



Investitor:

**Občina Ajdovščina
Cesta 5. maja 6a
5270 Ajdovščina**

Objekt:

**Izdelava hidrološko hidravlične
študije za območje cest Bevkova in
Idrijska ter OŠ Šturje v občini
Ajdovščina**

Vrsta dokumentacije

Študija

Projektant:

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

Odgovorni predstavnik

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

podjetja:

Podpis:



Odgovorni vodja

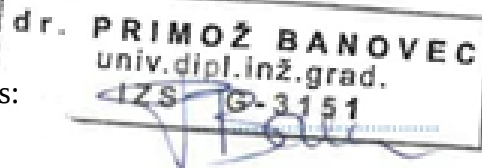
dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad.

Osebni žig:

projekta:

Id.Št.:G-3151

Podpis:



Številka projekta:

P573b/23

Datum:

V Ljubljani, maj 2024

Pregledni list o projektu:

Naročnik:	Občina Ajdovščina, Cesta 5. maja 6a, 5270 Ajdovščina
Naslov projekta:	Izdelava hidrološko hidravlične študije za območje ceste Bevkova in Idrijska ter OŠ Šturje v občini Ajdovščina
Številka projekta:	P573b/23
Faza:	Končna (verzija za pregled – 1.0)
Ključne besede:	padavinska odvodnja, hidrološko-hidravlični model, padavinska kanalizacija, zadrževanje, ponikanje, ukrepi, nevtralni vpliv
Povzetek:	Namen predmetne študije je bila (predvsem) določitev vpliva na obstoječ odtočni režim načrtovanih posegov (pozidave) znotraj območja razširitve cest Bevkova in Idrijska ter predvidene razširitve OŠ Šturje. Tako smo za obravnavano območje izdelali model odtoka, s preverbo vpliva predlaganih ukrepov na meteorni/padavinski odtok. Glavni ukrep je predstavljal preusmerjanje celotnega meteornega odtoka iz območja OŠ Šturje (obstoječe in načrtovane utrjene površine) v predviden površinski zadrževalnik. Z ukrepi smo želeli načrtovane odtoke znižati na nivo obstoječih. V drugem delu študije smo preverili še prevodnost obstoječega meteornega sistema (z upoštevanjem načrtovanega stanja) v primeru povratne dobe 30 – let. Podali smo tudi predloge ukrepov za izboljšanje prevodnosti.
Št. projekta	P573b/23
Datum:	maj 2024
Izvajalec:	Inštitut za vodarstvo, d.o.o., Hajdrihova 28a, 1000 Ljubljana
Nosilec naloge:	dr. Primož BANOVEC, univ. dipl. inž. grad.
Sodelavci:	Alja Banovec, študentka gradbeništva Andrej Cverle, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.

Kazalo vsebine

1	<i>IZHODIŠČA</i>	6
2	<i>OPIS OBMOČJA</i>	9
3	<i>PODATKI IN METODE (UPORABLJENA IZHODIŠČA)</i>	12
4	<i>ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA</i>	18
5	<i>PREDLOG OMILITVENIH UKREPOV (ANALIZA NEVTRALNEGA ODTOKA)</i> ..	22
6	<i>ANALIZA NAČRTOVANEGA STANJA</i>	28
7	<i>ZBIRNI PRIKAZ REZULTATOV S PREDLOGOM ZADRŽEVANJA NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU</i>	31
8	<i>ANALIZA PREVODENOSTI SISTEMA S PREDLOGOM UKREPOV</i>	33
9	<i>ZAKLJUČKI IN POVZETKI ANALIZ</i>	42
10	<i>LITERATURA</i>	44

Kazalo slik

Slika 1: Prikaz modela trenutnega območja	9
Slika 2: Prikaz višin modela trenutnega območja	10
Slika 3: Primerjava modelov trenutnega in načrtovanega stanja	10
Slika 4: Vrednosti koeficienta CN za posamezna podobmočja v primeru obstoječega stanja	14
Slika 5: Primerjava obstoječega (levo) in načrtovanega (desno) stanja v programu QGis.....	15
Slika 6: Primerjava obstoječega (levo) in načrtovanega (desno) stanja v programu SWMM5	16
Slika 7: graf merjenih globin.....	18
Slika 8: graf merjenih padavin	18
Slika 9: graf merjenih globin.....	19
Slika 10: graf merjenih padavin	19
Slika 11: graf merjenih globin.....	19
Slika 12: graf merjenih padavin	19
Slika 13: Modelni odtoki iz sistema ob različnih nalivih za obstoječe stanje.....	20
Slika 14: Prikaz zasnove načrtovanega stanja, kjer se vse površine OŠ Šturje stekajo v zadrževalnik	23
Slika 15: odtoki iz trenutnega stanja za območje OŠ Šturje pri nalivih od 5 do 300 min	24

Slika 16: Prikaz območja zadrževalnika v programu QGIS	25
Slika 17: Graf modelnih iztokov iz dušilke zadrževalnika pri padavinah s povratno dob Q100 (načrtovano stanje)	25
Slika 18: Modelne globine v zadrževalniku za nalive s povratno dobo 100 let (načrtovano stanje)	26
Slika 19: Volumni v zadrževalniku za nalive s povratno dobo 100 let.....	26
Slika 20: Prikaz modelnega koncepta z označenimi površinami, kjer se načrtujejo dodatne utrjene površine ter območjem zadrževalnika.....	28
Slika 21: Odtoki iz sistema ob različnih nalivih za trenutno stanje	29
Slika 22: Odtoki iz sistema ob različnih nalivih za načrtovano stanje	29
Slika 23: Označeni štirje segmenti cevi s premerom 40 cm, ki so kritični (kritičen odsek 1), z večjo zeleno površino, ki povzroča večje natoke dolvodno	33
Slika 24: Označena oba kritična območja (kritičen odsek 1 in 2).....	34
Slika 25: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 5 minutnim trajanjem.....	35
Slika 26: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 10 minutnim trajanjem	35
Slika 27: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 15 minutnim trajanjem	36
Slika 28: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 20 minutnim trajanjem	36
Slika 29: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 30 minutnim trajanjem	37
Slika 30: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 45 minutnim trajanjem	37
Slika 31: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 60 minutnim trajanjem	38
Slika 32: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 90 minutnim trajanjem	38
Slika 33: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 120 minutnim trajanjem	39
Slika 34: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 180 minutnim trajanjem	39

Slika 35: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 240 minutnim trajanjem	40
Slika 36: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 300 minutnim trajanjem	40

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Modelne vrednosti padavin s prikazom dviga padavin na račun podnebnih sprememb	13
Preglednica 2: Uporabljeni parametri podobmočij v odvisnosti od vrste rab tal	17
Preglednica 3: Uporabljene značilnosti podobmočij	23
Preglednica 4: Karakteristike zadrževalnika s predlogom dimenzij	27
Preglednica 5: Modelno izračunane karakteristike zadrževalnika s predlogom dimenzij	31

1 IZHODIŠČA

V sklopu pridobitve strokovnih podlag izkaza nevtralnega odtoka odpadne padavinske vode na območju razvoja cest Idrijska, Bevkova in osnovne šole Šturje, je Občina Ajdovščina pristopila k izdelavi hidrološko-hidravlične presoje obravnavanega območja. Kot že omenjeno, študija pokriva segment vodenja padavinske vode iz območja. Cilj je bilo doseči nevtralni odtok iz obravnavanega območja v vodotok Hubelj pri nalivih s povratno dobo 100 let. Dodatno se je izvedel še preračun prevodnosti sistema pri povratni dobi 30 – let.

1.1 *Fluvialne poplave na obravnavanem območju*

Z »Uredbo o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja« (Ur.l. RS, št. 89/08 in 49/20 – v nadaljevanju uredba), so od septembra 2008 opredeljeni pogoji pod katerimi se sme posegati na poplavna območja. Ker se načrtuje razširitev Idrijske in Bevkove ceste ter razvoj OŠ Šturje (načrtovanje prizidka), so pričakovani višji natoki po obstoječem sistemu meteorne kanalizacije. Meteorni sistem Bevkove ceste že sedaj nima ustrezne prevodnosti. Posledično s študijo ne bomo izdelovali »klasične« hidrološko-hidravlične študije s poplavnim kartiranjem, ampak se bomo posvetili segmentu odvodnje lastnih voda, ki se bo z načrtovano pozidavo spremenilo. S povišanimi odtoki (kot posledica pozidave) vplivamo na vršne pretoke sprejemnega vodotoka, ki v našem primeru predstavlja vodotok Hubelj (fluvialni odvodnik) in posledično poslabšujemo stanje dolvodno. Zaradi tega je potrebno lastno padavinsko vodo iz območja novih utrjenih površin urediti na način nevtralnih odtokov, torej da z dodatnimi utrjenimi površinami ne povečujemo pretokov dolvodno. K slednjemu nas posredno zavezuje uredba, ki z določili prepoveduje, da z ureditvami poslabšujemo poplavno stanje dolvodno. Slednje povzročimo s povečevanjem odtokov lastnih voda (v primeru brez implementacije ukrepov) v fluvialne odvodnike. Omenimo še, da je v pripravi in zaključevanju tudi celovita hidrološko-hidravlična študija porečja Vipava (*»Celovita hidrološko-hidravlična študija na porečju Vipave«*), v sklopu katere se bodo izdelale poplavne karte tudi za celoten nabor fluvialnih vodotokov na območju občine Ajdovščine. Načrtovane ureditve oziroma načrtovana umeščanja, naj poleg predlaganih ukrepov vodenja lastnih padavinski voda podanih v tem elaboratu, skladno z določili uredbe, upoštevajo tudi izdelane poplavne in erozijske karte izdelane v sklopu celovite hidrološko-hidravlične študije porečja Vipave.

1.2 Pluvialne poplave iz zaledja na območju

Območje cest Idrijska, Bevkova in osnovne šole Šturje je zaradi lege izpostavljeno pretežno razpršenim pobočnim tokovom, ki jih uvrščamo v »kategorijo« pluvialnih (dežnih) poplav in jih sama uredba neposredno ne naslavlja (npr. pobočni tokovi iz »zaledij« med grapami z evidentiranimi fluvialnimi odvodniki – npr. območje med grapo Prelog in Repetinovec). Teh poplav se skladno z uredbo ne kartira. »Zaščito« pred tovrstnimi poplavami se poda s splošnimi priporočili načina gradnje (višinska »gradacija« načrtovanih ureditev – zelene površine in odprta območja zadrževanja – ceste – dvorišča in tlaki pomožnih objektov – tlaki stanovanjskih objektov in ostali na vodo bolj ranljivih objektov). Slednja priporočila bomo podali v nadaljevanju.

1.3 Pluvialne poplave lastnega območja

Tretji tip »poplav«, ki pa ga bomo znotraj elaborat najbolj podrobno obdelali, pa se nanaša na odvodnjo lastne padavinske vode z območja, vendar pretežno z vidika načrtovanja količine padavinske odvodnje. Tako bomo v sklopu študije (1) dimenzionirali ukrepe za zagotavljanje nevtralnega odtoka iz območja analize v primeru padavin s 100-letno povratno dobo in (2) preverili pretočnost obstoječega meteornege sistema Idrijske in Bevkove ter predlagali morebitne izboljšave načrtovanega stanja prevodnosti sistema v primeru padavin s 30-letno povratno dobo. V kolikor viškov teh voda predhodno ne zadržimo ali vsaj ustrezno razpršimo, povzročimo dolvodno povišanje pretokov. Le-to skozi prizmo sinergijskih učinkov (načrtovanih več območij pozidav, ki tekom let predstavljajo velik delež dodatno utrjenih površin – ne vezane zgolj na mesto Ajdovščina) pomeni znatno povišanje dolvodnih vršnih pretokov, ki vplivajo tudi na večje vodotoke (npr. Hubelj in skozi daljše časovno obdobje tudi Vipavo).

Odvajanje padavinskih odpadnih voda se izvaja v sklopu nalog občine (92. člen ZV-1 – varstvo pred padavinskimi vodami; 149. člen ZVO – obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja), ob tem pa se lahko razvijejo tudi občinske tehnične smernice/pravilniki. V splošnem ti pravilniki ne predpisuje eksaktnih vrednosti za dimenzioniranje kanalizacije odpadnih padavinskih voda, ampak (ponavadi) predpisujejo uporabo državnega standarda SIST in Evropskega standarda EN. Na tem mestu izpostavimo še manjko pravilnika na podlagi 92. člena zakona o vodah (varstvo pred padavinskimi vodami), ki opredeljuje: (1) Lokalna skupnost skrbi za varstvo pred škodljivim delovanjem padavinskih voda v ureditvenih območjih naselij; (2) Varstvo pred škodljivim delovanjem padavinskih voda obsega zlasti ukrepe za

zmanjševanje odtoka padavinskih voda z urbanih površin in ukrepe za omejevanje izlita komunalnih in padavinskih voda; (3) Podrobnejše ukrepe in način varstva iz prejšnjega odstavka predpiše minister (predpis ministra v 23 letih od sprejetja še ni bil pripravljen). Zaradi manjka nacionalnih predpisov, se za dimenzioniranje padavinskega sistema v splošnem uporablja standard SIST EN 752:2017. Uporaba standardov se bolj podrobno predstavi znotraj projekta GJI.

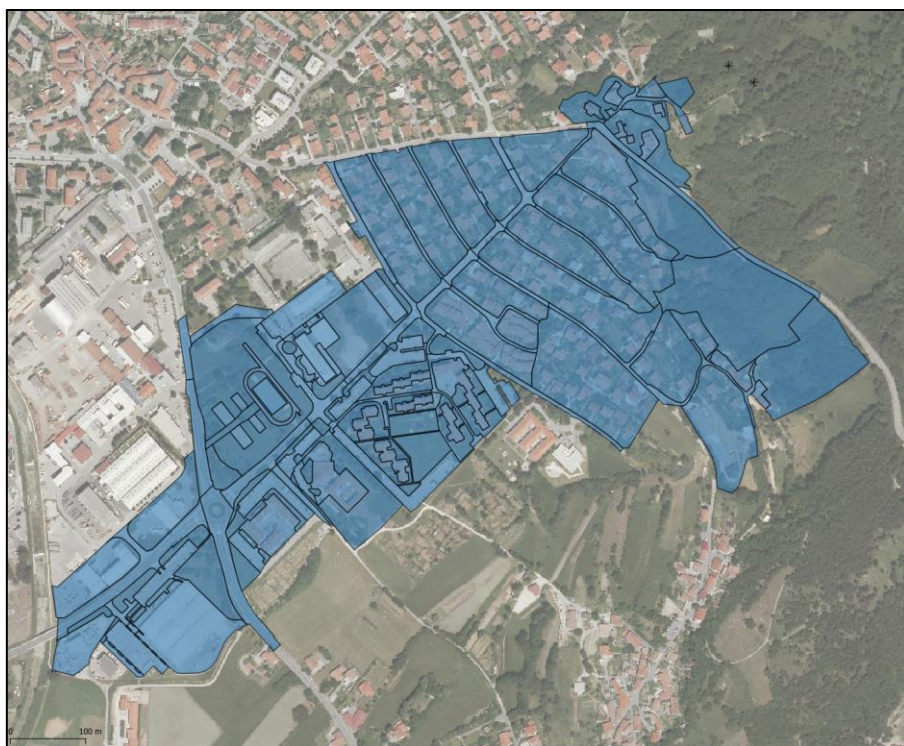
Kot omenjeno se bomo znotraj študije bolj podrobno posvetili analizi odtoka, vendar z vidika zagotavljanja nevtralnega odtoka dolvodno (PD 100 – let) ter z vidika preverbe prevodnosti sistema (PD 30 – let). V tem segmentu bomo z modelnimi izračuni izkazali, da z novo-načrtovanimi ureditvami (utrjenimi površinami), vsaj do povratnih dob 100 – let, ne povečujemo vršnih pretokov v vodotoku Hubelj in dolvodno. Kot mejo smo si »postavili« povratno dobo 100 – let (v splošnem kanalizacijsko omrežje odvodnje lastnih padavinskih voda ne dosega prevodnosti do povratnih dob 100 – let; za mestna središča do povratnih dob 30 – let), saj se ta segment navezuje na uredbo (dolvodno poslabševanje poplavnega stanja fluvialnih odvodnikov), kjer pa »osrednje« poplavno stanje predstavlja povratna doba 100 – let. Tudi večina protipoplavnih ureditev se načrtuje do povratne dobe 100 – let z varnostjo. Posledično povečevanje vršnih pretokov do povratnih dob 100 – let precej in neposredno vpliva na poplavno stanje dovodno.

2 OPIS OBMOČJA

Območje načrtovanih sprememb zajema prenovo/dozidavo osnovne šole Šturje, razširitev Bevkova ceste in izgradnjo kolesarske poti na delu Idrijske ceste. V sklopu razvoja območja se načrtujejo tudi omilitveni ukrepi za uravnavanje in zmanjšanje vpliva pozidave na povečan in pospešen odtok meteorne vode. Načrtovani ukrepi zajemajo umestitev površinskega zadrževalnika in razširitev obstoječega sistema meteorne kanalizacije na kritičnih mestih.

Model trenutnega in načrtovanega območja obsega širše območje, od katerega bodo v analizo in končne rezultate vključena le relevantna podobmočja, ki se stekajo v meteorno kanalizacijo. Pri postavljanju modela trenutnega stanja je največjo negotovost predstavljala ocena količine padavin, ki se dejansko stekajo v meteorno kanalizacijo in količino padavin, ki zaradi različnih razlogov (ponikanje, nezmožnost vtoka v sistem meteorne kanalizacije zaradi višinskih barier,...) v sistem ne vteka.

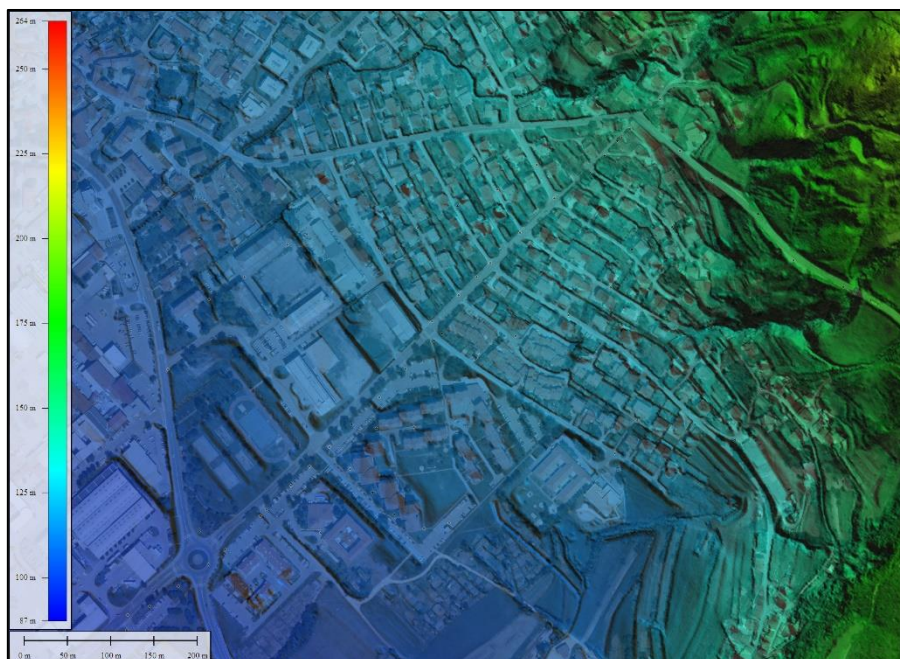
Model trenutnega stanja območja prikazuje Slika 1.



Slika 1: Prikaz modela trenutnega območja

Model trenutnega stanja je bil narejen po načrtih GJI za območje, iz katerih je bil razviden obseg in območje meteorne kanalizacije, ki poteka vzdolž Bevkove ceste.

Model je sestavljen iz posameznih podobmočij, ki zajemajo površine s primerljivimi lastnostmi, kot so ceste, hiše in zelene površine. Površine soseske s hišami in vrtovi je povzeto kot enovito območje zaradi relativne homogenosti. Okvirne naklone območij smo dobili iz javno dostopnega digitalnega modela višin Slovenije (Slika 2).



Slika 2: Prikaz višin modela trenutnega območja

Slika 3 prikazuje razliko med modelom obstoječega (levo) in načrtovanega (desno) stanja. Spremenjena območja so na modelu načrtovanega stanja označena z rumeno barvo, ki nazorno prikaže razširjen del Idrijske ceste (kolesarska steza - 1), razširitev Bevkove ceste (2), večjo pozidano območje OŠ Šturje (3), ter umestitev zadrževalnika (4).



Slika 3: Primerjava modelov trenutnega in načrtovanega stanja

Model načrtovanega stanja je bil narejen po načrtih, ki smo jih pridobili s strani projektantov oziroma občine Ajdovščina.

Kot že omenjeno, bomo z modelom analizirali odtoke lastnih voda z območja, kjer bo v primeru načrtovanega/pozidanega stanja z upoštevanjem ukrepov model izkazoval nevtralen odtok iz območja. Kot nevtralen odtok iz območja razumemo, da vršni pretoki načrtovanega stanja ne presegajo vršnih pretokov obstoječega stanja. Posledično smo se s študijo posvetili predvsem analizi vpliva zadrževanja odtokov in preverbe prevodnosti meteornege sistema.

Pri oblikovanju modela padavinskega odтока iz območja, kjer smo primerjali razliko med obstoječim čim in načrtovanim stanjem, smo se osredotočili na nekaj ključnih točk v sistemu:

- direkten iztok iz območja OŠ Šturje (trenutno in načrtovano stanje – PD 100 - let),
- stanje v predvidenem zadrževalniku (globine in volumni – PD 100 - let),
- iztok iz zadrževalnika (PD 100 – let),
- pretok v razbremenilniku do Hublja (trenutno in načrtovano stanje – PD 100 - let),
- analiza prevodnosti sistema (PD 30 – let).

3 PODATKI IN METODE (UPORABLJENA IZHODIŠČA)

V prvem delu bomo predstavili vhodne podatke (izhodišča), ki smo jih potrebovali za postavitev modela odtoka. Vhodne podatke smo pridobili kombinirano iz javno dostopnih evidenc in s strani Občina Ajdovščina oziroma njihovega projektanta. V drugem delu poglavja je predstavljena postavitev modela v programu »Storm Water Management Model« (v nadaljevanju model SWMM).

3.1 Padavine

Za potrebe določitve modelne količine padavin različnega trajanja na območju analiziranega območja največkrat uporabimo ekstremne nalive Agencije RS za okolje, ki so bile iz vrednotene v okviru projekta CROSSRISK (ARSO, 2021). Končni rezultat so iz vrednoteni nalivi za posamezne povratne dobe, ki so podani v obliki mreže velikosti 1×1 km. Ker se je v nadaljnjih fazah izkazalo, da količina padavin na porečju Vipave (predvsem na območju mesta Nova Gorica) odstopa od količine padavin podane v sklopu projekta CROSSRISK, smo za potrebe študije uporabili padavine iz vrednotene v sklopu projekta »Celovita hidrološko-hidravlična študija na porečju Vipave«. Omenjeni projekt vsebuje tudi analizo padavinskih postaj z vrednotenjem sintetičnih padavin različnega trajanja in povratnih dob. Izvajalci ugotavljajo, da je razhajanje v količini padavin pretežno posledica (ne)zajema podatkov iz nekaterih padavinskih postaj (npr. iz postaje Nova Gorica). Tako je največja razlika na območjih, kjer posamezne postaje niso bile zajete (npr. na območju mesta Nova Gorica, kjer padavinska postaja Nova Gorica ni bila del upoštevane mreže postaj v sklopu projekta CROSSRISK).

Pri vrednotenju stanja smo uporabili padavine s povratno dobo 100 let s trajanjem 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 in 300 minut. V modelu smo upoštevali enakomerno razporeditev padavin. Analizirali smo dve stanji, in sicer stanje v primeru povratne dobe 30 – let, ki je služilo za preračun prevodnosti sistema, in stanje v primeru povratne dobe 100 – let, ki je služilo kot stanje za analizo odtoka. Zaradi pojava vse hujših nalivov, smo iz vrednotene padavine povišali po protokolu za podnebne spremembe, kjer predpostavljamo dvig padavin do konca stoletja za 2°C, in sicer:

- za kratke nalive, do 1 ure, se uporabi spremembo 10,5 %/°C
- za nalive do vključno dolžine 1 dneva, se uporabi spremembo 7 %/°C.

Padavine povišane po protokolu za podnebne spremembe so bile »osnovne/uporabljene« padavine, s katerimi so izvajali nadaljnje preračune. Predlagani ukrepi so tako na konzervativni strani. Modelno količino padavin različnega trajanja za povratni dob 30 in 100 – let, s prikazom procentualnega dviga zaradi upoštevanja podnebnih sprememb, prikazuje Preglednica 1.

Preglednica 1: Modelne vrednosti padavin s prikazom dviga padavin na račun podnebnih sprememb

min	h	Q30	Q100	+	Q30*	Q100*
5	0.08	21	26	21	25	31
10	0.17	34	42		41	51
15	0.25	39	48		48	58
20	0.33	46	55		55	67
30	0.50	56	68		68	82
45	0.75	64	77		77	93
60	1.00	74	91	14	84	104
90	1.50	88	108		101	123
120	2.00	97	119		111	136
180	3.00	111	135		127	154
240	4.00	115	137		131	156
300	5.00	116	137		133	156

*modelne vrednosti padavin, ki smo jih uporabili pri nadaljnjih izračunih

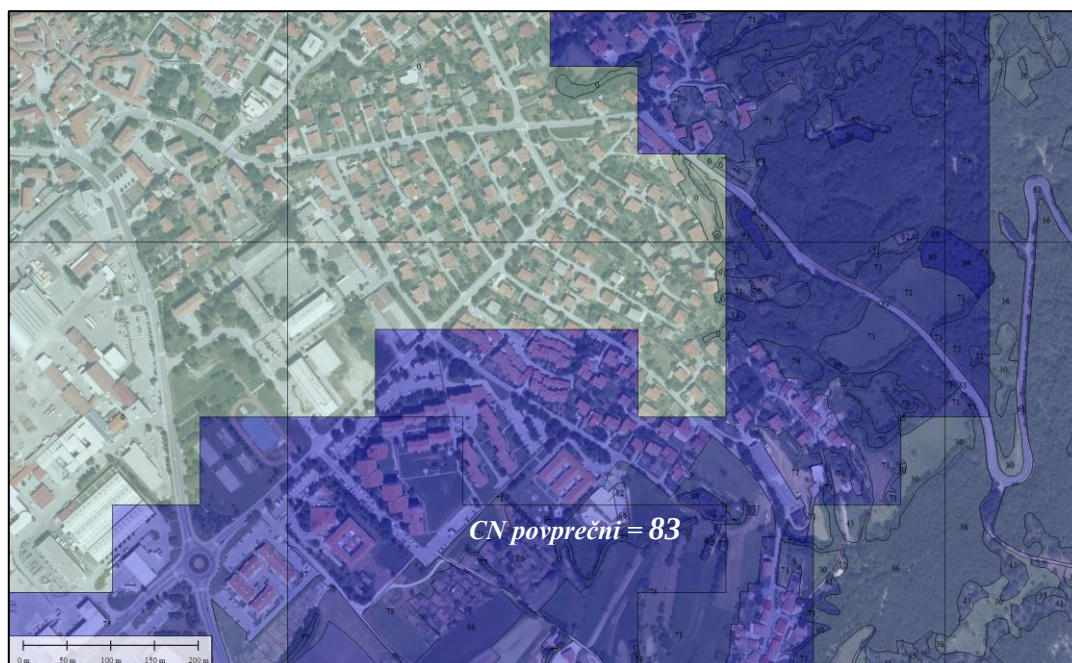
Kot že omenjeno bomo za obravnavo pretočnosti meteornega kanalizacijskega sistema uporabili padavine s povratno dobo 30 let, za dimenzioniranje zadrževalnika in zagotavljanja nevtralnega odтока pa padavine s povratno dobo 100 let.

3.2 Padavinske izgube

Za izračun padavinskih izgub smo uporabili SCS metodo z uporabo koeficienta CN, s pomočjo katere presežek padavin, ki površinsko odteče iz prepustnih površin, 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", 2010). Rezultate tega projekta smo uporabili tudi za določitev odtočnega potenciala analiziranega območja.

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 (neodvisen padavinski dogodek brez predhodne

navlaženosti območja kot posledica predhodnih padavinskih dogodkov) smo se odločili, da bomo v primeru vseh obravnavanih padavinskih dogodkov upoštevali povprečne hidrološke pogoje. Podatek o vrednosti koeficienta CN znotraj posameznega podobmočja predstavlja povprečno (prostorsko uteženo) vrednost CN. Uporabljene vrednosti koeficienta CN (povprečni hidrološki pogoji) za obstoječe stanje znotraj posameznih podobmočij prikazuje Slika 4.



Slika 4: Vrednosti koeficienta CN za posamezna podobmočja v primeru obstoječega stanja

Na posameznih lokacijah je vrednost koeficienta CN enaka 0. Gre za »šum« v generalnih podatkih, ki ga je potrebno »popraviti« oziroma določiti na podlagi drugih virov podatkov. CN se je za ta območja določil glede na okoliške podatke (predvsem podatek o odtočnem potencialu), ki so bili podani in smiselni. Sloj CN se je naknadno posodobil (zamenjava vrednosti 0 z realnimi in pričakovanimi podatki), posodobljen sloj pa se je uporabil za vrednotenje površinsko uteženih vrednosti po posameznih podobmočjih. Pri oceni smo si pomagali tudi z geološko karto Slovenije in rabo tal kot videno iz kart ortofoto.

3.3 (Načrtovano) kanalizacijsko omrežje

Analizirali smo dve stanji, kjer smo poleg obstoječega stanja analizirali še načrtovano, ki je predstavljalo načrtovano povečanje utrjenih površin glede na pridobljene zasnove. Poleg analiz nevtralnega odtoka, ki smo jo analizirali pri povratni dobi 100 – let, smo preverjali tudi stanje pretočnosti sistema, in sicer pri padavinah s povratno dobo 30 let. Pri tem je vredno omeniti, da je vpliv padavin s 30 letno povratno dobo na kanalizacijski sistem močno odvisen od trenutnega stanja tal, natančneje od sposobnosti infiltracije v danem nalivu.

3.3.1 Postavitev modela odtoka - SWMM

Model SWMM (Rossman, 2015) je orodje za planiranje, analizo in načrtovanje odtoka padavinske vode za kanalizacijo in ostale sisteme odvodnje v urbanih območjih. Podatke o odvodnih površinah smo ustrezno pripravili za njihov uvoz v predhodno definirane podatkovne sloje v QGIS, ki smo jih nato z vmesnikom GisWater uporabili za izgradnjo modela padavinske odvodnje v SWMM. Predvidena območja pozidave smo dodatno razdelili na podobmočja, da ustrezajo idejni zasnovi načrtovanih ukrepov (v našem primeru načrtovanju površinskega zadrževalnika južno od OŠ Šturje). Zaradi pomanjkanja podatkov (predvsem zasnova ureditev z načrtovanimi nakloni) smo načrtovane ureditve zajeli kot dodatna utrjena območja, z ohranitvijo ostalih karakteristik podobmočij.

Vse podatke smo obdelali z vmesnikom GisWater (Giswater Association, 2021), ki je povezan z QGIS-om (QGIS, 2023). QGIS je široko razširjen program za prikaz prostorskih podatkov (t.i. GIS - geografski informacijski sistem), zato je zelo primeren za prikaz in analizo urbane odvodnje (npr. površina in naklon podporečij, dolžine cevi -Slika 5). Prehod iz okolja QGIS v model SWMM poteka preko programa GisWater, ki generira datoteko za orodje SWMM, kjer se izvajajo simulacije (Slika 5). Predlog ukrepov oziroma zasnovo načrtovanega stanja bomo bolj podrobno opisali v nadaljevanju.





Slika 6: Primerjava obstoječega (levo) in načrtovanega (desno) stanja v programu SWMM5

Naslednji in ključen korak pri vzpostavitvi modela predstavlja definiranje parametrov podobmočij, to so posamezna območja, katerih površinskih odtok se izteka v posamezen točkovni element (npr. jašek, iztok, zadrževalnik) ali površinsko odteka na drugo podobmočje. Slednje lahko predstavlja jašek ali drugo podobmočje. Tovrstni pristop nam omogoča transparentno in sistematično definiranje posameznih parametrov modela. Za grafično definirana podobmočja QGIS omogoča izračun njihove površine in povprečnega naklona iz digitalnega modela višin ter izmero hidravlične poti površinskega odtoka. Slednja predstavlja navidezno hidravlično dolžino poti, ki jo mora dežna kapljica prepotovati od skrajnega roba podobmočja do vtoka v kanalizacijski sistem ali naravno formirani vodni tok. Posledično je tovrstna pot najkrajša za najbolj utrjene površine (npr. ceste in parkirišča) ter najdaljša za manj utrjene površine (npr. zelene površine).

Z Manningovim koeficientom hrapavosti opišemo hrapavost površja po katerem teče površinski odtok in s tem določimo njegovo trenje oz. hitrost. Podobno tudi globine depresij opisujejo značilnosti površja, saj definirajo kakšne so začetne izgube, preden se pojavi površinski odtok. Slednje zajemajo tako dejanske depresije v površju (npr. luže), kakor tudi druge izgube (npr. prestrežene padavine). Neprepustnemu delu površin lahko določimo tudi del območja, ki tovrstnih depresij nima. Predpostavimo lahko, da je tovrstnih depresij manj na bolj utrjenih podobmočjih (npr. parkirišča in ceste) ter več na bolj prepustnih podobmočjih (npr. zelene površine).

Deleža prepustnih površin nam ni potrebno posebej definirati, saj se računa avtomatično v obratnem razmerju z deležem neprepustnih površin. Tako kot za neprepustne površine, moramo tudi prepustne površine definirati Manningov koeficient hrapavosti in globine depresij. Oba parametra sta za prepustne površine večja. Na ta način opišemo njihov počasnejši in zamaknjen odziv površinskega odtoka, v primerjavi z neprepustnimi površinami.

Za prepustne površine je značilen tudi proces infiltracije padavinskih voda. Med različnimi razpoložljivimi infiltracijskimi metodami, ki so na voljo v programu SWMM, smo v okviru predmetne študije izbrali metodo SCS CN (USDA, 1986). Slednja temelji na določitvi odtočne krivulje, ki poda razmerje med padavinami in površinskim odtokom. V modelu so uporabljene vrednosti posameznih parametrov glede na vrsto rabe tal.

Uporabljene parametre podobmočij v odvisnosti od vrste rabe tal prikazuje Preglednica 2.

Preglednica 2: Uporabljeni parametri podobmočij v odvisnosti od vrste rabe tal

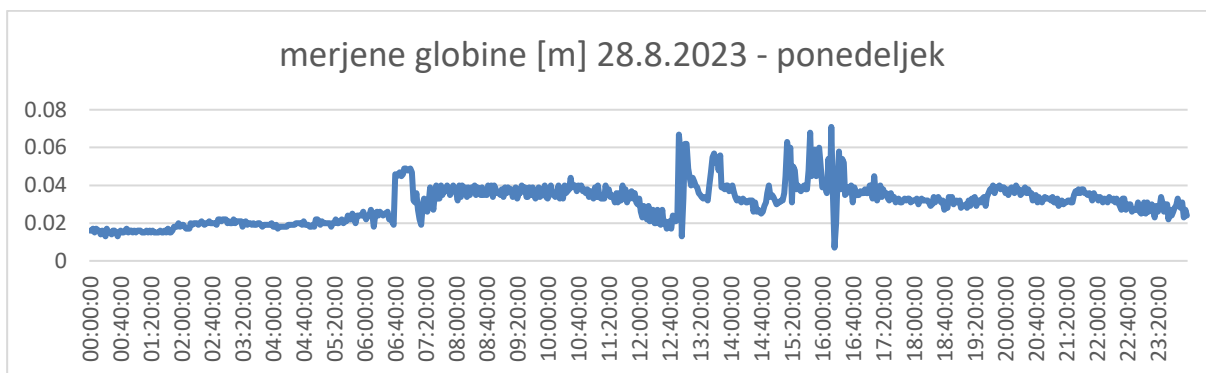
	Vrsta rabe				
	Ceste, parkirišča	Centralne dejavnosti	Stanovanjski bloki	Hiše z vrtovi	Zelene površine
Ocena hidravlične poti površinskega odtoka (od roba območja do vtoka v sistem) [m]	10	15	20	30	50
NEPREPUSTNE POVRŠINE					
Delež območja [%]	100%	80% - 95%	65% - 75%	30% - 60%	0 - 20%
Manningov koef. hrapavosti:	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Globina depresij [mm]:	5	5	5	5	5
Delež območja brez depresij [%]:	30	15	15	15	0
PREPUSTNE POVRŠINE					
Manningov koef. hrapavosti:	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Globina depresij [mm]:	25	25	25	25	25

4 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

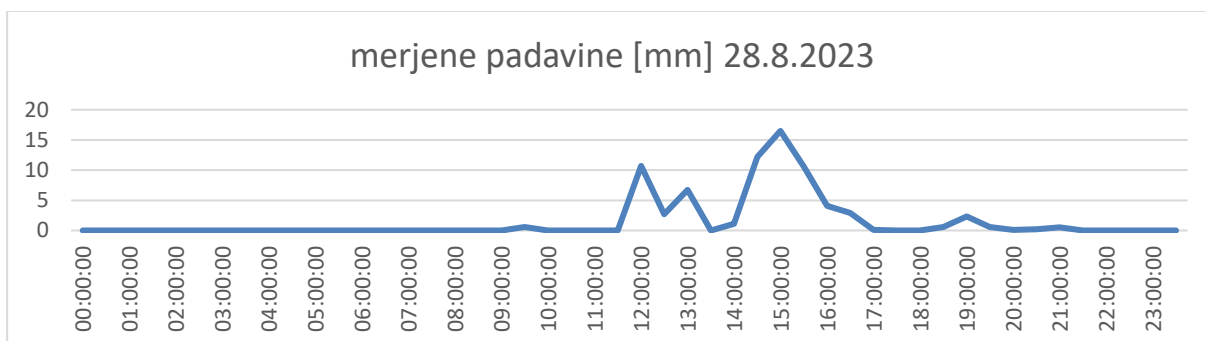
Pred postavitvijo modela smo izvedli meritve pretoka na spodnjem delu sistema meteorne kanalizacije, ki se nahaja pod Bevkovo cesto. V času merjenja nismo ujeli padavinskega dogodka, ki bi v večji meri obremenil kanalizacijski sistem, vendar so rezultati kljub temu predstavljali ključni del podatkov, ki smo jih upoštevali pri načrtovanju ukrepov za zagotavljanje nevtralnega odtoka iz območja in preračuna prevodnosti (osnova za umerjanje modela).

Merilna naprava iz merjenih podatkov globine vode in hitrosti toka v cevi ob podanem premeru cevi preračuna pretoke. Vsi ti podatki so med seboj odvisni, zato bomo za najlažjo predstavbo pri utemeljevanju ugotovitev, uporabljali globine vode v cevi.

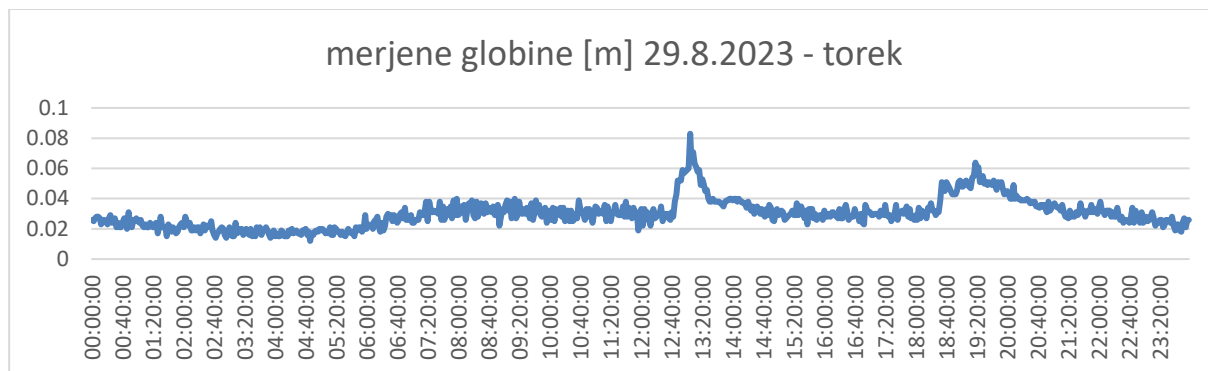
Za primerjavo merjenih globin v cevi bomo predstavili tudi merjene padavinske dogodke v istem časovnem obdobju (ARSO). Meritve prikazujejo Slika 7 do Slika 12.



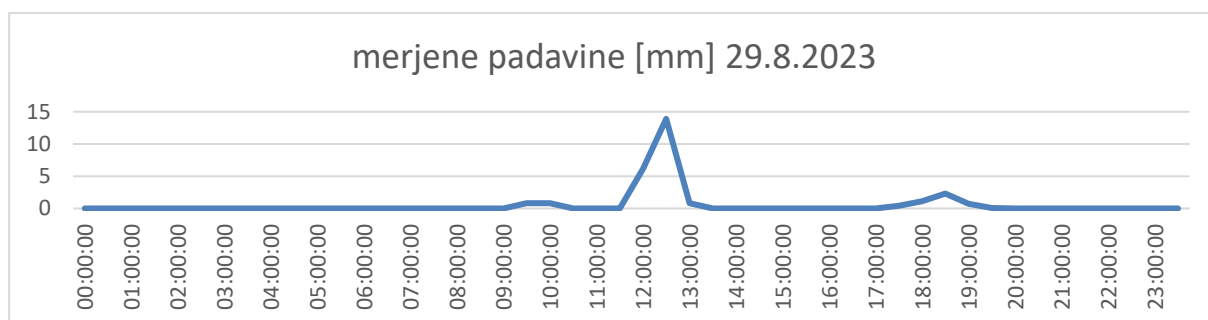
Slika 7: graf merjenih globin



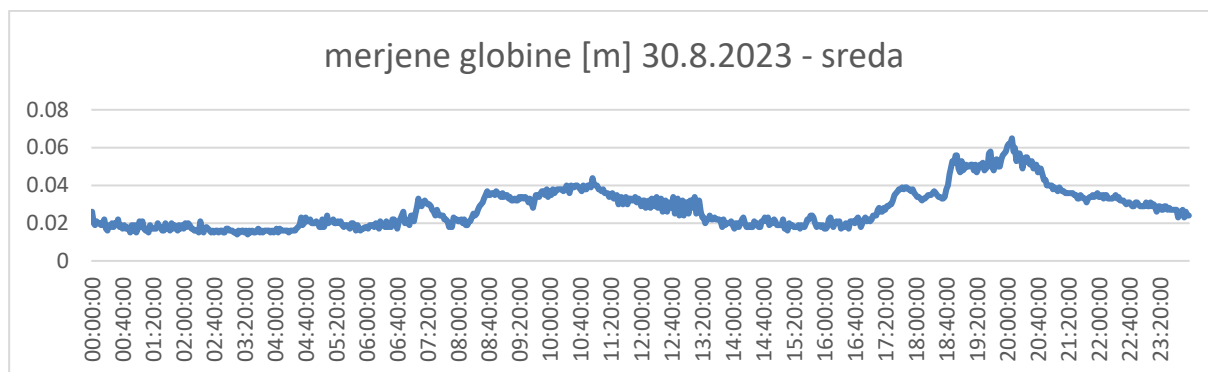
Slika 8: graf merjenih padavin



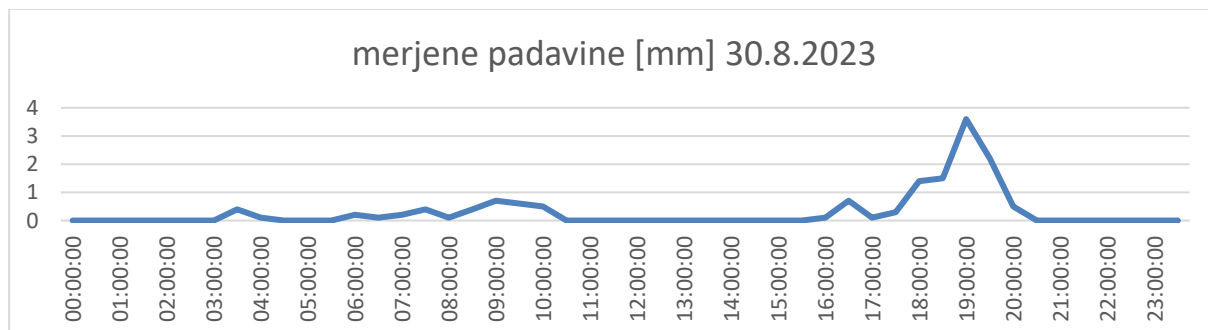
Slika 9: graf merjenih globin



Slika 10: graf merjenih padavin



Slika 11: graf merjenih globin



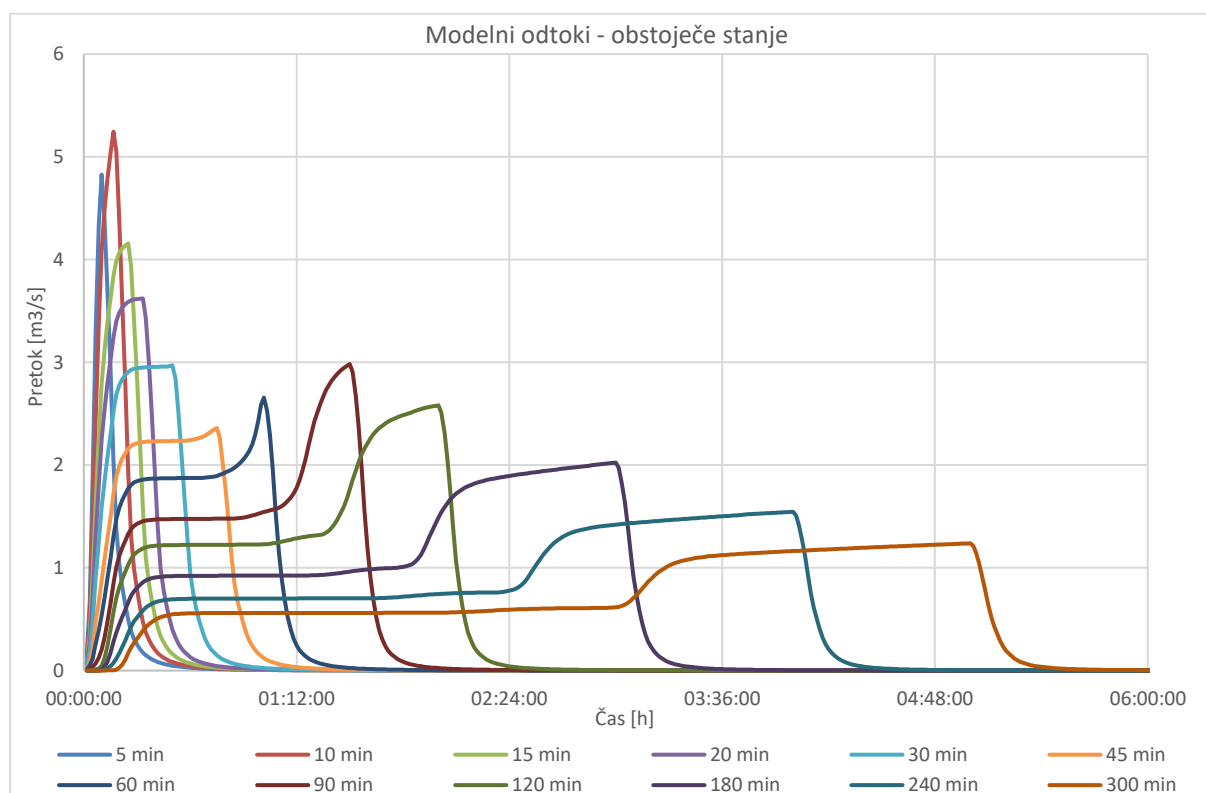
Slika 12: graf merjenih padavin

Vidno je časovno sovpadanje viškov padavin in konic globin v ceveh, kar je ustrezno. Iz grafov je razviden vpliv padavin na povečane globine v cevi, vendar je opazen tudi dokaj konstanten »suhi« pretok, ki se giblje okoli globine 2 cm. Slednje je posledica vpliva fekalne kanalizacije, saj gre za mešani sistem.

4.1 Rezultati za obravnavano območje

Kot že omenjeno smo analizo razdelili na dva dela, kjer smo v prvem delu analizirali ukrepe s katerimi iz vrednotimo vpliv dodatno utrjenih površin na odtoke. Slednje analize smo izvajali za primer povratne dobe 100 – let. Dodatno utrjene površine so predstavljale razširitev Idrijske in Bevkove ceste ter prizidek OŠ Šturje. Rezultate smo preverjali na lokaciji vtoka v nov razbremenilnik v vodotok Hubelj, kjer zajamemo odtok iz celotnega območja analize. Po tej točki sta modela zopet identična in z vidika ocene sprememb na količino odtoka nista več relevantna. V drugem delu smo preverjali prevodnost sistema v primeru povratne dobe 30 – let.

Osnovno stanje je predstavljala analiza odtoka obstoječega stanja. Model smo oblikovali s prej opisanimi izhodišči, rezultate (modelni odtoki) pa smo primerjali na isti točki, to je na lokaciji vtoka v razbremenilnik, kjer pride do sinergije vseh gorvodnih ureditev. Modelne odtoke obstoječega stanja iz modeliranega območja prikazuje Slika 13.



Slika 13: Modelni odtoki iz sistema ob različnih nalivih za obstoječe stanje

Pri obstoječem stanju opazimo najvišje konice odtoka v primeru nalivov s trajanjem 10 min. Konice odtoka v tem primeru presegajo $5 \text{ m}^3/\text{s}$. V modelu je v modelni odtok vključen tudi tok po cesti, saj v primeru stoletnih padavin kanalizacijski sistem te količine vode ne prevaja več. Prikazan je torej seštevek vseh odtokov, v in izven cevi. V modelu smo to stanje upoštevali na

način nadomestnih cevi, z dovolj velikim premerom, da se kljub izdatnim padavinam ne zapolni.

Prikazani modelni odtoki predstavljajo osnovo oziroma primerjalno izhodišče, ki pa ga v primeru načrtovanega stanja ne smemo preseči. S preseganjem odtoka v primeru načrtovanega stanja (glede na obstoječe stanje), ne izpolnim pogoja nevtralnega odtoka. V tem primeru bi z ukrepi povzročili povišan odtok, kar povečuje pretoke v vodotoku Hubelj. V nadaljevanju bomo tako na kratko opisali predlog ukrepov, ga dimenzionirali in analizirali njegov vpliv.

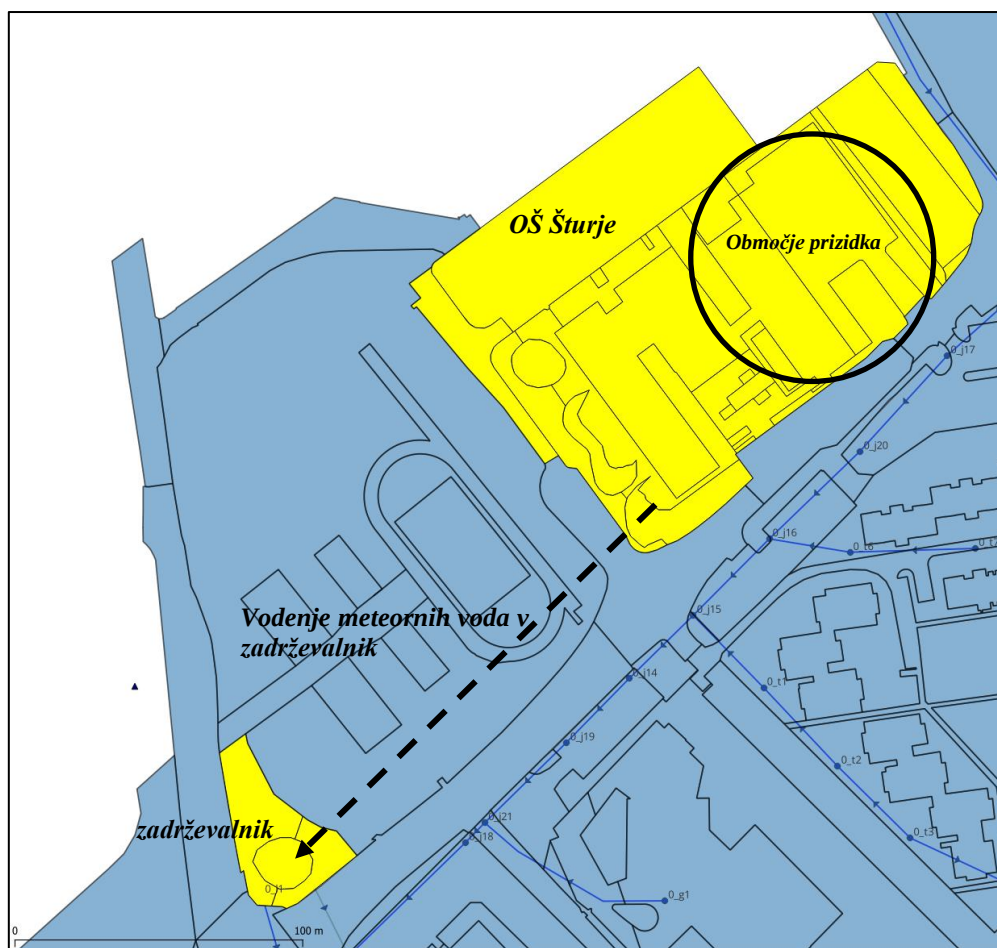
5 PREDLOG OMILITVENIH UKREPOV (ANALIZA NEVTRALNEGA ODTOKA)

Zaradi dodatnih utrjenih površin, ki se vzpostavijo z razširitvijo Idrijske in Bevkove ceste ter z načrtovanjem širitve OŠ Šturje, je pričakovan višji odtok po meteornem sistemu v odvodnik Hubelj. Posledično želimo z ukrepi znižati natoke po meteornem sistemu, saj na nivo obstoječega stanja (Slika 13).

V ta namen predlagamo izvedbo odprtega zadrževalnika meteornih voda, ki se vzpostavi na občinskih parcelah južno od OŠ Šturje. Na zadrževalnik se priklopi celotno padavinsko odvodnjo iz obstoječega objekta OŠ Šturje ter vso padavinsko vodo iz načrtovanega objekta (prizidka) OŠ Šturje. Rešitev se nam zdi smiselna, saj za zadrževanje potrebujemo odtok zgolj meteorne vode, kar pa je »na razpolago« v primeru prenove OŠ Šturje, ki zajema dokaj veliko površino, ki bi se jo dalo ločeno odvajati v zadrževalnik. V tem primeru imamo na voljo obstoječe utrjene površine, ki jih lahko kompenziramo z načrtovanimi novimi utrjenimi površinami Bevkove in Idrijske ter hkrati zadržimo še odtoke novih utrjenih površin OŠ Šturje (prizidek). S popolno izključitvijo teh površin iz obstoječega mešanega kanalizacijskega sistema, bi lahko znatno zmanjšali konice odtoka iz območja in sicer do te mere, da bi lahko s tem zmanjšanjem »pokrili« tudi povečanje odtoka zaradi razširitve Bevkove in Idrijske ceste.

Glede na podan predlog vzpostavitve zadrževalnika, smo v modelu zajeli omenjene spremembe in analizirali vpliv zadrževalnika. Vpliv smo najprej analizirali lokalno, torej na lokaciji iztoka iz zadrževalnika, v nadaljevanju pa bomo vpliv analizirali še globalno, na lokaciji razbremenilnika v Hubelj. Lokacijo ureditev na območju OŠ Šturje prikazuje Slika 14.

Preglednica 3 prikazuje značilnosti in vrednosti uporabljenih parametrov treh poglavitnih tipov podobmočij, na katera je razdeljeno obravnavano območje. Za te poglavitne tipe podobmočij, ki jih predstavljajo ceste, objekti in zelene površine, so privzete enake vrednosti.

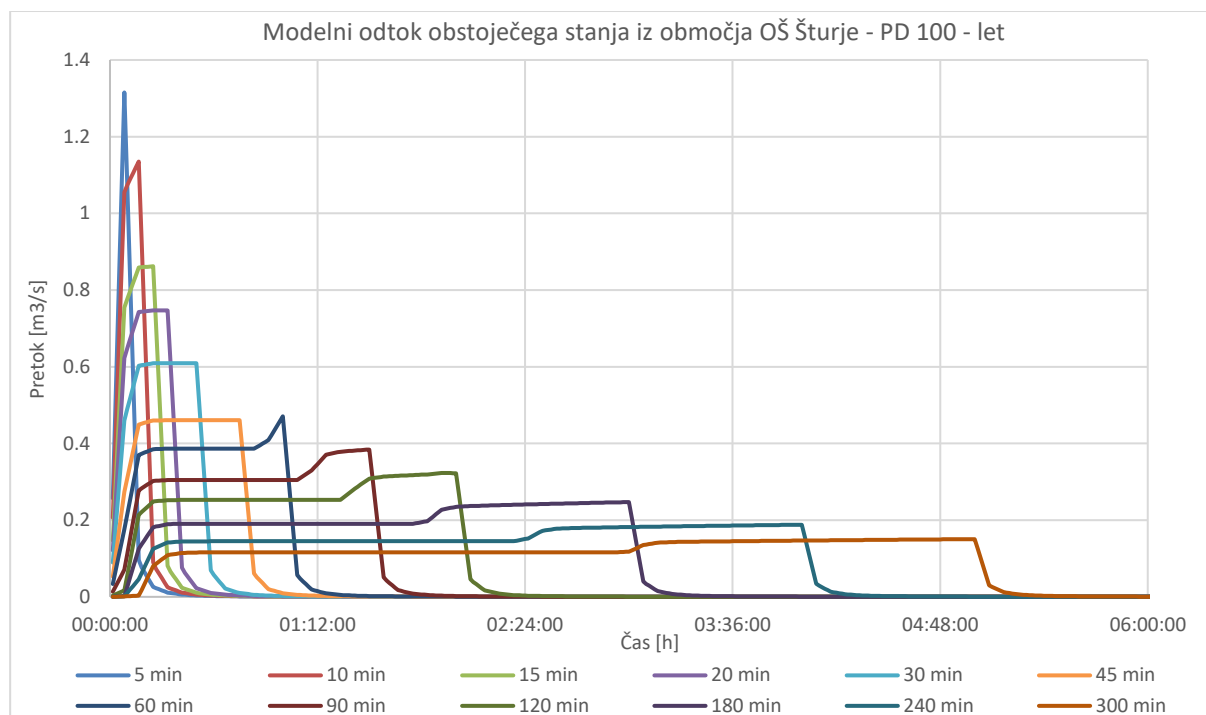


Slika 14: Prikaz zasnove načrtovanega stanja, kjer se vse površine OŠ Šturje stekajo v zadrževalnik

Preglednica 3: Uporabljene značilnosti podobmočij

Podobmočje	Delež neprepustnih površin	SCS krivulja
Ceste	90	50
Objekti	90	50
Zelene površine	0	50

V prvem delu smo izvedli izračune obstoječega odtoka iz območja OŠ Šturje, ki se po obstoječem stanju priklaplja neposredno na meteorni sistem Bevkove ceste. Skladno z SCS enačbo, ki vključuje površino in CN faktor obstoječih neprepustnih površin, se oblikuje površinski odtok iz območij. Hidrogram odtoka iz podobmočij prikazuje dinamiko odtoka iz prepustnih površin, ki se glede na ocenjeno hidravlično pot površinskega odtoka in ostale značilnosti podobmočja pojavi v nekaj minutah. Na območjih se površinski odtok zaradi nizkega CN faktorja in privzete začetne suhosti tal pojavi z zakasnitvijo, nato pa se priključi površinski odtok iz prepustnih površin ter tvori konico hidrograma. Po koncu padavin se površinski odtok hitro zmanjša ter se po nekaj minutah od konca padavin tudi ustavi. Analiza se je izvedla za stanje s povratno dobo 100 – let ter nalivi s trajanjem od 5 do 300 min. Prikazani (Slika 15) so maksimalni odtoki obstoječega stanja iz območja OŠ Šturje, do katerih je prišlo pri posameznem trajanju naliva.



Slika 15: odtoki iz trenutnega stanja za območje OŠ Šturje pri nalivih od 5 do 300 min

Modelni odtoki predstavljajo osnovo in jih bomo po načrtovanem stanju vodili v zadrževalnik. Dodatno bomo v načrtovan zadrževalnik vodili tudi meteorne vode novih utrjenih površin, ki se bodo vzpostavile z izvedbo prizidka. S tem ukrepom se tako »kompenzira« nove utrjene površine na Bevkovi in Idrijski. Skupno primerjavo bomo podali v nadaljevanju.

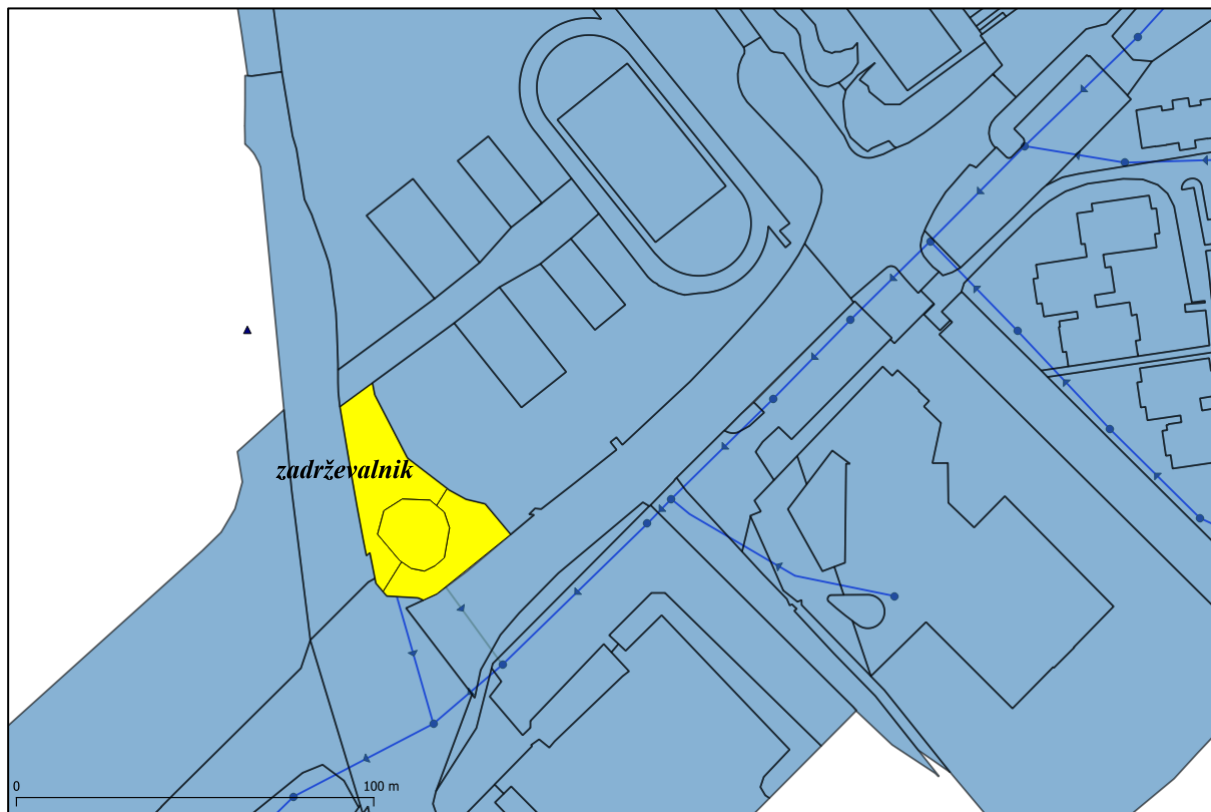
5.1 Zasnova zadrževalnika z analizo vpliva

Zadrževalnik je načrtovan tako, da obsega celotno območje parcel v lasti občine Ajdovščina (označeno z rumeno barvo - Slika 14 in Slika 16), ki je lahko namenjeno izgradnji le-tega. Površina možnega zadrževanja znaša 1.390 m².

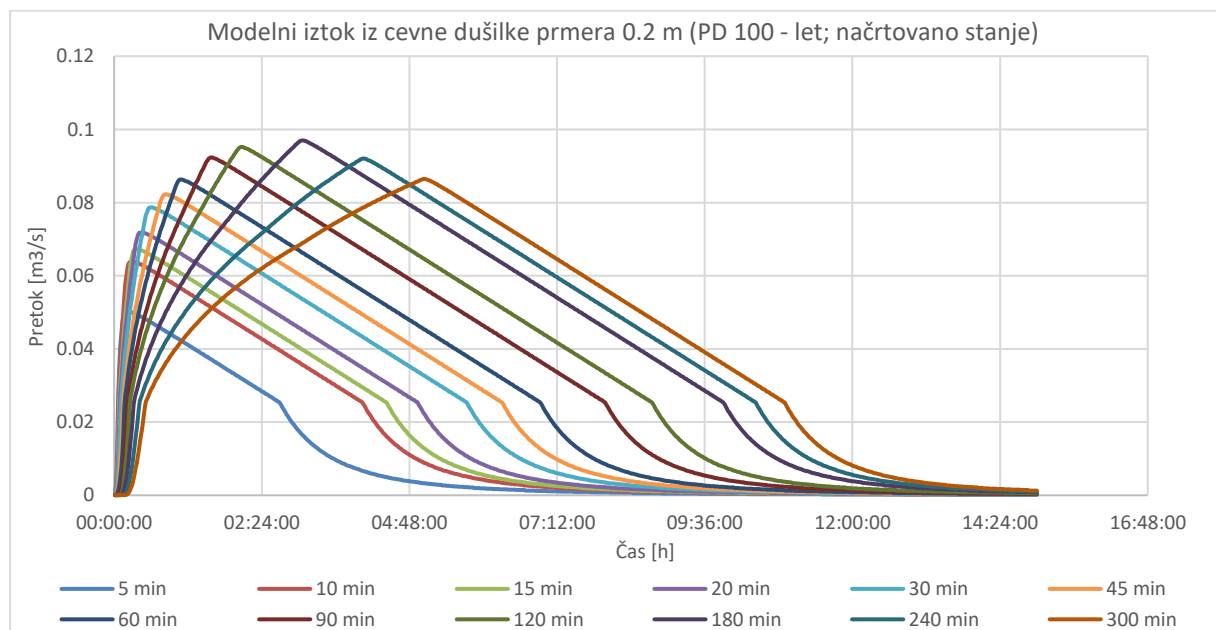
Model smo zasnovali tako, da smo poleg obstoječih utrjenih površin OŠ Šturje v zadrževalnik dodali tudi nove utrjene površine, ki se v sklopu prizidka OŠ Šturje načrtujejo. Za iztok iz zadrževalnika smo izbrali dušilko s premerom 0.2 m, saj zagotavlja najmanjši odtok in posledično največje zadrževanje. V skladu z načrtovanim območjem in obstoječim potekom terena (predpostavljamo, da se bodo ureditve, predvsem odtoki meteornih voda, načrtovali v smeri obstoječega padca), smo v modelu definirali zadrževalnik. Za zagotavljanje celotnega natoka v zadrževalnik, smo v modelu povišali dimenzijo cevi.

Izkazane maksimalne iztoke iz zadrževalnika (primer načrtovanega stanja – poleg obstoječih utrjenih površin OŠ Šturje, se na zadrževalnik poveže tudi načrtovane utrjene površine OŠ

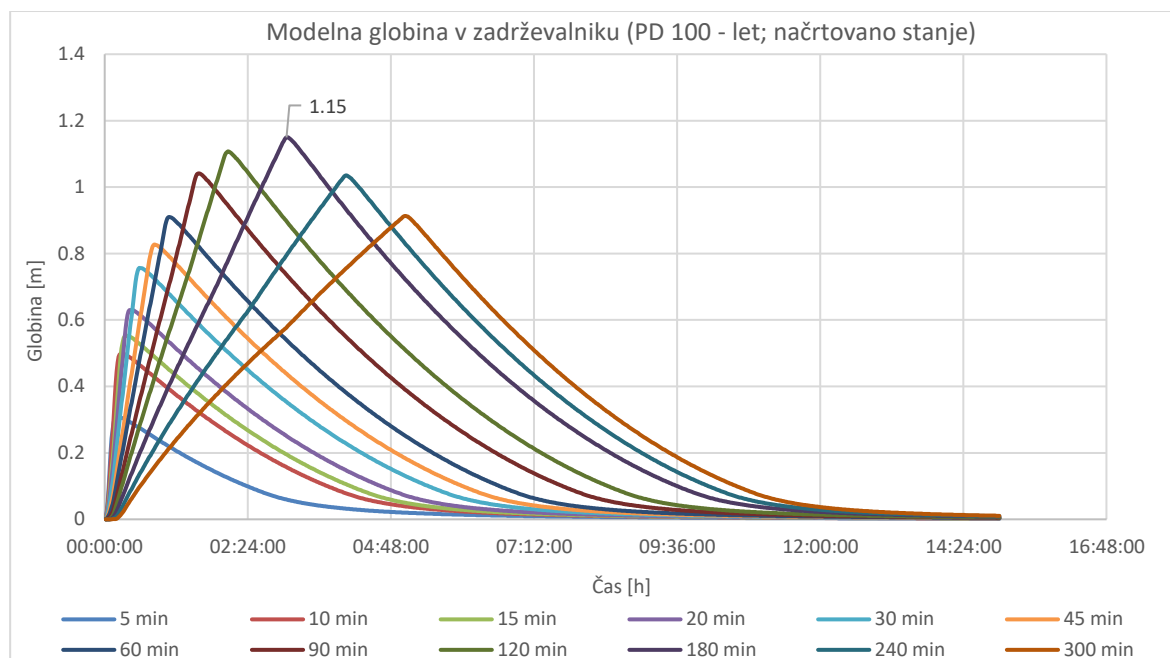
Šturje, kjer se načrtuje prizidek) prikazuje Slika 17, pripadajoče globine v zadrževalniku pa Slika 18.



Slika 16: Prikaz območja zadrževalnika v programu QGIS

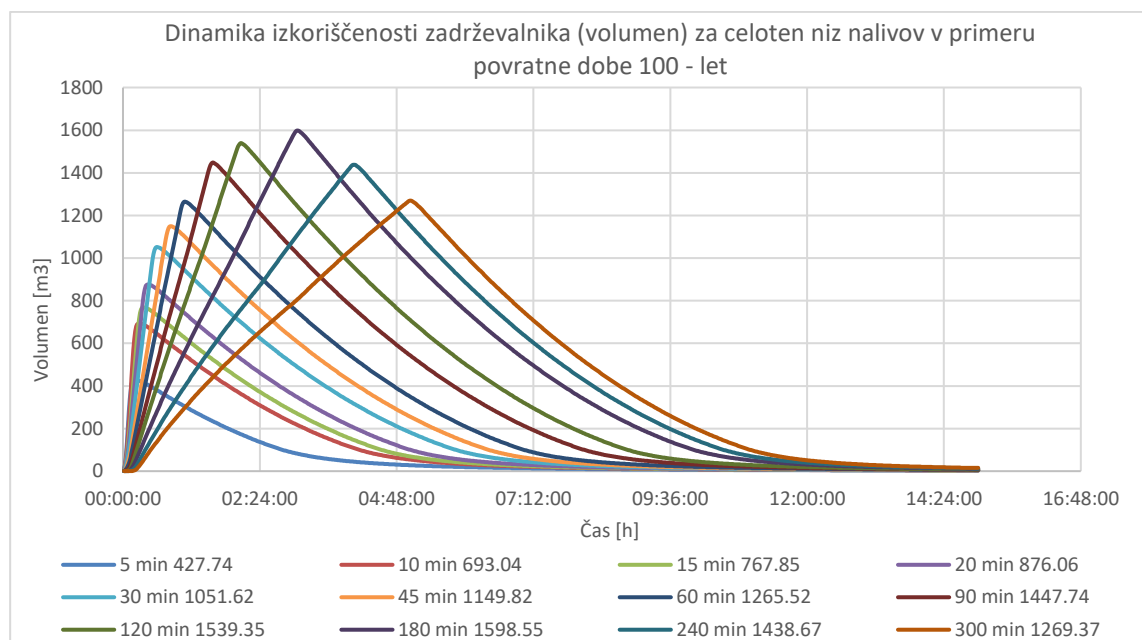


Slika 17: Graf modelnih iztokov iz dušilke zadrževalnika pri padavinah s povratno dob Q100 (načrtovano stanje)



Slika 18: Modelne globine v zadrževalniku za nalive s povratno dobo 100 let (načrtovano stanje)

Model izkazuje globine v zadrževalniku, ki segajo do višin približno 1.2 metra (naliv s trajanjem 180 min). Kot že omenjeno se upošteva načrtovano stanje in povratna doba 100 let. Slika 19 izkazuje še dinamiko naraščanja volumna v zadrževalniku za celoten niz trajanja padavin.



Slika 19: Volumni v zadrževalniku za nalive s povratno dobo 100 let

Kot že izkazano pri pretokih in globinah, najvišje vrednosti dosežemo pri nalivu s trajanjem 180 minut, ki predstavlja kritičen naliv za načrtovan zadrževalnik. Dinamika polnjenja zadrževalnika pokaže vpliv višine vodnega stolpca v zadrževalniku na hitrost in količino odtoka. Poleg modelnega natoka, ima na potreben volumen največji vpliv površina

zadrževalnika, saj je od nje odvisna potrebna višina, ki s pritiskom na cevno dušilko določa količino odtoka po dušilki. Zbirne karakteristike zadrževalnika s predlogom njegovih dimenzij prikazuje Preglednica 4.

Preglednica 4: Karakteristike zadrževalnika s predlogom dimenzij

	Površina [m ²]	Max. globina [m]	Max volumen [m ³]	Predlog globine [m]	Premjer dušilke [m]
Zadrževalnik	1390	1.15	1.600	1.3	0.2

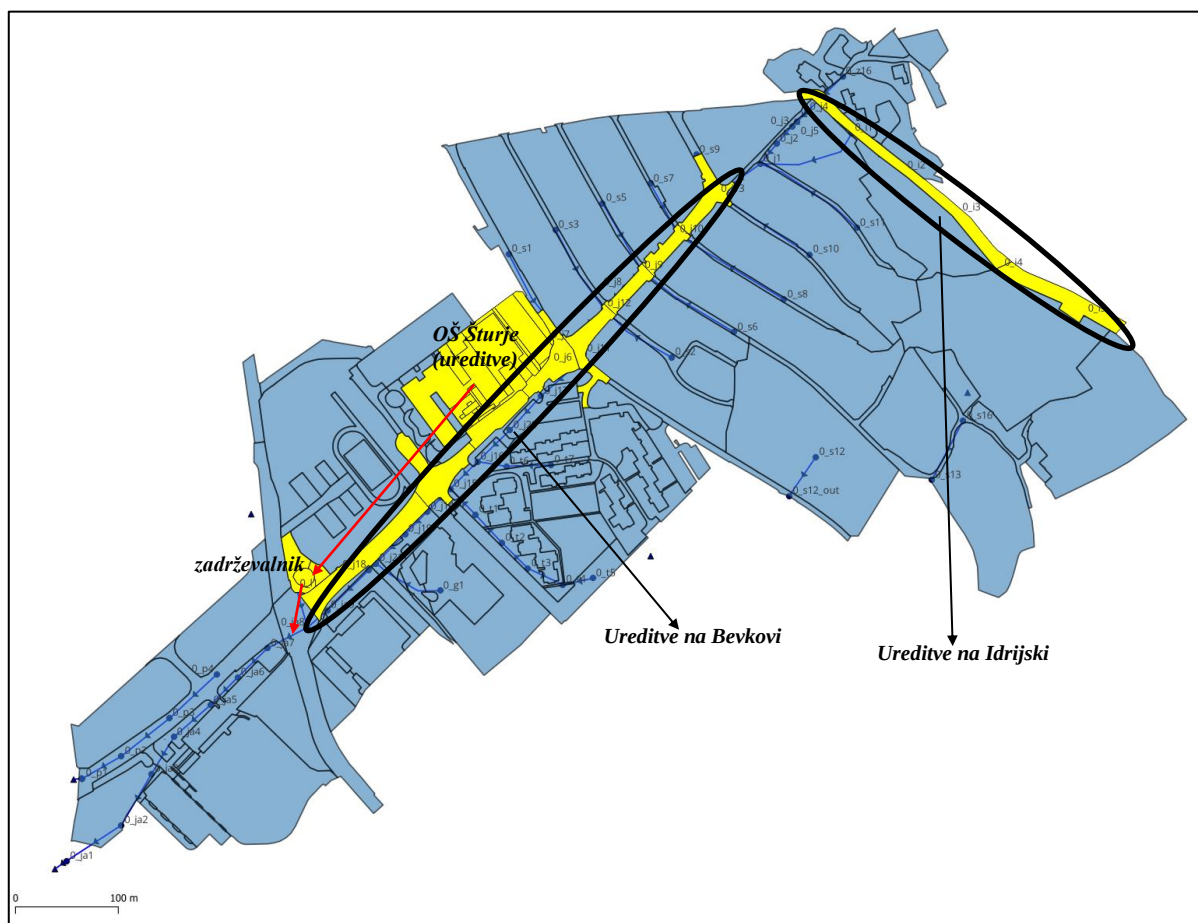
S predlaganim zadrževalnikom uspemo natoke iz območja OŠ Šturje močno eliminirati, oziroma znižati. Iz obstoječih vršnih 1.3 m³/s, na načrtovane vršne pod 0.1 m³/s. Pri načrtovanem stanju je potrebno izpostaviti, da na načrtovan zadrževalnik priklapljamo tudi nova utrjena območja. Slednja redukcija je potrebna, saj bomo z zadrževalnikom kompenzirali nova utrjena območja, ki se načrtujejo s širitvijo Bevkove in Idrijske. Skupno primerjavo bomo podali v nadaljevanju.

Izpostavimo še dejstvo, da pri vtoku v zadrževalnik nismo upoštevali površin bližnjega travnika in športu namenjenih površin na njem. Te so višinsko urejene po trasiranih nivojih, kjer bi kljub temu, da padec ni očiten, lahko prišlo do neželenega vtekanja vode v nižje ležeči načrtovani zadrževalnik. Verjetnost (pred)polnjenja zadrževalnika s strani omenjenega travnika je majhna, saj so odtoki iz območja utrjenih površin šole hitrejši in bodo te vode predstavljale večino voda v zadrževalniku. Vode iz omenjene zelenice bodo vtekale v zadrževalnik z zamikom, torej v času ko se bodo vode iz utrjenih površin šole že zadržale. S tem bo vpliv zadrževalnika še vedno načrtovano izkazan. Za še večjo izkoriščenost zadrževalnika predlagamo, da se obod zadrževalnika nekoliko dvigne nad raščenim terenom (npr. za eno stopnico oziroma 0.15 m), kar preprečuje površinski vdor vode v objekt, ki bi lahko zmanjševala izkoriščenost zadrževalnika. Vode iz omenjenega travnika se bodo tako površinsko razlile na območje južno (proti Bevkovi), kot se že po obstoječem stanju.

Izpostavimo še dejstvo, da je zadrževalnik načrtovan na povratno dobo 100 – let, sam meteorni sistem pa na nižjo povratno dobo. S tega vidika bi bila izkoriščenost zadrževalnika manjša, saj se pri višjih povratnih dobah začne voda prelivati preko jaškov na površino. S tega vidika predlagamo, da se sam meteorni sistem OŠ Šturje s prizidkom (obstoječ in načrtovan sistem) dimenzionira na višje pretoke. To pomeni, da z načrtovano varnostjo uspe sistem prevajati tudi odtoke s povratno dobo 100 – let, ali vsaj odtoke v območju povratne dobe 100 – let. S tem se izkoriščenost načrtovanega zadrževalnika močno poveša, pritisk na meteorni sistem Bevkove pa močno zniža.

6 ANALIZA NAČRTOVANEGA STANJA

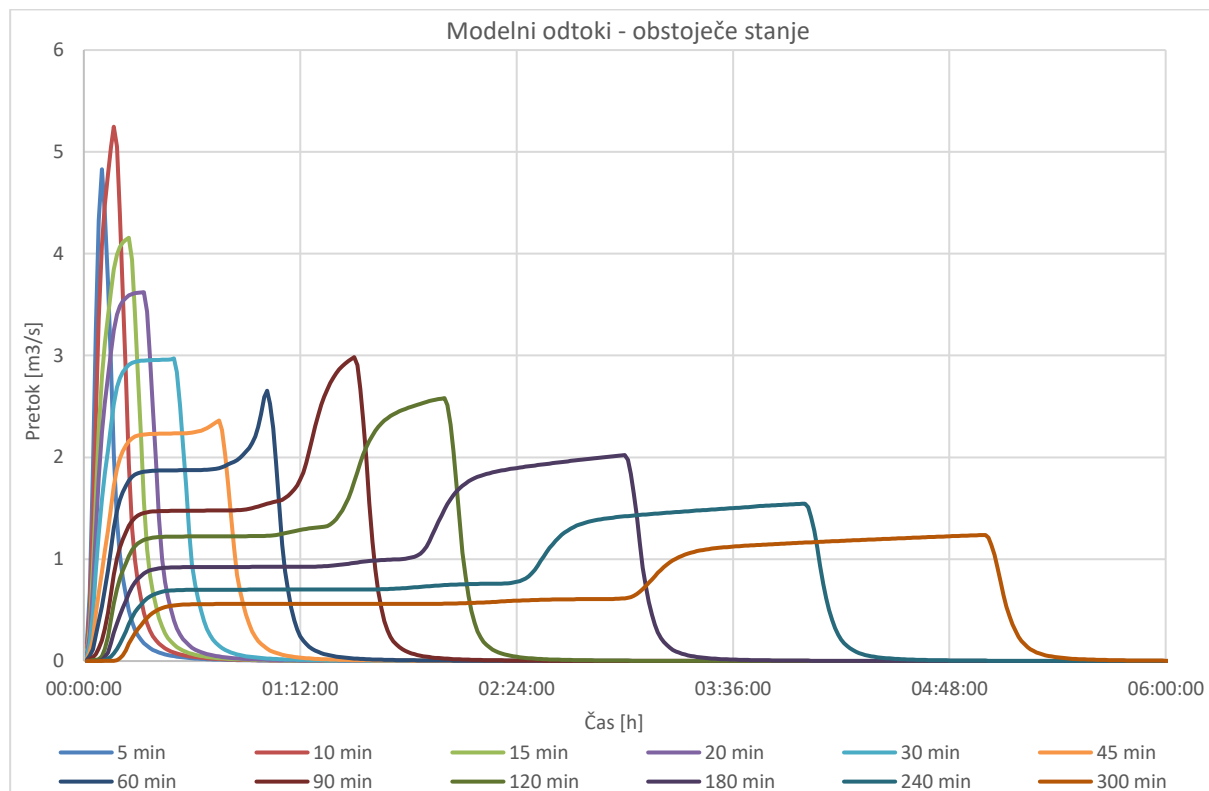
Kot že omenjeno bomo načrtovano in obstoječe stanje primerjali na isti točki, to je pod iztokom iz zadrževalnika, oziroma na lokaciji vtoka v razbremenilnik proti Hublju. Lokacija zajema vse vplive gorvodnih ureditev (nove utrjene površine in ukrep zadrževalnika). Dolvodno od lokacije vrednotenja sta model obstoječega in načrtovanega stanja zopet identična in z vidika ocene sprememb na količino odtoka nista več relevantna. Kot že opisano smo viške načrtovanega stanja »omilili/neutralizirali« s čim večjim zadrževanjem odtoka s površin OŠ Šturje, kjer zadržujemo tudi obstoječe utrjene površine (opis v prejšnjem poglavju). V modelu smo upoštevali, da se celoten natok lahko prevaja po sistemu cevi, saj lahko le-tako dobimo skupno izhodišče za primerjavo. Koncept modela s prikazom območij, kjer se načrtujejo dodatne utrjene površine ter območjem zadrževalnika prikazuje Slika 20.



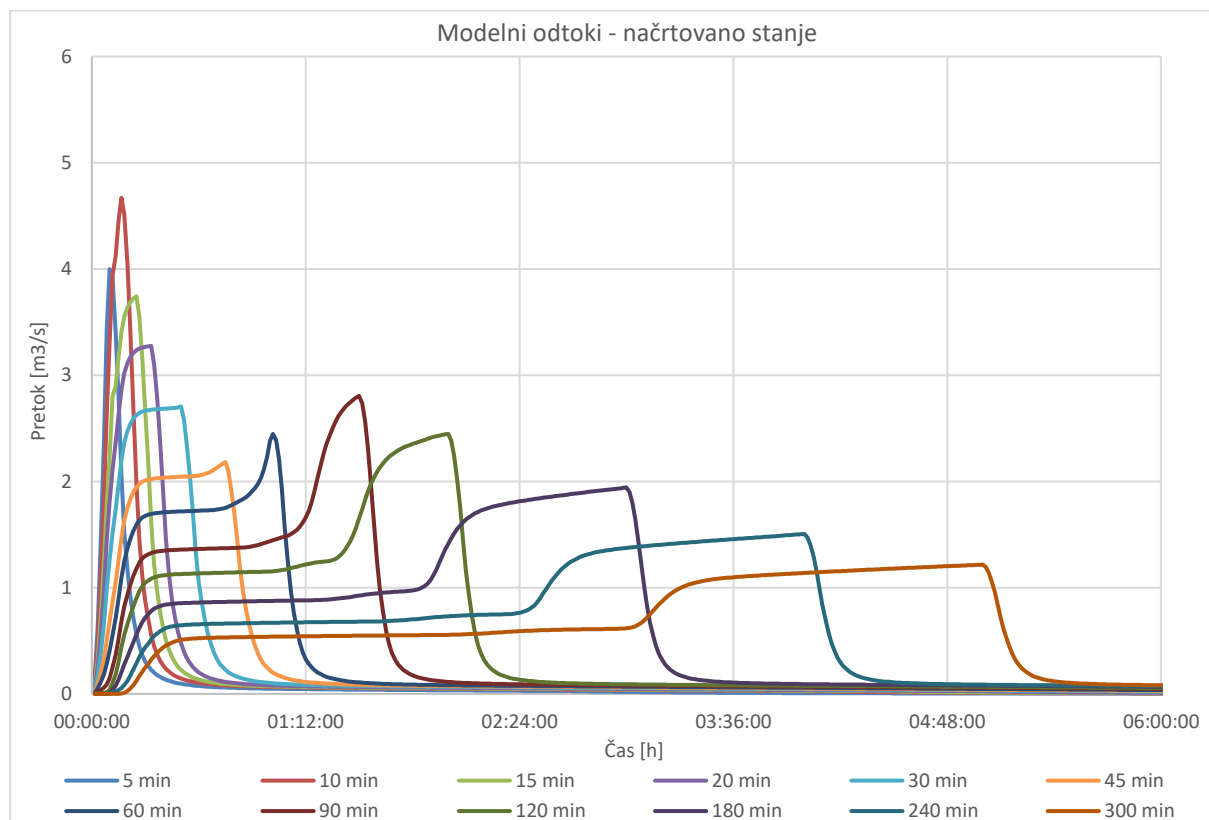
Slika 20: Prikaz modelnega koncepta z označenimi površinami, kjer se načrtujejo dodatne utrjene površine ter območjem zadrževalnika

Z opisanimi spremembami (nove utrjene površine na Bevkovi in Idrijski, nove utrjene površine na območju OŠ Šturje, ki se skupaj z obstoječimi utrjenimi površinami vodijo neposredno v zadrževalnik) smo novelirali model in ponovno pognali niz simulacij za nalive s trajanjem med 5 in 300 min. Primerjali smo na lokaciji pod zadrževalnikom, oziroma na vtoku v

razbremenilnik. Za lažjo primerjavo bomo skupaj prikazali rezultate za obstoječe (so že prikazani - Slika 13) in načrtovano stanje, ki jih prikazuje Slika 21 in Slika 22.



Slika 21: Odtoki iz sistema ob različnih nalivih za trenutno stanje



Slika 22: Odtoki iz sistema ob različnih nalivih za načrtovano stanje

Rezultati odtoka v primeru načrtovanega stanja pokažejo zmanjšanje pretokov za vsa obravnavana trajanja nalivov. Najbolj očitno se zmanjšajo najvišje konice pretokov pri krajših trajanjih nalivov (5 in 10 min), manj očitno je zmanjšanje pri daljših nalivih. Rezultati analize nam pokažejo, da smo z uvedbo zadrževalnika uspešno izpolnili cilj zagotavljanja nevtralnega odtoka.

Nevtralni odtok je zagotovljen v vseh analiziranih primerih, tudi v primer daljših nalivov (300 min), ki so za sprejemni recipient (Hubelj) bolj neugodni. Za vodotok Hubelj so najbolj neugodni še daljši nalivi (nad 5-6 ur), vendar se v primeru teh nalivov, razlika med obstoječim in načrtovanim stanjem že v primeru brez implementacije ukrepov močno zmanjša. Slednje izkazuje tudi model z vplivom zadrževalnika, kjer je vpliv zadrževalnika za daljše nalive (240, 300 minut) manj izkazan, saj je, kot že omenjeno, že sama razlikam med obstoječim in načrtovanim stanjem (brez ukrepov) precej manjša.

Glede na predstavljena dejstva in izvedene analize zaključujemo, da z načrtovanimi ukrepi zadrževanja in preusmerjanja obstoječih in načrtovanih utrjenih površin OŠ Šturje v zadrževalnik, uspemo natoke ustrezno znižati oziroma jih znižati na nivo obstoječih odtokov. S tem imamo vsaj do povratnih dob 100 – izkazan nevtralni odtok, kljub načrtovanih novim utrjenim površinam na Idrijski, Bevkovi in na območju prizidka OŠ Šturje.

7 ZBIRNI PRIKAZ REZULTATOV S PREDLOGOM ZADRŽEVANJA NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU

Izvedena analiza je pokazala, da lahko z ukrepi zadrževanja zagotovimo nevtralni odtok iz območja za celoten časovni interval nalivov (največji vplivi pri krajših nalivih). Analizirali smo kritične nalive s povratno dobo 100 – let s časi trajanja med 5 in 300 minutami. Z vzpostavitvijo zadrževalnika uspešno natekajoče vodne količine ustrezno zmanjšati, kljub povečanemu odtoku zaradi novih utrjenih površin na Bevkovi, Idrijski in OŠ Šturje. Preglednica 5 prikazuje predlagane dimenzije zadrževalnika.

Preglednica 5: Modelno izračunane karakteristike zadrževalnika s predlogom dimenzij

Način zadrževanja	Zadrževalnik površinski
Površina zadrževalnika - predpostavljena [m ²]	1390
Potrebna globina zadrževalnika [m]	1.15
Potreben volumen zadrževalnika [m ³]	1.600
Predlog globine zadrževalnika [m]	1.30
Predlagan volumen zadrževalnika [m ³]	1.810
Dušilka (premer cevi) [m]	0.2
Varnostni preliv [m]	da

Preglednica 5 prikazuje izhodišča pri načrtovanju zadrževalnika. Vsekakor je najbolj pomembno, da se znotraj zadrževalnika zagotovi predlagan volumen zadrževalnika. Predlagana globina zadrževalnika bo nekoliko odstopala, saj je bilo pri podajanju izhodišč upoštevano, da se na celotni površini zadrževalnika zagotovi enako predlagano globino, torej bi moral imeti zadrževalnik povsem vertikalne stene. Slednje je predvsem pri površinskih zadrževalnikih težko izvedljivo. Prav tako lahko načrtovana/predvidena površina zadrževalnika nekoliko odstopa od predlagane. Tudi s tega vidika je bolj pomembno zagotavljanje predlaganega volumna zadrževalnika. Dodatno je pri načrtovanju zadrževalnika potrebno upoštevati predlagano dimenzijo dušilke, ki se umesti na dno zadrževalnika. Dušilka naj predstavlja cev predlagane dimenzije. Za primer preseganja volumske kapacitete zadrževalnika, naj se predvidi še prosti varnosti preliv, ki se usmeri stran od objektov, predvidoma proti površinskemu odvodniku. V primeru večjih dimenzijskih odstopanj zadrževalnika je potrebno izračune ponovno izvesti.

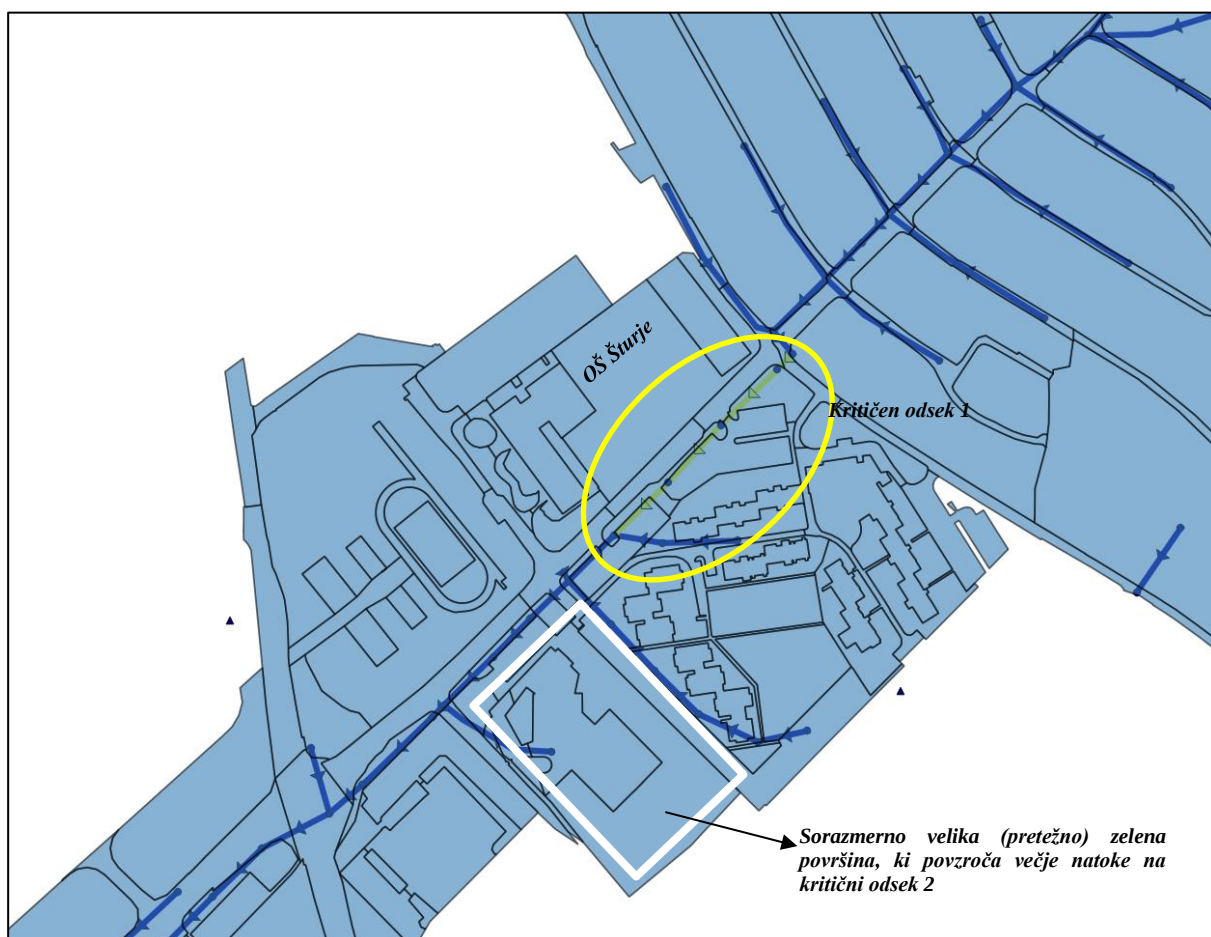
Podajmo še splošno priporočilo (ravno tako zelo pomembno), in sicer ustrezno višinsko ureditev celotne ureditve. Dimenzionirana meteorna odvodnja ima skupaj z omilitvenimi ukrepi predvideno/načrtovano prevodnost. V primeru preseganja le-te, bo prišlo do površinskega toka, ki mora biti ravno tako načrtovan. Ker se v našem primeru načrtuje širitev ceste, le-te nimajo

večje ranljivosti z vidika meteornege toka. Posledično se bo v primeru presejanja prevodne sposobnosti ustvaril tok po cesti. V primeru območja OŠ Šturje smo že predhodno podali priporočilo, da se meteorna odvodnja načrtuje na izdatnejše padavine, tako da se z rezervami sistema po njem (v večji meri) lahko prevajajo tudi vodne količine pri povratni dobi 100 – let. S tem bo izkoriščenost zadrževalnika precej večja. Kljub vsemu pa predlagamo, da se pri načrtovanju objektov (v primeru prizidka OŠ Šturje) upošteva osnovna višinska gradacija območja. Tako predlagamo, da najnižji deli območja predstavljajo ceste, ki se v primeru povišanih nalivov spremenijo v odvodne jarke. Višje (0.5 m) se načrtuje utrjene površine ob objektih (dvorišča) in še višje (0.25 m) objekte. Zelo pomemben je tudi vzdolžni in prečni padec cest, ki mora biti usmerjen stran ob načrtovane in obstoječe urbanizacije oziroma objektov. Še posebej je potrebno biti pozoren na uvoze iz cest v morebitne podkletene garaže. Glede na predlagano višinsko zasnovo (ceste – utrjene površine ob objektih – objekti) do slednje situacije (možnost vtekanja površinskih pluvialnih tokov v primeru presejanja prevodnosti meteornege sistema) ne sme priti, oziroma se mora uvoz v tem primeru urediti preko dvignjenega uvoza (npr. preko ležečega policaja). S tem se precej zniža potencialna pluvialna poplavna ogroženost najbolj ranljivim ureditvam, in sicer objektom.

Fluvialne poplave, kot že omenjeno, v tem segmentu niso bile obdelane, saj se bodo obdelale in prikazala v sklopu celovite študije porečja Vipave, ki je v zaključevanju. Načrtovane ureditve je potrebno načrtovati tudi skladno z izdelanimi poplavnimi kartami, ki se izdelujejo v sklopu celovite študije porečja Vipave, in določili uredbe.

8 ANALIZA PREVODENOSTI SISTEMA S PREDLOGOM UKREPOV

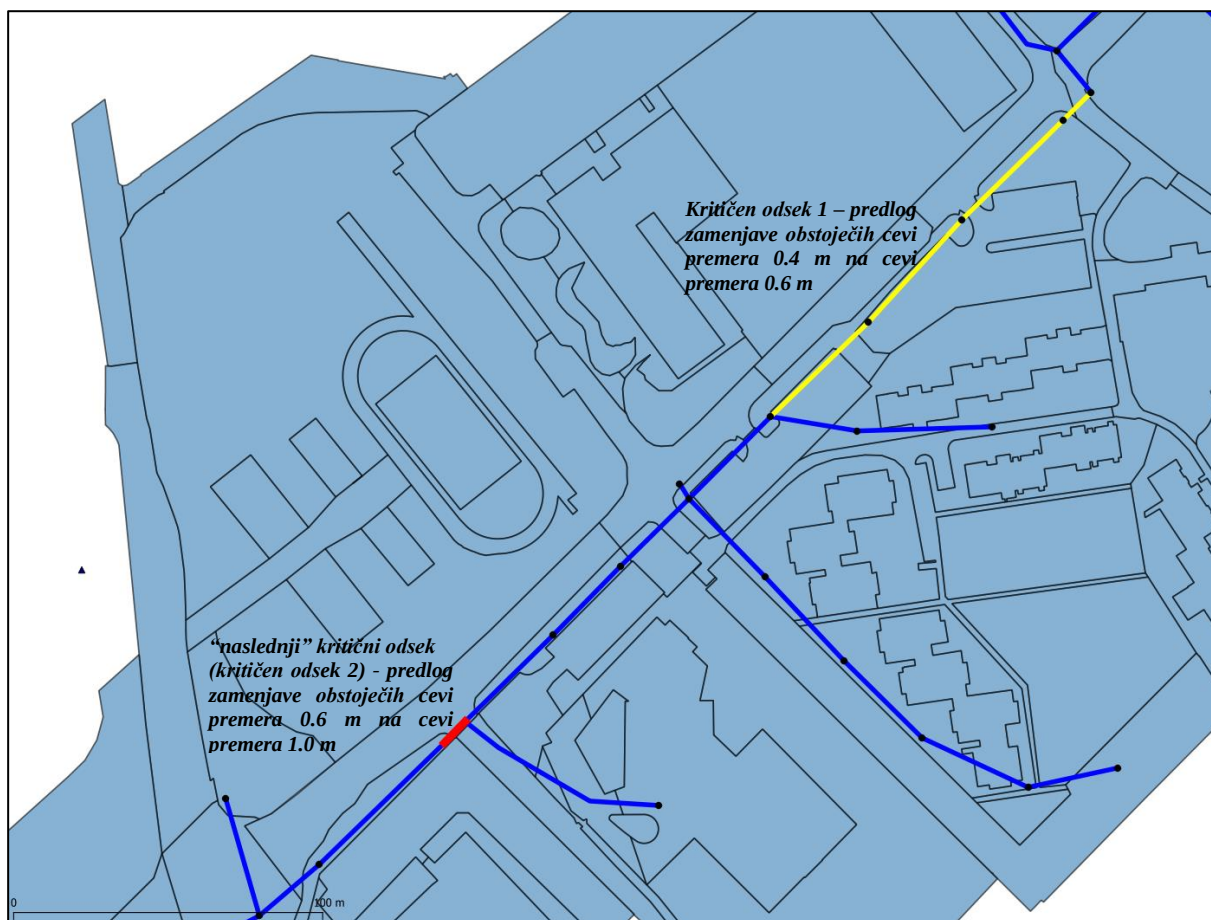
Kot omenjeno, smo preverili še prevodnost sistema meteorne kanalizacije Bevkove ceste, in sicer v primeru povratne dobe 30 – let. Že v primeru obstoječega stanja se je izkazalo, da del obstoječega meteorne sistema predstavlja ozko grlo. Gre za odsek, kjer se izkazujejo cevi premera 0.4 m. Ker želimo, da je na celotni trasi meteorne kanalizacije po Bevkovi izkazana prevodnost vsaj do 30 – letne povratne dobe, smo novelirali model načrtovanega stanja, in sicer z zamenjavo cevi na kritičnem odseku, in sicer iz cevi premera 0.4 m, na cevi premera 0.6 m. Gre za odsek mimo OŠ Šturje in ga prikazuje Slika 23.



Slika 23: Označeni štirje segmenti cevi s premerom 40 cm, ki so kritični (kritičen odsek 1), z večjo zeleno površino, ki povzroča večje natoke dolvodno

Z novelirano geometrijo smo ponovno izvedli simulacije, kjer v primeru načrtovanega stanja ne pride do preplavljanja jaškov, izkazuje pa se tok pod tlakom v posameznih ceveh. Kritičen odsek 1 (zamenjava cevi na cevi premera 0.6 m) se sedaj izkazuje kot ustrezno prevoden. Po zamenjavi cevi kritičnega odseka 1 iz cevi premera 0.4 m v cevi premera 0.6 m, »postane« kritični jašek oziroma kritični odsek na mestu, kjer se trenutna cev s premerom 0.6 m priključi

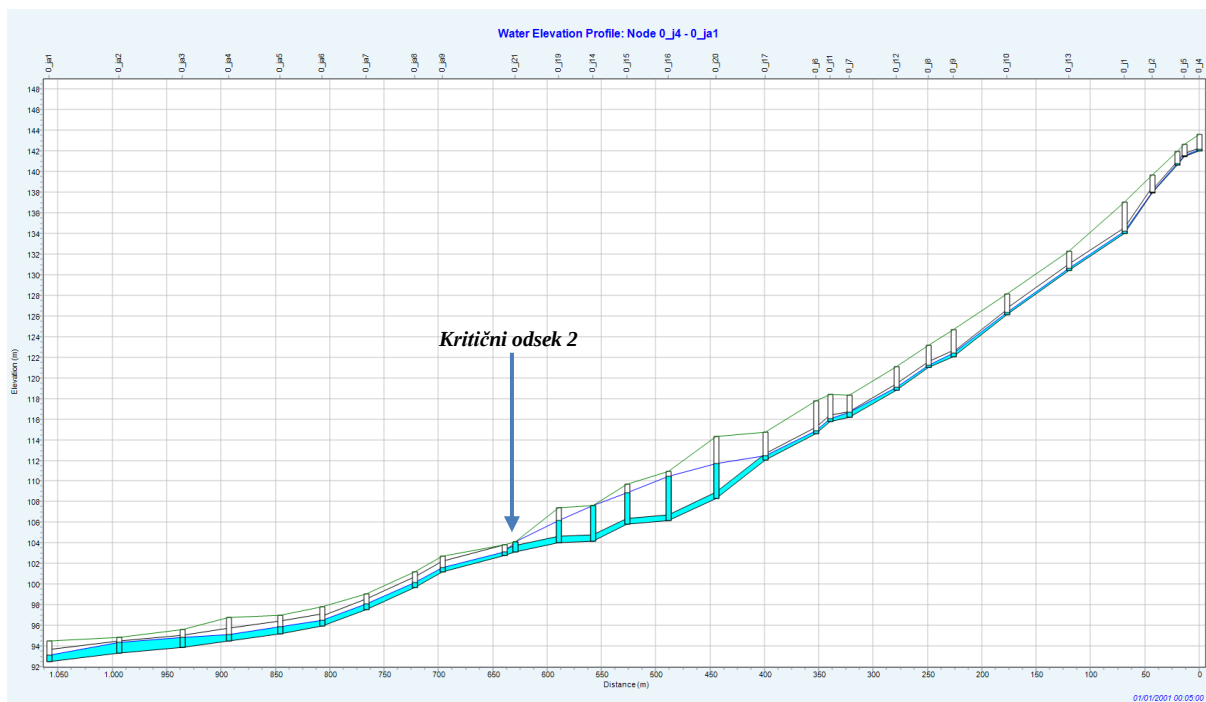
na razbremenilnik s premerom 1 m. Poimenovali smo ga Kritičen odsek 2 in ga prikazuje Slika 25 (rdeča črta). Do tega pride, ker smo v modelu upoštevali, da se celotno območje označeno z belim pravokotnikom (Slika 23 – pretežno zeleno območje) priključi na meteorno kanalizacijo. Verjetno se del tega območja (vsaj del, ki je zelen) ponika na samem mestu oz. se steka drugam. Kljub vsemu bo odsek postal kritične v primeru nadaljnje pozidave te lokacije in posledične priključitve na omrežje.



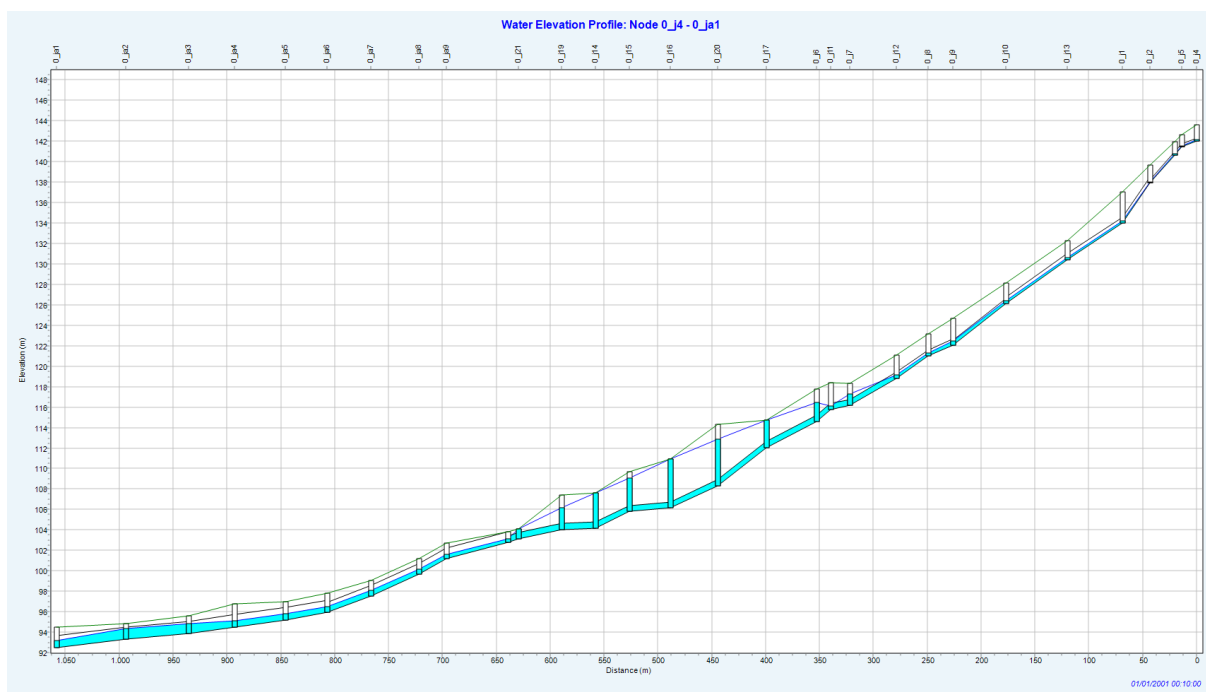
Slika 24: Označena oba kritična območja (kritičen odsek 1 in 2)

Glede na načrt širjenja cevi na lokaciji kritičnega območja 1 priporočamo, da se hkrati z zamenjavo zgornjega dela cevi iz 0,4 m na 0,6 m (kritično območje 1), zamenja tudi del cevi s premerom 0,6 m (kritično območje 2) z novo cevjo premera 1 m.

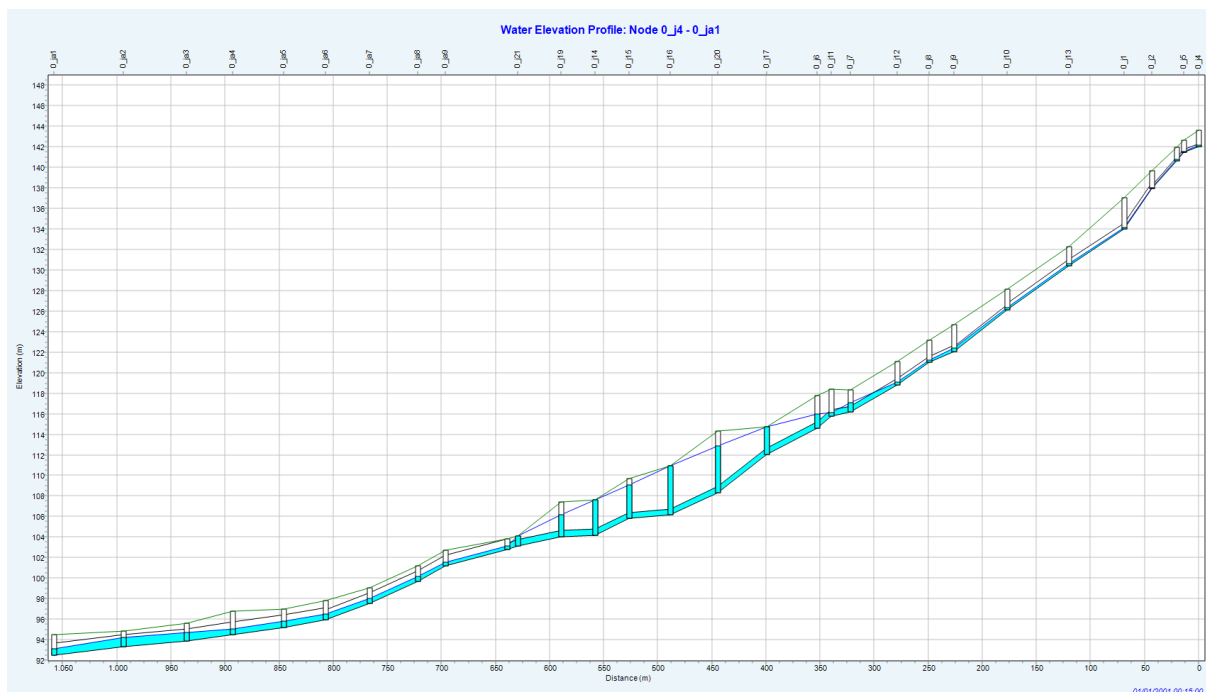
V nadaljevanju prikazujemo niz modelnih izračunov stanja gladin v zbirni cevi Bevkove ceste, kjer model ne izkazuje prelivanja. Izračuni so narejeni za povratno dobo 30 – let z različnim trajanjem padavin. Modelna stanja prikazuje Slika 25 do Slika 36.



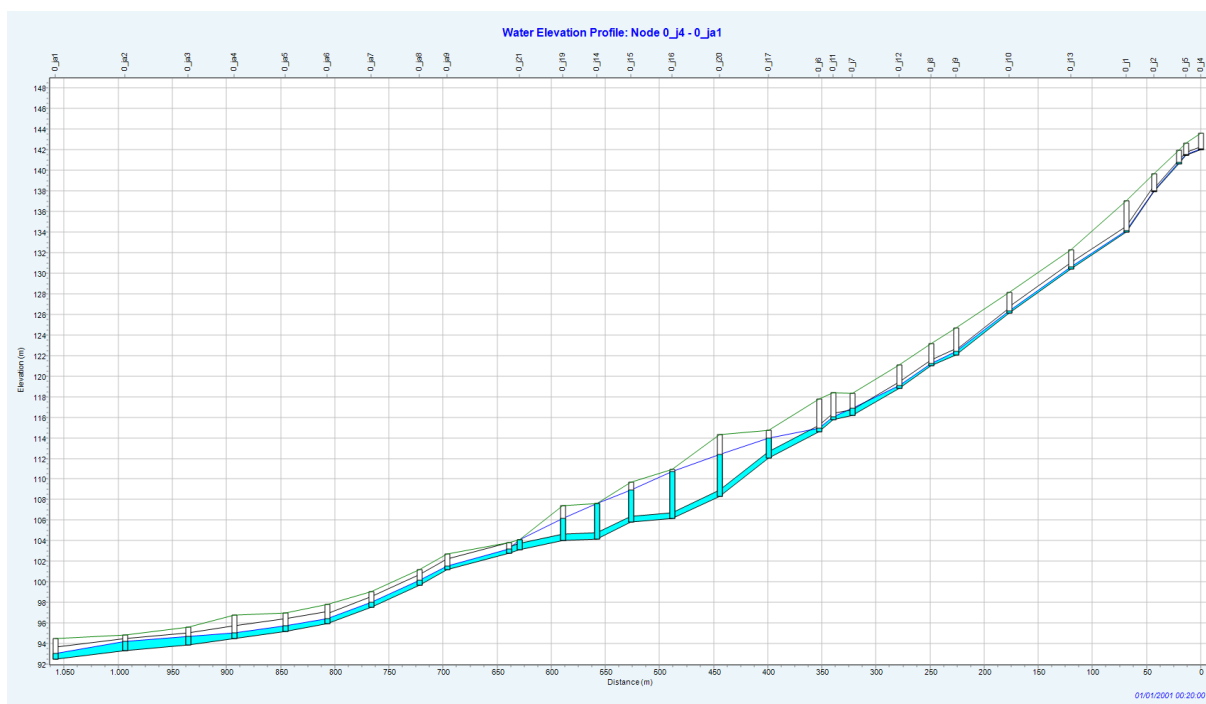
Slika 25: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 5 minutnim trajanjem



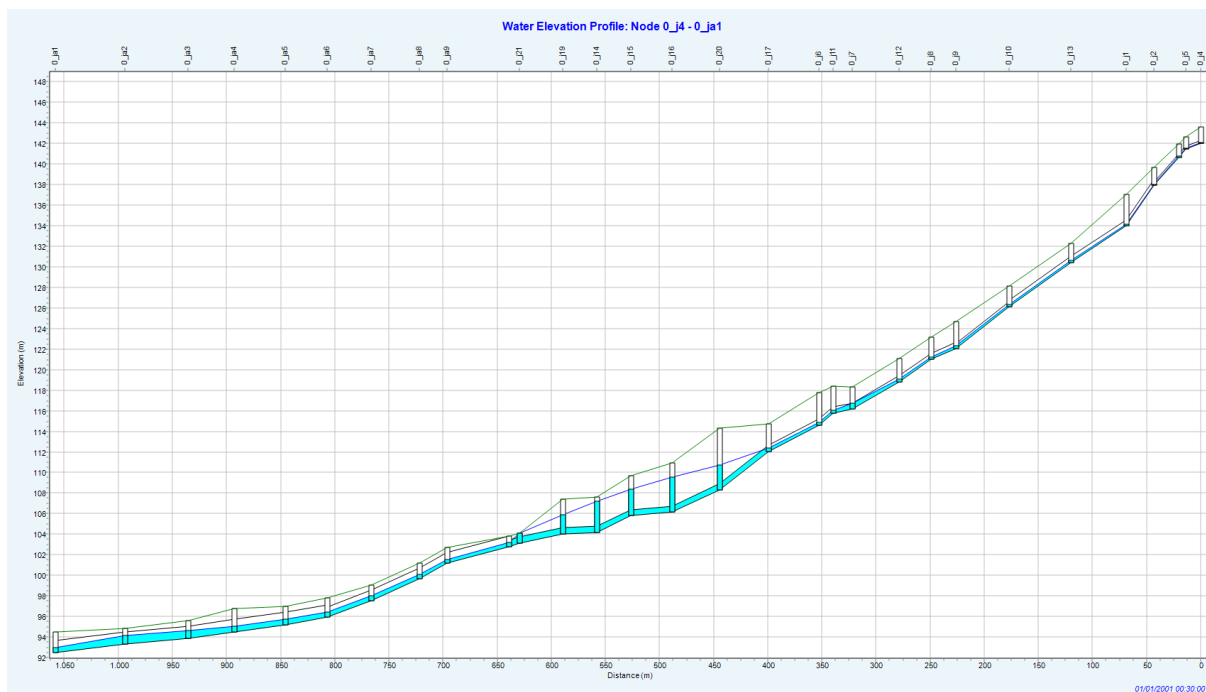
Slika 26: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 10 minutnim trajanjem



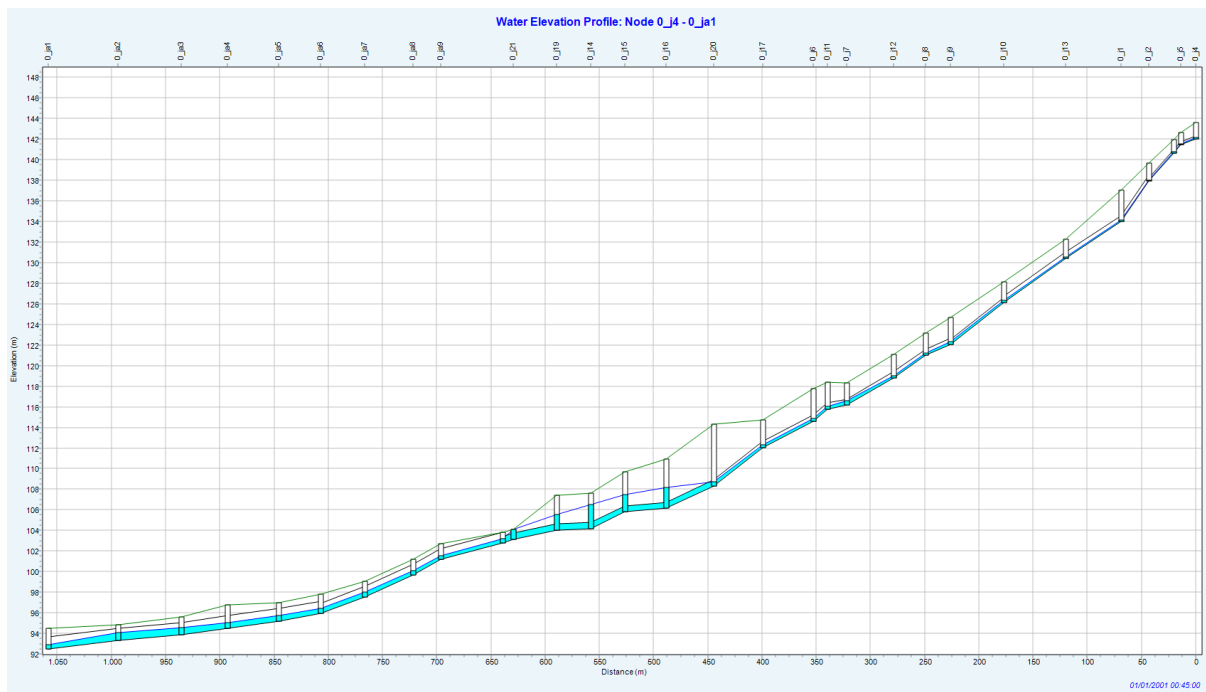
Slika 27: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 15 minutnim trajanjem



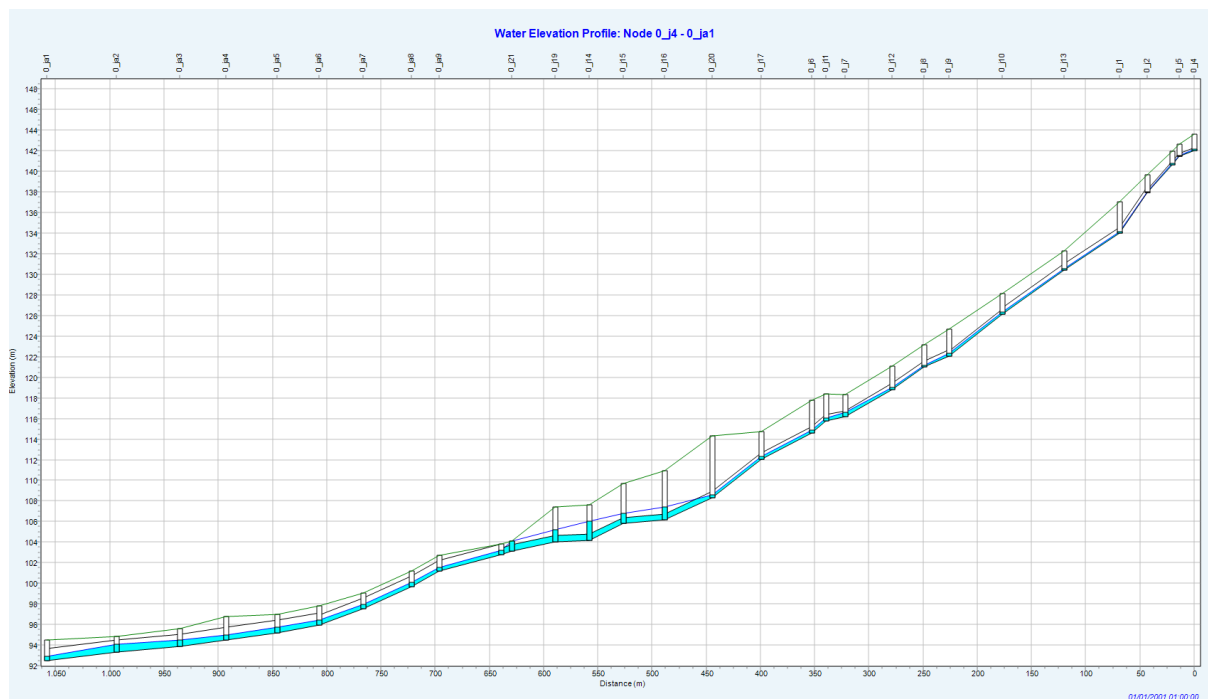
Slika 28: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 20 minutnim trajanjem



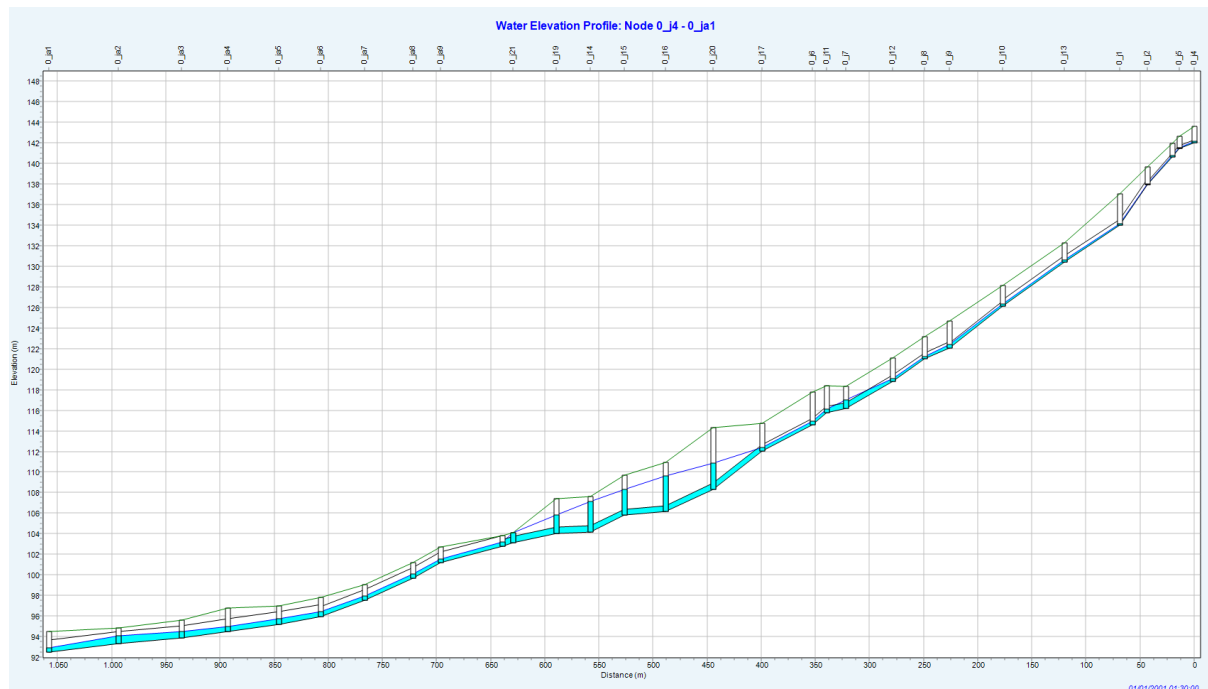
Slika 29: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 30 minutnim trajanjem



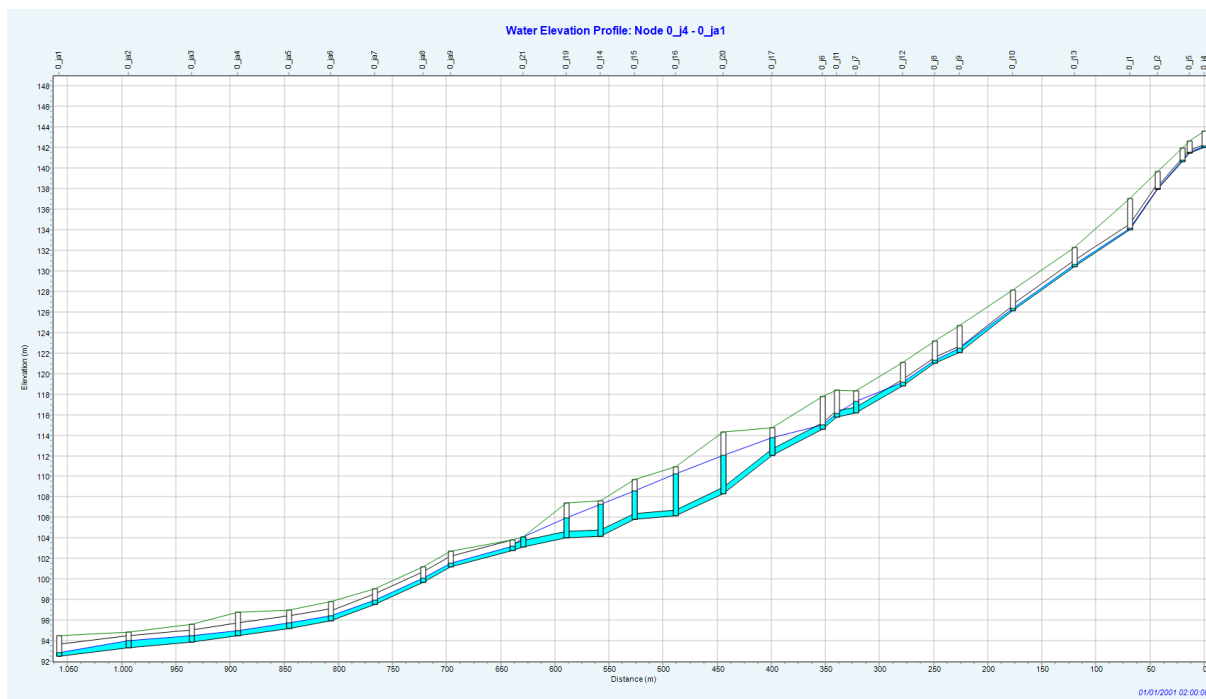
Slika 30: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 45 minutnim trajanjem



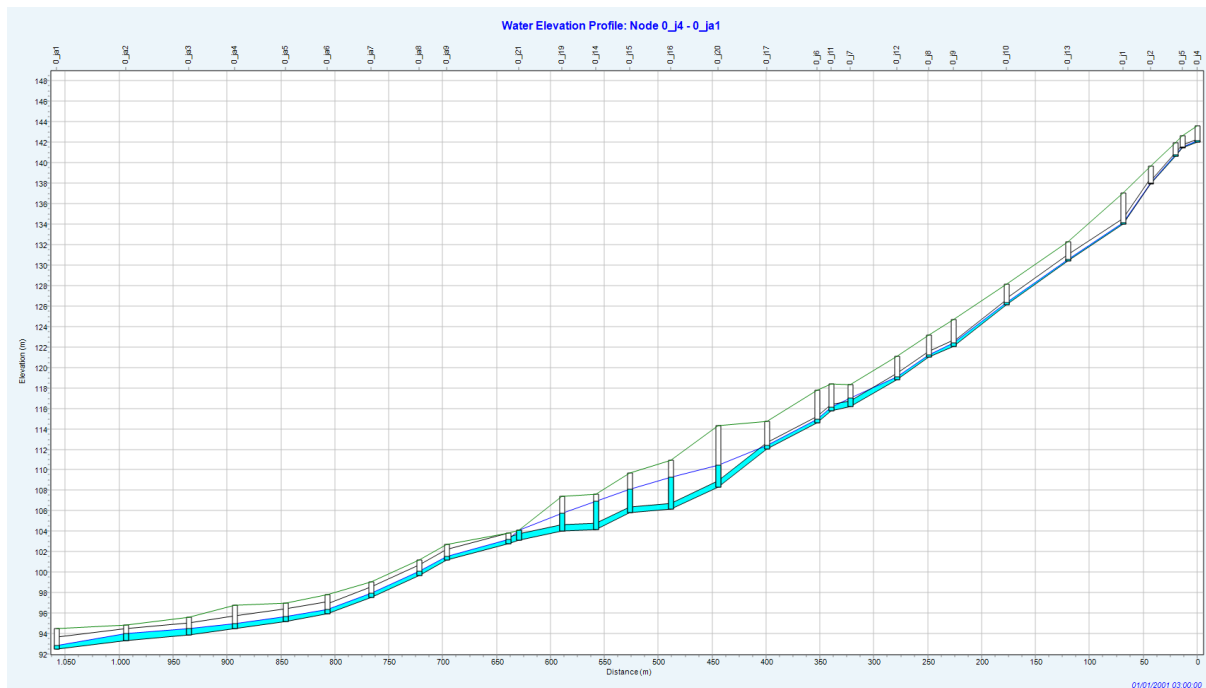
Slika 31: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 60 minutnim trajanjem



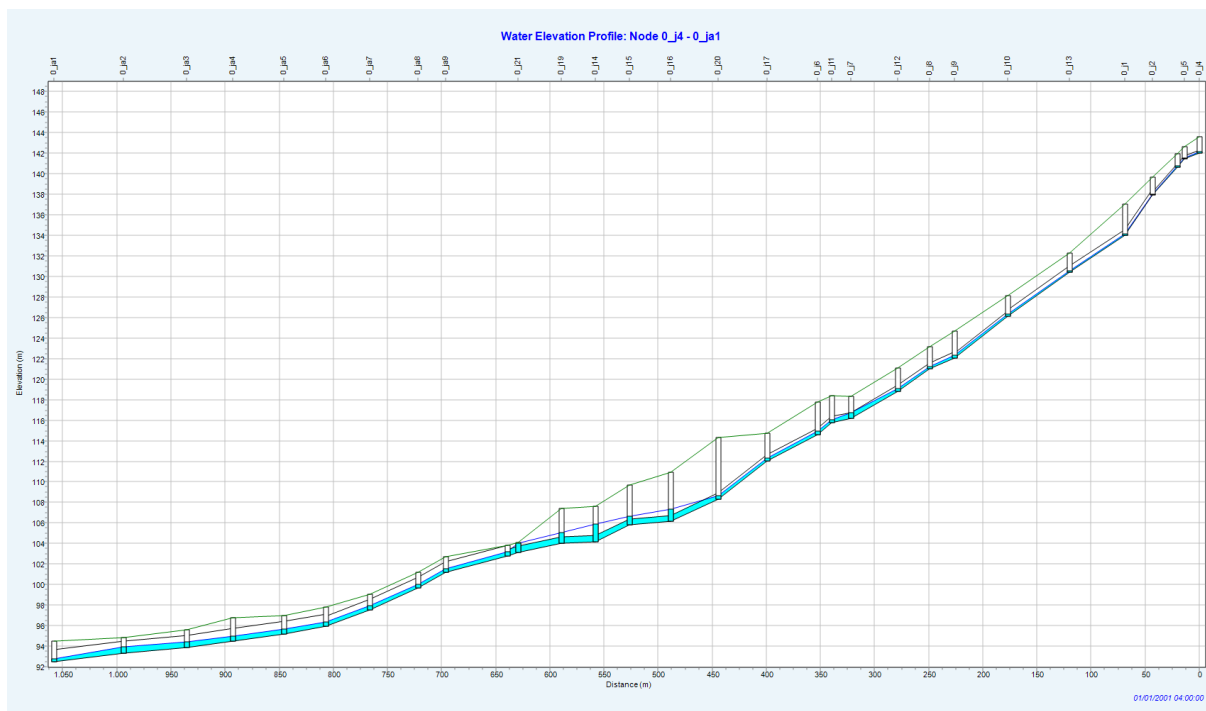
Slika 32: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 90 minutnim trajanjem



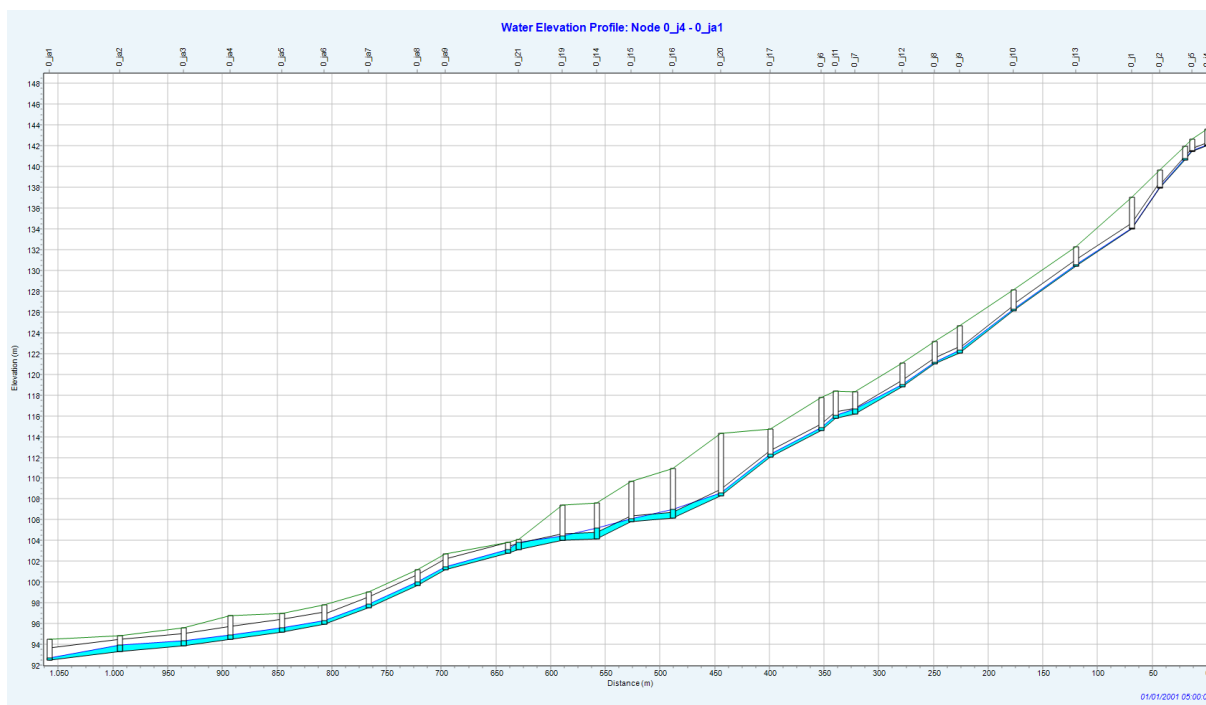
Slika 33: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 120 minutnim trajanjem



Slika 34: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 180 minutnim trajanjem



Slika 35: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 240 minutnim trajanjem



Slika 36: Prečni profil poteka modelnih gladin kanalizacijskega sistema po Bevkovi cesti za padavine s povratno dobo 30 – let in 300 minutnim trajanjem

Kot omenjeno model izkazuje prevodnost za vsa stanja, brez izkazanega prelivanja na lokaciji kritičnega odseka 1. Upošteva se povratna doba 30 – let. Slednje je posledica ugodnega vpliva zamenjave cevi, in sicer iz obstoječih cevi premera 0.4 m na cevi premera 0.6 m. Model še vedno izkazuje poln jašek na kritični lokaciji 2, saj v modelu nismo upoštevali predlagane zamenjave. Pri tej lokaciji v tem stanju še ne pride do prelivanja, vendar pa lahko ob spremembi natokov (bodoče pozidave) do tega pride. Posledično je zamenjava tega odseka nekako ukrep »na zalogo« s predlogom zamenjave že sedaj (po predlogu: iz cevi premera 0.6 m, na cevi premera 1.0 m).

9 ZAKLJUČKI IN POVZETKI ANALIZ

Namen predmetne študije je bila (predvsem) določitev vpliva načrtovanih posegov (pozidave) znotraj območja razširitve cest Bevkova in Idrijska ter predvidene razširitve OŠ Šturje, glede na obstoječ odtočni režim. Zato smo za obravnavano območje izdelali model odtoka, s preverbo vpliva predlaganih ukrepov na meteorni/padavinski odtok. Glavni ukrep je predstavljal preusmerjanje celotnega meteornega odtoka iz območja OŠ Šturje (obstoječe in načrtovane utrjene površine) v predviden površinski zadrževalnik. Z ukrepi smo želeli načrtovane odtoke celotnega sistema znižati na nivo obstoječih.

Za nize sintetičnih padavinskih dogodkov s povratno dobo 100 let smo določili površinski odtok iz obravnavanega območja za obstoječe in načrtovano stanje. Dodatno smo v model umestili še predvidene ukrepe zadrževanja, s katerim želimo znižati odtočne pretoke vsaj na nivo obstoječega stanja (ker padavinsko vodo zadržujemo in z zamikom odvajamo, na iztočne volumne ne moremo vplivati).

Z modelnimi izračuni z upoštevanjem zadrževanja smo za obravnavano območje podali predlog zadrževanja. Kot že omenjeno predlagamo, da se južno od lokacije OŠ Šturje vzpostavi večji odprt zadrževalnik (na občinskih parcelah), kamor se vodi vodne količine iz obstoječih in načrtovanih utrjenih površin območja OŠ Šturje. Zadrževalnik se lahko vzpostavi na površini slabih 1.400 m², s predlogom globine 1.3 m. Pri načrtovanju zadrževanja predlagamo, da se upošteva podana izhodišča. V primeru večjega odstopanja dimenzij ali površin priklopa na zadrževalnik, pa je potreben ponoven izračun. Dodatno smo podali še splošne smernice načrtovanja območja (višinska gradacija ureditev), ki so prav tako pomembna (vidika varnosti poplavljanja lastnih in zalednih pluvialnih voda). Pri načrtovanju ureditev je potrebno upoštevati še izdelane poplavne karte, ki se izdelujejo v sklopu celovite hidrološko-hidravlične študije porečja Vipave. Omenjena študija je v fazi zaključevanja. Model izkazuje, da z ukrepom zadrževanja območja OŠ Šturje ugodno vplivamo na odtoke in s tem odtoke načrtovanega stanja znižamo (vsaj) na nivo obstoječega stanja. S tem smo izkazali nevtralni vpliv, kar je bil tudi cilj ukrepov.

Pri postavitvi načrtovanega stanja smo preverili tudi pretočnost cevi pri padavinskem dogodku s povratno dobo 30 let. Izkazujeta se dva kritični odseka, in sicer odsek mimo OŠ Šturje (kritični odsek 1), kjer se nahaja niz cevi premera 0.4 m in kritični odsek 2 (pred vtokom v obstoječ razbremenilnik) s premerom cevi 0.6 m. Na kritičnem odseku 1 predlagamo zamenjavo obstoječih cevi s cevmi premera 0.6 m. Po zamenjavi model ne izkazuje prelivanja. Na lokaciji kritičnega odseka 2 predlagamo zamenjavo obstoječe cevi s cevjo premera 1.0 m. Gre za ukrep

na zalogo, saj v tem času kritičen jašek še ni prelit. V primeru spremembe natočnih razmer, pa bo (potencialno) jašek oziroma odsek postal kritičen.

10 LITERATURA

ARSO, CROSSRISK – Povratne dobe za ekstremne padavine, 2021. Dostopno na spletu: <https://rte.arslo.gov.si/sl/climate> (pridobljeno: 5. 9. 2021)

Celovita hidrološko-hidravlična študija na porečju Vipave. Izdelek 10, Hidrološka analiza porečja, Analiza padavin (VEZA št. 43030-4/2021, ZVEZA št. 45010-1/2021, junij 2023)

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

Giswater Association, 2021. Dostopno na spletu: <https://www.giswater.org/>

GURS, Portal prostor – Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (ZKGJI). Dostopno na spletu: <https://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/zbirni-kataster-gospodarske-javne-infrastrukture/>

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-vetrnic/>

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/>

Rossman, L., 2015. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1. United States Environ. Prot. Agency 353. <https://doi.org/PNR61>

Slovenski standard SIST EN 752:2017 – Sistemi za odvod odpadne vode in kanalizacijo zunaj zgradb

QGIS Development Team, 2022. QGIS Geographic Information System, Open Source Geospatial Foundation Project. Dostopno na spletu: <https://www.qgis.org/en/site/>

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. [98/15](#), [76/17](#), [81/19](#), [194/21](#) in [44/22](#)). Dostopno na spletu: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED6951>

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. 89/08 in 49/20).

Dostopno na spletu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4840>

USDA, 1986. Technical Release 55: Urban Hydrology for Small Watersheds.

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1) (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20)

Dostopno na spletu: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1545>

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>