



Investitor:

**OBČINA TRZIN
MENGEŠKA CESTA 22
1236 TRZIN**

Objekt:

**Hidrološko – hidravlična analiza potoka
Blatnica z analizo območja pozidave
OPPN NT 06**

Vrsta projektne
dokumentacije:

študija

Projektant:

**INŠTITUT ZA VODARSTVO, d.o.o.
Hajdrihova 28a, 1000 Ljubljana**

Odgovorni predstavnik
podjetja:

dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad.
Podpis:

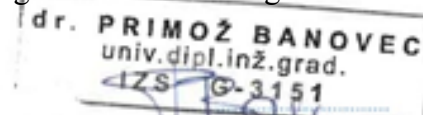


Odgovorni projektant:

dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad.
Id. Št.: G-3151

Osebni žig:

Podpis:

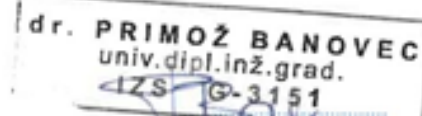


Odgovorni vodja
projekta:

dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad.
Id. Št.: G-3151

Osebni žig:

Podpis:



Številka projekta:

P536/22

Verzija:

2.b faza – obstoječe stanje in analiza načrtovanega stanja na
območju OPPN NT 06; po recenziji – oddaja

Datum:

V Ljubljani, december 2022 (maj 2023)

Pregledni list o projektu:

Naročnik:	Občina Trzin, Mengeška cesta 22, 1236 Trzin
Naslov projekta:	Hidrološko – hidravlična analiza potoka Blatnica z analizo območja pozidave OPPN NT 06
Šifra projekta:	P536/22
Faza:	Končno poročilo; po recenziji – oddaja
Ključne besede:	hidrologija, hidravlika, obstoječe stanje, karte poplavne nevarnosti, karte razredov poplavne nevarnosti, omilitveni ukrepi, načrtovano stanje, pozidava
Povzetek:	<p>V prvem delu smo oblikovali hidrološko-hidravlični model naravnega zaledja porečja Blatnice do prereza »Trzinka«, kjer smo hkrati analizirali presežke padavin in njeno dolvodno propagacijo. Predhodno smo na območju obstoječih urbaniziranih površin (levi breg Blatnice) postavili ločen hidrološki model, kjer smo analizirali modelne vodne količine, ki se drenirajo preko meteornega ali mešanega kanalizacijskega sistema neposredno v potok Blatnica. Skupne vodne količine (dotok iz meteornega in mešanega kanalizacijskega sistema in naravni odtok) so bile osnova, da smo s hidravličnim modelom oblikovali poplavna območja in izdelali karte poplavne nevarnosti in karte razredov poplavne nevarnosti obstoječega stanja. Kartirali smo fluvialni tip poplav, in sicer s strani celinskih tekočih voda zajetih znotraj sloja »<i>linijski podatkovni sloj hidrografije</i>« (sloj objavljen na portalu Altas voda; vodotoki s klasifikacijo »<i>TIPTV_IM – vodotok</i>«). Znotraj modela smo upoštevali že novo dimenzijo prepustov ob štiripasovnici, ki so bili izvedeni v aprilu 2022.</p> <p>V drugem delu smo na podlagi modelnih rezultatov obstoječega stanja (dodatna analiza drugih virov poplav – pobočni, lastni, zaledni brez osrednjega vodotoka) podali sklop celovitih omilitvenih ukrepov na območju načrtovane zazidave OPPN NT 06. Ukrepi so podani na nivoju hidrološko-hidravlične študije, torej kot usmeritve projektantu. Izdelali smo tudi poplavne karte načrtovanega stanja.</p>
Datum:	december 2022 (maj 2023)
Izvajalec:	Inštitut za vodarstvo, d.o.o., Hajdrihova 28a, 1000 Ljubljana
Nosilec naloge:	dr. Primož BANOVEC, univ. dipl. inž. grad.
Sodelavci:	Andrej Cverle, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.

Kazalo vsebine

1	<i>HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNA IZHODIŠČA</i>	7
2	<i>DOLOČITEV MODELNIH POPLAVNIH VALOV IZ URBANIZIRANEGA DELA POREČJA</i>	19
3	<i>PRIMERJAVA PADAVIN</i>	49
4	<i>IZRAČUN</i>	51
5	<i>ANALIZA OBMOČJA POZIDAVE V SKLOPU OPPN NT 06</i>	57
6	<i>ZAKLJUČKI IN POVZETKI ANALIZ</i>	70
7	<i>LITERATURA</i>	72

Kazalo slik

Slika 1:	Prikaz krivulj padavin za različna trajanja za povratno dobo 100 – let na postajah Lj. Kleče in Lj. Bežigrad	7
Slika 2:	Prikaz odtočnega potenciala za analizirano porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010)	9
Slika 3:	Prikaz vrednosti koeficienta CN (dobri hidrološki pogoji) za analizirano porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010).....	10
Slika 4:	Prikaz lokacij topografske izmere na terenu – geometrija struge in križanja	11
Slika 5:	Višinski potek prereza v primeru geodetskega posnetka, DMR 1 m oblikovan iz LIDAR posnetka z višinskim izhodiščem Trst in DMR 1 m oblikovan iz LIDAR posnetka z višinskim izhodiščem Koper	13
Slika 6:	Prostorski prikaz območij z različnimi vrednostmi koeficienta hrapavosti.....	15
Slika 7:	Prikaz lokacij analiziranih prerezov s prikazanim pripadajočim »naravnim« vodozbirnim območjem.....	17
Slika 8:	Prikaz modelnih poplavnih valov skozi prereze B2, P2 in B12 v primeru povratne dobe 100 – let in trajanjem padavin 1.5 h	18
Slika 9:	Prikaz odtočnega potenciala za analizirana urbana pod-porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010).....	22
Slika 10:	Prikaz vrednosti koeficienta CN (dobri hidrološki pogoji) za analizirano porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010).....	23
Slika 11:	Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP1	25
Slika 12:	Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP2.....	26
Slika 13:	Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP3.....	26
Slika 14:	Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP4_5.....	27
Slika 15:	Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP6.....	27
Slika 16:	Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP7.....	28

Slika 17: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP8.....	28
Slika 18: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP9.....	29
Slika 19: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP10_out.....	29
Slika 20: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP1.....	30
Slika 21: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP2.....	30
Slika 22: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP3.....	31
Slika 23: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP4_5.....	31
Slika 24: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP6.....	32
Slika 25: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP7.....	32
Slika 26: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP8.....	33
Slika 27: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP9.....	33
Slika 28: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP10_out.....	34
Slika 29: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP1.....	34
Slika 30: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP2.....	35
Slika 31: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP3.....	35
Slika 32: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP4_5.....	36
Slika 33: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP6.....	36
Slika 34: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP7.....	37
Slika 35: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP8.....	37
Slika 36: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP9.....	38
Slika 37: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP10_out.....	38
Slika 38: Prikaz obstoječega prepusta na lokaciji gostišča Trzinka (cev premera 1 m)	53
Slika 39: Prikaz območja umeščanja na karti razredov poplavnne nevarnosti obstoječega stanja	57
Slika 40: Prikaz izkazanega modelnega območja fluvialnih in pluvialnih poplav na območju umeščanja	61
Slika 41: 3D prikaz upoštevanja predloga omilitvenih ukrepov znotraj hidravličnega modela	67

Slika 42: Prikaz poplavnega stanja (fluvialnega in pluvialnega) na območju OPPN NT 6 z upoštevanjem predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov	67
Slika 43: Prikaz vpliva predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov na dolvodni poplavni val potoka Blatnica za primer povratne dobe 100 – let in časa trajanja naliva 1.5 ure.....	68

Kazalo tabel

Tabela 1: Prikaz modelnih padavin različnih trajanj s povratno dobo 10, 100 in 500 – let (zglajeni podatki s postaje Ljubljana Kleče)	8
Tabela 2: Tabelarični prikaz karakteristik obravnavanega naravnega prispevnega območja (prerez: »Trzinka«).....	8
Tabela 3: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficientov ng glede na izkazano rabo posameznega območja	14
Tabela 4: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik modelnih poplavnih valov skozi prereze B2, P2 in B12 – za primer povratne dobe 100 – let s trajanjem padavin 1.5 h.....	18
Tabela 5: Tabelarični prikaz karakteristik obravnavanega prispevnega območja	20
Tabela 6: Tabelarični prikaz dodatnih vhodnih podatkov za zagon modela HEC-HMS.....	24
Tabela 7: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP1	39
Tabela 8: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP2	39
Tabela 9: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP3	39
Tabela 10: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP4_5	40
Tabela 11: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP6	40
Tabela 12: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP7	40
Tabela 13: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP8	41
Tabela 14: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP9	41
Tabela 15: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP10_out	41
Tabela 16: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP1.....	42
Tabela 17: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP2.....	42
Tabela 18: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP3.....	42
Tabela 19: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP4_5.....	43
Tabela 20: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP6.....	43
Tabela 21: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP7.....	43
Tabela 22: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP8.....	44

Tabela 23: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP9.....	44
Tabela 24: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP10_out.....	44
Tabela 25: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP1.....	45
Tabela 26: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP2.....	45
Tabela 27: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP3.....	45
Tabela 28: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP4_5.....	46
Tabela 29: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP6.....	46
Tabela 30: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP7.....	46
Tabela 31: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP8.....	47
Tabela 32: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP9.....	47
Tabela 33: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP10_out.....	47
Tabela 34: Primerjava modelnih padavin z izkazanim odstopanjem/napako	49
Tabela 35: Zbirni prikaz modeliranih stanj za posamezno povratno dobo	51
Tabela 36: Zbirni prikaz hidravličnih karakteristik za prepust na lokaciji gostišča Trzinka ...	53

Kazalo prilog

Priloga 1: Pregledna karta obravnavanega območja	54
Priloga 2: Karta poplavne nevarnosti obstoječega stanja (globine)	55
Priloga 3: Karta razredov poplavne nevarnosti obstoječega stanja.....	55
Priloga 4: Karta erozijske nevarnosti obstoječega stanja – odlaganje	56
Priloga 5: Karta erozijske nevarnosti obstoječega stanja – odplavljanje	56
Priloga 6: Karta razredov erozijske nevarnosti obstoječega stanja	56
Priloga 7: Situativni prikaz predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov	63
Priloga 8: Karta poplavne nevarnosti načrtovanega stanja (globine).....	69
Priloga 9: Karta razredov poplavne nevarnosti načrtovanega stanja	69
Priloga 10: Karta erozijske nevarnosti načrtovanega stanja – odlaganje	69
Priloga 11: Karta erozijske nevarnosti načrtovanega stanja – odplavljanje.....	69
Priloga 12: Karta razredov erozijske nevarnosti načrtovanega stanja.....	69

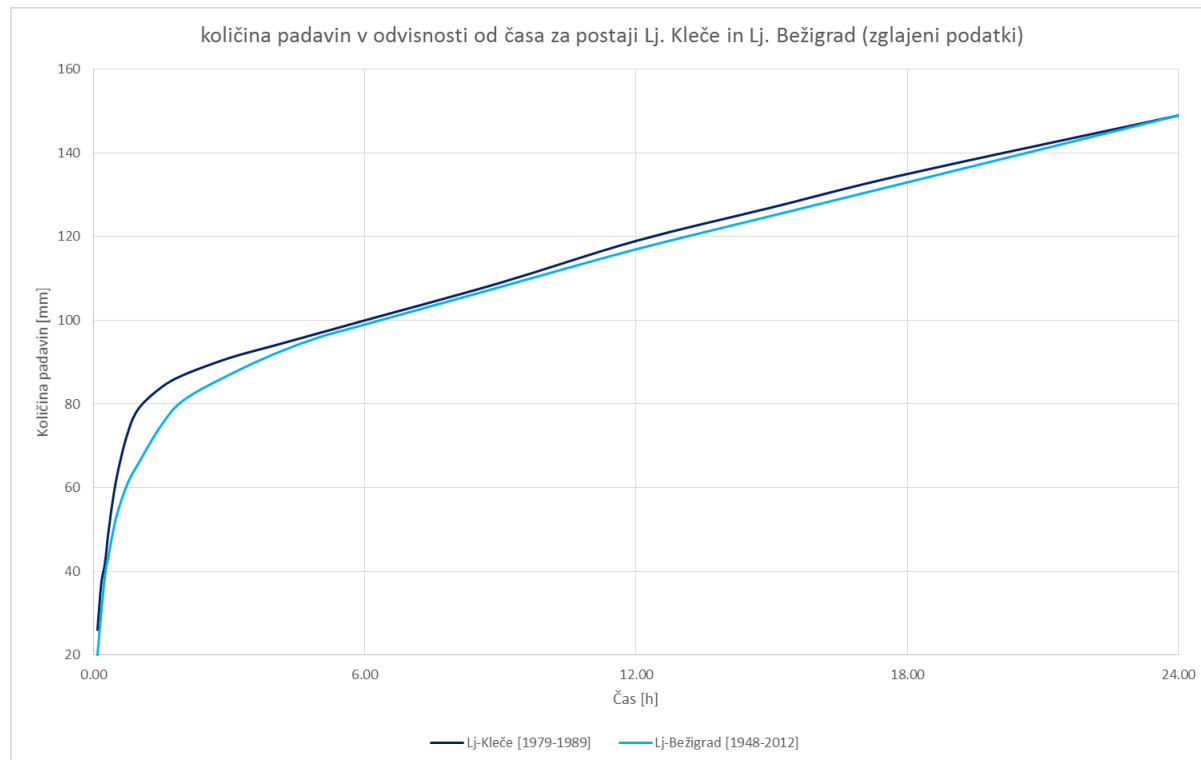
1 HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNA IZHODIŠČA

V tem delu bomo analizirali hidrološka in hidravlična izhodišča, ki smo jih uporabili znotraj skupnega hidrološko-hidravličnega modela, in sicer za potrebe vrednotenja projektnih visokovodnih poplavnih valov in določitve poplavnih kart.

1.1 Padavine (hidrološka izhodišča)

Za potrebe določitve količine padavin različnega trajanja na območju analiziranega porečja, smo obravnavali najbližjo padavinsko postajo z vrednotenimi vrednostmi za krajše čase padavin. Uporabili smo vrednosti s postaje Ljubljana Kleče, ki smo jih predhodno zgladili.

Postaja Ljubljana Kleče se nam je zdela ustrezna iz dveh razlogov, in sicer (1) postaja je sorazmerno blizu analiziranega porečja in (2) izvrednoten niz podatkov, predvsem za krajše čase padavin (za analizirano porečje Blatnice so ti časi ključni in najbolj neugodni), izkazuje višje vrednosti od večine sosednjih postaj. Slika 1 prikazuje primerjavo količine padavin v odvisnosti od časa za bližnji postaji Lj. Kleče in Lj. Bežigrad, kjer se izkazujejo sorazmerno višje vrednosti padavin v primeru krajših nalivov na postaji Lj. Kleče, kljub temu, da je niz meritev na postaji Lj. Bežigrad bistveno daljši.



Slika 1: Prikaz krivulj padavin za različna trajanja za povratno dobo 100 – let na postajah Lj. Kleče in Lj. Bežigrad

Ker razpoložljivi podatki zajemajo vrednosti »zgolj« do povratne dobe 250-let, smo količino padavin s 500 – letno povratno dobo za različna trajanja nalivov dobili z uporabo trendne črte nad nizom podatkov nižjih povratnih dob (2, 5, 10, 25, 50, 100 in 250 – letna povratna doba) z ekstrapolacijo niza podatkov. Modelne vrednosti nalivov za različno trajanje padavin za povratne dobe 10, 100 in 500 – let, ki smo jih uporabili na analiziranem zalednem porečju, prikazuje Tabela 1. Kot že omenjeno smo niz padavin predhodno še zgladili. Upoštevali smo enakomerno razporeditev padavin, kar je ob dejstvu, da so pričakovani kritični nalivi krajši, ustrezno.

Tabela 1: Prikaz modelnih padavin različnih trajanj s povratno dobo 10, 100 in 500 – let (zglajeni podatki s postaje Ljubljana Kleče)

Čas [min]	Čas [h]	Q10 - zglajena (Ljubljana Kleče)	Q100 - zglajena (Ljubljana Kleče)	Q500 - zglajena (Ljubljana Kleče)
5	0.08	17	26	33
10	0.17	24	37	47
15	0.25	28	42	53
20	0.33	33	50	63
30	0.50	40	62	77
45	0.75	47	73	92
60	1.00	51	79	99
90	1.50	55	84	103
120	2.00	58	87	106
180	3.00	62	91	111
240	4.00	66	94	115
300	5.00	69	97	119
360	6.00	72	100	123
540	9.00	79	109	134
720	12.00	85	119	144
900	15.00	90	127	155
1080	18.00	95	135	164
1440	24.00	104	149	182

1.2 Karakteristike prispevne površine (hidrološka izhodišča)

Tabela 2 prikazuje karakteristike analizirane zaledne prispevne površine do izbranega prereza, ki predstavlja cesto Ljubljana-Domžale (prerez »Trzinka«). Zaradi uporabe povsem 2D modela za določitev površinskega odtoka in poplavnih kart, smo potrebovali »zgolj« dve karakteristiki, in sicer velikost prispevne površine (območje padavin) in koeficient CN (časa zakasnitve in ostalih »klasičnih« hidroloških karakteristik zaradi uporabe padavinskega modela nismo potrebovali). Za propagacijo površinskega odtoka je potreben še manningov koeficient, ki pa ga bomo predstavili v nadaljevanju (pri opisu hidravličnega dela modela).

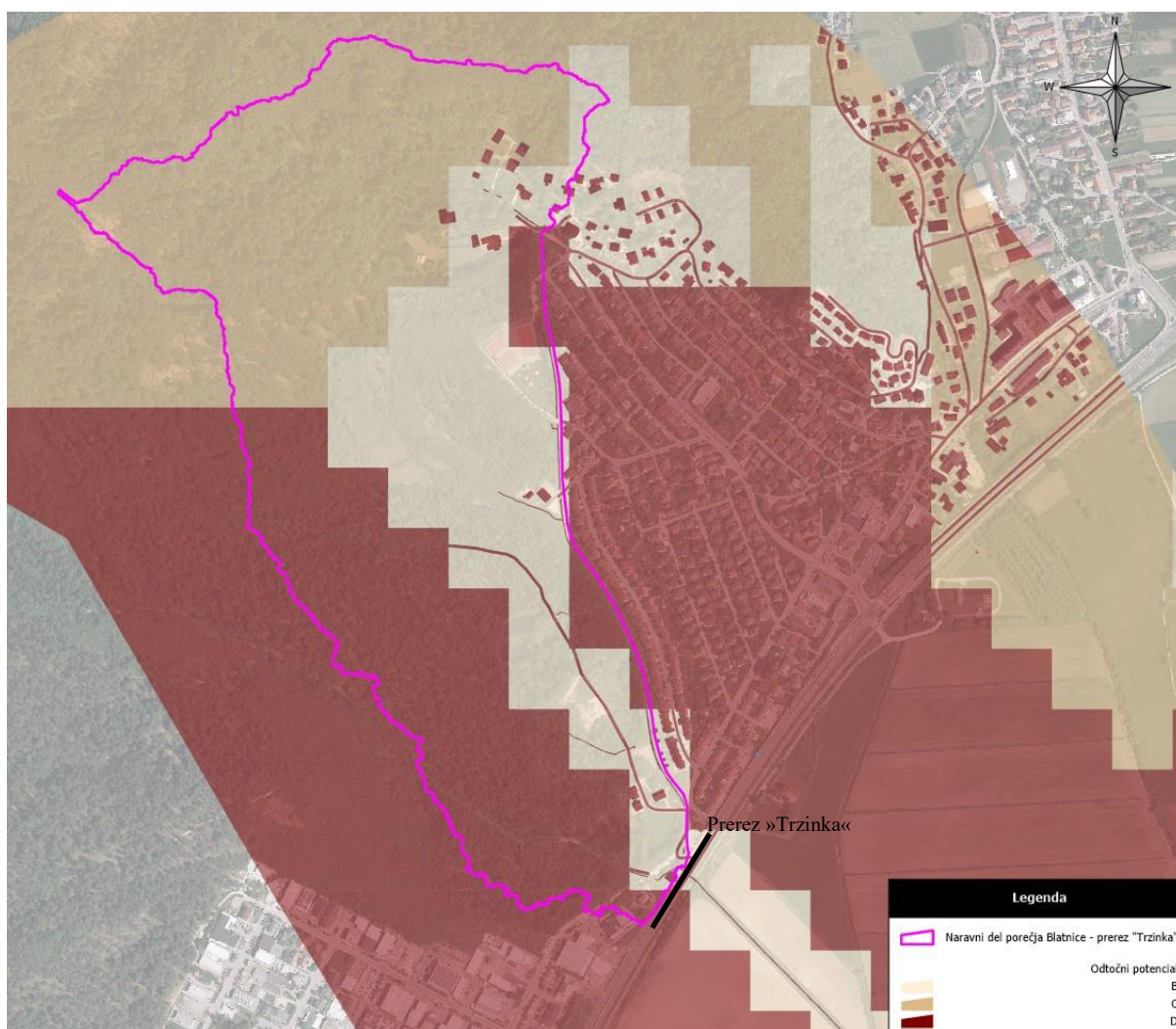
Tabela 2: Tabela prikaz karakteristike obravnavanega naravnega prispevnega območja (prerez: »Trzinka«)

Velikost naravnega zaledja [km ²]	povprečen koeficient CN (dobri pogoji)*
0.7	71

*izračuna se kot površinsko uteženo povprečje

Razvodnica zalednega prispevnega območja do izbranega prereza (»Trzinka«) je bila določena na podlagi LIDAR posnetka, oziroma iz izdelanega DMR-ja z resolucijo 1 m (izdelan je bil na podlagi oblaka točk LIDAR posnetka). Za potrebe namena študije (določitev velikih pretokov), je po našem mnenju način določitve razvodnice dovolj natančen.

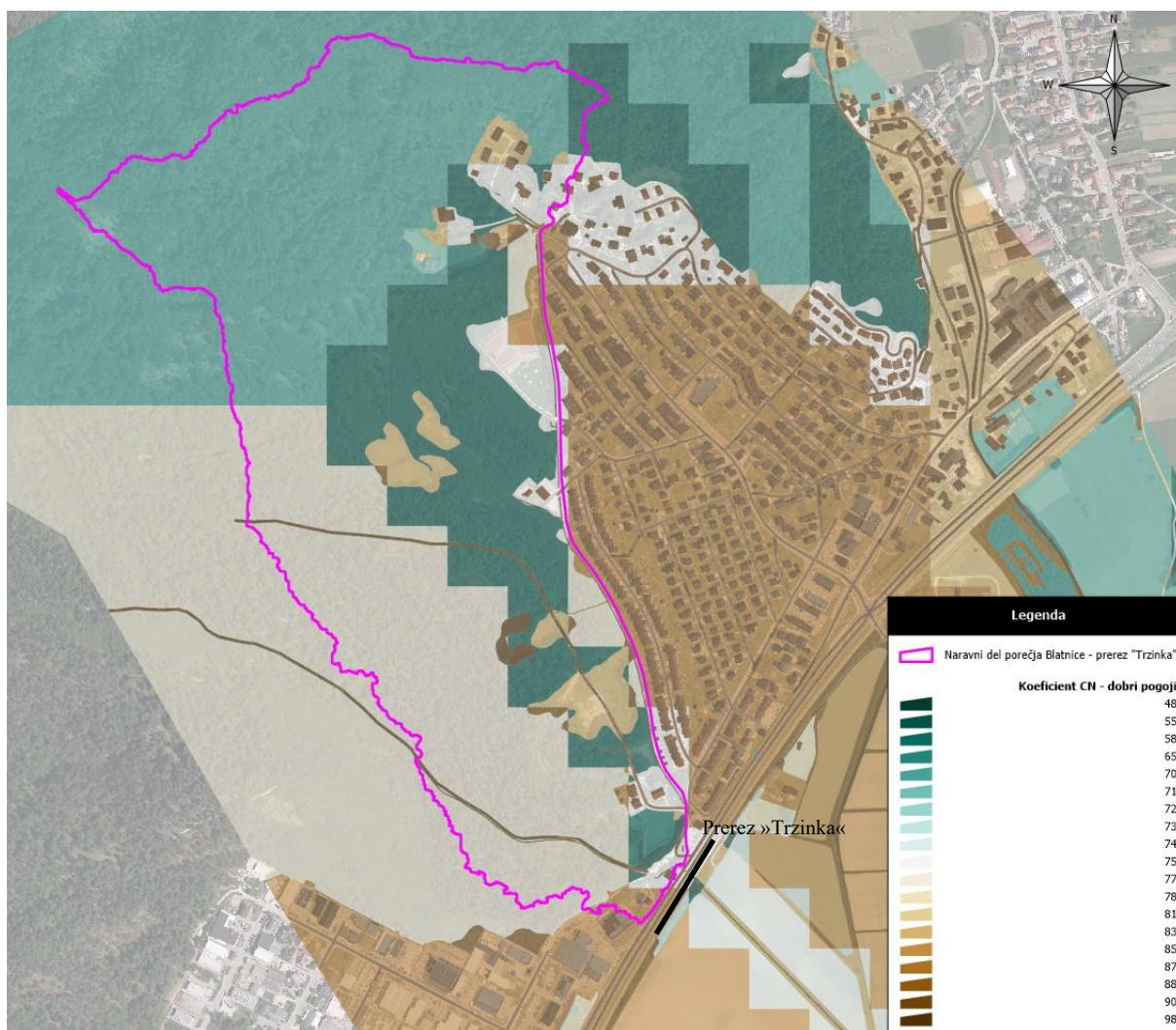
Za izračun padavinskih izgub smo uporabili SCS metodo z uporabo koeficienta CN, s pomočjo katere presežek padavin, ki površinsko odteče, ocenimo kot funkcijo odtočnega potenciala, predhodne vlažnosti zemljine in rabe tal. Odtočni potencial je odvisen od prevladujočega tipa tal, ki pa je bil za celotno Slovenijo določen v sklopu projekta Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010¹). Rezultate tega projekta smo uporabili tudi za določitev odtočnega potenciala analiziranega zaledja (Slika 2).



Slika 2: Prikaz odtočnega potenciala za analizirano porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010)

¹ Vrednosti odtočnega potenciala, ki so bile določene v sklopu CRP projekta "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", smo na posameznih področjih primerjali z vrednostmi določenimi »na roke« z uporabo pedološke karte za določitev odtočnega potenciala. Rezultati so bili primerljivi. Pregledali smo tudi posamezna območja z »znanim« odtočnim potencialom (npr. Barje), in rezultati projekta tudi na teh območjih podajajo logične in pričakovane rezultate.

Vrednosti koeficienta CN smo določili z združitvijo podatka o odtočnem potencialu in obstoječe rabe zemljišča (GERK) za slabe, povprečne in dobre hidrološke pogoje. Za slabe hidrološke pogoje velja, da obstajajo določeni faktorji, ki zmanjšujejo infiltracijo in s tem povečujejo površinski odtok, za dobre pa, da omenjeni faktorji povečujejo infiltracijo in posledično zmanjšujejo površinski odtok. Ker za izračun visokih vod uporabljamo sintetične modelne padavinske dogodke smo se odločili, da bomo v primeru vseh obravnavanih padavinskih dogodkov upoštevali dobre hidrološke pogoje. Uporabljene vrednosti koeficienta CN (dobri hidrološki pogoji) za analizirano zaledno prispevno površino do prereza »Trzinka«, prikazuje Slika 3.



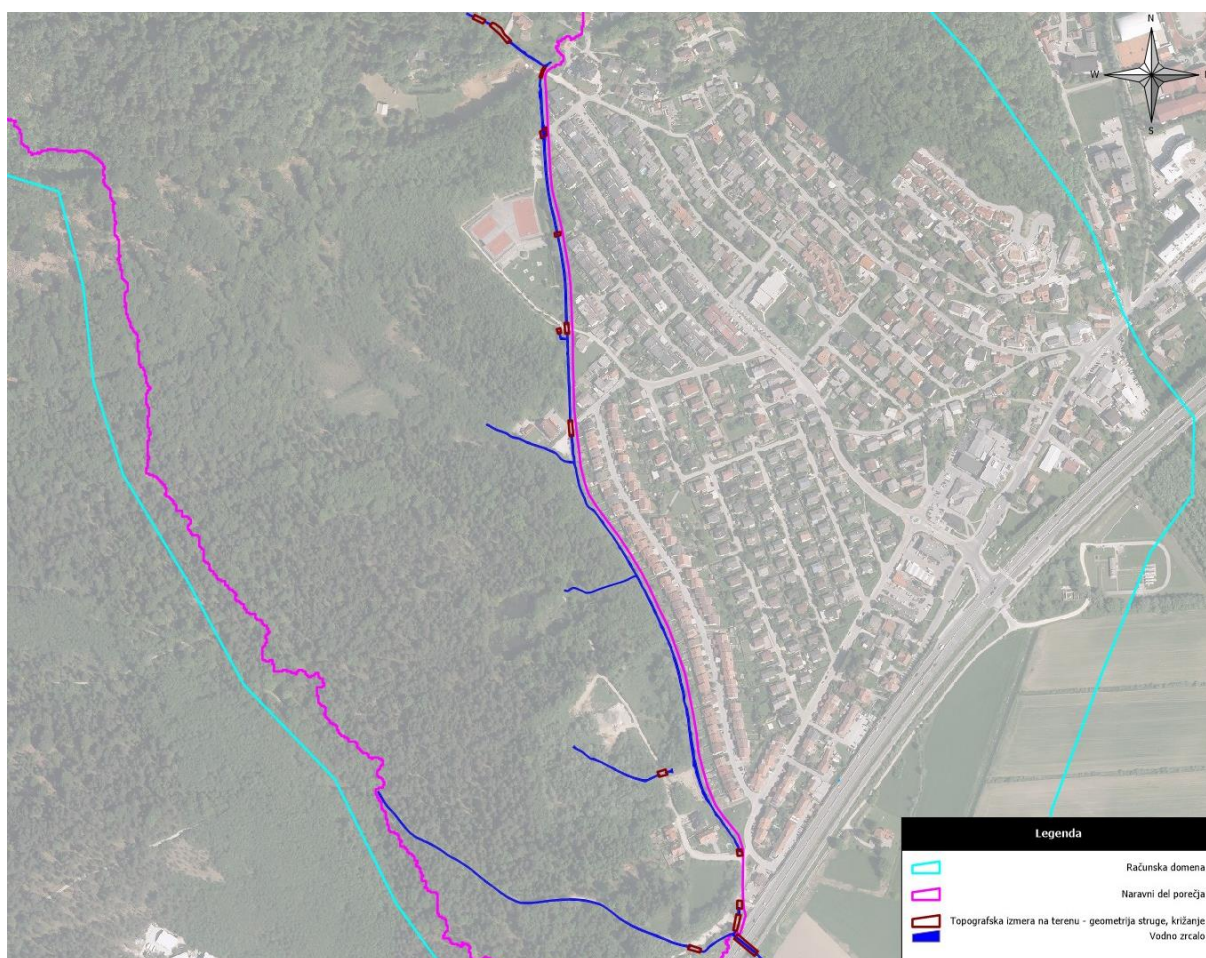
Slika 3: Prikaz vrednosti koeficienta CN (dobri hidrološki pogoji) za analizirano porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010)

1.3 Geometrija, manningov koeficient hrapavosti in robni pogoji (hidravlična izhodišča)

Za potrebe določitve poplavnega stanja in poplavnih kart smo na območju naravnega dela porečja do prereza »Trzinka« znotraj modela RiverFlow2D postavili hidrološko-hidravlični

model. Model je povsem 2D, ki za izračun uporablja metodo končnih volumnov nad trikotnimi elementi. V prejšnjih dveh poglavjih smo opisali hidrološka izhodišča, v tem pa bomo opisali hidravlična.

V 2D modelu RiverFlow 2D celoten izračun temelji na trikotnih elementih, ki se lahko znotraj računske domene poljubno gostijo. Tako smo na območju upoštevanih strug, jarkov, dolinskega dna, barier in pomembnejših območij računske domene elemente zgostili, na ostalem delu pa jih primerno razredčili. S tem smo v najboljši meri opisali batimetrijo poplavnega območja. Topografijo na območju vodotoka Blatnica in iztočnih delov pritokov smo dopolnili na podlagi terenskega ogleda, kjer smo izvedli tudi popis križanj. Lokacijo topografske izmere na terenu (izmera geometrije struge in križanj) prikazuje Slika 4 in Priloga 1.

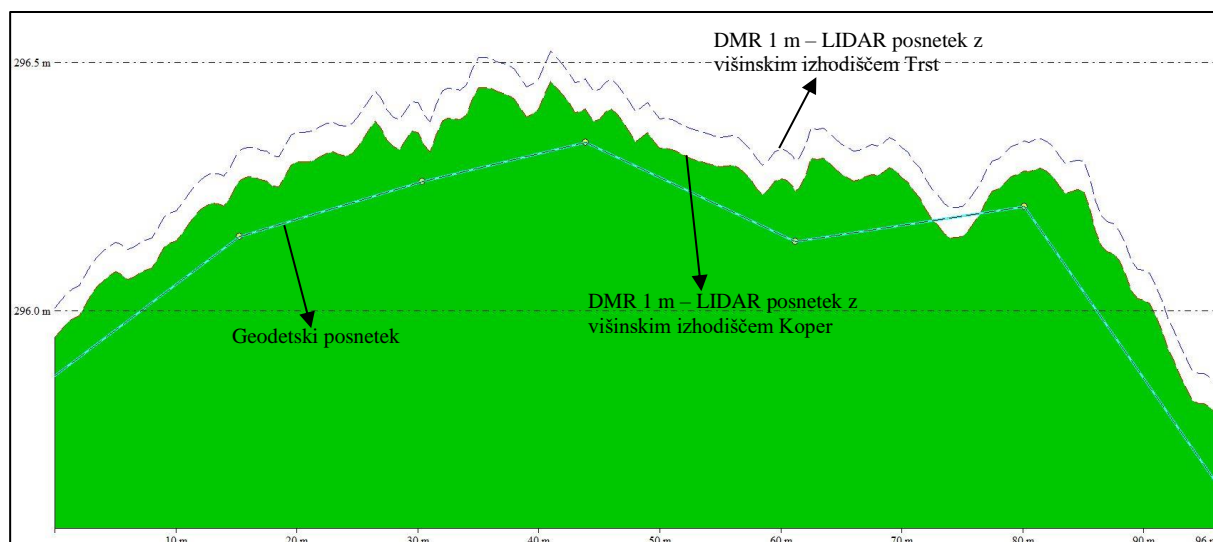


Slika 4: Prikaz lokacij topografske izmere na terenu – geometrija struge in križanja

Osnovni topografski podatek je predstavljal izdelan DMR 1m iz LIDAR podatkov (višinsko izhodišče Koper), kar je za modeliranje poplavnih površin po naši presoji ustrezno. Za oblikovanje strug (vodno korito) smo uporabili podatke s terenske izmere (lokacije križanj in območja struge kjer je le ta bolj dostopna). Popravka strug smo se lotili preko petih korakov, in sicer na podlagi izvedenih terenskih odmer:

- Na podlagi terenskega ogleda in uporabljene topografije (DMR 1m) se na območju struge določi območje vodnega zrcala, kar predstavlja okvirno dno struge, ki je ravno.
- 3D polilinja poteka dna struge se določi na mestih terenske odmere.
- Območje med terenskima izmerama se linearno interpolira.
- 3D potek linije se »preslika« na prej oblikovan poligon vodnega zrcala.
- Dobljeno 3D ploskev poteka dna povežemo z vrhom brežine (potek med dnom in vrhom brežine je linearno).

Slednji način poglobitve struge podaja generalno informacijo o obliki struge in je zaradi napenjanja na LIDAR podatek povezava med popravkom struge in območjem brežin (podatek iz LIDAR-ja) ustrezna in pravilna. Kot omenjeno je geometrija struge po našem mnenju dovolj natančno opredeljena za potrebe propagacije modelnih vodnih količin. Ozka grla so križanja, ki so bila v sklopu terenskega ogleda izmerjena in tako v modelu sorazmerno pravilno upoštevana. Predvsem v spodnjem delu (območje štiripasovnice) in delno tudi v zgornjem delu (območje športnega parka) modeliranega odseka Blatnice smo uporabili tudi izveden geodetski posnetek. Pri primerjavi uporabljenega DMR 1m (LIDAR) in pridobljenih ter uporabljenih geodetski posnetkov smo ugotovili, da je med različnima tipoma podatkov boljše ujemanja v primeru uporabe LIDAR podatkov z višinskim izhodišče Koper. Slika 5 prikazuje primerjavo 3D višinskega poteka krajšega prereza v primeru uporabe geodetskega posnetka, DMR 1 m oblikovan iz LIDAR posnetka z višinskim izhodiščem Trst in DMR 1 m oblikovan iz LIDAR posnetka z višinskim izhodiščem Koper kjer se izkazuje, da je odstopanje (do cca. 0.1 m) manjše v primeru uporabe DMR 1 m oblikovan iz LIDAR posnetka z višinskim izhodiščem Koper, ki je bil znotraj modela tudi uporabljen.



Slika 5: Višinski potek prereza² v primeru geodetskega posnetka, DMR 1 m oblikovan iz LIDAR posnetka z višinskim izhodiščem Trst in DMR 1 m oblikovan iz LIDAR posnetka z višinskim izhodiščem Koper

Mostovi so v RiverFlow2D upoštevani z geometrijo prečnega prereza mostu, ki je napeta na modelsko višino reliefa. Podatki prečnega prereza mostu so lokacijsko umeščeni s poli-linijo (angl. »polyline«) oziroma črto nezveznosti (angl. »breakline«) v model. Izračun pretoka skozi/čez mostno odprtino temelji na dinamični enačbi, kjer most prisostvuje lokalni energijski izgubi. Slednja je izračunana na podlagi Borda-Carnot formuli za energijske izgube in nenadne zožitve ali širitve za cevovode, ki pa se lahko uporablja tudi pri toku s prosto gladino (Ratia, Murillo & Garcia-Navarro, 2004). Zaradi načina upoštevanja izgub pri mostovih, koeficientov, definiranih s strani uporabnika, za izračun energijskih izgub model ne potrebuje. Več podrobnosti je opisanih v referenčnem priročniku modela (Hydronia LLC, 2017).

Prepustni element je v modelu upoštevan s pripisom vtočne in iztočne lokacije posameznima trikotnima elementoma mreže in so upoštevani kot 1D elementi. Sam pretok je izračunan iz določenih karakteristik prepusta na podlagi FHWA procedure (Norman et al. 1985), ki jo je prilagodil Froehlich (2003). Potrebni parametri za izračun toka skozi prepuste so naslednji – ng (koeficient hrapavosti), Ke (koeficient lokalnih izgub na vtoku) in sklop koeficientov Kp, M, Cp, Y, ki predstavljajo kontrolne koeficiente na vtoku (angl. inlet control coefficients). Dodatno se uporabi še koeficient m, ki je odvisen oblike vtoka (ali je vtok »porezan« z naklonom nasipa kjer se nahaja prepust ali ne; angl. mitered inlets). Prevodnost prepusta je odvisna tudi od morebitne spodnje vode (kontrola iztoka; angl. tailwater), ki se v modelu ravno tako upošteva.

² Izbran prerez se nahaja v spodnjem delu na odprtem travniku, kjer so pričakovano LIDAR podatki bolj zanesljivi (brez motenj vegetacije ali vode). Po razpoložljivih podatkih območje v zadnjih letih tudi ni bilo predmet denivelacije terena.

Tako je tok skozi prepust mogoč v obeh smereh, odvisno od tokovnega/gladinskega stanja v času posameznega računskega koraka in z upoštevanjem gladine na iztočnem delu.

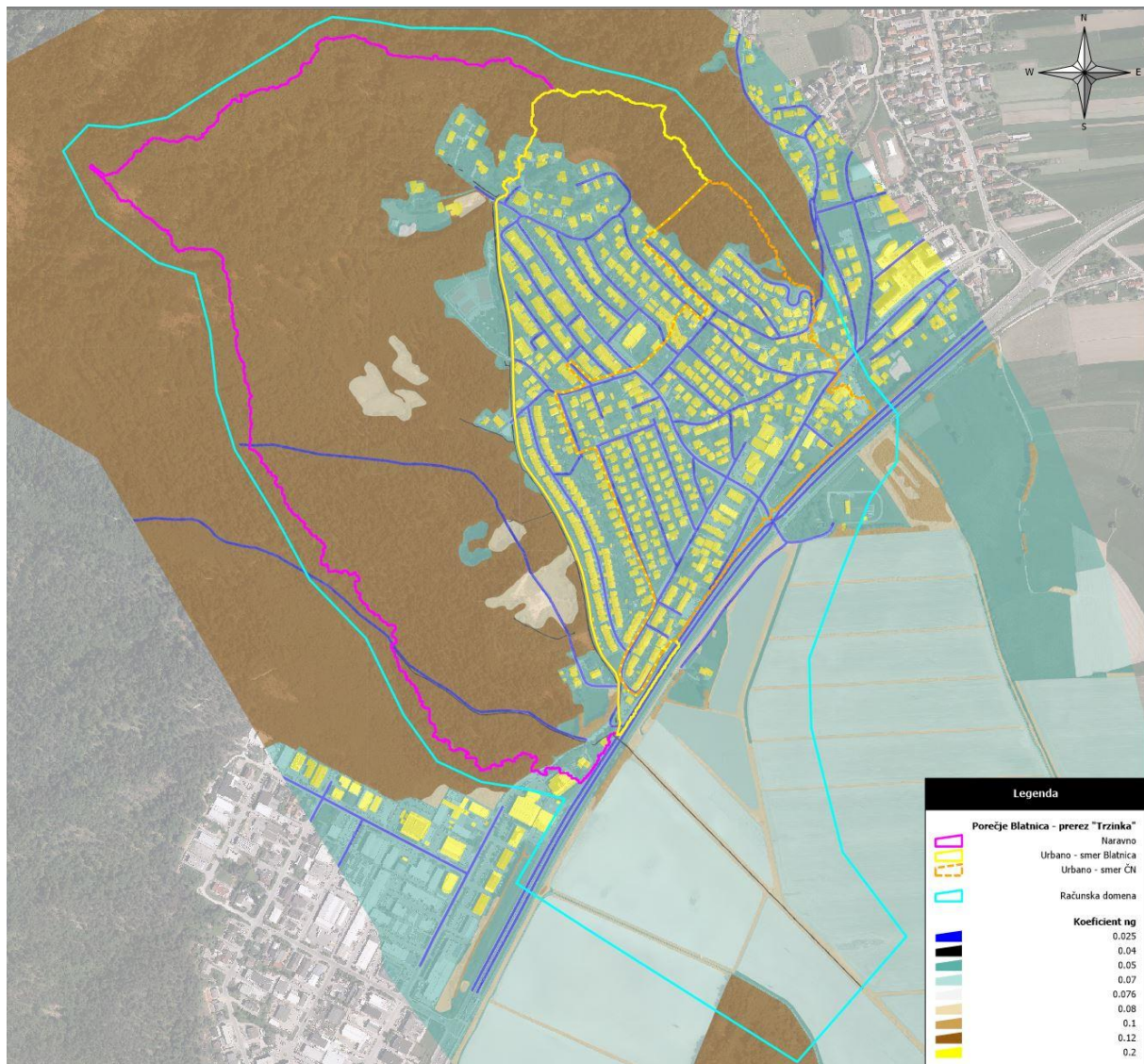
Stopnja je del mreže in se znotraj modela upošteva kot hipen padec nivelete struge.

Podrobnosti o načinu upoštevanja mostovnih in prepustnih elementov v Riverflow2D in vseh ostalih podrobnosti o RiverFlow2D (teoretična izhodišča), so podrobno opisane v referenčnem priročniku (Hydronia LLC, 2019).

Koeficient hrapavosti smo določili na podlagi izkazane rabe in je znašal med 0.025 (območje cest) in 0.2 (objekti). Uporabljene vrednosti za posamezne rabe prikazuje Tabela 3 in Slika 6. Dodatno se na lokacijah prepustov in mostov upoštevajo še lokalne izgube po protokolu, za način preračuna vodnega toka skozi objekte mostov in križanj v modelu (opis že podan).

Tabela 3: Prikaz uporabljenih vrednosti koeficientov ng glede na izkazano rabo posameznega območja

Raba	Koeficient ng
Ceste	0.025
Struga	0.04 (vodno zrcalo)
Trajni travnik	0.05
Pozidano in sorodno zemljišče	0.05
Njiva	0.07
Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	0.076
Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	0.08
Neobdelano kmetijsko zemljišče	0.08
Drevesa in grmičevje	0.1
Gozd	0.12
Objekti	0.2



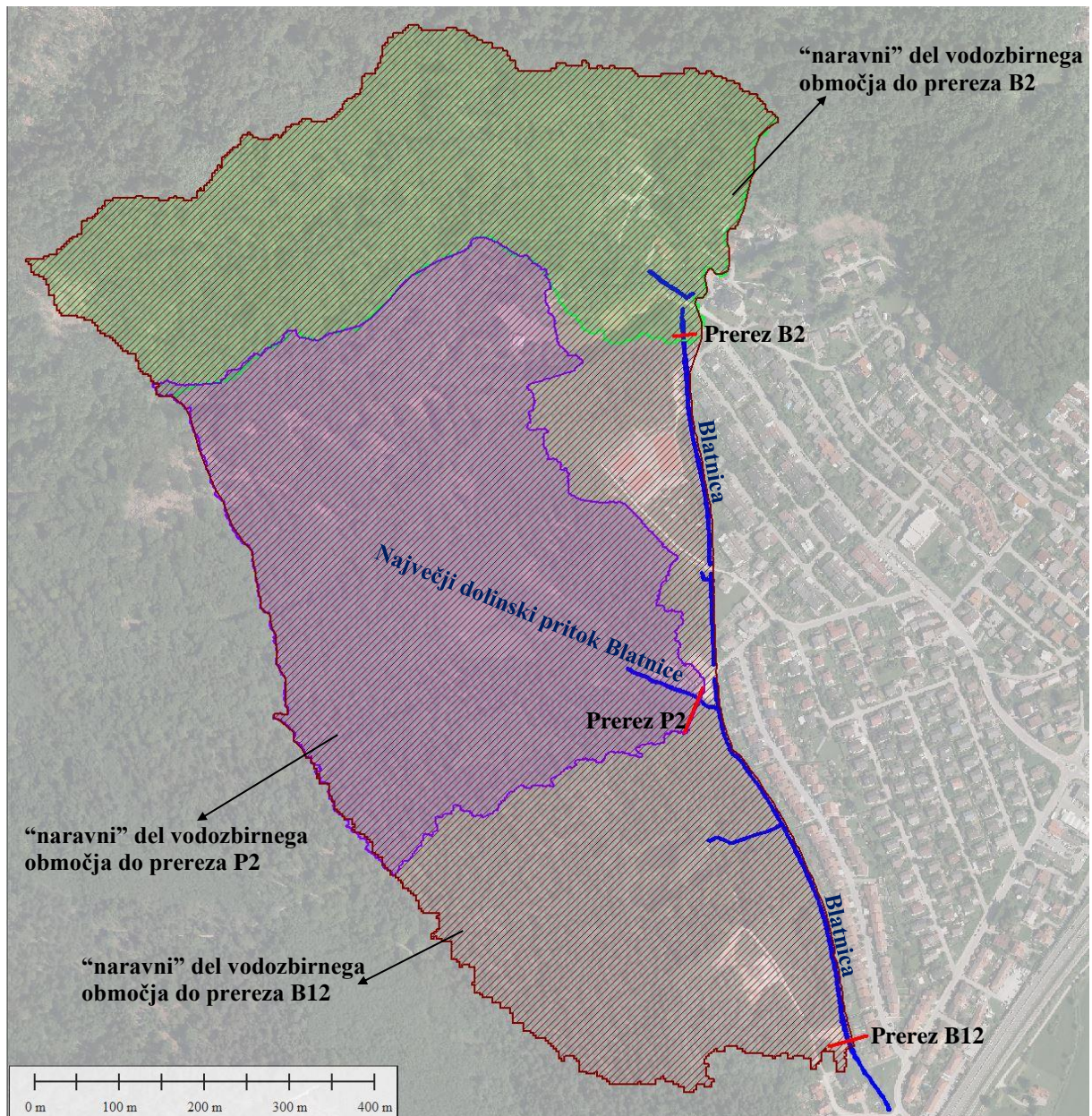
Slika 6: Prostorski prikaz območij z različnimi vrednostmi koeficienta hrapavosti

Spodnji robni pogoj (SRP) smo postavili na potoku Blatnica in na njenih poplavnih površinah, in sicer dolvodno od križanja Blatnice s cesto Ljubljana-Domžale. Kot spodnji robni pogoj smo uporabili normalno globino s konstantnim padcem 0.0015, ki predstavlja okvirni padeč struge Blatnice dolvodno od definiranega SRP. Na poplavnih površinah smo definirali SRP kot »prost iztok«. Zaradi ustrezne oddaljenosti spodnji robni pogoj ni vplival na modelne rezultate na odseku gorvodno od križanja Blatnice s cesto Ljubljana-Domžale. SRP prikazuje Priloga 1.

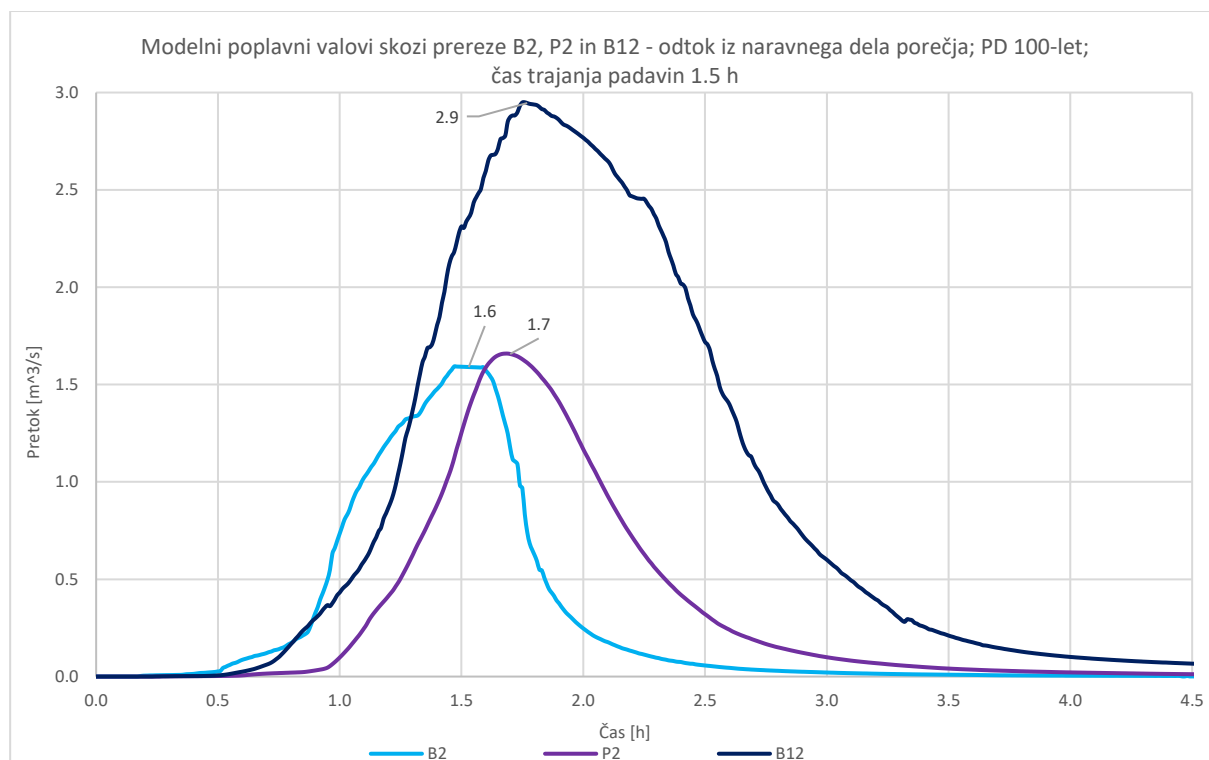
Kot omenjeno smo na naravni del zaledja definirali padavine (bruto padavine, ki jih model z uporabo metode CN zniža za izgube – določitev efektivnih padavin), ki so se znotraj kombiniranega hidrološko-hidravličnega modela dolvodno distribuirale. Znotraj modela smo sočasno, v obliki lokalnih vtokov, definirali tudi modelne poplavne valove iz močno urbaniziranega dela zaledja, ki se nahaja na levem bregu vodotoka Blatnica. Opis načina določitve modelnih poplavnih valov podajamo v nadaljevanju. Izračun (za potrebe izdelave

poplavnih kart in analiz načrtovanega stanja) je tako hkrati zajemal analizo padavinskega odtoka iz naravnega dela zaledja (izračun, ki poteka kot del 2D simulacije), kot tudi distribucijo poplavnih valov iz močno urbaniziranega dela zaledja. Posledično so tudi izdelane poplavne karte posledica »hkratnega« poplavljanja obeh območjih (naravni in urbanizirani del).

Za dodatno kontrolo bomo v nadaljevanju prikazali niz treh modelnih poplavnih valov, ki so posledica odtoka »zgolj« iz naravnega dela zaledja (desni breg). Prikazali bomo tudi pripadajoče hidrološke karakteristike. Prikazali bomo stanje pri povratni dobi 100 – let in časom trajanja kritičnega naliva 1.5 h. Slednji naliv predstavlja kritičen naliv naravnega dela zaledja. Modelne valove bomo prikazali skozi prerez B1, ki predstavlja prerez v zgornjem delu Blatnice, prerez P2, ki predstavlja odtok iz največjega dolinskega dotoka in prerez B12, ki predstavlja prerez v spodnjem delu potoka Blatnica in zajema skoraj celotno naravno zaledje. Lokacijo prerezov prikazuje Slika 7, modelne poplavne valove pa Slika 8. Pripadajoče hidrološke karakteristike prikazuje Tabela 5.



Slika 7: Prikaz lokacij analiziranih prerezov s prikazanim pripadajočim »naravnim« vodozbirnim območjem



Slika 8: Prikaz modelnih poplavernih valov skozi prereze B2, P2 in B12 v primeru povratne dobe 100 – let in trajanjem padavin 1.5 h

Tabela 4: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik modelnih poplavernih valov skozi prereze B2, P2 in B12 – za primer povratne dobe 100 – let s trajanjem padavin 1.5 h

Prerez	F [km ²]	Vršni pretok [m ³ /s]	Povprečen CN*	Bruto padavine [mm]	Neto padavine [mm]	Specifični pretok [m ³ /s/km ²]	Koeficient odtoka [l]
B2	0.20	1.6	70	84	22.63	7.81	0.27
P2	0.26	1.7	68	84	20.1	6.36	0.24
B12	0.66	2.9	70	84	22.63	4.46	0.27

*površinsko utežena vrednost (dobri hidrološki pogoji)

Izkazane karakteristike izkazuje pričakovano (glede na uporabljena hidrološka izhodišča), kjer se vzpostavi sorazmerno visok specifični pretok, kar je glede na naravo odtoka pričakovano (gre za sorazmerno direkten površinski odtok brez dodatnih zadrževanj na porečju, kar se kaže v minimalni ploščitvi vala in v doseganju višjih specifičnih odtokov). Neposreden odtok se kaže tudi v dejstvu, da je volumen vala skoraj enak volumnu neto padavin ($\pm 1\%$) kar pomeni, da večji zadrževanj na analiziranem »naravnem« zaledju ni. Ustrezen je tudi odziv modela ki izkazuje, da se skozi prerez B12, ki ima večjo površino, izkazuje nižji specifični pretok v primerjavi s prerezoma B2 in P2. V mejah pričakovanega je tudi koeficient odtoka. Pri primerjavi z odtoki iz levega brega, ki je precej bolj urbaniziran, se na naravnem delu izkazujejo nižje hidrološke karakteristike (specifičen pretok in koeficient odtoka), kar je prav tako ustrezno in pričakovano (vrednosti hidroloških karakteristik odtokov iz levega brega bomo podali v nadaljevanju).

2 DOLOČITEV MODELNIH POPLAVNIH VALOV IZ URBANIZIRANEGA DELA POREČJA

Del porečja Blatnice (levi breg) je močno urbaniziran in v večji meri predstavlja meteorni odtok, ki se preko meteorne kanalizacije ali pa mešane kanalizacije (razbremenilniki) drenira neposredno v potok Blatnica. Zaradi omenjene specifikke tega dela porečja smo ločeno določili modelne poplavne valove, ki smo jih naknadno umestili znotraj hidravličnega modela, s katerim smo hkrati analizirali tudi površinski odtok iz naravnega dela zaledja (definiranje padavin na hidravlični model).

Glede na potek kanalizacije se del urbane odvodnje drenira neposredno v potok Blatnice, del pa proti ČN, ki je na južni strani ceste Ljubljana-Domžale. Na tem delu je tudi razbremenilnik. Posledično smo urbano območje razdelili na dva dela, in sicer »Urbano – smer Blatnica« in »Urbano – smer ČN«. Vrednotene poplavne valove iz dela »Urbano – smer ČN« smo samo delno upoštevali znotraj hidravličnega računa. Glede na dimenzije kanalizacijskega sistema (dve cevi premera 1 m, ki gresta pod cesto Ljubljana-Domžale proti ČN) smo predpostavili, da lahko kanalizacijski sistem prevaja maksimalne količine v velikosti do 3 m³/s. Razliko poplavnih valov (del poplavnega vala nad 3 m³/s) smo upoštevali znotraj hidravličnega modela, in sicer kot vtok v strugo Blatnice.

Dodatno opozorimo, da smo natoke s tega dela porečja še vedno določili s »klasičnim« hidrološkim pristopom, kjer smo uporabili hidrološki model HEC-HMS. Ker gre za močno urbaniziran del bi bil bolj pravilen pristop uporaba kanalizacijskega modela, s katerim bi se lahko bolj natančno opredelil odtok iz območja. Tovrsten model bi prav tako omogočil analizo problematike prevodnosti sistema in težave v primeru presejanja prevodne sposobnosti (npr. lokacija prelitja jaškov). Slednji pristop presega okvirje študije, saj je bil naš glavni namen določitev visokih voda z območja. Posledično smo na tem delu, kot že omenjeno, oblikovali klasični hidrološki model, kjer pa so bile uporabljene hidrološke karakteristike delno prilagojene. Tako so se razvodnice med pod-porečji oblikovale na način obstoječih iztokov iz kanalizacijskega omrežja. Koeficient CN se je določil z uporabo podatkov GERK, kjer se je območje dodatno posodobilo, in sicer na način prilagoditve pozidanega območja na objekt, ceste in del parcele ob objektu. Zaradi večjega procenta utrjenih površin so uporabljene vrednosti koeficienta CN višje. Os vodotoka in njegova dolžina je določena kot površinska pot vodne poti (glede na izkazan površinski padec) in ne kot dolžina kanalizacije. Za obliko krivulje sintetičnega hidrograma enote se je uporabil tip PRF600 (klasična je PRF480), ki se uporablja

za zelo strma oziroma za močno urbanizirana območja, kar se v našem primeru izkazuje. S tem smo klasični hidrološki model nekoliko prilagodil, ampak opozarjamo, da gre še vedno za »klasičen« hidrološki pristop z namenom definiranja površinskega odtoka z območja (brez analiz toka po sistemu kanalizacije). Posledično smo v večji meri še vedno uporabili klasičen pristop s klasičnimi hidrološkimi predpostavkami. Delno prilagojena sta bila tako »zgolj« razdelitev območja na pod-porečja, ki je sledila iztokom kanalizacije in uporaba krivulje PRF600. Dodatno se je posodobilo še GERK podatke, in sicer pozidano območje na objekt, ceste in del parcele ob objektu.

Razdelitev urbanega pod-porečja z mesti vtokov v hidravlični model prikazuje Priloga 1.

2.1 Padavine

Analiza padavin je bila že opisana v poglavju 1.1 Padavine (hidrološka izhodišča). Za potrebe analize meteornega odtoka smo uporabili iste modelne vrednosti padavin. Tudi v tem primeru smo uporabili enakomerno razporeditev padavin.

2.2 Karakteristike prispevnega območja

Tabela 5 prikazuje karakteristike urbaniziranega prispevnega območja, ki predstavlja utrjene površine levega brega potoka Blatnice.

Tabela 5: Tabelarični prikaz karakteristik obravnavanega prispevnega območja

	Velikost prispevnega območja [km ²]	Povprečen padec prispevnega območja [%]	Dolžina struge [km]	koeficient CN (dobri pogoji)**	Čas zakasnitve [min]*
PP1	0.012	30.56	0.28	65	5
PP2	0.067	29.26	0.59	67	9
PP3	0.006	13.58	0.072	75	2
PP4_5	0.095	7.06	0.5	86	9
PP6	0.017	4.66	0.21	87	5
PP7	0.028	4.75	0.22	87	5
PP8	0.013	4.57	0.16	82	5
PP9	0.006	8.99	0.19	82	4
PP10_out	0.266	11.7	1.36	84	16

*za čas zakasnitve smo uporabili enačbo SCS z uporabo koeficienta CN

**kljub temu, da gre za meteorni odtok smo koeficient določili na podlagi izkazane rabe (GERK) in odtočnega koeficienta (območje ni povsem urbanizirano). Posamezna območja (predvsem PP1 in PP2) v delu zajemajo tudi del neurbaniziranega zaledja.

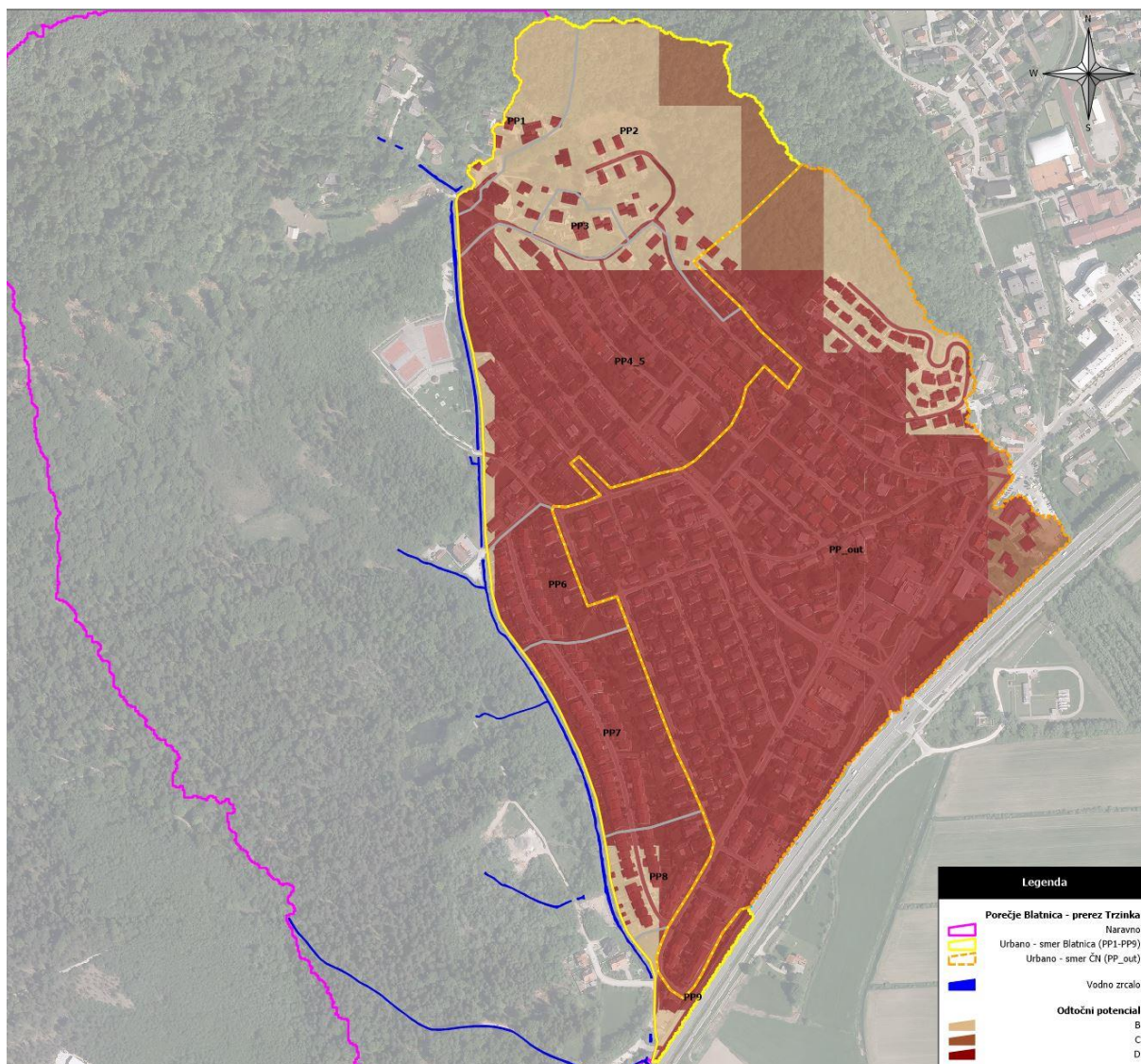
Prispevna površina je bila določena glede na potem kanalizacijskega omrežja in delno glede na potek razvodnic dobljenih iz topografije DMR 1m (osnova je bil državni LIDAR posnetek).

Povprečen padec površine porečja je prav tako izračunan na podlagi DMR 1m in je določen kot površinsko utežen padec površine posameznih gridnih celic. Padec površine posamezne gridne celice se določi na podlagi višin mejnih osmih gridnih celic, kjer se posebej izračun stopnja spremembe višine v smeri x in y (dolžinska enota grida je tako v smeri x kot tudi v smeri y enaka in je meter – posledično je končni rezultat oziroma padec površine gridne celice brezdimenzijski). Z dobljenima vrednostima se kot koren vsote kvadratov prej dobljenih stopenj sprememb višine v x in y smeri, izračuna še padec površine gridne celice. Kot omenjeno se povprečen padec površine porečja določi kot brezdimenzijska vrednost, za potrebe izračuna časa zakasnitve pa se poda v procentih.

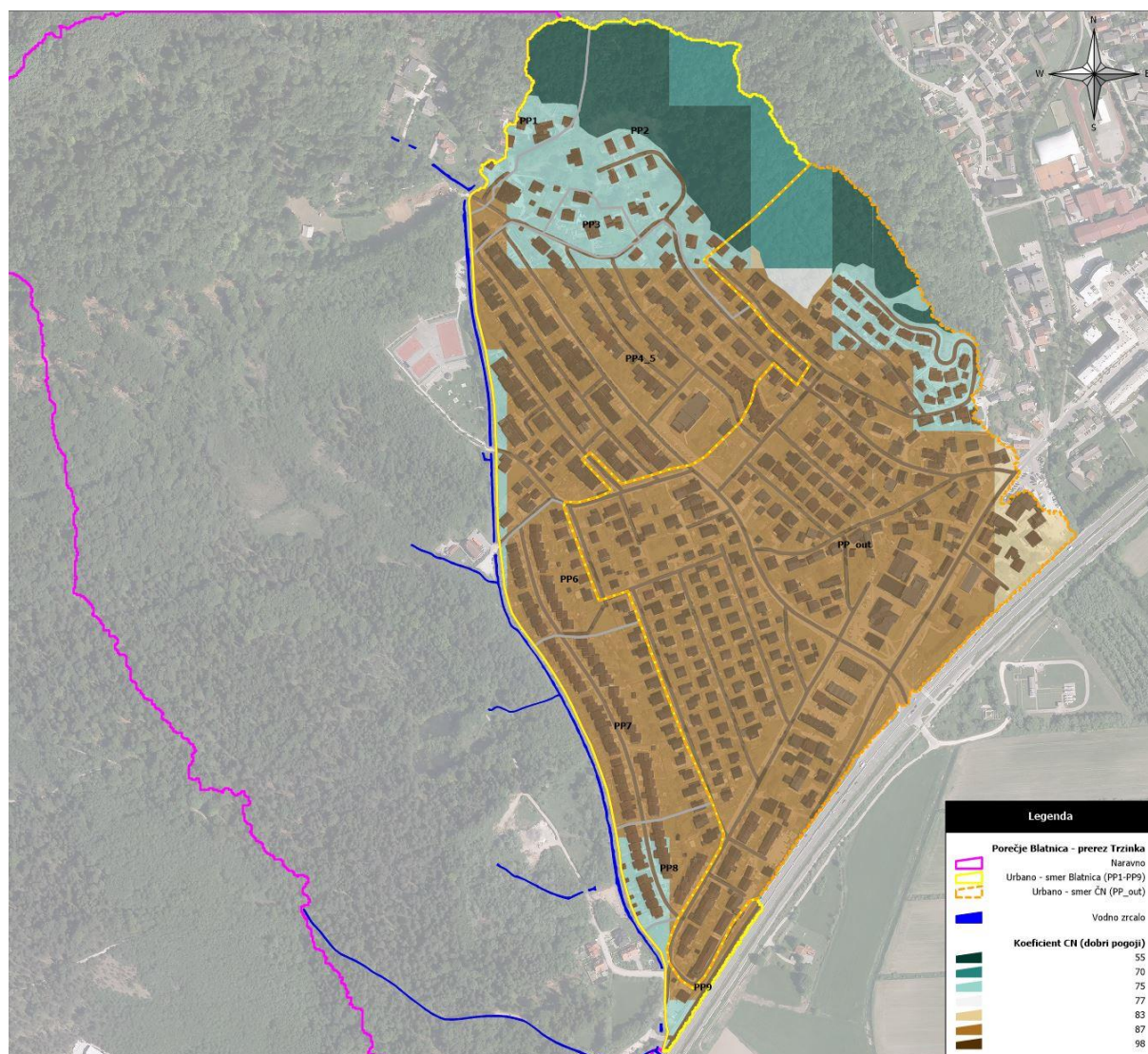
Delno je bila dolžina struge določena na podlagi DMR 1m, delno pa na podlagi poteka kanalizacijskega omrežja preko katerega se vodne količine drenirajo v porok Blatnica.

Za izračun padavinskih izgub smo uporabili SCS metodo z uporabo koeficienta CN, s pomočjo katere presežek padavin, ki površinsko odteče, ocenimo kot funkcijo odtočnega potenciala, predhodne vlažnosti zemljine in rabe tal. Odtočni potencial je odvisen od prevladujočega tipa tal, ki pa je bil za celotno Slovenijo določen v sklopu projekta Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010³). Rezultate tega projekta smo uporabili tudi za določitev odtočnega potenciala analiziranega urbanega porečja, ki smo ga povezali s podatkom o obstoječi rabi zemljišča (GERK). Na podlagi obeh podatkov smo za posamezna območja različnih rab določili pripadajoč koeficient CN. Ker za izračun visokih vod uporabljamo sintetične modelne padavinske dogodke smo se odločili, da bomo v primeru vseh obravnavanih padavinskih dogodkov upoštevali dobre hidrološke pogoje. Uporabljene vrednosti odtočnega potenciala in koeficienta CN (dobri hidrološki pogoji) za analizirana urbana pod-porečja prikazuje Slika 9 in Slika 10.

³ Vrednosti odtočnega potenciala, ki so bile določene v sklopu CRP projekta "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", smo na posameznih področjih primerjali z vrednostmi določenimi »na roke« z uporabo pedološke karte za določitev odtočnega potenciala. Rezultati so bili primerljivi. Pregledali smo tudi posamezna območja z »znanim« odtočnim potencialom (npr. Barje), in rezultati projekta tudi na teh območjih podajajo logične in pričakovane rezultate.



Slika 9: Prikaz odtočnega potenciala za analizirana urbana pod-porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010)



Slika 10: Prikaz vrednosti koeficienta CN (dobri hidrološki pogoji) za analizirano porečje do izbranega hidrološkega prereza »Trzinka« (CRP, "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013", 2010)

Čas zakasnitve (T_p) smo izračunali z uporabo enačbe SCS ($T_p = L^{0.8} \frac{(Sr+25.4)^{0.7}}{28.14\sqrt{S}}$) in je funkcija hidravlične dolžine povodja (L), povprečnega padca porečja (S) in koeficienta CN oziroma maksimalne retenzije porečja (Sr). Zopet opozorimo, da je metoda časa zakasnitve (po SCS) vnaprej izbrana, saj nismo imeli podatkov za umerjanje modela in posledično izbora druge bolj primerne metode. Izbor metode časa zakasnitve (SCS) smo izbrali tudi zaradi dejstva, da smo odtoke iz pretežno urbaniziranega območja (levi breg Blatnice) določevali znotraj »klasičnega« hidrološkega modela, in posledično smo izbrane metode temu prilagodili oziroma smo v večji meri uporabili preverjene in do sedaj največkrat uporabljene metode, med katerimi je tudi SCS metoda za izračun časa zakasnitve. Zavedamo se, da ima metoda svoje pomanjkljivosti (rang uporabe) in se pretežno uporablja na manjših naravnih porečjih, vendar bi v primeru apliciranja druge metode (npr. Snyder HE z njegovimi prilagoditvami - Putnam, Eagles) bilo potrebno

model predhodno umeriti in potrditi najbolj primerno metodo. V nasprotnem primeru bi tudi z uporabo druge metode lahko imeli sorazmerno velik rang napake. Za umerjanje modela nismo imeli razpoložljivih podatkov. Glede na predstavljena dejstva smo uporabili do sedaj največkrat uporabljen pristop pri izračunu časa zakasnitve, in sicer z uporabo metode SCS.

2.3 **Izračun površinskega odtoka in rezultati izdelanega hidrološkega modela**

Za potrebe določitve projektnih visokovodnih valov z 10, 100 in 500 – letno povratno dobo na lokaciji iztokov meteorne kanalizacije (vtok v potok Blatnica), smo v programskem okolju HEC-HMS (verzija 4.2.1) postavili hidrološki model meteornega odtoka. Z modelom smo določili niz poplavnih valov z različnim trajanjem padavin, ki bodo osnova oziroma vhodni podatek v hidravlični model.

Izračun smo izvedli za 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 in 300 minutno trajanje padavin. Uporabili smo v prejšnjih poglavjih opisane vhodne podatke. Dodatni vhodni podatki (Tabela 6), ki jih potrebujemo za zagon modela so še delež neprepustnih površin (%), začetne izgube Ia (mm) z razmerjem med začetnimi izgubami Ia in maksimalne retenzije prispevnega območja Sr in tip krivulje SCS sintetičnega hidrograma enote.

Tabela 6: Tabelarični prikaz dodatnih vhodnih podatkov za zagon modela HEC-HMS

	Prispevno območje utrjenih površin do iztoka			
	Delež neprepustnih površin [%]	Začetne izgube Ia [mm]	Razmerje začetnih izgub Ia in maksimalne retenzije prispevnega območja Sr [l]	Tip krivulje SCS sintetičnega hidrograma enote
PP1	0	27.35	0.2	PRF 600
PP2	0	25.02	0.2	PRF 600
PP3	0	16.93	0.2	PRF 600
PP4_5	0	8.27	0.2	PRF 600
PP6	0	7.59	0.2	PRF 600
PP7	0	7.59	0.2	PRF 600
PP8	0	11.15	0.2	PRF 600
PP9	0	11.15	0.2	PRF 600
PP10_out	0	9.67	0.2	PRF 600

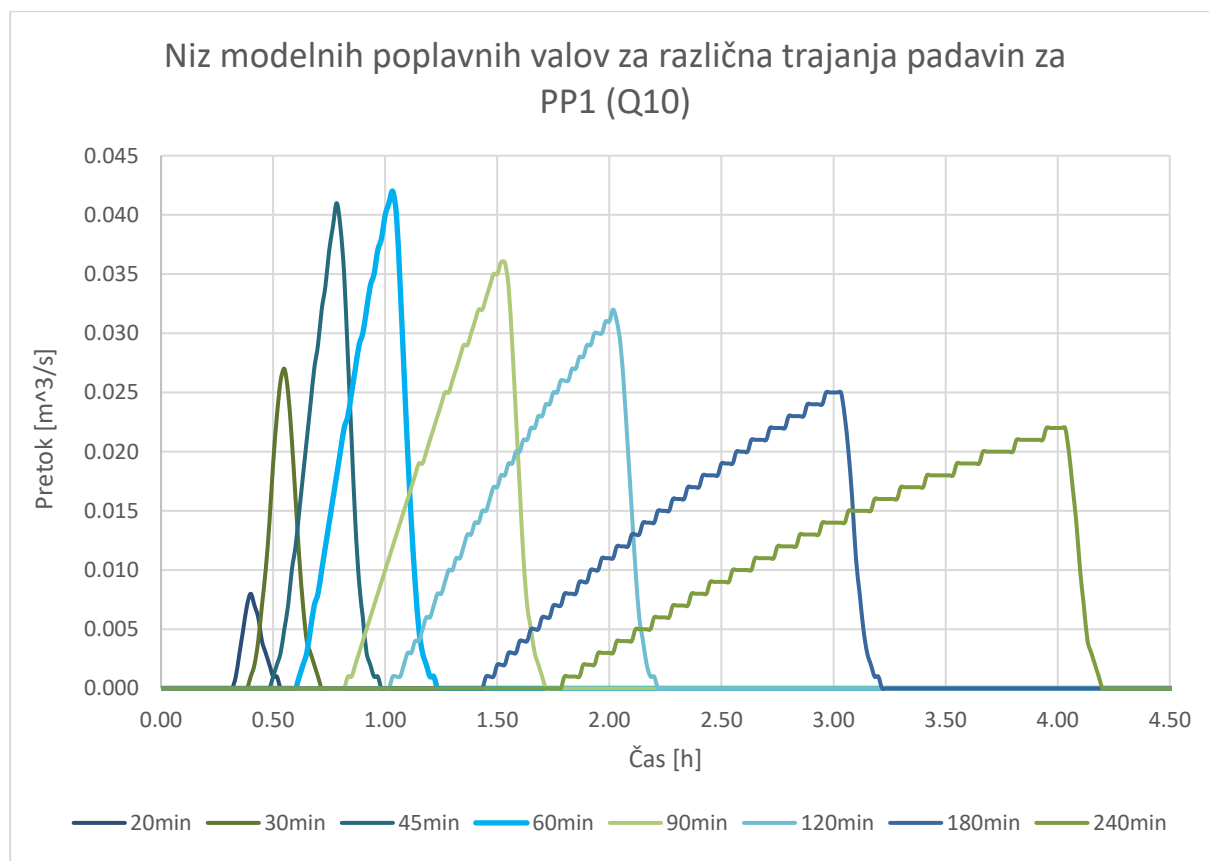
Deleža neprepustnih površin nismo upoštevali, saj smo neprepustne površine upoštevali kot del določitve koeficienta CN (pozidano in sorodno zemljišče).

Za vrednost razmerja med začetnimi izgubami Ia in maksimalne retenzije porečja Sr, smo upoštevali najbolj pogosto uporabljeno vrednost, in sicer 0.2 (Ponce and Hawkins, 1996; SCS, 1964). Tudi izbran sklop vrednosti koeficienta CN je določen z upoštevanjem razmerja 0.2.

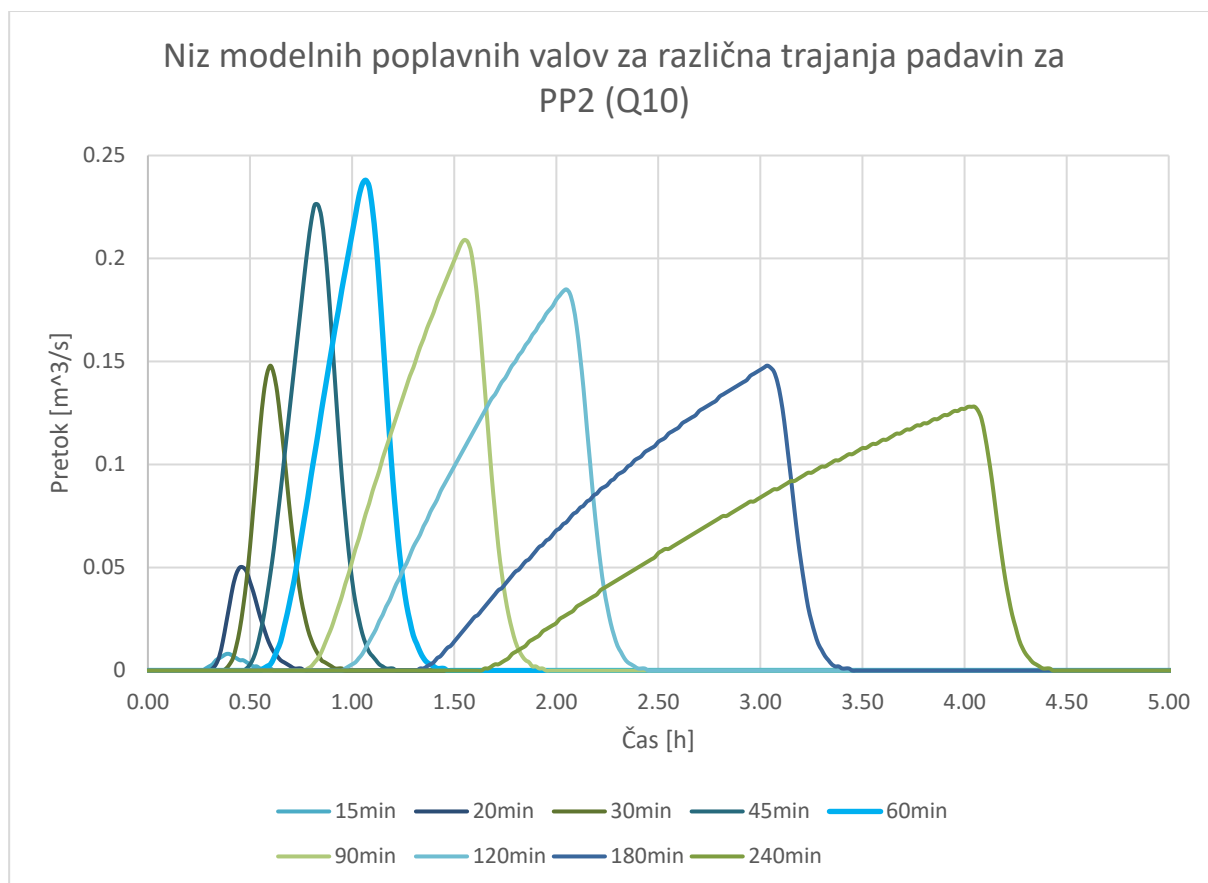
Tip krivulje SCS sintetičnega hidrograma enote določa obliko hidrograma enote. Osnovni tip je PRF 484, kjer je oblika hidrograma enote definirana na način, da je 3/8 celotnega volumna hidrograma v naraščajočem delu grafa in preostalih 5/8 celotnega volumna v padajočem delu grafa. Ker je slednje odvisno od karakteristike prispevnega območja, kjer v našem primeru prevladuje utrjeno/urbanizirano območje, smo za vrednost uporabili tip krivulje PRF 600. Slednja krivulja se uporablja za porečja z zelo strmimi pobočji in za močno urbanizirana področja.

Glede na predstavljene vhodne podatke smo z modelom HEC-HMS verzija 4.2.1. izvedli izračun vodnih količin za niz sintetičnih padavinskih dogodkov različnega trajanja (od 5 min do 300 min). Kot najbolj neugodni se izkazujejo padavinski dogodki z dolžino med 20 in 60 min.

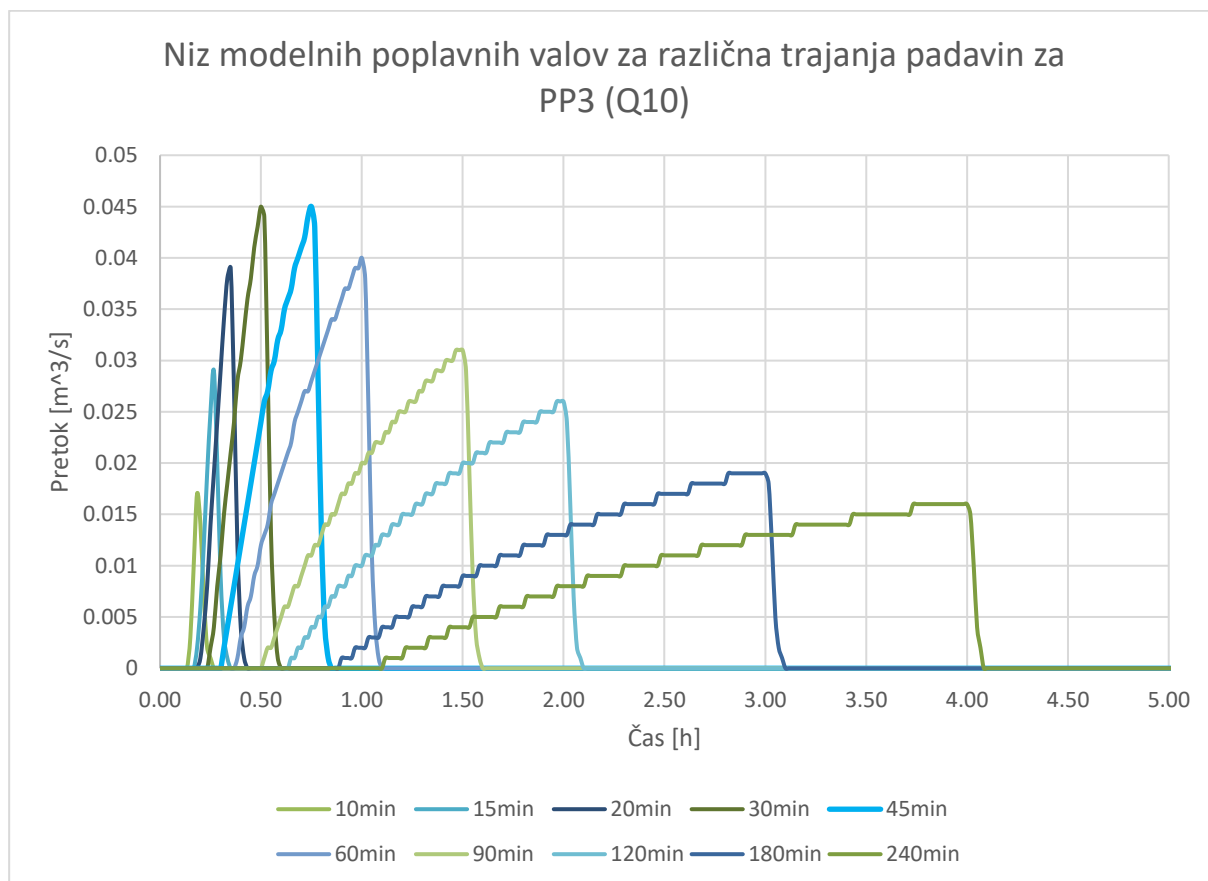
Slika 11 do Slika 41 podajajo nize poplavnih valov za posamezno povratno dobo z uporabo padavin različnega trajanja. Ostale hidrološke karakteristike prikazujejo Tabela 7 do Tabela 33.



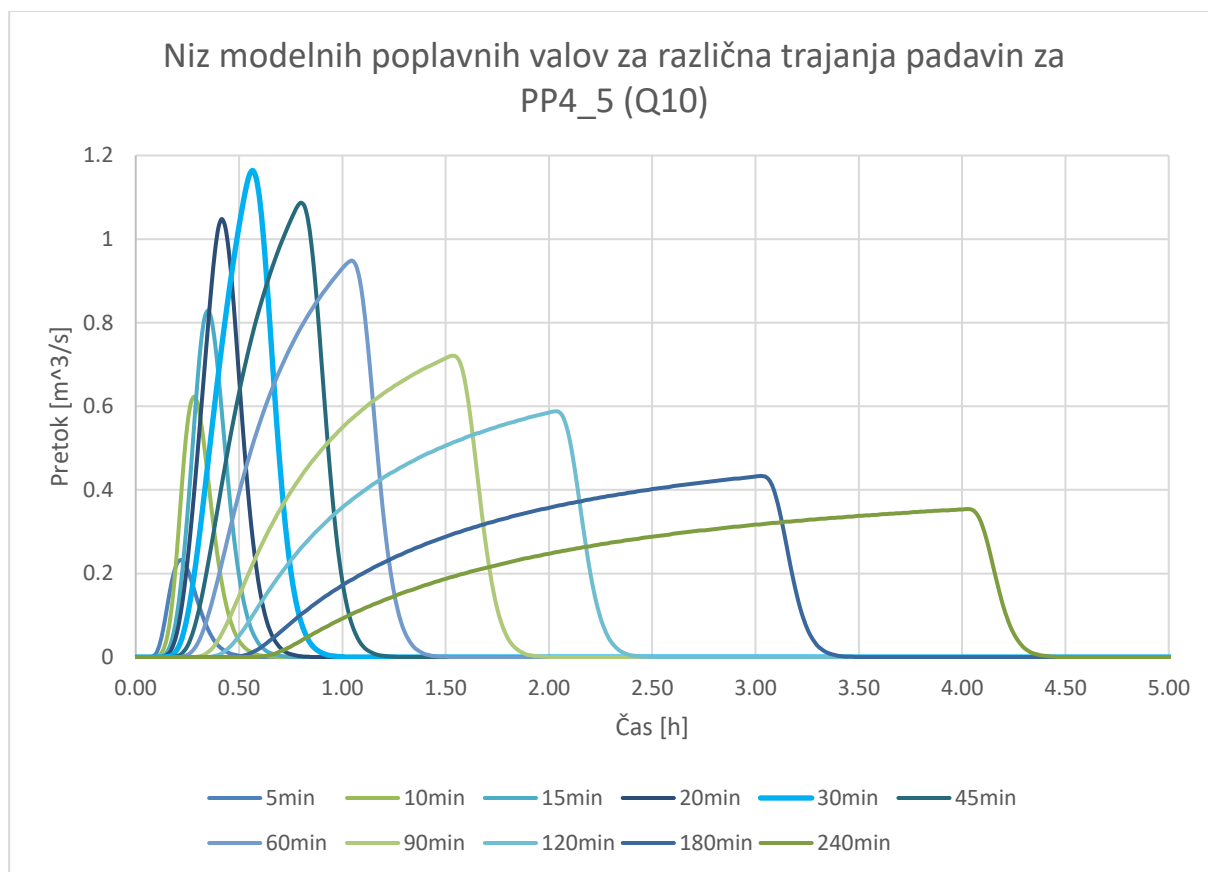
Slika 11: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP1



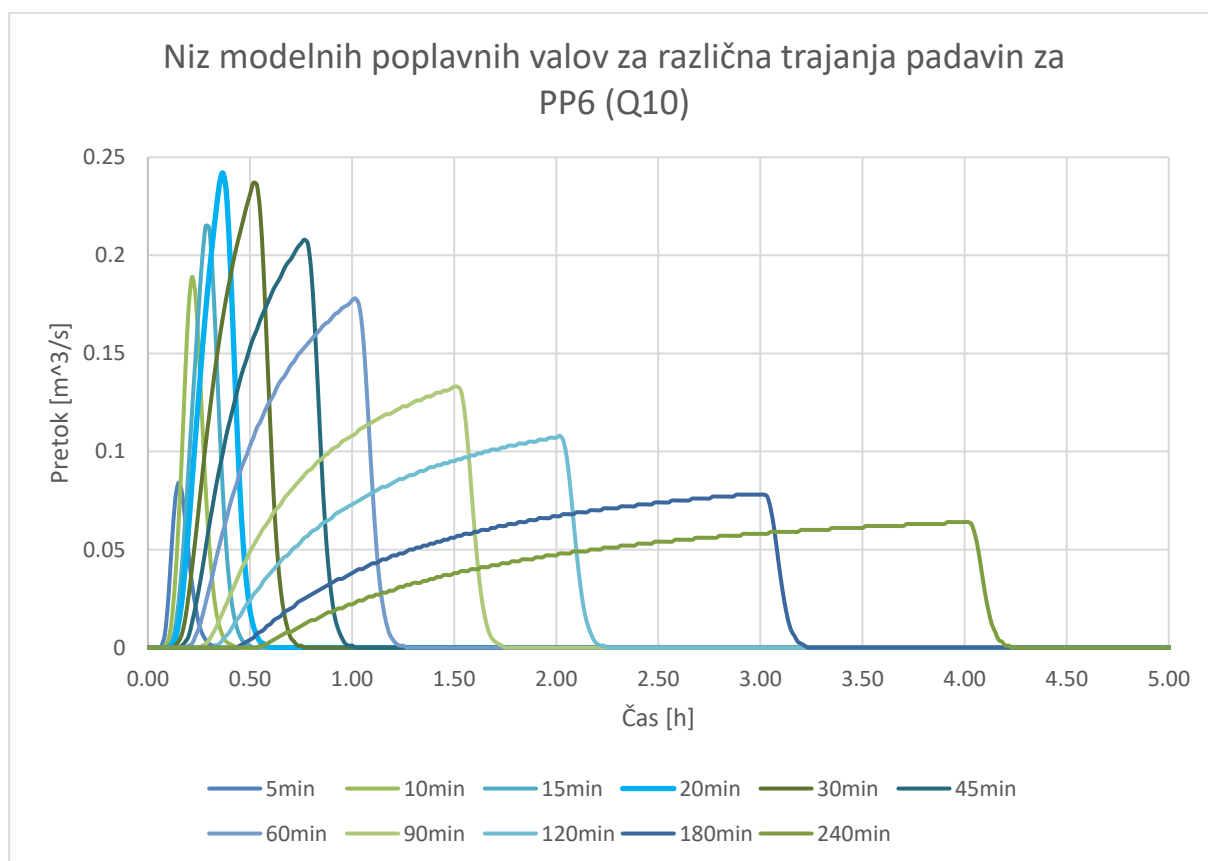
Slika 12: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP2



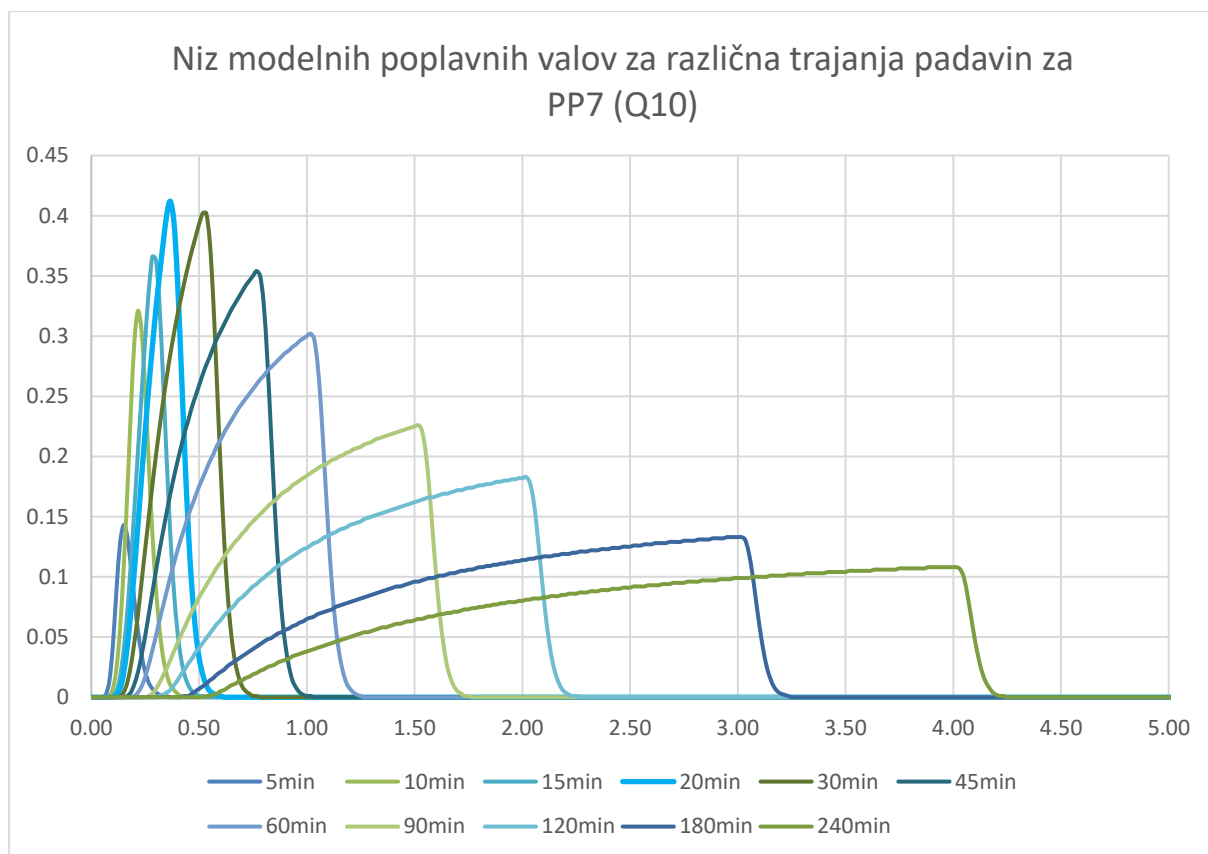
Slika 13: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP3



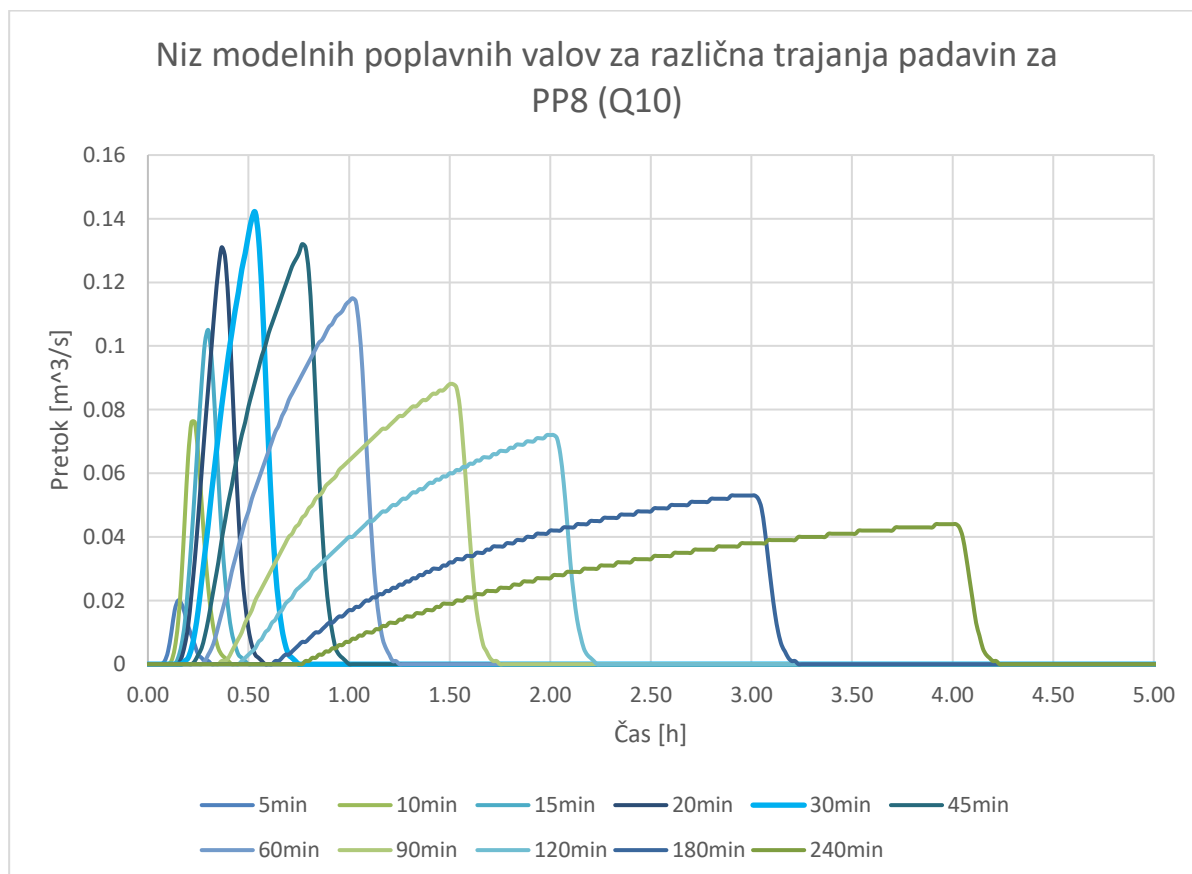
Slika 14: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP4_5



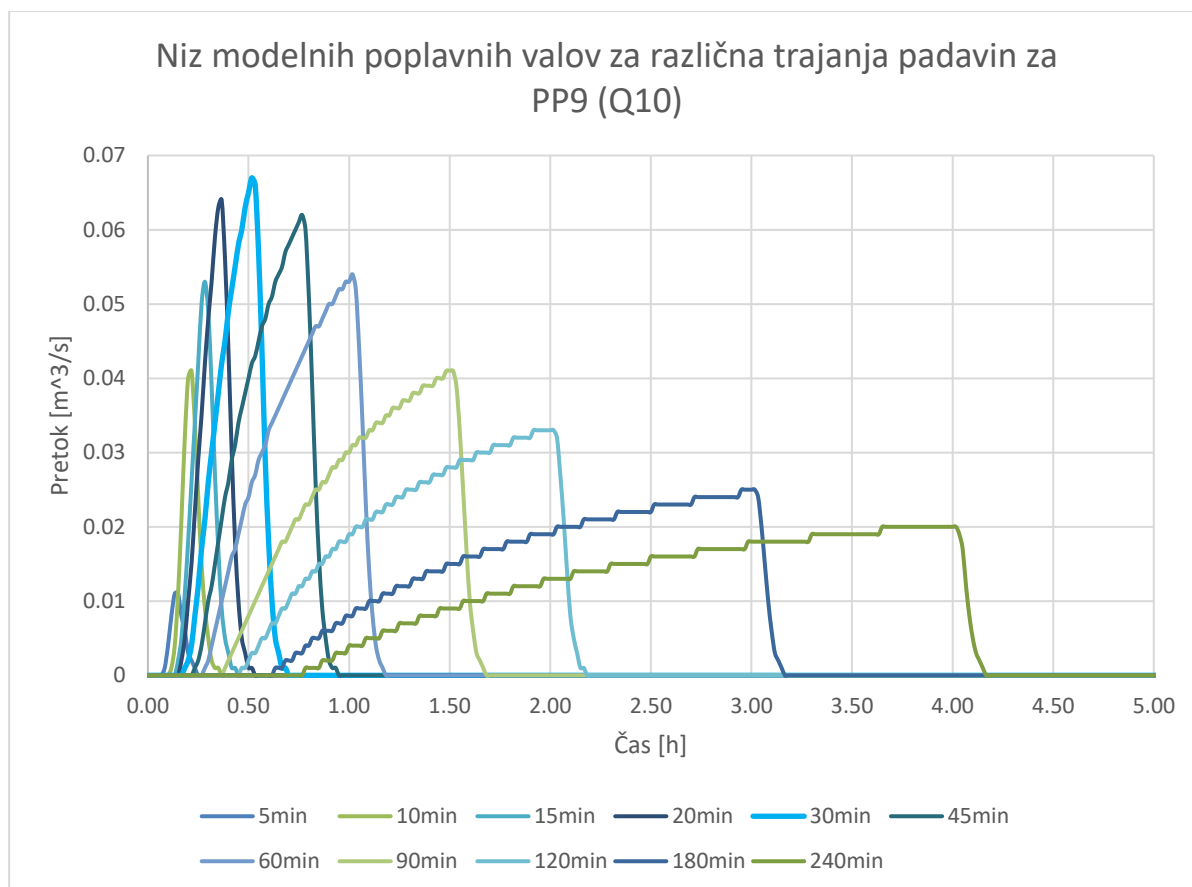
Slika 15: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP6



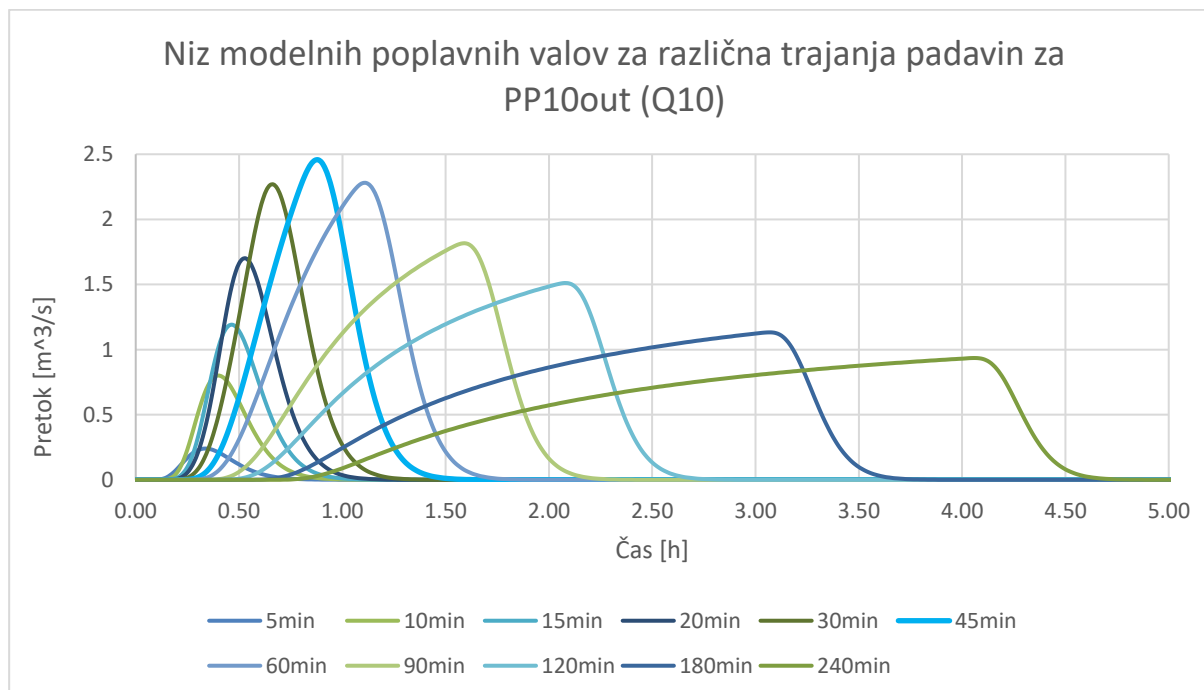
Slika 16: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP7



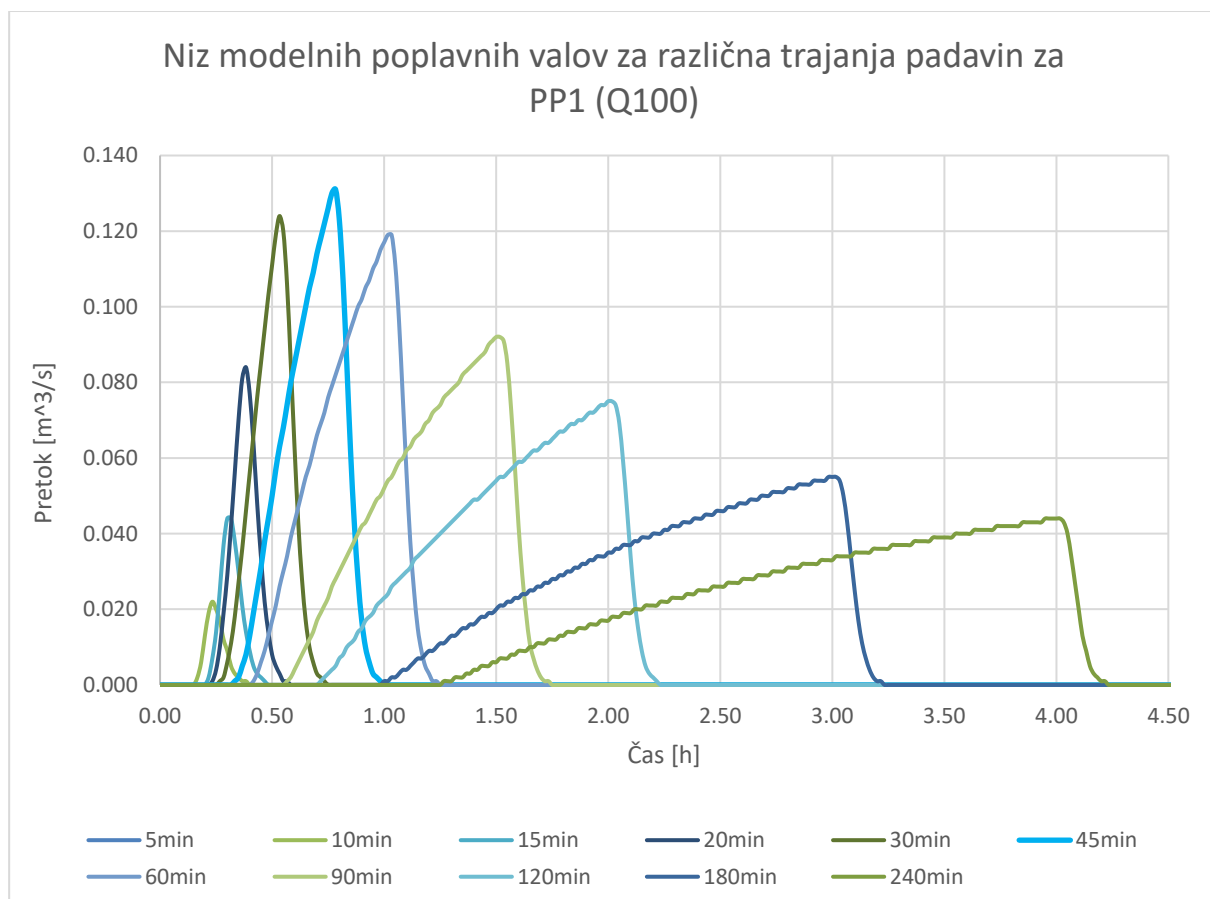
Slika 17: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP8



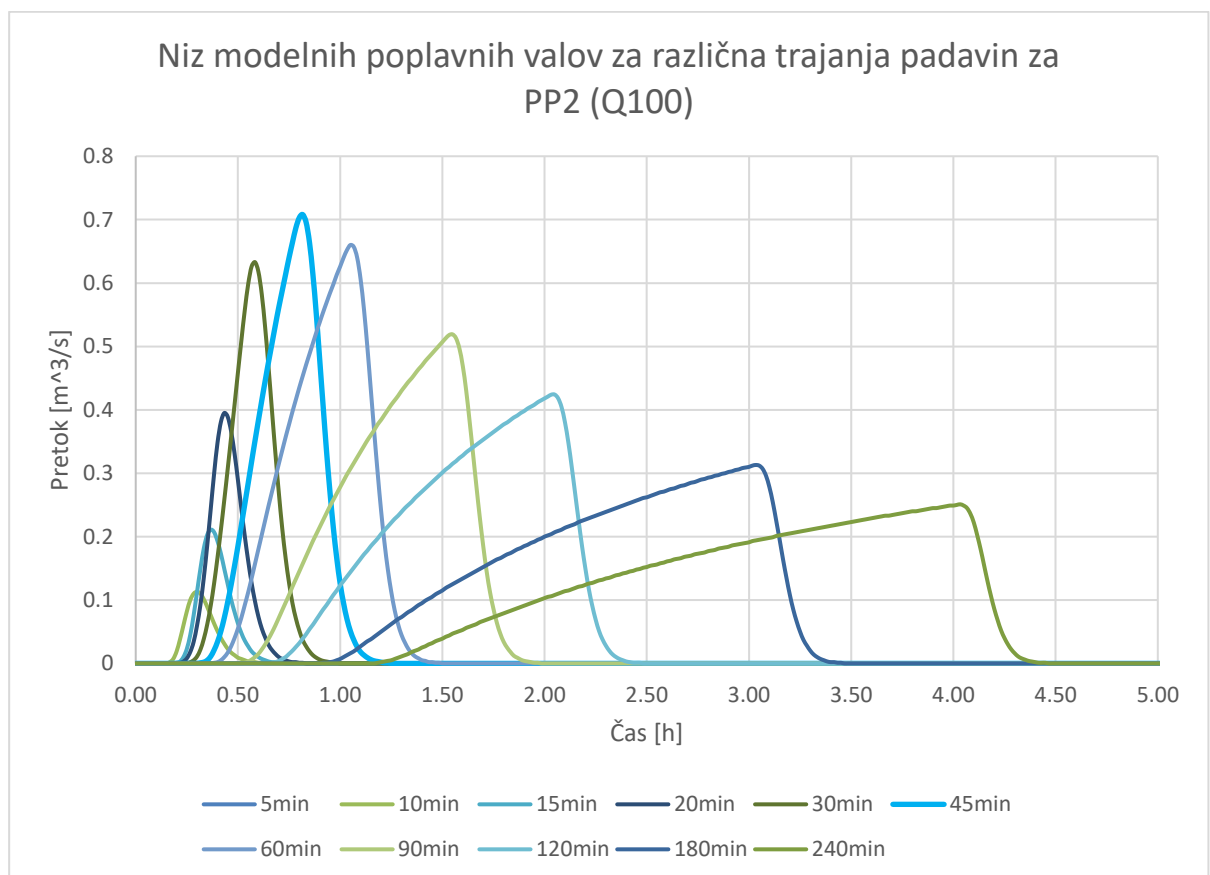
Slika 18: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP9



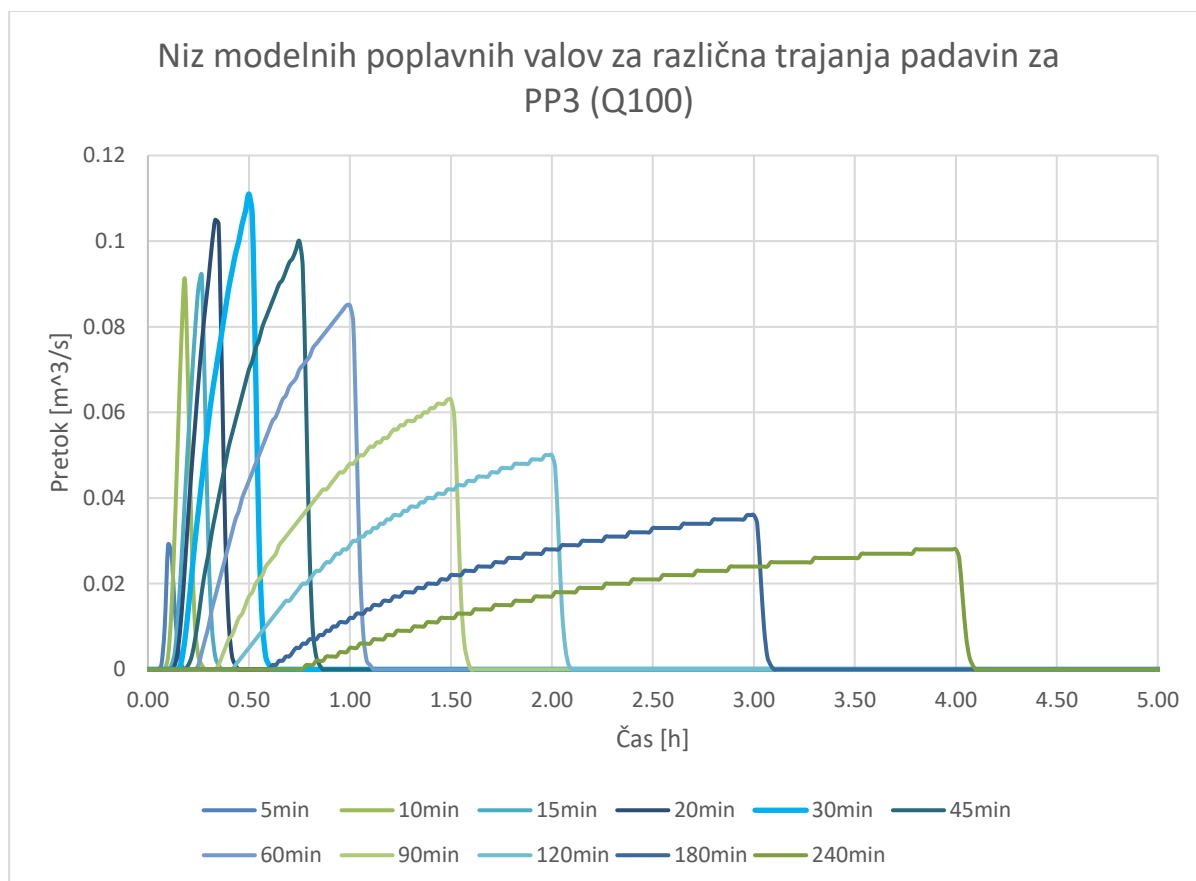
Slika 19: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 10 – letne povratne dobe za PP10_out



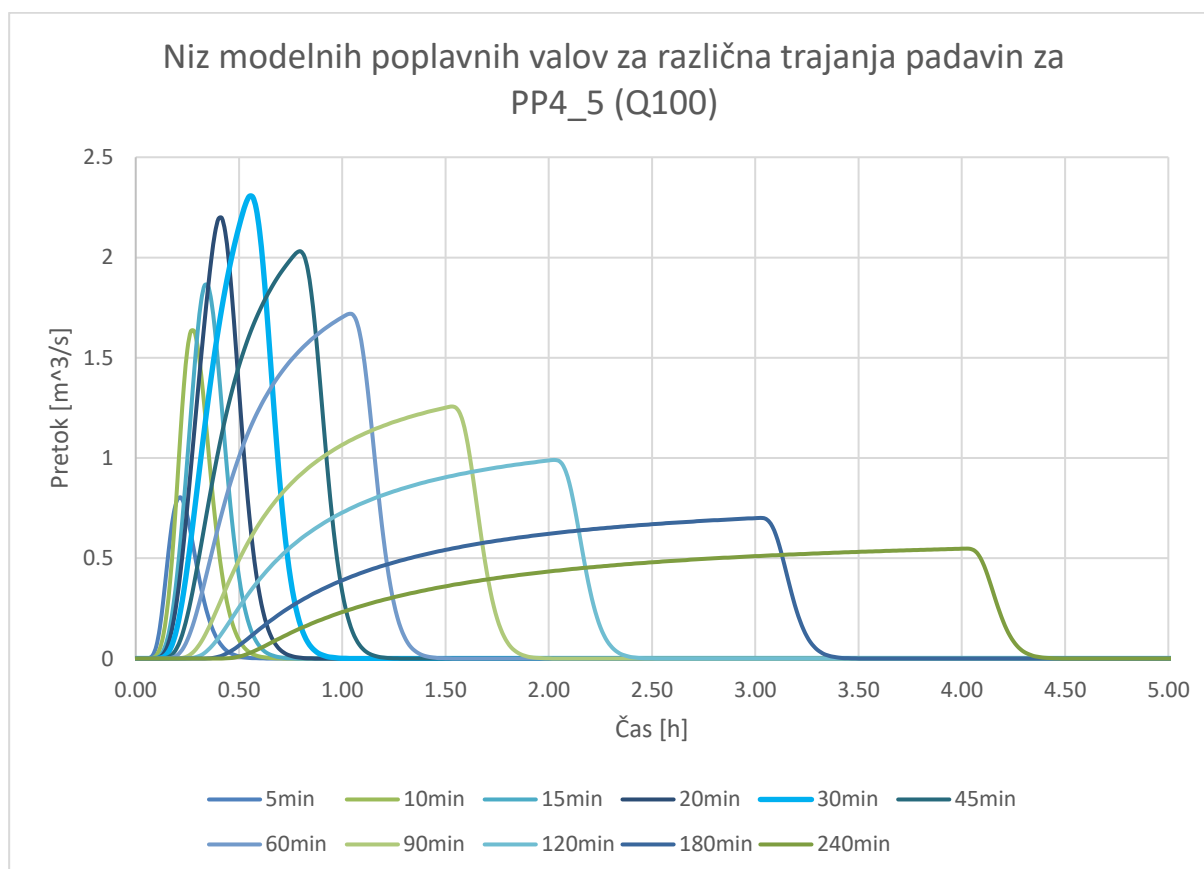
Slika 20: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP1



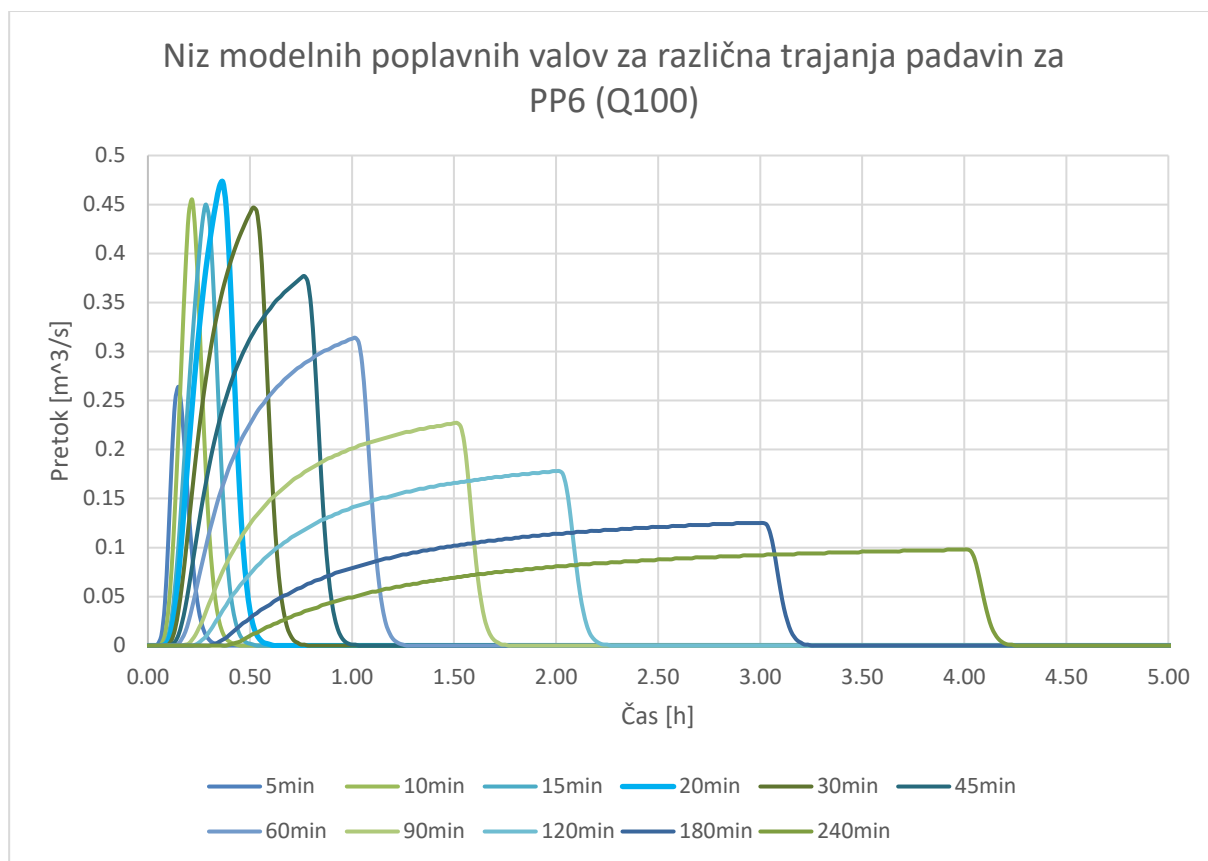
Slika 21: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP2



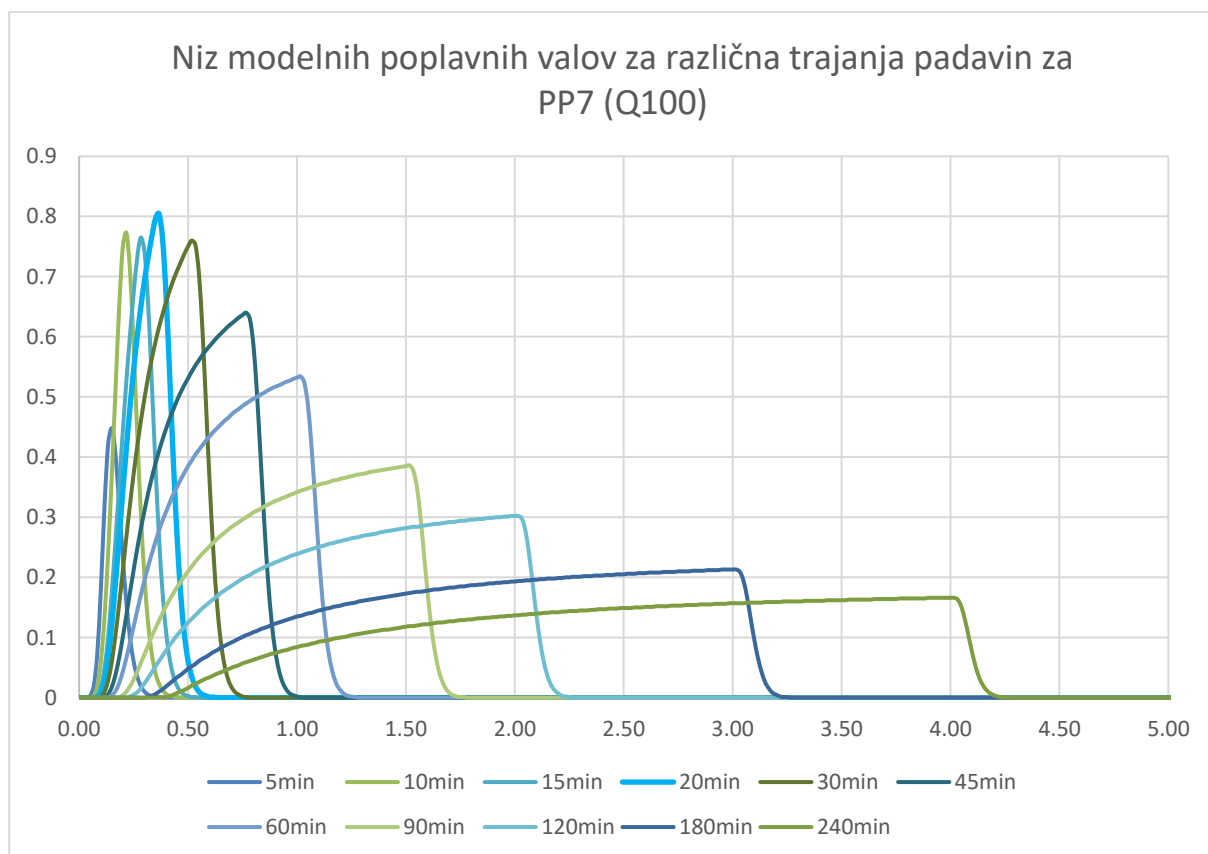
Slika 22: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP3



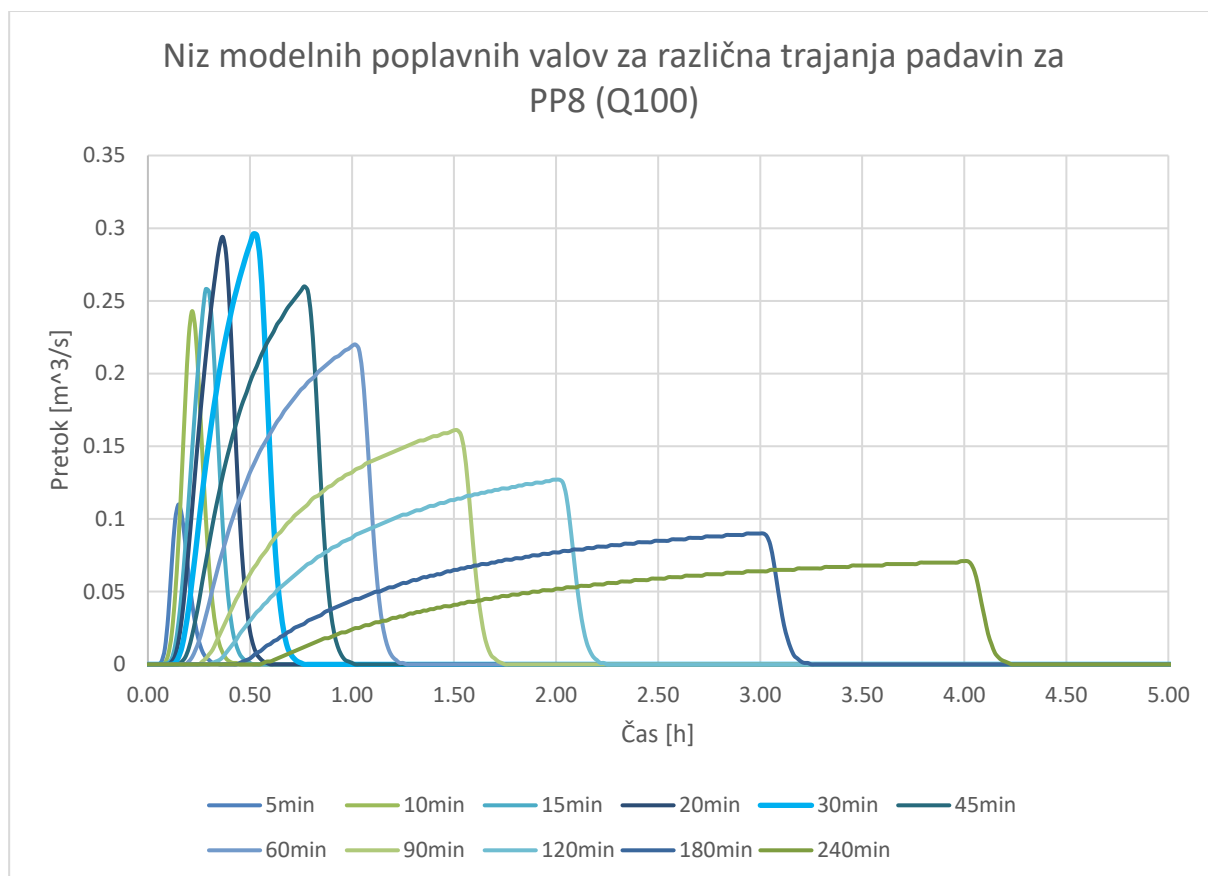
Slika 23: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP4_5



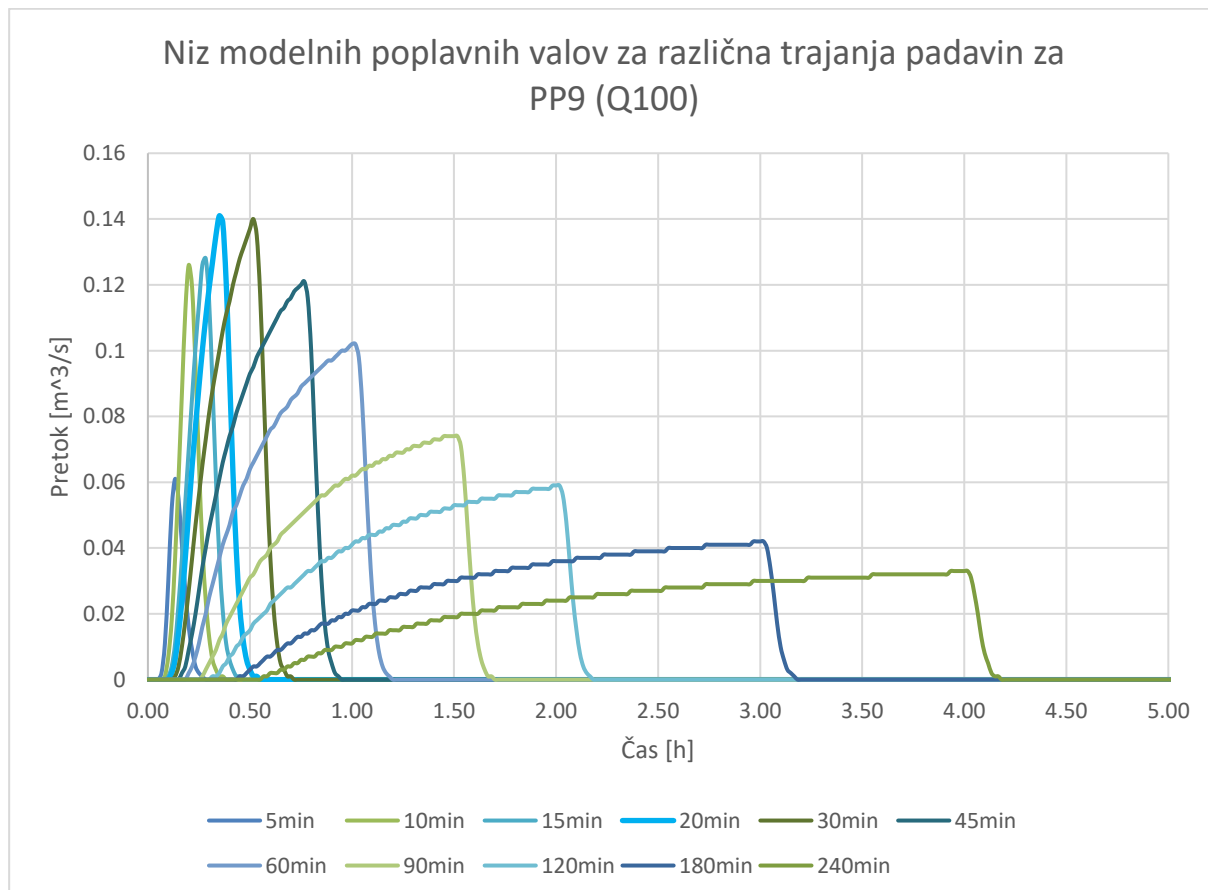
Slika 24: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP6



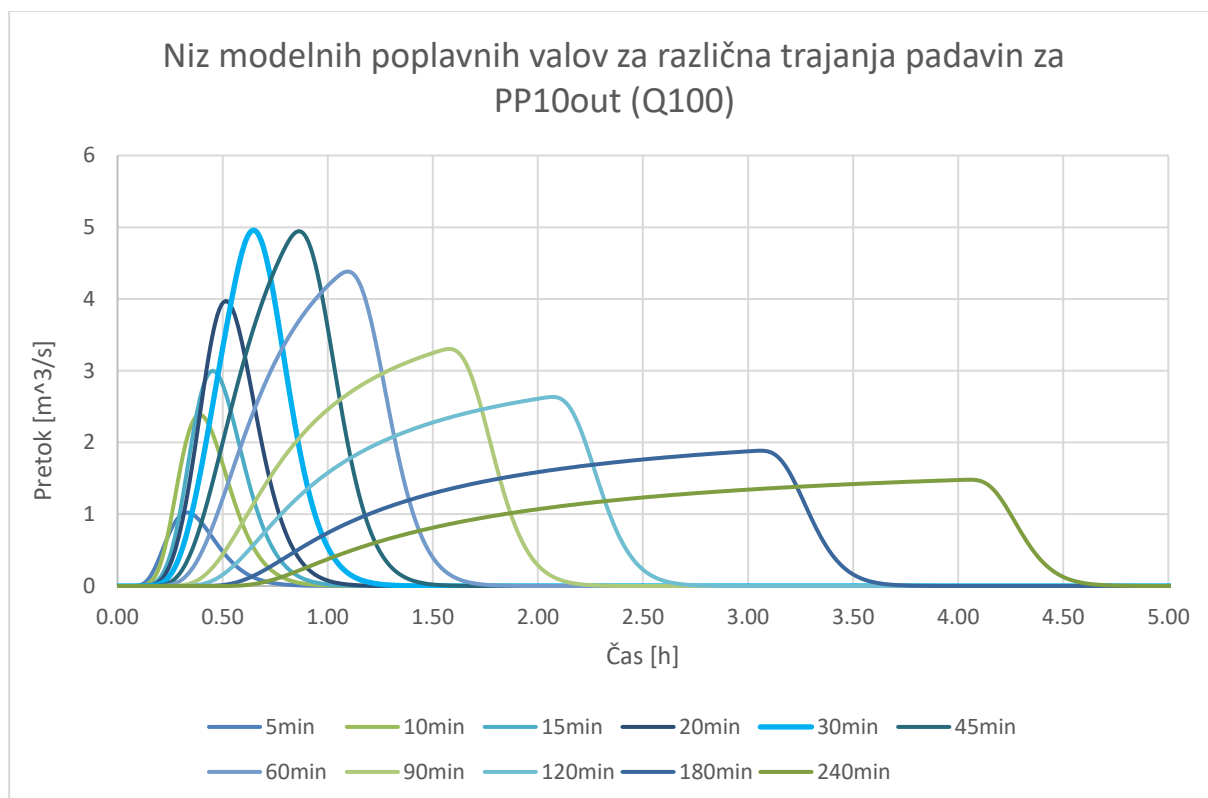
Slika 25: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP7



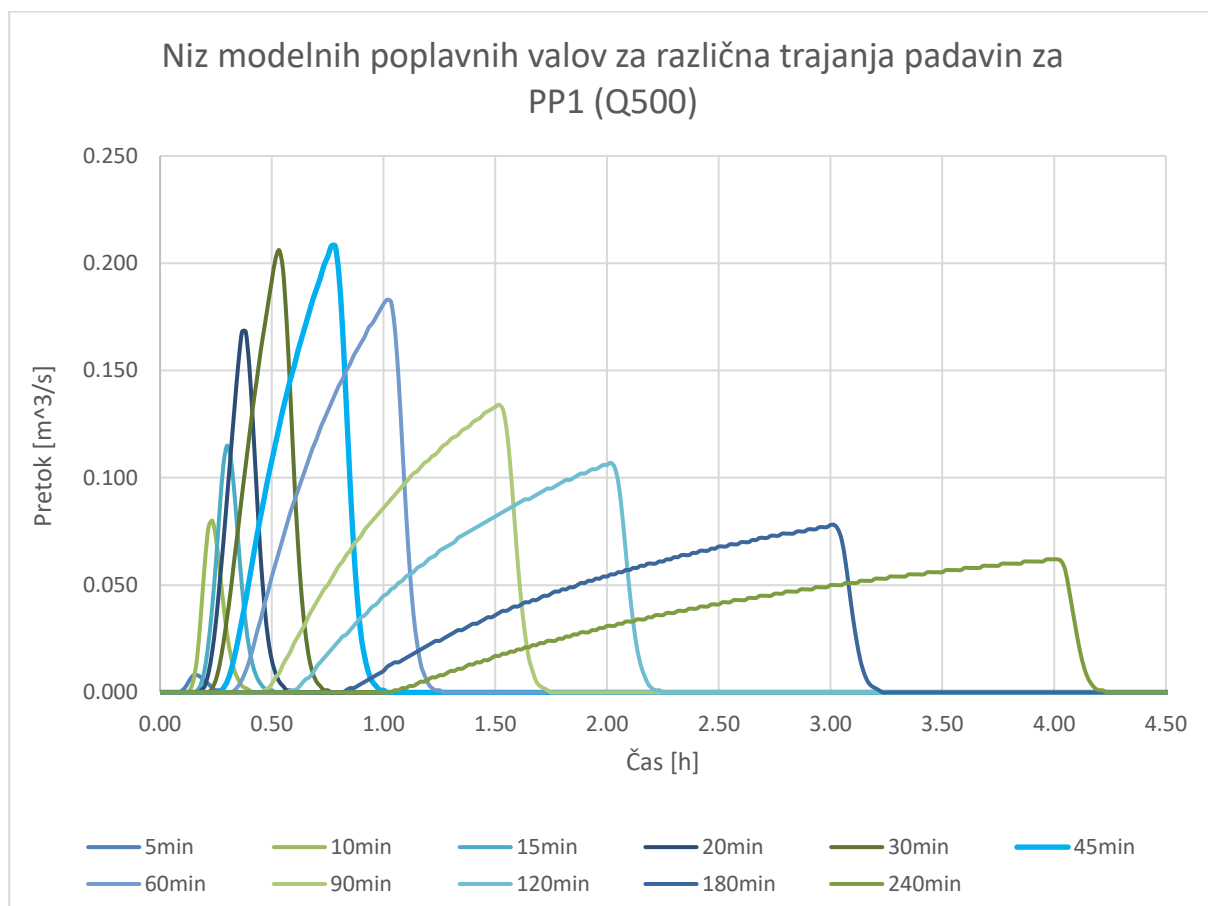
Slika 26: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP8



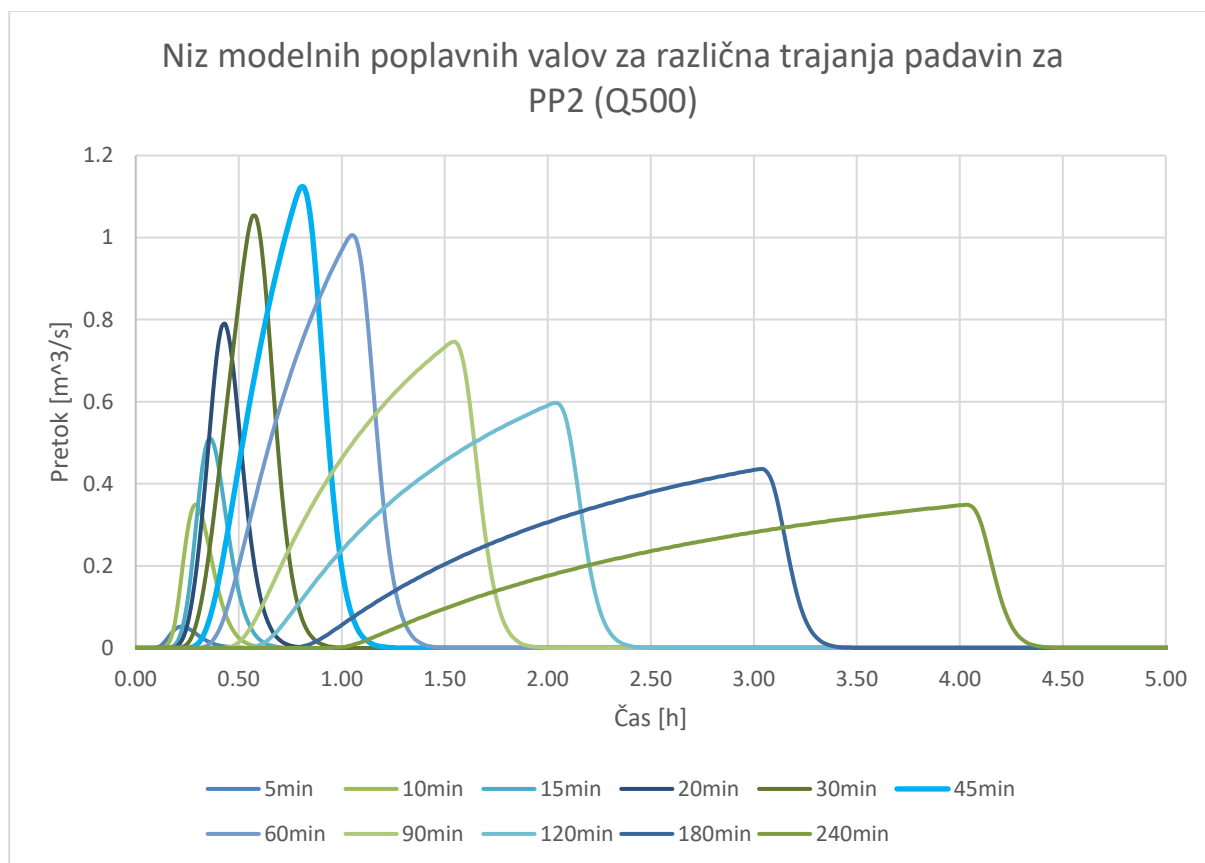
Slika 27: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP9



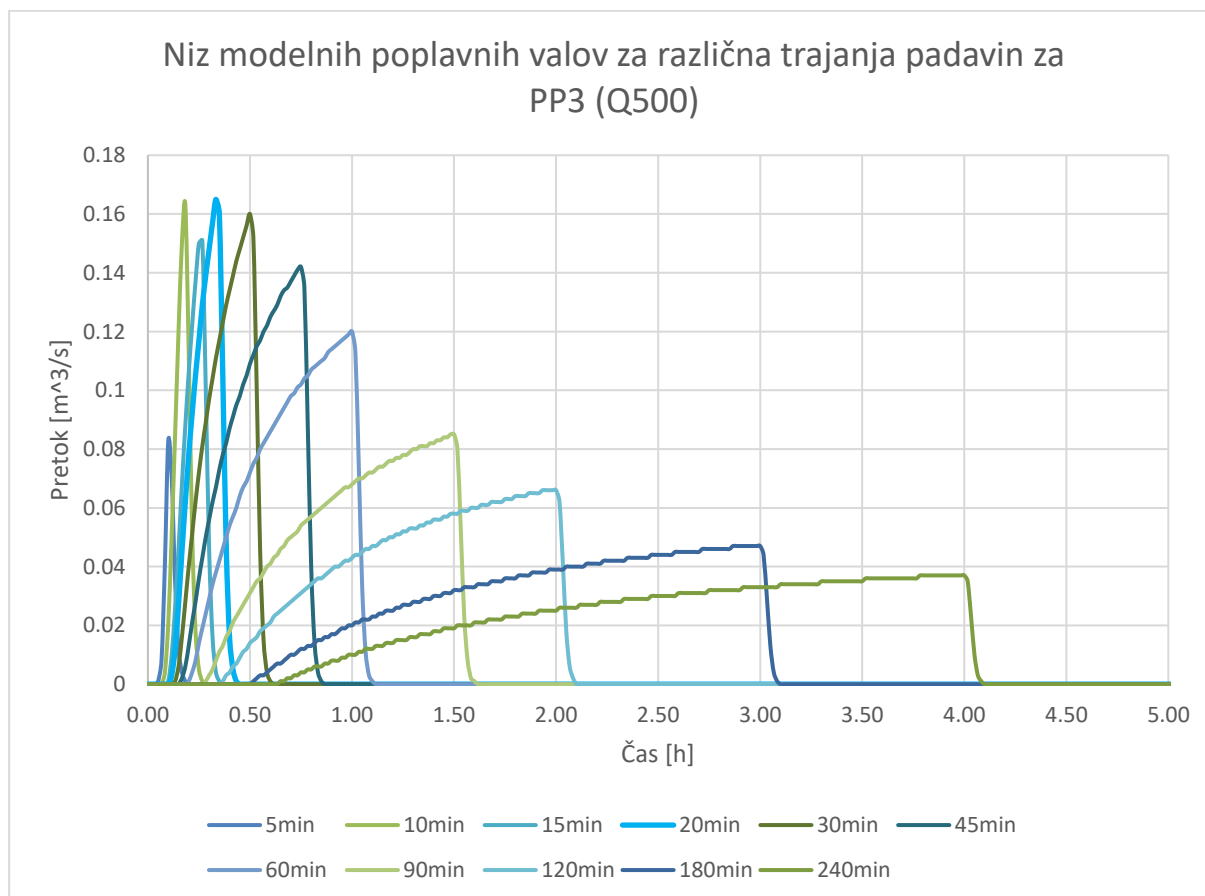
Slika 28: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 100 – letne povratne dobe za PP10_out



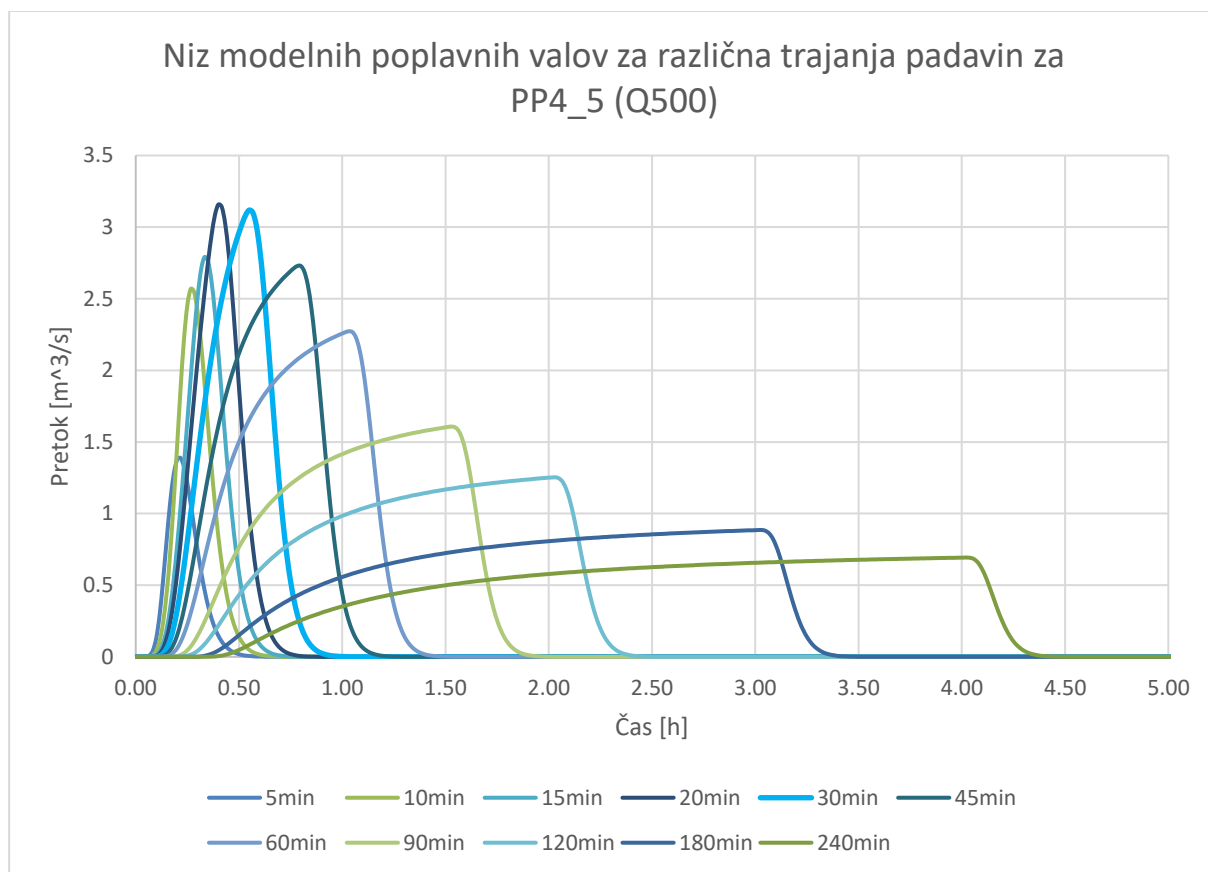
Slika 29: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP1



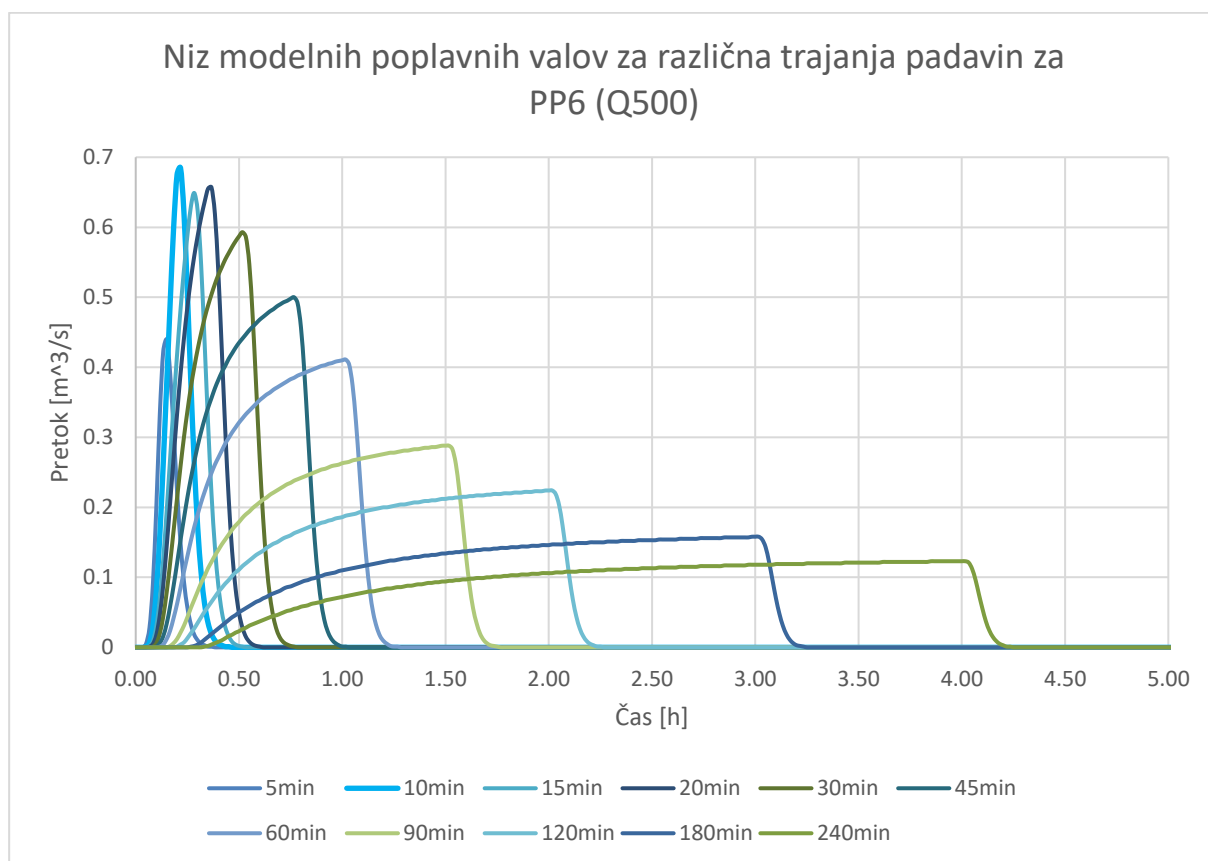
Slika 30: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP2



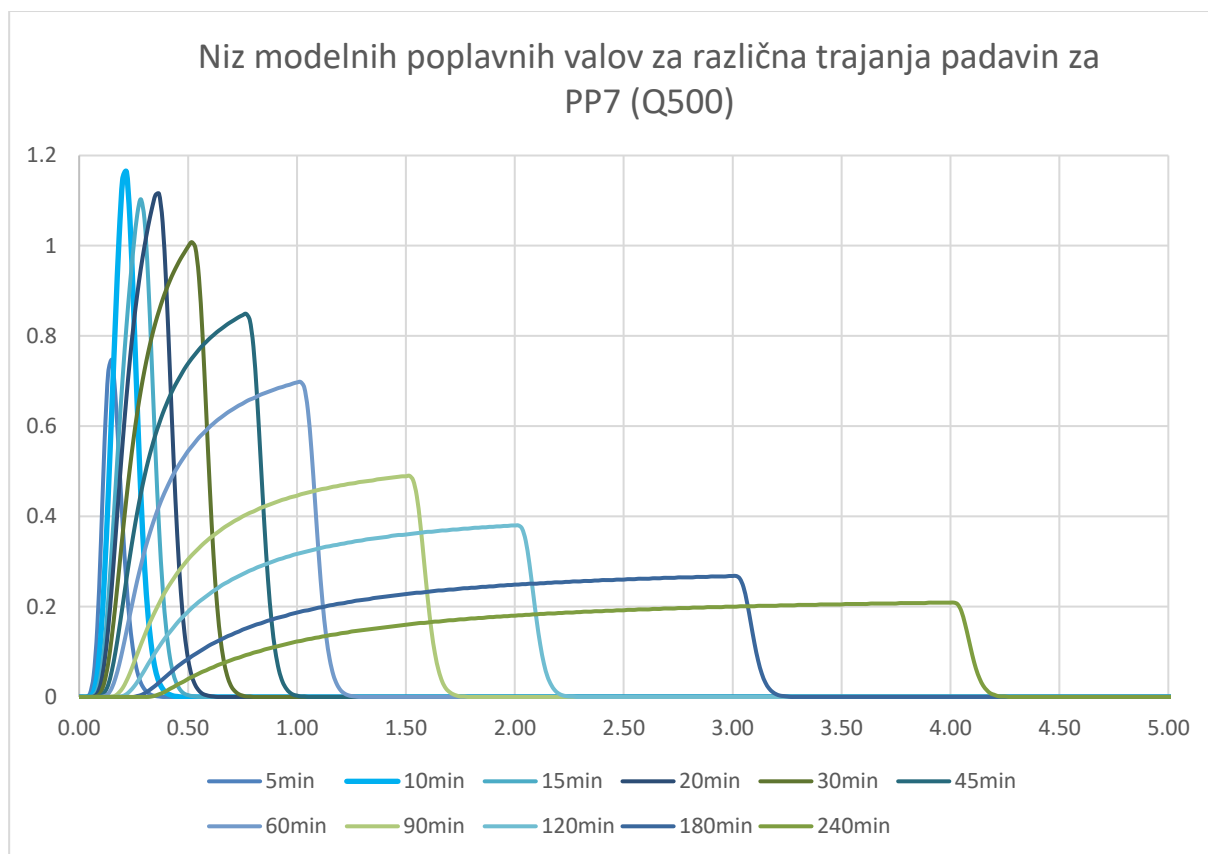
Slika 31: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP3



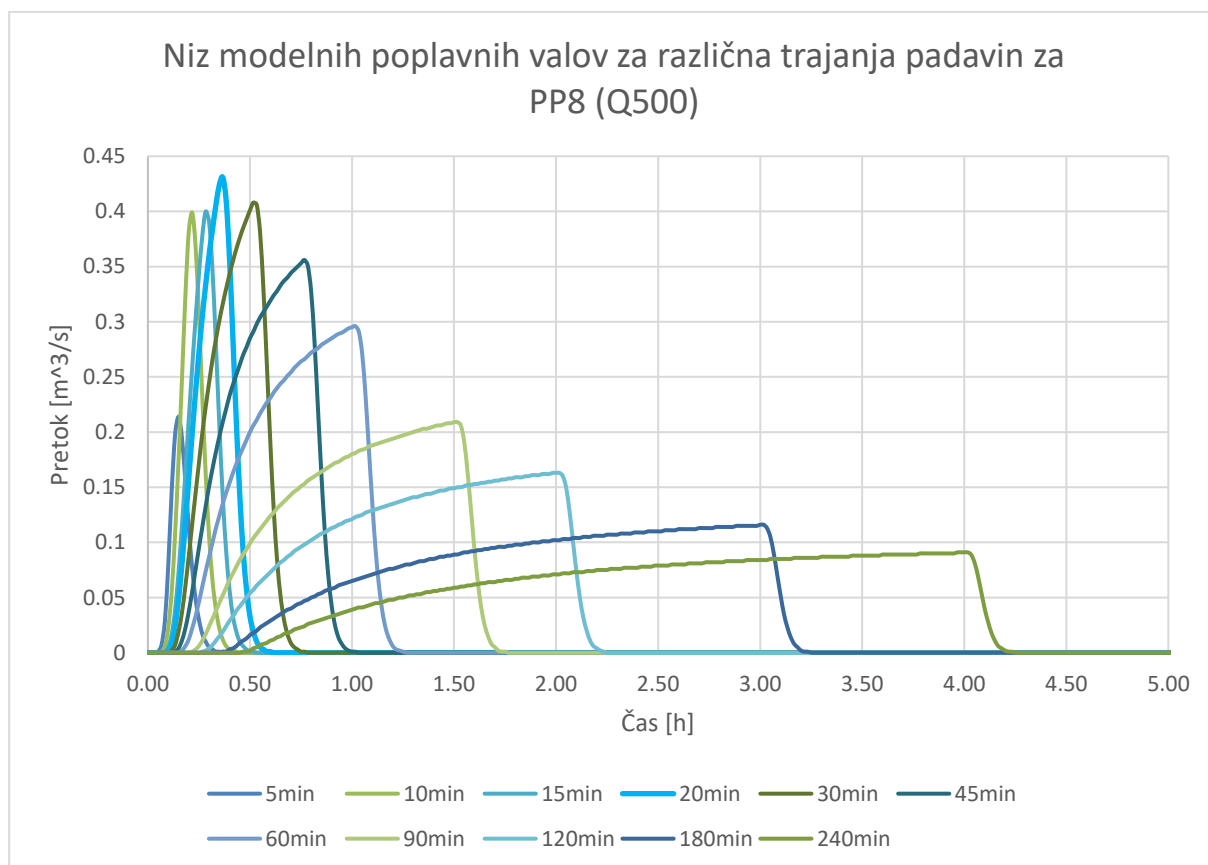
Slika 32: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP4_5



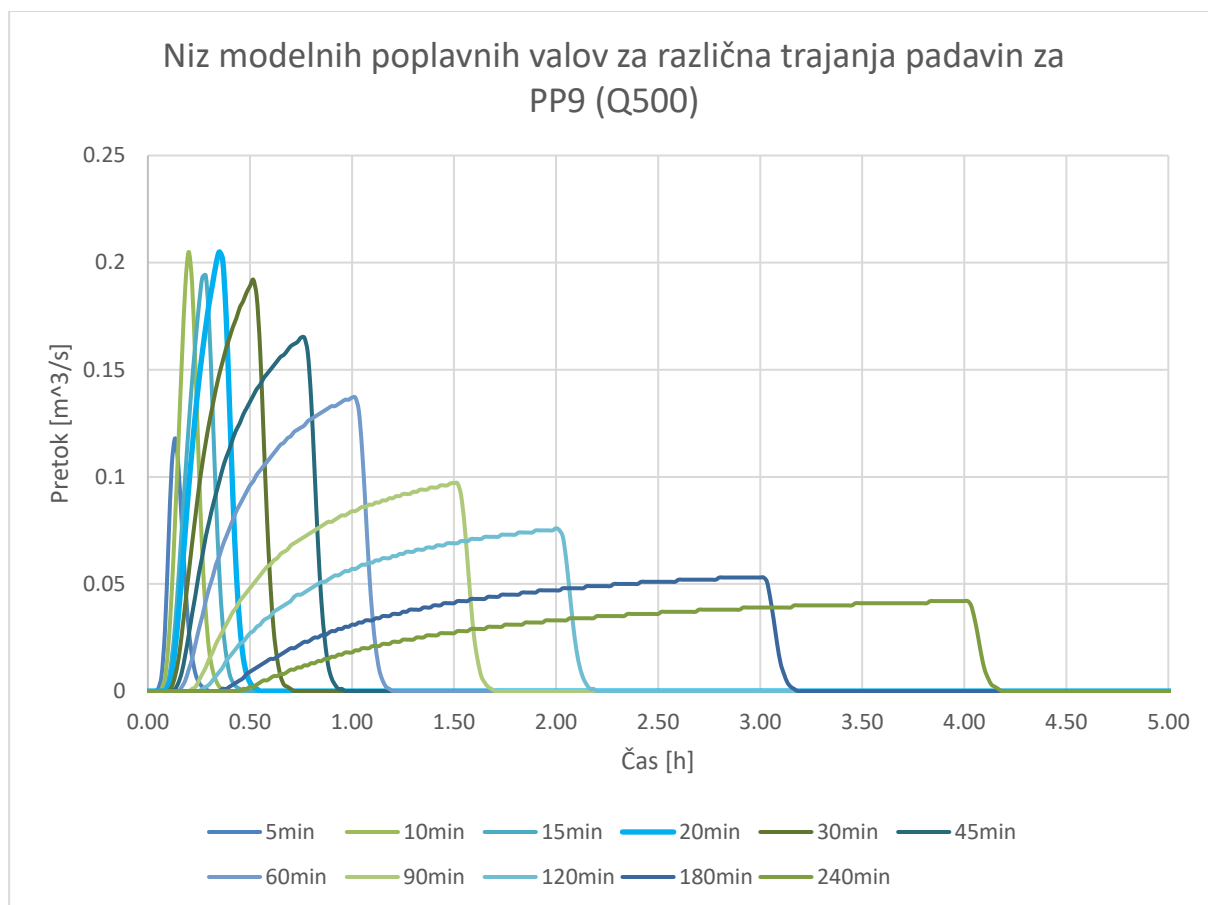
Slika 33: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP6



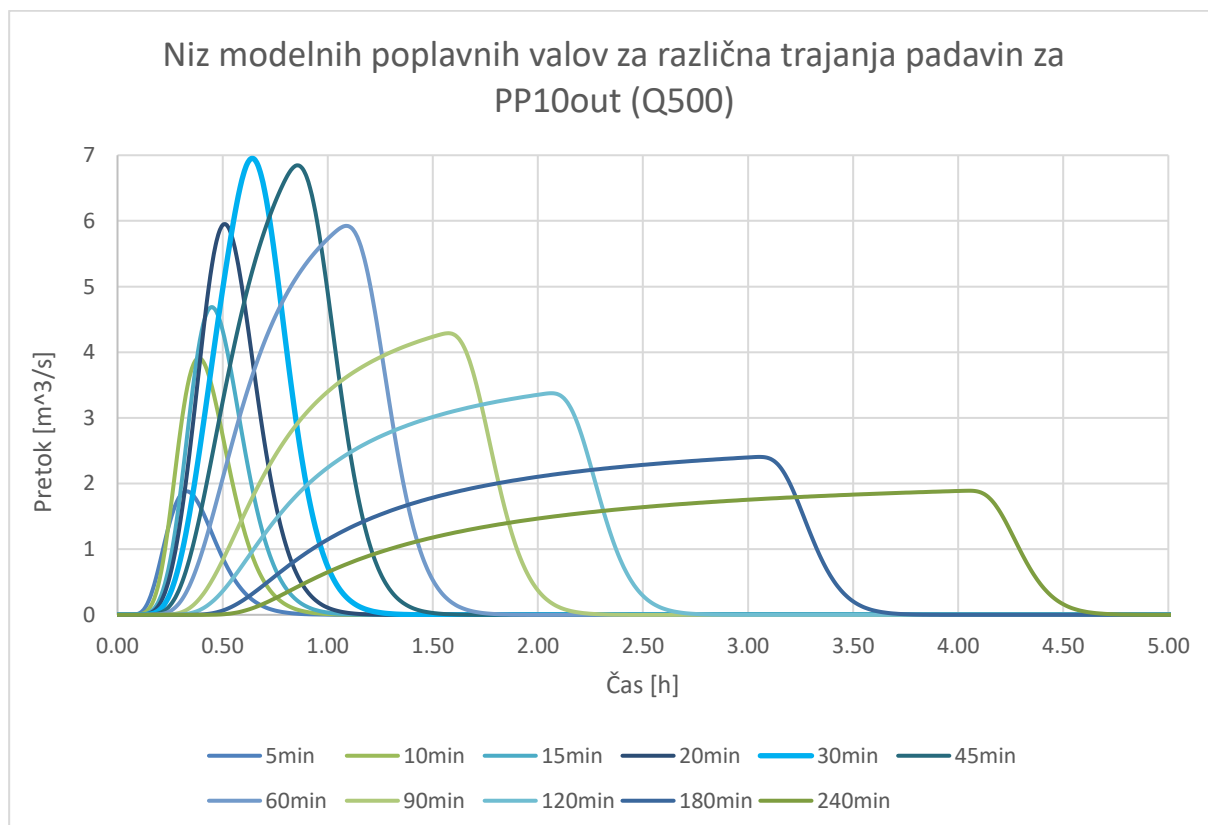
Slika 34: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP7



Slika 35: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP8



Slika 36: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP9



Slika 37: Niz poplavnih valov za različna trajanja padavin v primeru 500 – letne povratne dobe za PP10_out

Tabela 7: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP1

PRF 600													
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540
Volumen bruto padavin	m ³	213	301	351	414	502	589	640	690	727	777	828	865
Povprečen CN	/	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.000	0.000	0.000	0.008	0.027	0.041	0.042	0.036	0.032	0.025	0.022	0.019
Količina neto padavin	mm	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	2.5	3.5	4.6	5.6	7.0	8.5	9.7
Volumen neto padavin	m ³	0	0	0	3	14	31	44	58	70	88	107	122
Volumen vala	m ³	0	0	0	3	14	31	44	58	70	88	107	122
koeficient odtoka	/	0	0	0	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.1	0.11	0.13	0.14

Tabela 8: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP2

PRF 600													
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500
Volumen bruto padavin	m ³	1148	1620	1890	2228	2700	3173	3443	3713	3915	4185	4455	4658
Povprečen CN	/	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.000	0.000	0.008	0.050	0.148	0.226	0.238	0.209	0.185	0.148	0.128	0.114
Količina neto padavin	mm	0.0	0.0	0.1	0.5	1.6	3.3	4.5	5.8	6.9	8.4	10.1	11.4
Volumen neto padavin	m ³	0	0	5	34	108	223	304	392	466	567	682	770
Volumen vala	m ³	0	0	5	34	108	223	304	392	466	567	682	770
koeficient odtoka	/	0	0	0	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.15	0.17

Tabela 9: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP3

PRF 600													
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970
Volumen bruto padavin	m ³	101	143	167	197	239	281	304	328	346	370	394	412
Povprečen CN	/	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.000	0.017	0.029	0.039	0.045	0.045	0.040	0.031	0.026	0.019	0.016	0.014
Količina neto padavin	mm	0.0	0.5	1.3	2.6	4.9	7.9	9.8	11.8	13.4	15.7	18.0	19.8
Volumen neto padavin	m ³	0	3	8	16	29	47	59	70	80	94	107	118
Volumen vala	m ³	0	3	8	16	29	47	59	70	80	94	107	118
koeficient odtoka	/	0	0.02	0.05	0.08	0.12	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29

Tabela 10: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP4_5

PRF 600													
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600
Volumen bruto padavin	m ³	1608	2270	2649	3122	3784	4446	4825	5203	5487	5865	6244	6527
Povprečen CN	/	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.232	0.623	0.829	1.048	1.164	1.087	0.948	0.721	0.588	0.433	0.354	0.300
Količina neto padavin	mm	1.5	4.3	6.4	9.3	13.8	18.7	21.7	24.8	27.2	30.4	33.6	36.1
Volumen neto padavin	m ³	142	407	605	880	1305	1769	2053	2346	2573	2876	3179	3415
Volumen vala	m ³	142	407	605	880	1305	1769	2053	2346	2573	2876	3179	3415
koeficient odtoka	/	0.09	0.18	0.23	0.28	0.35	0.4	0.43	0.45	0.47	0.49	0.51	0.52

Tabela 11: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP6

PRF 600													
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600
Volumen bruto padavin	m ³	282	398	465	548	664	780	847	913	963	1029	1096	1145
Povprečen CN	/	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.084	0.189	0.215	0.242	0.237	0.208	0.178	0.133	0.108	0.078	0.064	0.054
Količina neto padavin	mm	1.9	5.0	7.1	10.2	14.9	20.1	23.2	26.3	28.8	32.1	35.4	38.0
Volumen neto padavin	m ³	32	83	118	169	247	334	385	437	478	533	588	631
Volumen vala	m ³	32	83	118	169	247	334	385	437	478	533	588	631
koeficient odtoka	/	0.11	0.21	0.25	0.31	0.37	0.43	0.45	0.48	0.5	0.52	0.54	0.55

Tabela 12: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP7

PRF 600													
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200
Volumen bruto padavin	m ³	479	677	790	931	1128	1325	1438	1551	1636	1748	1861	1946
Povprečen CN	/	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.143	0.321	0.366	0.412	0.402	0.354	0.302	0.226	0.183	0.133	0.108	0.092
Količina neto padavin	mm	1.9	4.9	7.1	10.2	14.9	20.1	23.1	26.3	28.8	32.0	35.4	38.0
Volumen neto padavin	m ³	54	138	200	288	420	567	651	742	812	902	998	1072
Volumen vala	m ³	54	138	200	288	420	567	651	742	812	902	998	1072
koeficient odtoka	/	0.11	0.2	0.25	0.31	0.37	0.43	0.45	0.48	0.5	0.52	0.54	0.55

Tabela 13: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP8

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000
Volumen bruto padavin	m ³	221	312	364	429	520	611	663	715	754	806	858	897
Povprečen CN	/	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.020	0.076	0.105	0.131	0.142	0.132	0.115	0.088	0.072	0.053	0.044	0.038
Količina neto padavin	mm	0.6	2.4	3.9	6.2	9.8	14.0	16.6	19.3	21.4	24.2	27.2	29.5
Volumen neto padavin	m ³	8	31	51	81	127	182	216	251	278	315	354	384
Volumen vala	m ³	8	31	51	81	127	182	216	251	278	315	354	384
koeficient odtoka	/	0.04	0.1	0.14	0.19	0.25	0.3	0.33	0.35	0.37	0.39	0.41	0.43

Tabela 14: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP9

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Volumen bruto padavin	m ³	102	144	168	198	240	282	306	330	348	372	396	414
Povprečen CN	/	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.011	0.041	0.053	0.064	0.067	0.062	0.054	0.041	0.033	0.025	0.020	0.017
Količina neto padavin	mm	0.6	2.4	3.9	6.2	9.8	14.0	16.6	19.3	21.4	24.3	27.2	29.5
Volumen neto padavin	m ³	4	14	23	37	59	84	100	116	128	146	163	177
Volumen vala	m ³	4	14	23	37	59	84	100	116	128	146	163	177
koeficient odtoka	/	0.04	0.1	0.14	0.19	0.25	0.3	0.33	0.35	0.37	0.39	0.41	0.43

Tabela 15: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka z 10 – letno povratno dobo – PP10_out

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min	300min
Količina bruto padavin	mm	17	24	28	33	40	47	51	55	58	62	66	69
Velikost porečja	m ²	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000
Volumen bruto padavin	m ³	4522	6384	7448	8778	10640	12502	13566	14630	15428	16492	17556	18354
Povprečen CN	/	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.240	0.801	1.191	1.700	2.268	2.457	2.279	1.816	1.511	1.132	0.935	0.799
Količina neto padavin	mm	1.0	3.3	5.0	7.6	11.7	16.3	19.0	22.0	24.0	27.2	30.3	32.7
Volumen neto padavin	m ³	266	878	1330	2022	3112	4336	5054	5852	6384	7235	8060	8698
Volumen vala	m ³	266	878	1330	2022	3112	4336	5054	5852	6384	7235	8060	8698
koeficient odtoka	/	0.06	0.14	0.18	0.23	0.29	0.35	0.37	0.4	0.41	0.44	0.46	0.47

Tabela 16: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP1

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540
Volumen bruto padavin	m ³	326	464	527	627	777	915	991	1053	1091	1141	1179
Povprečen CN	/	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.000	0.022	0.044	0.084	0.124	0.131	0.119	0.092	0.075	0.055	0.044
Količina neto padavin	mm	0.0	0.6	1.4	3.2	7.0	11.4	14.2	16.6	18.1	20.2	21.8
Volumen neto padavin	m ³	0	8	18	40	88	143	178	208	227	253	273
Volumen vala	m ³	0	8	18	40	88	143	178	208	227	253	273
koeficient odtoka	/	0	0.02	0.03	0.06	0.11	0.16	0.18	0.2	0.21	0.22	0.23

Tabela 17: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP2

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500
Volumen bruto padavin	m ³	1755	2498	2835	3375	4185	4928	5333	5670	5873	6143	6345
Povprečen CN	/	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.001	0.113	0.211	0.395	0.633	0.708	0.660	0.519	0.424	0.313	0.251
Količina neto padavin	mm	0.0	1.0	2.0	4.2	8.4	13.3	16.3	18.9	20.5	22.8	24.5
Volumen neto padavin	m ³	0	68	135	284	567	898	1100	1276	1384	1539	1654
Volumen vala	m ³	0	68	135	284	567	898	1100	1276	1384	1539	1654
koeficient odtoka	/	0	0.03	0.05	0.08	0.14	0.18	0.21	0.23	0.24	0.25	0.26

Tabela 18: Tabelarični prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP3

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970
Volumen bruto padavin	m ³	155	221	251	299	370	436	472	501	519	543	561
Povprečen CN	/	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.029	0.091	0.092	0.105	0.111	0.100	0.085	0.063	0.050	0.036	0.028
Količina neto padavin	mm	0.9	3.8	5.7	9.3	15.7	22.3	26.3	29.6	31.7	34.6	36.7
Volumen neto padavin	m ³	5	23	34	56	94	133	157	177	189	207	219
Volumen vala	m ³	5	23	34	56	94	133	157	177	189	207	219
koeficient odtoka	/	0.03	0.1	0.14	0.19	0.25	0.31	0.33	0.35	0.36	0.38	0.39

Tabela 19: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP4_5

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600
Volumen bruto padavin	m ³	2460	3500	3973	4730	5865	6906	7473	7946	8230	8609	8892
Povprečen CN	/	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.804	1.632	1.861	2.197	2.305	2.030	1.719	1.257	0.990	0.701	0.548
Količina neto padavin	mm	5.3	11.8	15.2	21.0	30.4	39.5	44.6	49.0	51.6	55.2	57.8
Volumen neto padavin	m ³	501	1116	1438	1987	2876	3737	4219	4635	4881	5222	5468
Volumen vala	m ³	501	1116	1438	1987	2876	3737	4219	4635	4881	5222	5468
koeficient odtoka	/	0.2	0.32	0.36	0.42	0.49	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.61

Tabela 20: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP6

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600
Volumen bruto padavin	m ³	432	614	697	830	1029	1212	1311	1394	1444	1511	1560
Povprečen CN	/	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.264	0.455	0.450	0.473	0.447	0.377	0.314	0.227	0.178	0.125	0.098
Količina neto padavin	mm	6.0	12.8	16.4	22.4	32.1	41.4	46.6	51.1	53.7	57.3	60.0
Volumen neto padavin	m ³	100	212	272	372	533	687	774	848	891	951	996
Volumen vala	m ³	100	212	272	372	533	687	774	848	891	951	996
koeficient odtoka	/	0.23	0.35	0.39	0.45	0.52	0.57	0.59	0.61	0.62	0.63	0.64

Tabela 21: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP7

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200
Volumen bruto padavin	m ³	733	1043	1184	1410	1748	2059	2228	2369	2453	2566	2651
Povprečen CN	/	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.448	0.773	0.765	0.804	0.760	0.640	0.534	0.386	0.302	0.213	0.166
Količina neto padavin	mm	6.0	12.8	16.4	22.4	32.1	41.4	46.6	51.1	53.7	57.3	60.0
Volumen neto padavin	m ³	169	361	462	632	905	1167	1314	1441	1514	1616	1692
Volumen vala	m ³	169	361	462	632	905	1167	1314	1441	1514	1616	1692
koeficient odtoka	/	0.23	0.35	0.39	0.45	0.52	0.57	0.59	0.61	0.62	0.63	0.64

Tabela 22: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP8

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000
Volumen bruto padavin	m ³	338	481	546	650	806	949	1027	1092	1131	1183	1222
Povprečen CN	/	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.110	0.243	0.258	0.294	0.296	0.260	0.220	0.161	0.127	0.090	0.071
Količina neto padavin	mm	3.1	8.2	11.0	16.0	24.3	32.5	37.2	41.3	43.7	47.0	49.5
Volumen neto padavin	m ³	40	107	143	208	316	423	484	537	568	611	644
Volumen vala	m ³	40	107	143	208	316	423	484	537	568	611	644
koeficient odtoka	/	0.12	0.22	0.26	0.32	0.39	0.45	0.47	0.49	0.5	0.52	0.53

Tabela 23: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP9

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Volumen bruto padavin	m ³	156	222	252	300	372	438	474	504	522	546	564
Povprečen CN	/	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.061	0.126	0.128	0.141	0.140	0.121	0.102	0.074	0.059	0.042	0.033
Količina neto padavin	mm	3.1	8.2	11.0	16.0	24.3	32.5	37.2	41.3	43.7	47.0	49.5
Volumen neto padavin	m ³	19	49	66	96	146	195	223	248	262	282	297
Volumen vala	m ³	19	49	66	96	146	195	223	248	262	282	297
koeficient odtoka	/	0.12	0.22	0.26	0.32	0.39	0.45	0.47	0.49	0.5	0.52	0.53

Tabela 24: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 100 – letno povratno dobo – PP10_out

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	26	37	42	50	62	73	79	84	87	91	94
Velikost porečja	m ²	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000
Volumen bruto padavin	m ³	6916	9842	11172	13300	16492	19418	21014	22344	23142	24206	25004
Povprečen CN	/	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Maksimalen pretok	m ³ /s	1.023	2.381	2.997	3.970	4.958	4.944	4.382	3.303	2.635	1.885	1.481
Količina neto padavin	mm	4.1	9.9	12.9	18.3	27.2	35.9	40.8	45.0	47.6	51.0	53.6
Volumen neto padavin	m ³	1091	2633	3431	4868	7235	9549	10853	11970	12662	13566	14258
Volumen vala	m ³	1091	2633	3431	4868	7235	9549	10853	11970	12662	13566	14258
koeficient odtoka	/	0.16	0.27	0.31	0.37	0.44	0.49	0.52	0.54	0.55	0.56	0.57

Tabela 25: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP1

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540	12540
Volumen bruto padavin	m ³	414	589	665	790	966	1154	1241	1292	1329	1392	1442
Povprečen CN	/	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.008	0.08	0.115	0.168	0.206	0.208	0.183	0.134	0.107	0.078	0.062
Količina neto padavin	mm	0.2	2.5	4.1	7.4	13.2	20.7	24.6	26.9	28.7	31.7	34.2
Volumen neto padavin	m ³	3	31	51	93	166	260	308	337	360	398	429
Volumen vala	m ³	3	31	51	93	166	260	308	337	360	398	429
koeficient odtoka	/	0.01	0.05	0.08	0.12	0.17	0.23	0.25	0.26	0.27	0.29	0.3

Tabela 26: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP2

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500	67500
Volumen bruto padavin	m ³	2228	3173	3578	4253	5198	6210	6683	6953	7155	7493	7763
Povprečen CN	/	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.052	0.347	0.509	0.790	1.052	1.122	1.006	0.746	0.597	0.436	0.349
Količina neto padavin	mm	0.5	3.3	5.1	8.8	15.3	23.4	27.5	29.9	31.8	35.0	37.6
Volumen neto padavin	m ³	34	223	344	594	1033	1580	1856	2018	2147	2363	2538
Volumen vala	m ³	34	223	344	594	1033	1580	1856	2018	2147	2363	2538
koeficient odtoka	/	0.02	0.07	0.1	0.14	0.2	0.25	0.28	0.29	0.3	0.32	0.33

Tabela 27: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP3

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970	5970
Volumen bruto padavin	m ³	197	281	316	376	460	549	591	615	633	663	687
Povprečen CN	/	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.083	0.163	0.151	0.165	0.160	0.142	0.120	0.085	0.066	0.047	0.037
Količina neto padavin	mm	2.6	7.9	10.8	16.2	24.9	35.3	40.4	43.4	45.7	49.5	52.6
Volumen neto padavin	m ³	16	47	64	97	149	211	241	259	273	296	314
Volumen vala	m ³	16	47	64	97	149	211	241	259	273	296	314
koeficient odtoka	/	0.08	0.17	0.2	0.26	0.32	0.38	0.41	0.42	0.43	0.45	0.46

Tabela 28: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP4_5

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600	94600
Volumen bruto padavin	m ³	3122	4446	5014	5960	7284	8703	9365	9744	10028	10501	10879
Povprečen CN	/	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Maksimalen pretok	m ³ /s	1.389	2.569	2.791	3.158	3.119	2.729	2.273	1.607	1.253	0.885	0.693
Količina neto padavin	mm	9.3	18.7	23.2	31.2	42.9	56.0	62.3	66.0	68.7	73.2	77.0
Volumen neto padavin	m ³	880	1769	2195	2952	4058	5298	5894	6244	6499	6925	7284
Volumen vala	m ³	880	1769	2195	2952	4058	5298	5894	6244	6499	6925	7284
koeficient odtoka	/	0.28	0.4	0.44	0.5	0.56	0.61	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67

Tabela 29: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP6

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600	16600
Volumen bruto padavin	m ³	548	780	880	1046	1278	1527	1643	1710	1760	1843	1909
Povprečen CN	/	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.440	0.685	0.649	0.657	0.593	0.500	0.411	0.288	0.224	0.158	0.123
Količina neto padavin	mm	10.2	20.1	24.7	32.9	44.9	58.2	64.6	68.3	71.0	75.6	79.4
Volumen neto padavin	m ³	169	334	410	546	745	966	1072	1134	1179	1255	1318
Volumen vala	m ³	169	334	410	546	745	966	1072	1134	1179	1255	1318
koeficient odtoka	/	0.31	0.43	0.47	0.52	0.58	0.63	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69

Tabela 30: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP7

PRF 600 Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200	28200
Volumen bruto padavin	m ³	931	1325	1495	1777	2171	2594	2792	2905	2989	3130	3243
Povprečen CN	/	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.747	1.164	1.103	1.115	1.008	0.849	0.698	0.490	0.380	0.268	0.209
Količina neto padavin	mm	10.2	20.1	24.7	32.9	44.9	58.2	64.6	68.3	71.0	75.6	79.4
Volumen neto padavin	m ³	288	567	697	928	1266	1641	1822	1926	2002	2132	2239
Volumen vala	m ³	288	567	697	928	1266	1641	1822	1926	2002	2132	2239
koeficient odtoka	/	0.31	0.43	0.47	0.52	0.58	0.63	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69

Tabela 31: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP8

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000
Volumen bruto padavin	m ³	429	611	689	819	1001	1196	1287	1339	1378	1443	1495
Povprečen CN	/	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.214	0.399	0.400	0.431	0.408	0.356	0.296	0.209	0.163	0.116	0.091
Količina neto padavin	mm	6.2	14.0	17.9	25.0	35.7	47.8	53.7	57.1	59.7	64.1	67.6
Volumen neto padavin	m ³	81	182	233	325	464	621	698	742	776	833	879
Volumen vala	m ³	81	182	233	325	464	621	698	742	776	833	879
koeficient odtoka	/	0.19	0.3	0.34	0.4	0.46	0.52	0.54	0.55	0.56	0.58	0.59

Tabela 32: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP9

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Volumen bruto padavin	m ³	198	282	318	378	462	552	594	618	636	666	690
Povprečen CN	/	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
Maksimalen pretok	m ³ /s	0.118	0.205	0.194	0.205	0.192	0.165	0.137	0.097	0.076	0.053	0.042
Količina neto padavin	mm	6.2	14.0	18.0	25.0	35.7	47.8	53.7	57.2	59.7	64.1	67.6
Volumen neto padavin	m ³	37	84	108	150	214	287	322	343	358	385	406
Volumen vala	m ³	37	84	108	150	214	287	322	343	358	385	406
koeficient odtoka	/	0.19	0.3	0.34	0.4	0.46	0.52	0.54	0.56	0.56	0.58	0.59

Tabela 33: Tabelarni prikaz hidroloških karakteristik za posamezno trajanje padavin v primeru modelnega dogodka s 500 – letno povratno dobo – PP10_out

PRF 600												
Ia: 0.2		5min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	180min	240min
Količina bruto padavin	mm	33	47	53	63	77	92	99	103	106	111	115
Velikost porečja	m ²	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000	266000
Volumen bruto padavin	m ³	8778	12502	14098	16758	20482	24472	26334	27398	28196	29526	30590
Povprečen CN	/	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Maksimalen pretok	m ³ /s	1.880	3.909	4.687	5.945	6.944	6.843	5.923	4.288	3.375	2.405	1.890
Količina neto padavin	mm	7.6	16.3	20.5	28.0	39.2	51.8	57.9	61.5	64.1	68.6	72.2
Volumen neto padavin	m ³	2022	4336	5453	7448	10427	13779	15401	16359	17051	18248	19205
Volumen vala	m ³	2022	4336	5453	7448	10427	13779	15401	16359	17051	18248	19205
koeficient odtoka	/	0.23	0.35	0.39	0.44	0.51	0.56	0.58	0.6	0.6	0.62	0.63

Kot omenjeno smo predstavljene poplavne valove z urbanega območja uporabili znotraj hidravličnega modela, kjer smo vzporedno na naravni del zaledja dodali še padavine. Mesta vtokov s posameznih urbanih pod-porečij prikazuje Priloga 1. Vtoki so bili dodani neposredno v strugo potoka Blatnica. Pod-porečje PP10_out se preko kanalizacijskega sistema drenira proti ČN, torej stran od poplavnega območja Blatnice. Zaradi visokih natokov napram dimenzijam kanalizacijskega omrežja (v večini gre za mešani kanalizacijski sistem) smo del poplavnih valov upoštevali kot višek (prelivanje preko jaškov, tok po cestah) in ga dodali v potok Blatnica (inženirska predpostavka – natoke iz dobljenega hidrolološkega modela smo prilagodili). Glede na dimenzije dveh glavnih cevi pod cesto Ljubljana-Domžale (cev premera 1 m) smo predpostavili, da omrežje prevaja vodne količine do pretokov $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Višek pretokov ne more vtekat v sistem, oziroma pride do izbruhov vode v jaških in se glede na izkazan naravni padec območja steka proti Blatnici. Posledično smo modelni poplavni val pod-porečja P10_out nad pretoki $3 \text{ m}^3/\text{s}$ (razlika) dodali v strugo potoka Blatnica. Lokacijo vtoka prav tako prikazuje Priloga 1. Pri izračunu smo upoštevali tako krajše nalive, ki so kritični za urbani odtok, kot tudi nekoliko daljše nalive, ki so kritični za odtok iz naravnega dela porečja. Poplavne karte predstavljajo ovojnico vseh padavinskih dogodkov.

3 PRIMERJAVA PADAVIN

Izhodišča padavin so bila določena na podlagi podanih in izvrednotenih vrednosti na postaji Kleče. Naknadno so bile s strani Agencije RS za okolje definirane posodobljene vrednosti nalivov, ki temeljijo na razpoložljivi mreži padavinskih postaj. Vrednosti so tako uravnotežene, kar pomeni da analizirano območje ni zgolj pod vplivom postaje Kleče, ampak tudi razpoložljivih okoliških postaj. Primerjavo vrednosti nalivov za povratne dobe 10, 100 in 500 – let prikazuje Tabela 34.

Tabela 34: Primerjava modelnih padavin z izkazanim odstopanjem/napako

Čas [min]	Čas [h]	P10			P100			P500		
		Kleče [mm]	CROSSRISK [mm]	napaka [$\%$]	Kleče [mm]	CROSSRISK [mm]	napaka [$\%$]	Kleče [mm]	CROSSRISK [mm]	napaka [$\%$]
5	0.08	17	13	0.76	26	19	0.73	33	24	0.73
10	0.17	24	17	0.71	37	25	0.68	47	30	0.64
15	0.25	28	22	0.79	42	33	0.79	53	41	0.77
20	0.33	33	27	0.82	50	41	0.82	63	52	0.83
30	0.5	40	32	0.8	62	49	0.79	77	62	0.81
45	0.75	47	37	0.79	73	58	0.79	92	74	0.8
60	1	51	43	0.84	79	68	0.86	99	86	0.87
90	1.5	55	48	0.87	84	77	0.92	103	98	0.95
120	2	58	55	0.95	87	87	1	106	111	1.05
180	3	62	61	0.98	91	97	1.07	111	124	1.12
240	4	66	68	1.03	94	107	1.14	115	136	1.18
300	5	69	74	1.07	97	115	1.19	119	145	1.22
360	6	72	79	1.1	100	123	1.23	123	155	1.26
540	9	79	86	1.09	109	132	1.21	134	165	1.23
720	12	85	94	1.11	119	142	1.19	144	177	1.23
900	15	90	102	1.13	127	153	1.2	155	189	1.22
1080	18	95	111	1.17	135	164	1.21	164	201	1.23
1440	24	104	121	1.16	149	175	1.17	182	215	1.18

Primerjava izkazuje pričakovano odstopanje, ki znaša med 30 % v primeru najkrajših nalivov in slabih 20 % v primeru daljših nalivov. Pri krajših nalivih so izdatnejši nalivi izkazani v primeru postaje Kleče, obratno pri daljših nalivih. Prevojna točka, kjer so vrednosti sorazmerno enake, pa se izkazuje v primeru nalivov s trajanjem 2 ur. Kot smo že omenili smo uporabili postajo Kleče tudi zaradi dejstva, da izkazuje višje vrednosti nalivov v primeru krajšega trajanja glede na postajo Bežigrad. Višje vrednosti so se izkazale tudi v primeru primerjave z rezultati projekta CROSSRISK. Posledično smo v primeru krajših nalivov, ki so na danem porečju kritični, na konzervativni strani.

Na Tabeli 33 smo dodali še stolpec »napaka« kjer smo ovrednotili odstopanja, poudarili pa vrednosti, kjer modelni rezultat izkazuje kritične nalive. V primeru povratne dobe 10 – let se izkazujejo kritični nalivi, ki trajajo med 60 min in 180 min, v primeru povratne dobe 100 – let, trajajo kritični nalivi med 60 in 120 min in v primeru povratne dobe 500 – let trajajo kritični nalivi med 45 in 90 min. Izkazani nalivi v primeru kritičnih nalivov se izkazujejo med 1 in 2 urama, kar predstavlja območje z najmanjšimi odstopanji med vrednostmi nalivov. Tako razpon nalivov v primeru povratne dobe 10 in 100 let izkazuje odstopanja do 15 %, v primeru povratne dobe 500- let pa dobrih 10 %. V naboru nalivov so posamezne vrednosti tudi precej usklajene. Izkazana odstopanja so navzgor, kar pomeni da so uporabljene vrednosti (postaja Kleče) višje od vrednosti iz projekta CROSSRISK in tako na varni/konzervativni ravni.

Glede na predstavljena dejstva smo mnenja, da so uporabljene vrednosti modelnih nalivov ustrezne in kažejo sorazmerno ujemanje z novejšimi podatki projekta CROSSRISK (predvsem v območju kritičnih nalivov), izkazana odstopanja pa so navzgor, torej smo z izračuni na varni/konzervativni strani.

4 IZRAČUN

Na podlagi vseh naštetih vhodnih podatkov smo v orodju RiverFlow 2D postavili hidrološko-hidravlični model obravnavanega območja, s katerim smo simulirali površinski odtok z dolvodno hidravlično distribucijo vodnih količin iz naravnega dela ter hidravlično distribucijo vodnih količin iz urbanega dela porečja. Modelirali smo stanje ob pojavu dogodka z 10, 100 in 500 – letno povratno dobo. Cilj modeliranja je bila analiza obstoječega poplavnega stanja na poplavnem območju ob potoku Blatnica s pritoki. Modelirali smo več stanj, ki so bili posledica kritičnih modelnih nalivov. Le-ti se v primeru povratne dobe 10-let izkazuje kot nalivi s trajanjem med 1-4 h, v primeru povratne dobe 100 – let med 1-2 h in v primeru 500 – let med 0.75-1.5 h. Poplavne karte so predstavljaje ovojnico vseh stanj, ločeno za posamezno povratno dobo. Za lažjo predstavo o načinu modeliranja (dejansko uporabljeni hidrogrami) podajamo zbirni prikaz modeliranih stanj za vsako povratno dobo posebej. Tako smo v primeru povratne dobe 10 - let analizirali 5 stanj, v primeru povratne dobe 100 in 500 – let pa 3 stanja, kjer smo znotraj struge Blatnice definirali vtočna mesta (angl. source), ki predstavljajo natoke iz urbaniziranega dela (poplavni valovi) ter padavine na zaledni »naravni« del porečja. Posledično v modelu nismo definirali »klasičnega« zgornjega robnega pogoja. Zbirni prikaz modeliranih stanj za posamezno povratno dobo prikazuje Tabela 35. Lokacija vtokov iz urbanega dela (definirani v strugi Blatnice) in območja definiranih padavin prikazuje Priloga 1.

Tabela 35: Zbirni prikaz modeliranih stanj za posamezno povratno dobo

<i>Povratna doba</i> <i>[let]</i>	<i>Čas naliva</i> <i>[h]</i>	<i>Vtoki urbani del (angl. source)</i> <i>[poplavni valovi]</i>	<i>»naravni« del zaledja</i> <i>[enakomerne padavine]</i>
10			
	1	Poplavni valovi na lokacijah Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8 in Vtok PP9* – trajanje naliva 1 h	Definiranje enakomernih padavin z 1 h trajanjem – 51 mm
	1.5	Poplavni valovi na lokacija Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8 in Vtok PP9* – trajanje naliva 1.5 h	Definiranje enakomernih padavin z 1.5 h trajanjem – 55 mm
	2	Poplavni valovi na lokacija Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8 in Vtok PP9* – trajanje naliva 2 h	Definiranje enakomernih padavin z 2 h trajanjem – 58 mm
	3	Poplavni valovi na lokacija Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8 in Vtok PP9* – trajanje naliva 3 h	Definiranje enakomernih padavin z 3 h trajanjem – 62 mm
	4	Poplavni valovi na lokacija Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8 in Vtok PP9* – trajanje naliva 4 h	Definiranje enakomernih padavin z 4 h trajanjem – 66 mm
100			
	1	Poplavni valovi na lokacijah Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8, Vtok - PP_out (razlika) in Vtok PP9* – trajanje naliva 1 h	Definiranje enakomernih padavin z 1 h trajanjem – 79 mm

	1.5	Poplavni valovi na lokacijah Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8, Vtok - PP_out (razlika) in Vtok PP9* – trajanje naliva 1.5 h	Definiranje enakomernih padavin z 1.5 h trajanjem – 84 mm
	2	Poplavni valovi na lokacijah Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8, Vtok - PP_out (razlika) in Vtok PP9* – trajanje naliva 2 h	Definiranje enakomernih padavin z 2 h trajanjem – 87 mm
500			
	0.75	Poplavni valovi na lokacijah Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8, Vtok - PP_out (razlika) in Vtok PP9* – trajanje naliva 0.75 h	Definiranje enakomernih padavin z 0.75 h trajanjem – 92 mm
	1	Poplavni valovi na lokacijah Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8, Vtok - PP_out (razlika) in Vtok PP9* – trajanje naliva 1 h	Definiranje enakomernih padavin z 1 h trajanjem – 99 mm
	1.5	Poplavni valovi na lokacijah Vtok PP1, Vtok PP2, Vtok PP3, Vtok PP5_4, Vtok PP6, Vtok PP7, Vtok PP8, Vtok - PP_out (razlika) in Vtok PP9* – trajanje naliva 1.5 h	Definiranje enakomernih padavin z 1.5 h trajanjem – 103 mm

* Poplavni valovi iz urbaniziranega dela za posamezna padavinska stanja so prikazani v poglavju 2.3

Vtok - PP_out (razlika) - del poplavnega vala nad 3 m³/s (ker so vršni pretoki pri PD 10-let nižji od 3 m³/s tega vtoka v primeru PD 10 let nismo upoštevali)

Na modelirani trasi Blatnice se nahajata oziroma sta se pojavila dva »sistema« kritičnih prepustov, in sicer en na lokacijo gostišča Trzinka in »sistem« na lokaciji gorvodno od križanja s štiripasovnico. Slednji je bil nedavno saniran, kjer so se precej povečale dimenzije prepustov. Prepust na lokaciji gostišča Trzinka pa ostaja obstoječ in problematičen. Do pretokov s povratno dobo 10-let so izgube na lokaciji prepusta še dovolj »nizke«, da ne pride do pojava večje zajeze in do prelijanja struge. Pri povratnih dobah nad 10-let (analiza pri PD 100 in 500 – let) pa pride do pojava zajeze in do prelitja struge. V teh primerih pride predvsem do prelitja leve brežine in do »vdora« poplavnih voda na Kidričevo ulica, kjer se le-te propagirajo dolvodno (vzporedno s strugo Blatnico) in se na območju štiripasovnice vračajo v strugo. Gre za enega bolj problematičnih poplavnih tokov na analiziranem območju, saj se vzdolž Kidričeve ulice nahaja obstoječa poselitev, ki je v teh primeri posredno ogroženo (do neposrednega zatekanja vode v objekte ni pričakovati, saj so le-ti dvignjeni nad cesto). Omenjeni prepust prikazuje Slika 38, zbirni prikaz hidravličnih karakteristik pa Tabela 36.



Slika 38: Prikaz obstoječega prepusta na lokaciji gostišča Trzinka (cev premera 1 m)

Tabela 36: Zbirni prikaz hidravličnih karakteristik za prepust na lokaciji gostišča Trzinka

Prepust	Dimenzije [m]	Parametri za preračun prevodnosti [l]			Kota dna [m.n.m.]	Kota vrha* [m.n.m.]	Gladina (gorvodno) – pretok skozi prepust – natočni pretok [m.n.m. – m ³ /s – m ³ /s]		
		ng	Koeficinet vtočnih izgub (Ke)	Vtočni kontrolni parametri (K', M, C' in Y)			PD 10-let	PD 100-let	PD 500-let
Gostišče Trzinka	Cev premera 1 m	0.015	0.2	0.2509	295.25	297.35	296.23	296.75	296.82
				2			0.96	1.46	1.58
				0.9394			0.96	2.4	3.65
				0.74					

*gre za koto vrha betonske ograje, ki se dviguje za cca. 0.7 m nad koto cestišča in dodatno ovira prelivanje vode preko cestišča

Iz zgornje tabele je razvidno, da je obstoječ prepust skoraj v celoti izkoriščen v primeru PD 10-let. Pri višjih povratnih dobah in višjih vršnih pretokih pride do »presežka« vodnih količin, kar povzroči dvig gladin in pojav zajeze. Slednje je izkazano v primeru PD 100 in 500 – let, kjer se posledično izkazuje prelivanje struge, kjer je še posebej problematično prelivanje leve brežina (kota leve brežine znaša okoli 296.6 m.n.m.), saj se viški voda prelijejo na Ulico Rašiške ceste (kota ceste na območju prelivanja znaša 296.5-296.55 m.n.m.) in naprej na Kidričevo ceste s propagacijo proti štiripasovnici. Zaradi dviga objektov od ceste le-ti niso neposredno poplavno ogroženi.

Ker se je naravni del porečja obravnaval znotraj t.i. padavinskega modela je bil odtok vrednoten na celotnem zaledju. Zaradi dejstva, da se »poplavno kartiranje« izvaja na podlagi določil Uredbe 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 (Uradni list RS, št. 89/2008 – v nadaljevanju uredba), ki zajema poplavljanje s strani tekočih celinskih voda (t.i. fluvialne/rečne poplave), smo znotraj poplavnih kart zajeli modelno izkazana poplavna

območja evidentiranih vodotokov. Evidentiran sloj vodotokov je zajet znotraj sloja »linijski podatkovni sloj hidrografije«, objavljen na portalu Altas voda (vodotoki s klasifikacijo »TIPTV_IM – vodotok«). Izven omenjenega sloja poplavnih kart nismo prikazovali. Za potrebe umeščanja ureditev v sklopu OPPN NT 06 pa smo pri naboru predlaganih omilitvenih ukrepov upoštevali tudi vrste poplav, ki znotraj poplavnih kart niso zajete oziroma se ne kartirajo (ne gre za fluvialni tip poplav). Linijski podatkovni sloj hidrografije, ki se je uporabil za določitev obsega poplavnega kartiranja prikazuje Priloga 1 in je tudi del elektronske oddaje.

Eno izmed izkazanih ozkih grl na trasi potoka Blatnica sta bila vsekakor dva daljša prepusta v bližini štiripasovnice Ljubljana – Domžale. Na lokaciji je tako ob visokih natokih Blatnice prišlo do zajezevanja poplavnega toka in do prelivanja vodnih količin izven struge. Posledično se je podal predlog zamenjave “pod-dimenzioniranih” prepustov z izvedbo revizijskih jaškov za vtok meteronih voda. Ureditve, ki so že izvedene, so zajemale sledeče ureditve:

- Zamenjava dveh neustreznih cevni prepustov s hidravlično ugodnejšima škatlastima prepusta s svetlo odprtino 2.5×1.3 m.
- Umestitev treh revizijskih jaškov z možnostjo površinskega vtoka meteorne vode na trasi daljšega prepusta.
- Izvedba stopenjskega pragu s tolmunom, v katerem bo možno zadrževanje plavin pred vtokom v prepust in izvedba lovilnih grabelj za zaustavitev plavja.
- Znižanje desne brežine na območju med obema prepustoma tako, da bo omogočen odtok zalednih voda v strugi Blatnice.
- Izvedba cevne povezave med Kidričevo cesto in revizijskim jaškom.

Dodatno se je uredila tudi struga Blatnice v dolžini 25 m gorvodno od ureditev (sanitarni poseg zarasti in odstranjevanje naplavin). Ureditve so že izvedene, izveden je tudi PID (del elektronske oddaje). Posledično smo izvedene ureditve že upoštevali v modelu, in sicer kot del obstoječega stanja.

Priloga 1: Pregledna karta obravnavanega območja

4.1 Karta poplavne nevarnosti obstoječega stanja – globine

Izdelana karta poplavne nevarnosti podaja informacijo o globinah vode kot tudi o dosegu poplav z 10, 100 in 500 - letno povratno dobo. Izkazuje tudi nevarnosti na območju povišanih hitrosti, ki pa jih na analiziranem območju ni (brez območij s hitrostjo nad 1 m/s – karte poplavne nevarnosti-produkt globin in hitrosti tako nismo izdelovali).

Model izkazuje, da prevodna sposobnost potoka Blatnica v osnovi zadostuje do pretokov Q10, v primeru višjih pretokov pa pride tudi do prelivanja izven struge. Večji del prelivanja je izkazano na desno stran, kjer je prisotno tudi poplavljanje s strani pritokov. Model pokaže prelivanje na levo (urbanizirano) stran, kar je v večji meri posledica pod-dimenzioniranih križanj. Eno večjih prelivanj na levi breg je tako izkazano pri križanju na dostopni cesti proti gostilni Trzinka. Višek vode se preko ceste med obstoječo urbanizacijo propagira dolvodno, in sicer po Kidričevi ulici, kjer se tok na spodnjem delu, in sicer na lokaciji novih prepustov, vrača nazaj v strugo potoka Blatnice. Spodnja daljša prepusta nista več kritična. Gladine na poplavnem območju v večji meri ne presegajo 0.5 m, prav tako so hitrosti na poplavnem območju nižje od 1 m/s. Višje hitrosti in gladine so v večji meri izkazane znotraj struge Blatnice (del sloja OSV). V primeru povratne dobe 500 – let je poplavljanje intenzivnejše, precej se poveča tudi poplavni doseg, ki v spodnjem delu sega do Bergantove ulice.

Priloga 2: Karta poplavne nevarnosti obstoječega stanja (globine)

4.2 ***Karta razredov poplavne nevarnosti obstoječega stanja***

Karto razredov poplavne nevarnosti, ki kaže na potencialno nevarnost z vidika poplav na analiziranem območju, smo izdelali na podlagi združitve analiz vseh treh pretokov (Q10, Q100 in Q500) v skladu z veljavnimi predpisi.

Na območju desne brežine prevladujeta razreda majhne in srednje poplavne nevarnosti (posledica razlivanja upoštevanih pritokov v primeru povratne dobe 10-let), na levem (urbaniziranem) delu pa majhen in preostali razred poplavne nevarnosti.

Priloga 3: Karta razredov poplavne nevarnosti obstoječega stanja

4.3 ***Karta erozijske nevarnosti in razredov erozijske nevarnosti obstoječega stanja***

Prenos/odlaganje sedimentov je v času poplavnih dogodkov vedno prisotno. Modelna analiza prenosa sedimentov je možna, vendar močno omejena s podatki na podlagi katerih lahko zgradiš model, ki daje logične rezultate. Na tem mestu manjkata dva ključna parametra, in sicer poznavanje strukture sedimentov (zrnavost, sejalna analiza – d_{50} , d_{90}) in meritev količine rinjenih plavin znotraj posameznih poplavnih dogodkov (podatek za umerjanje). Uporaba različnih metod za izračun prenosa sedimentov brez ustreznega umerjanja daje velik raztros dobljenih rezultatov. Posledično prenosa sedimentov nismo modelirali.

Kljub vsemu smo izvedli analizo erozijske nevarnosti, vendar na podlagi inženirske poenostavitve in z upoštevanjem značilnosti območja. Analiza erozijske nevarnosti zajema

prenos sedimentov (rinjene plavine), ki se sproščajo iz erozijskih žarišč v zaledju in se z močjo vodnega toka propagirajo dolvodno in na območju znižanih hitrosti vodnega toka tudi odložijo.

Ker sta procesa odnašanja in odlaganja sedimentov dinamična in se lahko ob različnih jakostih poplavnega toka izmenjujeta (znotraj istega poplavnega dogodka) smo se odločili, da je prenos odlaganja in odplavljanja tako mogoč znotraj celotnega dosega pri Q100. Proces se bosta pojavljala v različnih časovnih intervalih, kjer je pričakovano odplavljanje v času izkazanih konic in odlaganje v času upada poplavnih valov. Odlaganje je po našem mnenju prisotno tudi na območju pritokov (v redkejših primerih kot odplavljanje), saj so ta območja precej nehomogena, tok pa je dodatno oviran s komplementarnimi dotoki. V času upada valov je tako na teh območjih pričakovano tudi odlaganje. Posledično smo za analizo erozijske nevarnosti uporabili sledeči pristop:

1. Na celotnem poplavnem območju povratne dobe 100 – let se predpostavi proces odlaganja in odplavljanja v najnižjem razredu (< 0.3 m in < 0.5 m).

Izdelana karta razredov erozijske nevarnosti tako izkazuje razred majhne erozijske nevarnosti na celotnem razlivnem območju.

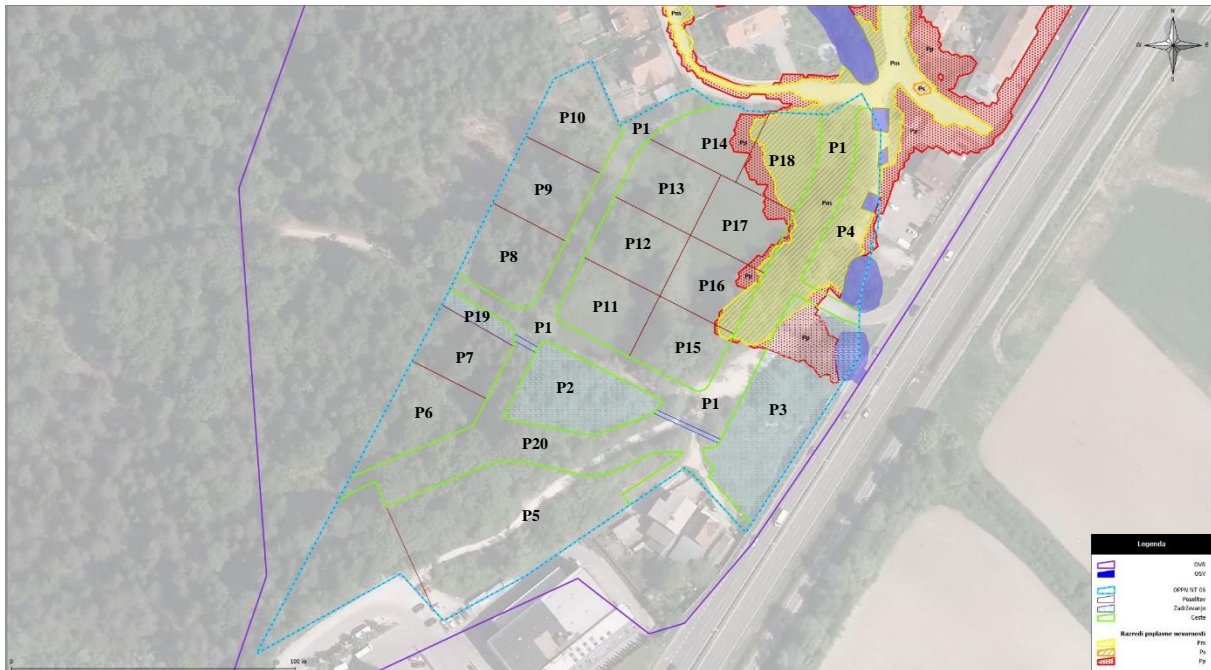
Priloga 4: Karta erozijske nevarnosti obstoječega stanja – odlaganje

Priloga 5: Karta erozijske nevarnosti obstoječega stanja – odplavljanje

Priloga 6: Karta razredov erozijske nevarnosti obstoječega stanja

5 ANALIZA OBMOČJA POZIDAVE V SKLOPU OPPN NT 06

V tem delu bomo analizirali primernost umestitve načrtovanih ureditev znotraj izkazanega poplavnega območja. Umešča se znotraj majhnega in preostalega razreda poplavne nevarnosti. Omejitve so vezane na uredbo. Načrtovane umestitve na karti razredov poplavne nevarnosti obstoječega stanja prikazuje Slika 43 in Priloga 3.



Slika 39: Prikaz območja umeščanja na karti razredov poplavne nevarnosti obstoječega stanja

Na podlagi idejne urbanistične zasnove se na območju enot urejanja P6-P18 načrtuje umeščanje stanovanjske gradnje in sicer prostostojećih eno in dvostanovanjskih stavb (11100 Enostanovanjske stavbe in 11210 Dvostanovanjske stavbe). Enote P19, P2 in P3 so namenjene načrtovanju vodnogospodarskih ureditev (vodenje poplavnega toka, zadrževanje; 21520 Pregrade in jezovi). Na enotah P1 in P20 se načrtujejo dostopne poti (območja namenjena prometu – 21121 Lokalne ceste in javne poti, nekategorizirane ceste in gozdne ceste). Enota P5 je poslovni del območja kjer je možna gradnja pritlično, eno ali večnadstropnih objektov velikih razponov, ki so namenjeni proizvodnim in oskrbno-storitvenim dejavnostim. Enota P4 je namenjena zelenim površinam.

5.1 Analiza ustreznosti umeščanja

Glede na izdelane karte razredov poplavne nevarnosti se večina ureditev umešča izven poplavnega območja fluvialnih poplav. Ureditve na teh območjih (P2, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P19 in P20) uredba neposredno ne zadeva, umeščanje pa je možno z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja.

Na območju P4, kjer se izkazuje majhen in preostali razred poplavne nevarnosti, se načrtujejo zelene površine s postavitvijo igral in urbane opreme (24122 Drugi gradbeni inženirski objekti za šport, rekreacijo in prosti čas). Glede na pogoje umeščanja objektov (omejitve vezane na Prilogo 1 iz uredbe – vključuje pogoje za območje majhnega, srednjega in velikega razreda poplavne nevarnosti) z vidika izkazanega razreda poplavne nevarnosti (majhen razred poplavne nevarnosti) je načrtovane ureditve mogoče umestiti na predvideno območje, in sicer z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja. V kolikor načrtovane ureditve na območju P4 ne bodo imele statusa objekta grajenega javnega dobra oziroma katerega izmed izjem v 37. členu Zakona o vodah, je potrebno ureditve načrtovati izven priobalnega zemljišča. Predlog ukrepov z analizo vpliva bomo podali v nadaljevanju.

Na območju P3 se načrtujejo vodnogospodarske ureditve (21520 Pregrade in jezovi). Območje pade znotraj majhnega in preostalega razreda poplavne nevarnosti. Glede na pogoje umeščanja objektov (omejitve vezane na Prilogo 1 iz uredbe – vključuje pogoje za območje majhnega, srednjega in velikega razreda poplavne nevarnosti) z vidika izkazanega razreda poplavne nevarnosti (majhen razred poplavne nevarnosti) je načrtovane ureditve mogoče umestiti na predvideno območje, in sicer z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja. V kolikor načrtovane ureditve na območju P3 ne bodo imele statusa objekta javne oziroma komunalne infrastrukture oziroma katerega izmed izjem v 37. členu Zakona o vodah, je potrebno ureditve načrtovati izven priobalnega zemljišča. Predlog ukrepov z analizo vpliva bomo podali v nadaljevanju.

Poplavna nevarnost se izkazuje na območjih (namenjena razvoju stanovanjske gradnje) P14, P15, P16, P17 in P18. Izkazujeta se razreda majhnega in preostalega razreda poplavne nevarnosti. Glede na pogoje umeščanja objektov (omejitve vezane na Prilogo 1 iz uredbe – vključuje pogoje za območje majhnega, srednjega in velikega razreda poplavne nevarnosti) z vidika izkazanega razreda poplavne nevarnosti (majhen razred poplavne nevarnosti) je načrtovane ureditve (stanovanjska gradnja) mogoče umestiti na predvideno območje, in sicer z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja. Predlog ukrepov z analizo vpliva bomo podali v nadaljevanju.

Poplavna nevarnost se izkazuje tudi na delu območja P1 (namenjena razvoju prometnih površin – dostopi,...). Izkazujeta se razreda majhnega in preostalega razreda poplavne nevarnosti. Glede na pogoje umeščanja objektov (omejitve vezane na Prilogo 1 iz uredbe – vključuje pogoje za območje majhnega, srednjega in velikega razreda poplavne nevarnosti) z vidika izkazanega

razreda poplavne nevarnosti (majhen razred poplavne nevarnosti) je načrtovane ureditve (prometne površine z dostopi) mogoče umestiti na predvideno območje, in sicer z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja. Predlog ukrepov z analizo vpliva bomo podali v nadaljevanju. V kolikor načrtovane ureditve na območju P1 ne bodo imele statusa objekta javne infrastrukture oziroma katerega izmed izjem v 37. členu Zakona o vodah, je potrebno ureditve načrtovati izven priobalnega zemljišča. Predlog ukrepov z analizo vpliva bomo podali v nadaljevanju.

Uredba kot pogoj za umeščanje določa tudi omejitve dejavnosti v prostoru (omejitve vezane na Prilogo 2 iz uredbe – vključuje pogoje za območje majhnega, srednjega, velikega in preostalega razreda poplavne nevarnosti), kjer so posebej izpostavljene naslednje dejavnosti:

- dejavnosti zaradi katerih lahko nastane onesnaženje večjega obsega oziroma dejavnosti, ki pomenijo nevarnost za nastanek nesreč po predpisih o naravnih in drugih nesrečah,
- dejavnosti, ki zaradi občasnega ali stalnega zadrževanja večjega števila ljudi lahko škodljivo vplivajo na človekovo zdravje,
- dejavnosti, povezane z varovanjem in hranjenjem premične kulturne dediščine ter dokumentarnega in arhivskega gradiva,
- dejavnosti, povezane s skladiščenjem za vodno okolje nevarnih snovi, določenih s predpisi o varstvu okolja,
- dejavnosti, namenjene zaščiti in reševanju ob naravnih in drugih nesrečah.

Mnenja smo, da ureditve vezane na zadevni OPPN, ki so hkrati znotraj poplavnega območja (prometne površine z dostopi, stanovanjska gradnja, zelene površine in površine namenjene vodnogospodarskim ureditvam) neposredno ne sodijo v nobeno od zgoraj naštetih kategorij in tako omejitve iz Priloge 2 uredbe te investicije ne zadeva.

Kot že omenjeno se na delu OPPN, ki je znotraj poplavnega območja načrtuje dejavnosti vezane na stanovanjske objekte, dostop, objekte vodnogospodarski ureditev in zelenih površin. Mnenja smo, da pripadajoče dejavnosti neposredno niso povezane z dejavnostmi, ki predstavljajo večje tveganje za okolje (možnost onesnaženja večjega obsega, skladiščenje za vodno okolje nevarnih snovi). Mnenja smo, da pripadajoče dejavnosti tudi niso neposredno povezane z varovanjem in hranjenjem premične kulturne dediščine, kot tudi ne za izvajanje dejavnosti namenjene zaščiti in reševanju ob naravnih in drugih nesrečah. Stanovanjska gradnja in zelene površine so lahko povezane z občasnimi ali stalnim zadrževanja določenega števila ljudi, ki je lahko večje ali manjše (odvisno od velikosti stavbe in definicije »večjega« števila ljudi). Smo pa mnenja, da načrtovana stanovanjska gradnja in zelene površine ni povezana z dejavnostmi,

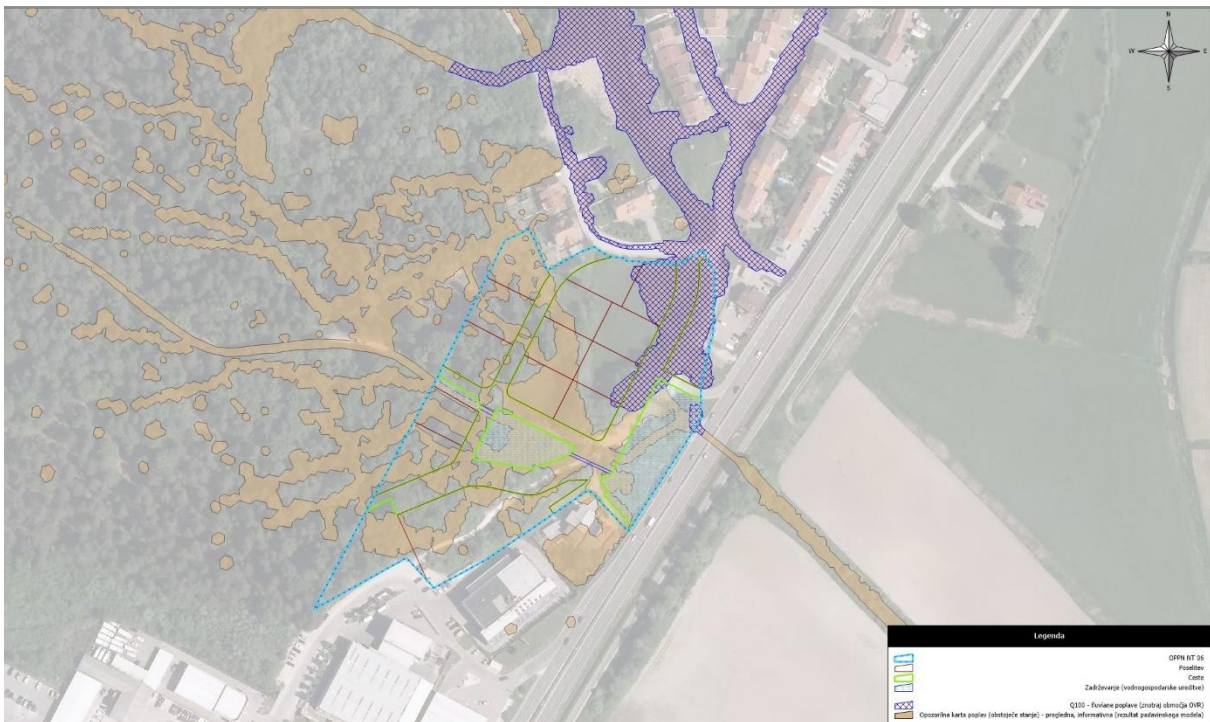
ki so mišljene v drugi alineji Priloge 2 uredbe, ki izpostavlja dejavnosti, ki zaradi občasnega ali stalnega zadrževanja večjega števila ljudi lahko škodljivo vplivajo na človekovo zdravje. Podani so tudi primeri, in sicer bolnišnice, zdravilišča, šole, vrtci, domovi za starejše občane, podzemne garaže. Glede na podane primere smo mnenja, da v to kategorijo sodijo občutljivi objekti. Glede na razlago pojmov iz 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 (Uradni list RS, št. 60/07 – v nadaljevanju pravilnik) so občutljivi objekti objekti, ki imajo zaradi poplav in erozije lahko velike posredne in neposredne škodne posledice. Med občutljive objekte štejemo zlasti objekte, v katerih se zadržuje veliko število ljudi in je evakuacija lahko otežena (npr. bolnišnice, zdravilišča, vrtci, šole, domovi starostnikov), objekte, znotraj katerih lahko nastanejo izjemne materialne škode ali druge za družbo pomembne škode (npr. knjižnice, muzeji, arhivi), ali objekte, katerih poškodbe ali prekinitev obratovanja lahko povzroči velike posredne gospodarske škode (npr. pomembne transportne poti in telekomunikacijski vodi, pomembne objekte vodne infrastrukture). Mnenja smo, da načrtovani stanovanjski objekti in zelene površine ne sodijo med občutljive objekte.

Kot že omenjeno smo mnenja, da dejavnosti, ki pripadajo načrtovanim objektom v sklopu zadevnega OPPN-ja in se jih umešča znotraj poplavnega območja fluvialnih poplav, niso del izpostavljenih dejavnosti iz Priloge 2 uredbe. Tako omejitve vezane na Prilogo 2 iz uredbe za predvidene ureditve niso omejujoče.

Na tem mestu še izpostavimo, da je del enot urejanja (predvsem del enot P1, P3 in P4) znotraj varovalnega pasu državne ceste G2-104/0295 in lokalne ceste LZ 074240, kjer je dovoljena gradnja objektov in naprav gospodarske javne infrastrukture v smislu vzdrževanja in rekonstrukcije državne in lokalne infrastrukture, skladno z določili Zces-2 in ZV-1. Prav tako je na vodnem in priobalnem zemljišču možno graditi vodnogospodarske objekte, naprave in ureditve, skladno z določili ZV-1 (zopet del kamor posegajo cone P1, P3 in P4). Naštete ureditve niso neposredno vezane na ureditve znotraj OPPN, zaradi varovalnih pasov, pa so lahko te ureditve predmet prihodnjih gradenj. Gradnja naštetih ureditev je, z vidika poplav, možna skladno z zahtevami ZV-1 in uredbe z upoštevanjem izkazanih razredov poplavne nevarnosti, ki so bili določeni v sklopu zadevne študije. Te ureditve morajo biti tudi skladne z veljavnimi prostorskimi akti.

5.2 Predpis omilitvenih ukrepov

Kot prikazuje Slika 39 je območje ureditev v sklopu OPPN v delu poplavljen, in sicer s strani fluvialnih poplav potoka Blatnice s pritoki. Pri načrtovanju ukrepov in razvoju območja pa je potrebno zajeti tudi druge vrste poplav, in sicer poplav s strani lastnih voda in zalednih voda. Pri slednjih gre za zaledne pobočne tokove, ki se ustvarijo iz prispevnega območja brez evidentiranega odvodnika, tok pa je pretežno razpršen ali pa koncentriran v izkazani topografski obliki (npr. cesta ali pot v vkopu,...). Pri zadevnem primeru je območje umeščanja pod vplivom zalednega pobočja, kjer viški vodnih količin na načrtovano območje pritekajo kot razpršeni pobočni tokovi, delno pa se koncertirajo v obstoječi gozdni cesti s pripadajočim obcestnim jarkom. V spodnjem delu je območje tudi pod vplivom lastnih voda. Stanje pluvialnih in fluvialni poplav na območju umeščanja prikazuje Slika 40.



Slika 40: Prikaz izkazanega modelnega območja fluvialnih in pluvialnih poplav na območju umeščanja

Na podlagi stanja razširjenega nabora različnih vrst poplav, ki so na območju pričakovane predlagamo, da umeščanje ureditev sledi naslednjim usmeritvam:

- Enote urejanje P5, P6, P7, P8, P9 in P10 se izvedejo na nasutju s predlagano koto parcele vsaj 297.8 m.n.m. Glede na koto obstoječega terena predlagana kota predstavlja v povprečju nasutje v višini 0.5 metra. Predlagano nasutje, bo območje urejanja »ščitil« pred zalednimi pobočnimi natoki.
- Na severo-zahodnem robu enot urejanja P6, P7, P8, P9 in P10 se vzpostavi drenažni jarek z usmeritvijo proti enoti urejanja P19. Drenažna jarka imata namen zbiranja in vodenja

natekajočih zalednih pobočnih tokov proti »osrednjemu« odvodniku, ki se načrtuje na enotah urejanja P19, P2 in P3. S tem bo preprečeno zajezevanje in zadrževanje zalednih pobočnih tokov ob robovih enot urejanja P6, P7, P8, P9 in P10. S tem bo prav tako preprečeno preusmeritev teh tokov na ostala (predvsem urbanizirana) območja.

- Enote urejanja P1 in P20 (prometna ureditev z dostopi) se naj načrtuje na način, da bo višinska razlika do enot urejanja, kjer se načrtuje gradnja, znašala vsaj 0.5 m. S tem bo zagotovljena dodatna poplavna varnost območja, saj se bodo viški voda pretežno drenirali po cestni infrastrukturi. Dodatno predlagamo, da se del enote urejanja P1, ki je znotraj poplavnega območja fluvialnih poplav (pretežno znotraj majhnega razreda poplavne nevarnosti; del med uvozom iz Kidričeve ulice in uvozom s hitre ceste) vodi v večji meri po obstoječih kotah, kjer je možno manjše odstopanje za potrebe zagotovitve funkcionalnosti (zagotovitev ustreznih vozni lastnosti, ureditev dovozov s predpisanimi klančinami,...). Prav tako se naj del enote urejanja P1, kjer pride do navezave na obstoječo gozdno ceste izvede na obstoječih kotah. Ureditev cest z dostopi naj se načrtuje na način, da v primeru preplavitve (zaradi meteornih voda, zalednih pobočnih voda) pride do naravnega odtoka s ceste proti območjem zadrževanja oziroma proti strugi Blatnice.
- Na enoti urejanja P19 se načrtuje »osrednji« odvodnik z namenom zbiranja in odvoda rapršenih zalednih pobočnih natokov proti vodotoku Blatnica. Predlagamo, da se odvodnik načrtuje kot trapezno korito s širino dna 2 m in s prilagojenim naklonom brežin glede na ureditve ostalih enot urejanja. Predlagamo, da ima jarek vzdolžni padeč okoli 0.5 %. Višinski odmik jarka do dostopne ceste (enota urejanja P1) naj znaša vsaj 0.5 m, do enot urejanja s predvideno gradnjo (P7 in P8) pa vsaj 1 m. Jarek preide na enoto urejanja P2 s cevni prepustom premera 0.5 m.
- Enote urejanja P2 in P3 sta namenjeni zadrževanju in zmanjševanju natokov iz zaledja v potok Blatnica, kot tudi zadrževanju metoernih voda. Tako predlagamo, da se zadrževalni bazen na območju P2 izvede na koti okoli 296.1 m.n.m. z izkazanimi višinskimi odmiki od enot urejanja P1 in P20 za vsaj 0.5 m. Odmik od enot namenjeni gradnjo naj znaša vsaj 1 m. Predlagamo, da se v dno zadrževalnika vgradi cevna dušilka premera 0.2 m. Izračun volumnov pokaže, da na območju enote urejanja P2 pridobimo okoli 580 m³ razlivne površine. Na območju enote urejanja P3 predlagamo znižanje na koto okoli 295.4 m.n.m., kjer se naj prav tako izkaže dvig sosednjih enot urejanja oziroma od enote urejanja P1 za vsaj 0.5 m in 1 m od enot urejanja namenjeni gradnji objektov. Tudi enota P3 naj deluje kot zadževalnik, kar je potrebno zagotoviti na lokaciji vtoka v Blatnico. Na tem delu

predlagamo izvedbo čelnega nasipa z 0.5 metrskim dvigom od dna zadrževalnika (okvirno na koti 295.9 m.n.m.). Vtok v strugo Blatnice naj se uredi z dušilko premera 0.2 m. Ureditve zadrževalnika na enoti P3 naj upoštevajo 5 metrski odmik od brežin Blatnice. Izračun volumnov pokaže, da na območju enote urejanja P3 pridobimo okoli 480 m³ razlivne površine. Oba zadrževalnika morata imeti urejene prelivne objekte za primeru preseganja volumnske kapacitete. Predlagamo, da je preliv na enoti urejanja P2 urejen na način, da se prelita voda usmeri na območje enote urejana P3, iz enote pa P3 pa je površinski preliv urejen neposredno v strugo Blatnice. Celotna zasnova območja naj sledi, da v primeru preseganja prevodne kapacitete zadrževalnikov ali pa meteornege sistema, najprej poplavi ceste, ki vodo površinsko vodijo proti Blatnici. Posledično je višinski odmik (vsaj 0.5 m) med zadrževalnikom/jarkom in cesto ter dodatnih 0.5 m med cesto in območjem gradnje potreben.

- Enota urejanja P4 naj se uredi v največji možno meri na obstoječih kotah z odmiki (vsaj 5 m) od brežin Blatnice. Ker gre za najbolj poplavno območje je načrtovanje zelenih površin ustrezno in zaželeno.
- Enote urejanje P11-P18 se izvedejo na nasutju s predlagano koto parcele vsaj 297 m.n.m. Glede na koto obstoječega terena predlagana kota predstavlja v povprečju nasutje v višini 0.5 metra. Predlagano nasutje, bo območje urejanja dodatno »ščitil« pred poplavnimi vodami ter omogočal koncept z vsaj 0.5 metrskim odmikom enot urejanja namenjen stanovanjski gradnji od enot urejanja namenjenim prometu in dostopu.
- Dodatno predlagamo, da se vsi objekti, ki so načrtovani na že nasutih enotah urejanja od prostalega območja ureditev (zelenica, parkirišča, tlakovane površine) dvignejo za vsaj 0.2 m. Slednje predstavlja še dodatno varnost.

Situativni prikaz predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov prikazuje Priloga 7.

Priloga 7: Situativni prikaz predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov

5.3 Volumska izravnava in potreba po zadrževanju meteornih voda

Potreba po nadomestnih volumnih se izkazuje z dveh vidikov, in sicer (1) na račun odzema poplavnega volumna, kar je posledica nasutja posameznih enot urejanja in (2) na račun povečanega meteornegega odtoka kot posledica dodatnih utrjenih površin.

Določitev potrebnega volumna na račun poplav (odvzet poplavni volumen) smo določili na podlagi rezultatov modela, kjer smo upoštevali tako fluvilane kot tudi pluvialne poplave. Upoštevali smo povratno dobo 100 – let. Analiza pokaže, da se glede na območje umeščanja

in izkazanih globin s povratno dobo 100 – let izkazuje potreba po nadomestnem volumnu v velikosti slabih 500 m³.

Analizo potreb zadrževanja na račun povečanega meteornega odtoka pa smo izvedli na podlagi pričakovanih utrjenih površin na analiziranem območju OPPN in izbranega kritičnega/projektnega naliva. Količino utrjenih površin smo določili na podlagi posredovane zasnove in predpisanih faktorjen pozidanosti. Tako smo na območjih stanovanjske gradnje upoštevali faktor pozidanosti 0.65, na območju poslovnega objekta 0.85 in na območju cest in kolesarske steze 1. Z upoštevanjem omenjenih faktorjev in površin namenjene posamezni gradnji znaša površina utrjenih površin na analiziranem območju OPPN 13 200 m². Kritični/projektni naliv smo določili na podlagi preteklih izkušenj in dobre prakse kjer je pričakovano, da meteorni sistem tovrstnih nalivov ne bo prevajal. Tako predlagamo padavinski dogodek s 15 minutnim trajanjem (kritični nalivi so pri meteorni kanalizaciji krajši in v splošnem predstavljajo nalive s trajanjem med 10 in 20 min) in povratno dobo 100 – let (povratna doba, ki je najbolj pogosta pri dimenzioniranju protipoplavnih ukrepov). Glede na predvideno območje novih utrjenih površin (površina znaša 13 200 m²) znaša potreben zadrževalnik meteornih voda v velikosti vsaj 450 m³ (pričakovana količina padavin s povratno dobo 100-let in 15 minutnim trajanjem znaša 34 mm).

Izpostavimo, da je potreben volumen meteornih voda določen »statično«, torej na podlagi velikosti utrjenih površin in projektnega naliva. Le-ta je izbran v rangu pričakovanega vršnega pretoka meteornega natoka (največje povišanje pretokov dolvodno). Za slednja stanja (kratki nalivi s povratno dobo 100-let) se bodo iztočni meteorni volumni lahko v celoti zadržali s tem pa se bodo močno znižale dolvodne natočne vodne količine (stanje se bo glede na obstoječe stanje izboljšalo). Problematični so lahko nalivi daljšega trajanja, kjer so natoki iz utrjenih površin pričakovano višji glede na obstoječe stanje, kot tudi volumni poplavnih valov, kar vodi k izpolnjenju zadrževalnega prostora pred dosegom konice vala. Posledično je redukcija vršnega pretoka meteornega natoka načrtovanega stanja slabša. V ta namen predlagamo, da se v času priprave projekta gradnje na območju OPPN, kjer se izdelava tudi projekt meteorne kanalizacije, izdelava kanalizacijski hidravlični model s katerim se bo lahko bolj realno ovrednotilo visoke natoke iz območja. V kolikor se bo izkazalo (pričakovano pri daljših nalivih), da kljub implementiranemu zadrževalnemu prostoru vršni pretoki ne dosežajo vršnih pretokov obstoječega stanja (brez nevtralnega vpliva), izvede novelacija potrebnih meteornih volumnov. V tem primeru se lahko izvede novelacija z vidika povečevanja zadrževalnega prostora, ali pa na način spremembe zadrževanja (bolj »tarčno«), kjer se zadržuje zgolj

»kapica« oziroma prevojni del poplavnega vala meteorne natoka. S tem se potreba po volumnih zmanjša, kar gre na račun bolj detajlnjemu načrtovanju zadrževalnega prostra oziroma njegovega delovanja. V tem primeru je skoraj vedno potreben aktivni pristop k zadrževanju (dinamično delovanje iztočnega objekta). V kolikor se izkaže, da »preveč« volumna zavzame poplavna voda, se lahko zadrževalna prostora loči, kjer se en zadrževalni prostor (npr. zahodni) uporabi »zgolj« za zadrževanje meteorne vode, preostali pa za razlivanje in zadrževanje poplavnih voda. Kljub vsemu smo mnenja, da je predlagana količina volumna v mejah pričakovanega, možna oddstopanja pa sprejemljiva. Dodatno smo mnenja, da je koncept predlaganih rešitev (z vidika meteorne in poplavnih voda) ustrezen, saj omogoča razvoj zadrževanja na dveh sorazmerno velikih območjih, kjer se tudi v primeru potrebe po dodatnih volumnih le-ti lahko implementirajo.

Glede na izvedene analize se na območju izkazuje potreba po nadomestitvi volumnov v velikosti slabih 1000 m³. Volumen, ki je predviden znotraj enot urejanja P2 in P3 znaša več kot 1000 m³ (P2: 580 m³ in P3: 480 m³), kar je glede na izkazano potrebo ustrezno. Oba zadrževalnika sta načrtovana z izvedbo pasivne dušilke kar pomeni, da je izkoriščenost volumna boljša. Tako predlagamo, da se načrtovanje meteorne kanalizacije uredi v zadrževalni prostor P2 ali P3. Nadomestni volumen bo izkoriščen tudi v primeru poplavljanja Blatnice (povratna doba nad 10-let), saj se izkazuje zatekanje poplavnih voda Blatnice v zadrževalnik P3 preko dela območja P1 (dostopna cesta).

Preko območja P2 in P3 se bo drenirala tudi zaledna voda proti strugi Blatnice kar pomeni, da lahko v posameznih primerih pride do preseganja volumski zmogljivosti. Posledično je načrtovano, da imata oba zadrževalnika urejen površinski preliv, ki viške vodnih količin površinsko vodi bodisi na območje zadrževalnika P3, bodisi v strugo Blatnice. V tem primeru bo prišlo do plitkega poplavljanja dostopnih cest, ki so ravno s tem namenom načrtovane z višinskim odmikom od območij gradnje. Za dodatno varnost predlagamo še dodaten dvig objektov (vsaj 0.2 m) na posameznih enotah urejanja. Slednja stanja so pričakovana v primeru povratnih dob nad 10-let.

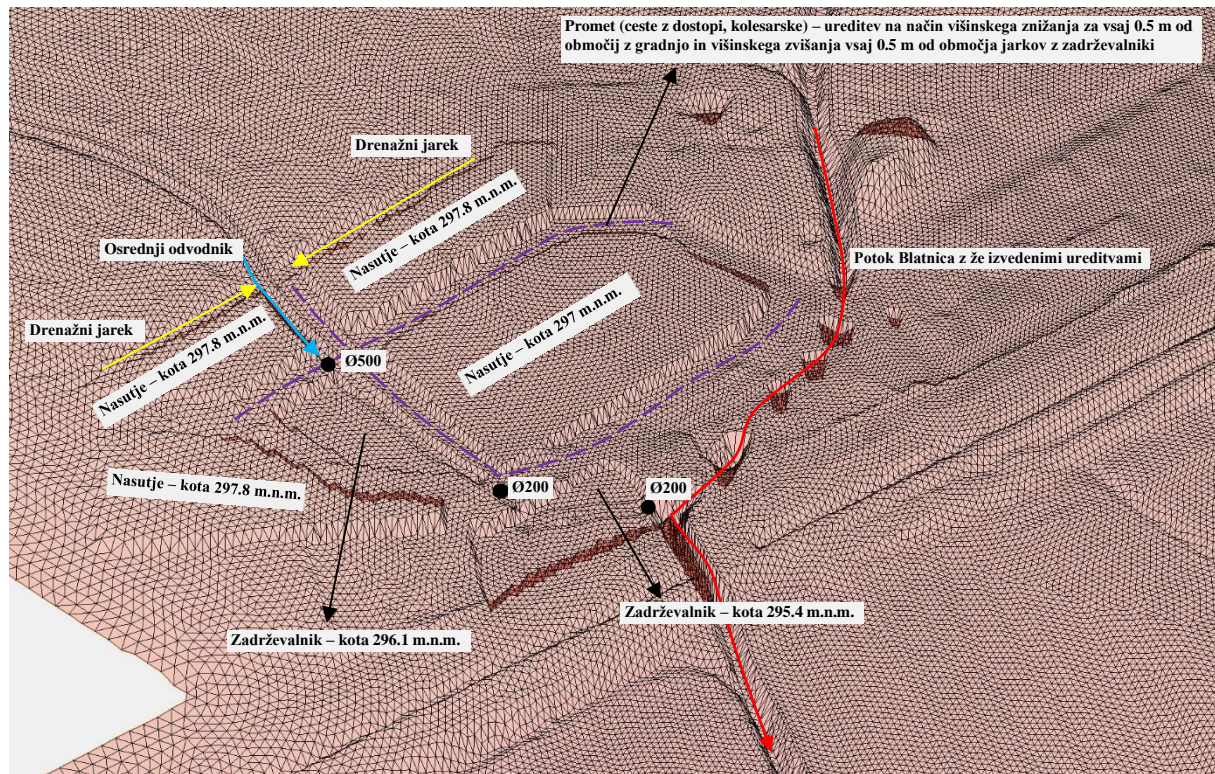
5.4 Analiza vpliva in poplavne karte načrtovanega stanja

Na podlagi predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov smo izvedli še analizo načrtovanega stanja. Analiza je temeljila na preoblikovanem hidravličnem modelu, kjer smo v model

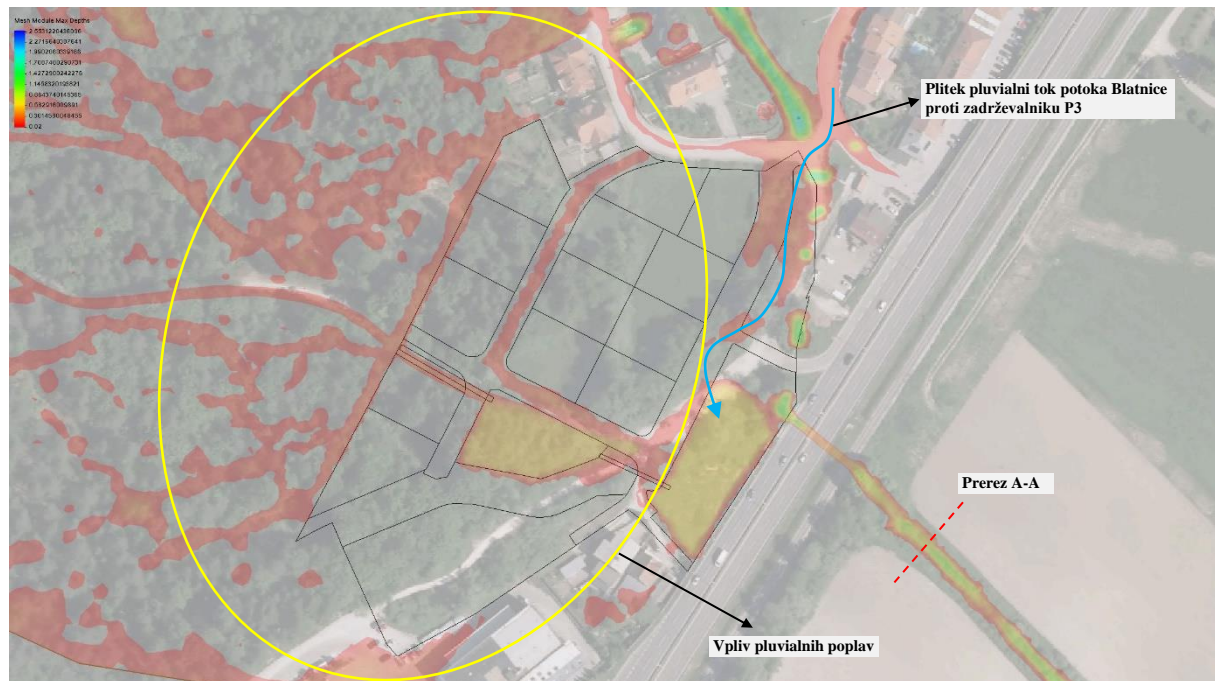
umestili predlog omilitvenih ukrepov⁴. Situativni prikaz (kot 3D slika) načina upoštevanja predloga omilitvenih ukrepov znotraj hidravličnega modela prikazuje Slika 41.

Analizo smo izvedli za stanje s povratno dobo 100-let in čas trajanje padavin 1.5 ure, ki se izkazuje kot eno bolj neugodnih stanj (tako z vidika zaledja kot tudi s strani meteornega odtoka). Model načrtovanega stanja (upoštevanje tako fluvialnih kot tudi pluvialnih poplav) izkazuje pričakovano, in sicer ureditve omejujejo poplavljanje potoka Blatnice na delih enot urejanja P14-P18, kar je posledica nasutja. Del enote P1 in enota P4 ostajata poplavljeni, saj smo na tem delu upoštevali obstoječe stanje. S strani Blatnice je poplavljen tudi spodnji zadrževalnik (enota urejanja P3), saj pride do plitkega površinskega vtoka vode preko območja ceste (del enote urejanja P1). Slednje je ustrezno, saj pride s tem do kompenzacije volumnov, ki se nadomestijo zaradi odvzema le-teh na delu enot urejanja P14-P18 zaradi nasutja. Prav tako model izkazuje ugoden vpliv omilitvenih ukrepov z vidika poplavljanja s strani zaledja (površinski pobočni tokovi – pluvialne poplave). V tem primeru se pobočni tokovi preko obeh denažnih jarkov vodijo proti osrednjemu odvodniku, ki jih preko sistema dveh zadrževalnikov vodi naprej proti potoku Blatnica. Vodne količine se na teh delih (dva zadrževalna bazena) delno zadržijo in zamikom odvedejo v potok Blatnica kar je ugodno. Zaradi visokih natokov tako Blatnice, zaledja in meteornega natoka model izkazuje plitko poplavljanje nekaterih delov cest, kar je bilo že omenjeno. Slednje je pričakovano v primerih povratnih dob nad 10-let, ko je pričakovano, da sistem meteorne odvodnje ne bo prevajal vseh lastnih voda in bo prišlo do prelitja jaškov. Območje gradnje objektov glede na rezultate modela ni poplavljeno. Poplavno stanje na območju OPPN NT 6 v primeru povratne dobe 100 – let (čas trajanja naliva 1.5 ure) prikazuje Slika 42. Prikazano stanje vključuje tako fluvialne kot tudi pluvialne poplave.

⁴ Na tem mestu opozorimo, da je predlog omilitvenih ukrepov oblikovan kot usmeritev projektantu in tako pripravljen z ustrezno natančnostjo. Predlagamo, da se v fazi priprave projekta, v sklopu katere se načrtuje tudi zunanja ureditev območja (predvsem višinsko), podano projektno rešitev zunanje ureditve (narejeno tudi z upoštevanjem podanih usmeritev poplavne študije) hidravlično še enkrat preveri in potrdi. V primeru nezmožnosti umestitve podanih usmeritev poplavne študije v prostor (dodatne prostorske omejitve,...) s strani pripravljavca projekta zunanje ureditve, je potrebno v sodelovanju s pripravljavcem poplavne študije projektno rešitev prilagoditi in hidravlično ponovno preveriti.

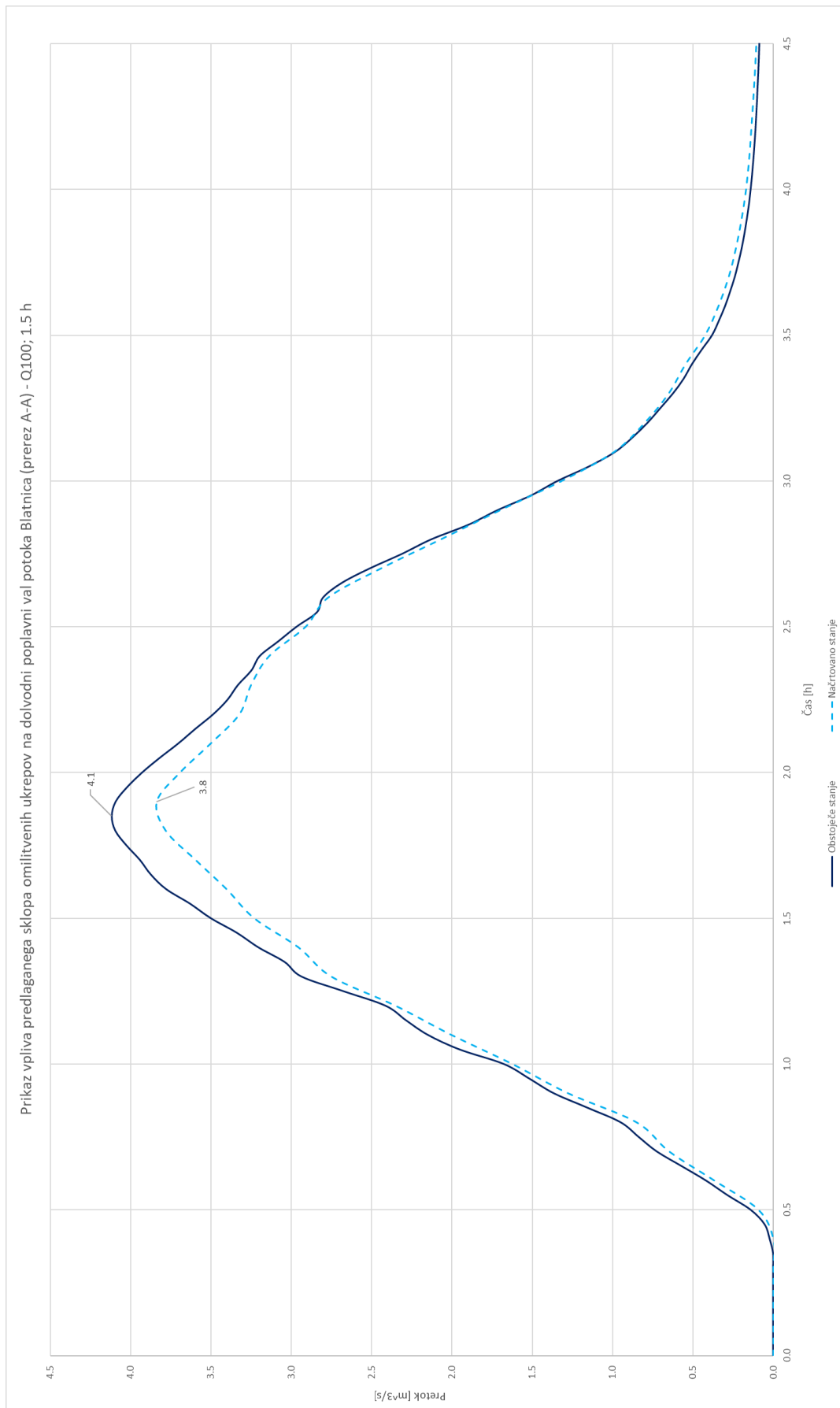


Slika 41: 3D prikaz upoštevanja predloga omilitvenih ukrepov znotraj hidravličnega modela



Slika 42: Prikaz poplavnega stanja (fluvialnega in pluvialnega) na območju OPPN NT 6 z upoštevanjem predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov

Dodatno smo izvedli še vpliv ureditev na dolvodni poplavni val Blatnice, in sicer na lokaciji prereza A-A (Slika 42). Vpliv na poplavni val prikazuje Slika 43, ki izkazuje, da ureditve nimajo bistvenega vpliva na poplavni val potoka Blatnice dolvodno od ureditev oziroma celo ugodno vplivajo. Ugoden vpliv je posledica vpliva dveh zadrževalnikov, ki zmanjšujeta in dušita odtoke iz zaledja. Vpliva na poplavne razmere Blatnice ni oziroma so nebistveni.



Slika 43: Prikaz vpliva predlaganega sklopa omilitvenih ukrepov na dolvodni poplavni val potoka Blatnica za primer povratne dobe 100 – let in časa trajanja naliva 1.5 ure

V zadnjem delu smo izdelali še poplavne karte načrtovanega stanja. Le-te izkazujejo pričakovano. Do sprememb pride zgolj v spodnjem delu (znotraj območja OPPN), kjer se na območju načrtovane gradnje poplavna nevarnosti zmanjša (enote urejanja P14-P18), in sicer kot posledica nasutja. Poplavno območje se »razširi« na območje predvidenih poglobitev/zadrževalnikov (enote urejanja P2 in P3). Zmanjšanje dela poplavnega območja ne vpliva na poplavne razmere, tako da se gladine ohranijo. Zmanjšanje poplavnega območja se kompenzira z razlivanjem v zdrževalnik P3. Znotraj zdrževalnega območja P3 globine presegajo 0.5 m, medtem ko so znotraj zdrževalnika P2 globine nižje od 0.5 m. Hitrostno polje se ohrani. Vpliva izven območja OPPN ni oziroma je nebitven. Karta razredov poplavne nevarnosti se delno spremeni na območju zdrževalnikov (enote urejanja P2 in P3), kjer se izkazuje srednji razred poplavne nevarnosti. Na preostalem poplavnem delu znotraj območja OPPN (enote urejanja P1, P4 in P20) se razredi poplavne nevarnosti v večji meri ohranjajo (razen na delu enot P14-P18, ki je izven poplavnega območja), in sicer se pretežno izkazujejo majhen in preostali razred poplavne nevarnosti. Preostali razred poplavne nevarnosti se v primeru načrtovanega stanja izkazuje tudi na prehodu iz zdrževalnika P2 in P3 in je posledica večjega dotoka iz zaledja in prelivanja iz zdrževalnika P2. Pri tem območju gre pravzaprav za pluvilni tip poplav, ki se v osnovi ne kartira. V tem primeru smo ga ohranili predvsem z vidika konsistentnosti/logičnosti kart. Enako velja za poplavljanje območja zdrževalnika P2, ki je prav tako poplavljen z vidika zaledja in meteornege dotoka in ne iz potoka Blatnice. Na tem delu smo tako zaradi konsistentnosti/logičnosti kart kartirali tudi pluvialni tip poplav. Po enaki metodologiji kot v primeru obstoječega stanja smo izdelali tudi erozijske karte.

Priloga 8: Karta poplavne nevarnosti načrtovanega stanja (globine)

Priloga 9: Karta razredov poplavne nevarnosti načrtovanega stanja

Priloga 10: Karta erozijske nevarnosti načrtovanega stanja – odlaganje

Priloga 11: Karta erozijske nevarnosti načrtovanega stanja – odplavljanje

Priloga 12: Karta razredov erozijske nevarnosti načrtovanega stanja

6 ZAKLJUČKI IN POVZETKI ANALIZ

V sklopu študije smo postavili enovit hidrološko-hidravlični model naravnega dela zaledja vodotoka Blatnica, kjer smo analizirali poplavno stanje potoka Blatnice s pritoki do križanja Blatnice s štiripasovnico (»Trzinka«). S prilagojenim hidrološkim modelom smo dodatno analizirali še odtok iz močno urbaniziranega levega brega (obstoječa poselitev).

V prvem delu smo analizirali hidrološko-hidravlična izhodišča, kjer smo za analizo poplavnosti uporabili kombiniran pristop. Naravni del zaledja Blatnice (pretežno desni breg) smo analizirali z enovitim hidrološko-hidravličnim modelom, kjer je model hkrati preračunaval viške padavin in distribucijo teh viškov v obliki poplavnih tokov. Dotoke iz urbaniziranega dela smo določili z ločenim prilagojenim hidrološkim modelom in jih v obliki izvirov definirali znotraj kombiniranega hidrološko-hidravličnega modela. Izračun smo izvedli za niz modelnih padavin z različnim časom trajanja. Poplavne karte smo izdelali z združitvijo vseh simulacij (za posamezno povratno dobo) skladno z veljavno zakonodajo, kjer smo poplavne karte izdelali in prikazali na območjih z izkazanim fluvialnim tipom poplav, in sicer na območjih evidentiranih vodotokov.

Rezultati modela izkazujejo, da je poplavno bolj ogrožena desna brežina, v primeru višjih povratnih dob (Q100 in več) pa tudi leva, ki je precej bolj poseljena. Najbolj poplavno ogroženi so Ljubljanska, Kidričeva in Bergantova ulica. Slednje je v večji meri posledica pod-dimenzioniranega odtočnega sistema Blatnice pri gostišču Trzinka in zaradi topografskih značilnosti območja ob štiripasovnici, ki nima izkazanega padca v smeri odtoka Blatnice. Posledično imajo zatekajoče vodne količine iz gorvodnih delov proti štiripasovnici omejeno možnost vračanja v strugo Blatnice in nadaljnjo dolvodno propagacijo. Kljub vsemu so se odtočne razmere spodnjega dela močno izboljšale z zamenjavo dveh pod-dimenzioniranih daljših prepustov. Izvedle so se tudi ureditve revizijskih jaškov (del sloja OSV) z možnostjo površinskega vtoka vode v sistem, kar še povečuje dolvodno propagacijo. Omenjene ureditve so že izvedene in smo jih v modelu upoštevali kot del obstoječega stanja.

V zadnjem delu smo analizirali še umeščanje ureditev v sklopu OPPN NT 6. Načrtuje se umeščanje poslovno stanovanjskih objektov. Glede na željene umestitve, karte razredov poplavne nevarnosti in pogoje iz uredbe (objekti, dejavnosti) smo mnenja, da je umeščanje možno in sicer z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja/mnenja.

Za potrebe umeščanja smo podali še sklop omilitvenih ukrepov, ki na eni strani zmanjšuje poplavno nevarnost na območju gradnje objektov (nasutje), na drugi strani na pušča dodaten

prostor za razlivanje tako meteornih kot tudi zalednih in fluvialnih poplav. Tako je na območju načrtovan osrednji odvodnik, ki usmeri vodo iz zaledja proti strugi Blatnice. Na trasi odvodnika se nahajata dva zadrževalnika, ki imata glede na obstoječe stanje izkazan dodaten volumen več kot 1000 m³. Podan je tudi predlog višinskih odmikov, kjer predlagamo višinski odmik ceste od dna jarkov/zadrževalnikov vsaj 0.5 m ter višinski odmik območij predvidenih za gradnjo objektov od cest za vsaj 0.5 m. Dodatno naj se objekti na parcelah dvignejo še za vsaj 0.2 m od ostalih ureditev (parkirišča, zelenice, dvorišča,...). Izvedli smo tudi analizo vpliva, ki izkaže da vpliva izven območja OPPN ni oziroma je nebistven. Ukrepi celo ugodno vplivajo na dolvodni poplavni val Blatnice, ki ima izkazan nižji vršni pretok. Predlog omilitvenih ukrepov, ki je bil analiziran je oblikovan kot usmeritve projektantu in tako pripravljen z ustrezno natančnostjo. Predlagamo, da se v fazi priprave projekta, v sklopu katere se načrtuje tudi zunanja ureditev območja (predvsem višinsko), podano projektno rešitev zunanje ureditve (narejeno tudi z upoštevanjem podanih usmeritev poplavne študije) hidravlično še enkrat preveri in potrdi. V primeru nezmožnosti umestitve podanih usmeritev poplavne študije v prostor (dodatne prostorske omejitve,...) s strani pripravljavca projekta zunanje ureditve, je potrebno v sodelovanju s pripravljavcem poplavne študije projektno rešitev prilagoditi in hidravlično ponovno preveriti.

Izdelali smo tudi poplavne karte načrtovanega stanja, ki izkazujejo delne razlike v spodnjem delu potoka Blatnice, in sicer znotraj območja OPPN (zmanjšanje poplavnega območja na delu gradenj in povečanje poplavnega območja na lokacijah zadrževalnikov). Izven območja OPPN razlik ni oziroma so nebistvene.

7 LITERATURA

ARSO, Arhiv meteoroloških podatkov. Dostopno na spletu: <http://meteo.arso.gov.si>

DRSV, Atlas voda. Dostopno na spletu: <http://www.evode.gov.si/atlas-voda/>

Froehlich, D. (2003), Users Manual for FESWMS FST2DH Two-dimensional Depth-averaged Flow and Sediment Transport Model, Report No. FHWA-RD-03-053, Federal Highway Administration, Washington, DC.

Kozjek, K., Vertačnik, G., 2020. Časovno in prostorsko glajeni povratni nivoji ekstremnih nalivov. Vetrnica – glasilo Slovenskega meteorološkega društva. Dostopno na spletu (Vetrnica 12-13/19 - oktober 2020 - str. 77-85) <http://www.meteo-drustvo.si/glasilo/arhiv-vetric/>

Norman, J. M., Houghtalen, R. J. & Johnston, W. J. (1985), Hydraulic design of highway culverts, Hydraulic Design Series No. 5 FHWA-IP-85-15, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

Ponce, V.M., Hawkins, R.H., 1996. Runoff Curve Number: Has it reached maturity? Journal of Hydrologic Engineering 1, 11–19.

Ratia, H., Murillo, J. & Garc´ia-Navarro, P. (2014), ‘Numerical modelling of bridges in 2D shallow water flow simulations’, International Journal for Numerical Methods in Fluids 75(4), 250-272.

RiverFlow2D – Two-Dimensional River Dynamics Model, Reference Manual. 2017. Pembroke Pines, FL, ZDA, Hydronia, LLC: 119 str.

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 (Uradni list RS, št.60/2007). Dostopno na spletu: <http://www.uradni-list.si/1/content?id=81148>

Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji. Ciljni raziskovalni program "Konkurenčnost Slovenije 2006 - 2013" v letu 2010. Raziskovalni projekt št. V4-1066.

Naročnik: Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Izvajalci: Biotehniška fakulteta; Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo; Inštitut za vode RS. Ljubljana, 2012.

Dostopno na spletu: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-TWDYUIZR/>

SCS, 1964. SCS National Engineering Handbook. Soil Conservation Service, USA Department of Agriculture.

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 (Uradni list RS, št. 89/2008). Dostopno na spletu: <http://www.uradni-list.si/1/content?id=88381>

Zakon o vodah (Uradni list RS, št. [67/02](#), [2/04](#) – ZZdrI-A, [41/04](#) – ZVO-1, [57/08](#), [57/12](#), [100/13](#) in [40/14](#)). Dostopno na spletu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1244>