s polilinjami in ne s poligoni kot v *.shp obliki zapisa. Na ta način je prišlo do prekrivanja sloja poplavnega območja z novim območjem, ki v bistvu predstavlja nepoplavljeno luknjo na poplavnem območju.

V *.shp datoteki, ki vsebuje več grafičnih objektov istega tipa npr.: vPm, vPs, vPv, vPp, . . . se je ti. "rezanje lukenj" oziroma izdelava kopnega območja obravnavala ločeno glede na tip objekta. Postopek je bil izveden s pomočjo "definition query" poizvedbo po opisnem podatku. Izbrana so npr. samo območja vPm in detajlno pregledana, ali se morda še kje nahaja nepoplavljeno območje znotraj poplavnega območja, ki še vedno ni izbrisano.

Končni rezultat vsega tega so georeferencirani podatki v *.dwg in *.shp obliki zapisa meje območja nevarnosti pri različnih pretokih (KPN) in meje območja razredov nevarnosti (KRPN) razvidni v dodanem podatkovnem mediju.



7.0 KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI IN KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI

7.1 Karta poplavne nevarnosti

Cilj naloge je izdelava karte poplavne nevarnosti kot predpisuje "**Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti**". Karte poplavne nevarnosti vsebujejo prikaz dosegov posameznih povratnih dob z prikazanimi globinami poplavne vode. Prikazuje se torej mejo območja pri pretoku Q_{500} , mejo območja pri pretoku Q_{100} in mejo območja pri pretoku Q_{10} . Pri vsakem pretoku se prikazuje območje z globino, ki je večja od 1.5 m, območje z globino vode med 0.5 in 1.5 m ter območje z globino, ki je manjša od 0.5 m. Opis omenjenih dosegov in globin je razviden tudi v poglavju 6 (Hidravlični račun).

Karte z vrisanimi dosegi in globinami so v prilogah 3, 4 in 5 - situacije KPN.

7.2 Karta razredov poplavne nevarnosti

Karte razredov poplavne nevarnosti so zrisane glede na rezultate izračuna modela s povratno dobo 100 in 500 let, uporabili pa smo tudi izračun za 10-letno povratno dobo kot pomoč pri določitvi razreda srednje poplavne nevarnosti. Odločujoče je tisto merilo, ki izkazuje največji razred nevarnosti.

Obstajajo štiri razredi poplavne nevarnosti po "**Pravilniku**":

- razred velike nevarnosti **vPv**
- razred srednje nevarnosti **vPs**
- razred male nevarnosti **vPm**
- razred preostale nevarnosti **vPp**

Razred **velike poplavne nevarnosti** je tam, kjer je pri pretoku Q_{100} globina vode enaka ali večja od 1.5 m oziroma zmnožek globine in hitrosti vode enak ali večji od $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$.

Razred **srednje poplavne nevarnosti** je tam, kjer je pri pretoku Q_{100} globina vode enaka ali večja od 0.5 m in manjša od 1.5 m oziroma zmnožek globine in hitrosti vode enak ali večji od $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$ in manjši od $1.5 \text{ m}^2/\text{s}$, oziroma kjer je pri pretoku Q_{10} gladina vode večja od 0.0 m.

Razred **majhne poplavne nevarnosti** je tam, kjer je pri pretoku Q_{100} globina vode manjša od 0.5 m oziroma zmnožek globine in hitrosti vode manjši od $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$.

Razred **preostale poplavne nevarnosti** je običajno območje med dosegom povratne dobe 100 let in povratne dobe 500 let. Razred preostale nevarnosti je lahko tudi večji od dosega povratne dobe 500 let, če gre za znan dogodek ali izredne razmere.

Hitrosti v tem modelu se po računu pojavljajo le fragmentarno, v posameznih celicah modela. Hitrosti poplavne vode v tem modelu ne vplivajo na razrede poplavne nevarnosti: zmnožek hitrosti in globine na mestih kjer je hitrost večja od $v=1 \text{ m/s}$ nikjer ne poviša razreda, zato v kartah teh vrednosti posebej ne prikazujemo.



Karte razredov poplavne nevarnosti so razvidne v poglavju **PRILOGE** na koncu tega poročila. Vidi se, da na obravnavanem območju OPVP 48-Kamna Gorica prevladuje razred preostale poplavne nevarnosti – **vPp**, sledi mu razred srednje poplavne nevarnosti - **vPs**. Le-ta je predvsem tam, kjer so dosegi 10-letnih poplavnih vod, kar velja za dosege na hidrološkem profilu HP17. Lokalno srednji razred nastopi še na nekaj mestih, kjer je poplavljen brežina nizka oziroma je teren poglobljen. Sledi jima razred majhne poplavne nevarnosti – **vPm**. Razreda velike poplavne nevarnosti **vPv** ni.

Pri določitvi razreda preostale poplavne nevarnosti **vPp** smo uporabili dosege poplavnih vod 500 letne povratne dobe.

8.0 ZAKLJUČEK

Poplavna območja so na kartah zrisana tako, da so hiše in ostali objekti znotraj dosega poplave. To ne pomeni, da so hiše popolnoma pod vodo, ampak da se na podlagi okoliškega terena predvideva, da je del hiše (klet ali pritličje oz. del etaže, ki je na koti terena) poplavljen. Za območja oz. objekte, ki mejijo na rob poplavne linije, je potrebno s podrobnejšo analizo dodatno preučiti, ali je objekt poplavno ogrožen ali ne.

Iz analize rezultatov sledi, da je prevodnost mostov in same struge Lipnice v območju OPVP 48-Kamna Gorica ustrezna. Izjema je le znižana desna brežina pod profilom P78, ki vodam največje povratne dobe omogoča prelivanje.

Lipnica tudi izven OPVP večinoma ne poplavlja, prevodnost mostov in same struge je večinoma ustrezna - razen nekaterih izjem: znižana leva brežina v P37-P38 in v P21-P19 omogoča po računu prelivanje že tudi pri pretoku Q_{100} , še bolj pa pri Q_{500} , ko prelije dodatno še levo brežino pred mostom v P64, obe brežini pri vtoku Rečice, levo brežino okoli P37, obe brežini pod vtokom Kroparice pri P20 in na koncu še levo brežino med P9 in P6. Poplavne površine pa niso velike.

Kritično mesta predstavlja pritok Lipnice na HP22 (sliki 24 in 25). Grapa na tem hidrološkem profilu je speljana v poddimenzioniran betonski prepust $\varnothing 40$ cm. Pa analizi prevaja le $Q=120$ l/s, kar zadošča za pretoke Q_{10} , večji pretoki se prelivajo na pot med hišami.

Pri modeliranju za pretoke Q_{10} , Q_{100} in Q_{500} smo upoštevali, da so vsi obravnavani mostovi, struga in prepusti nezatrpani, očiščeni plavin in naplavin. V času visokih vod se pričakovano lahko poveča tudi prenos naplavin in plavin ter s tem poveča obseg poplav, ki so prikazane v tem elaboratu. Pri povratni dobi 100 let in več lahko govorimo tudi o izrednih dogodkih, ki so lahko splet različnih neugodnih dogodkov skupaj. Tako so lahko naše izračunane vrednosti manjše kot bodo morda dejanske.

Poročilo sestavil:

Mladen Ajdič, univ.dipl.inž.grad.



PRILOGE

<i>1.0 Pregledna situacija</i>	<i>M 1:5000</i>
<i>2.0 Situacija KPN – dosegi poplavnih linij Q10, Q100 in Q500</i>	<i>M 1:2500</i>
<i>3.0 Situacija KPN – globine pri Q10</i>	<i>M 1:2500</i>
<i>4.0 Situacija KPN – globine pri Q100</i>	<i>M 1:2500</i>
<i>5.0 Situacija KPN – globine pri Q500</i>	<i>M 1:2500</i>
<i>6.0 Situacija KPN – globina x hitrost pri Q100</i>	<i>M 1:2500</i>
<i>7.0 Situacija KRPN – razredi poplavne nevarnosti</i>	<i>M 1:2500</i>



PODATKOVNI MEDIJ

Naslov: Hidravlična študija visokih vod na porečju Lipnice - za OPVP 48-Kamna Gorica