



Investitor:

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

Objekt:

**Izdelava hidrološko hidravlične
študije za območje Slejkoti in Bizjaki
v občini Ajdovščina – soseska Bizjaki
I. in II.**

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:



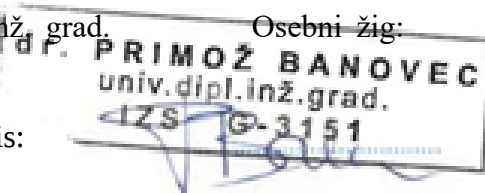
Odgovorni vodja

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

projekta:

Id.Št.:G-3151

Podpis:



Številka projekta:

P573/23

Datum:

V Ljubljani, november 2024

Pregledni list o projektu:

Naročnik:	Občina Ajdovščina, Cesta 5. maja 6a, 5270 Ajdovščina
Naslov projekta:	Izdelava hidrološko hidravlične študije za območje Slejkoti in Bizjaki v občini Ajdovščina – soseska Bizjaki I. in II.
Številka projekta:	P573/23
Faza:	Končna (verzija v2)
Ključne besede:	padavinska odvodnja, hidrološko-hidravlični model, padavinska kanalizacija, zadrževanje, ponikanje, ukrepi, nevtralni vpliv
Povzetek:	Območje obdelave v predmetni študiji obsega območje načrtovanih sosesk Bizjaki I. in II. v občini Ajdovščina, kjer se načrtuje razvoj bivalne soseske. Za območje smo izdelali hidrološko-hidravlični model odvodnje padavinskih voda v zadrževalnike s predvidenimi izpusti. Model smo izdelali v programu »Storm Water Management Model« (v nadaljevanju: SWMM) in ga uporabili za simulacijo odtoka viškov voda obstoječega in načrtovanega stanja. Na podlagi razlike v površinskem odtoku obstoječega in načrtovanega stanja smo definirali omilitvene ukrepe (predvsem količino potrebnega zadrževanja) s katerimi preprečimo dolvodno povišanje vršnih pretokov in posledično poplavnega stanja. Cilj ukrepov je tako zagotovitev nevtralnega odtoka vsaj do povratne dobe 100 - let.
Datum:	november 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>	20
5	<i>ANALIZA NAČRTOVANEGA STANJA Z ANALIZO VPLIVA ZADRŽEVALNIKOV IN PRIMERJAVA Z OBSTOJEČIM STANJEM</i>	23
6	<i>ZBIRNI PRIKAZ REZULTATOV S PREDLOGOM ZADRŽEVANJA NA OBMOČJU NAČRTOVANIH SOSEK BIZJAKI I. IN II.</i>	37
7	<i>ZAKLJUČKI IN POVZETKI ANALIZ</i>	40
8	<i>LITERATURA</i>	42

Kazalo slik

Slika 1: Prikaz načrtovanega območja	9
Slika 2: Stanje razdelitve območja analize na pet podobmočij z označenimi mejami – tlorisni prikaz	10
Slika 3: Stanje razdelitve območja analize na pet podobmočij z označenimi mejami – prikaz na nivoju prečnega prereza	11
Slika 4: Primerjava modelnih padavin med projektom CROSSRISK in Celovito študijo na porečju Vipave	13
Slika 5: Prikaz obravnavanih podobmočij na modelu višin s trikratno povečavo naklonov ...	14
Slika 6: Vrednosti koeficienta CN za posamezna podobmočja v primeru obstoječega stanja	15
Slika 7: Primerjava načrtovanega (levo) in naravnega (desno) stanja v programu QGis	17
Slika 8: Primerjava načrtovanega (levo) in naravnega (desno) stanja v programu SWMM5..	18
Slika 9: Prikaz obravnavanega območja v naravnem stanju	20
Slika 10: maksimalni pretoki iz posameznih območij za nepozidano stanje	21
Slika 11: Razdelitev območja OPPN na podobmočja za načrtovano stanje (iztok preko zadrževalnika)	23
Slika 12: Hidrogrami odtokov iz območja 1a_L	26

Slika 13: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut.....	26
Slika 14: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut.....	27
Slika 15: Hidrogrami odtokov iz območja 1a_D	28
Slika 16: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut.....	28
Slika 17: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut.....	29
Slika 18: Hidrogrami odtokov iz območja 1b	30
Slika 19: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 10 minut.....	30
Slika 20: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 10 minut.....	31
Slika 21: Hidrogrami odtokov iz območja 2_L (stanje S1)	32
Slika 22: Hidrogrami odtokov iz območja 2_L (stanje S2)	33
Slika 23: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 in 60 minut	33
Slika 24: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 in 60 minut	34
Slika 25: Hidrogrami odtokov iz območja 2_D	35
Slika 26: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut.....	35
Slika 27: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut.....	36

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Višina modelnih ekstremnih padavin za območje mesta Ajdovščina	12
Preglednica 2: Uporabljeni parametri podobmočij v odvisnosti od vrste tal	19
Preglednica 3: Značilnosti podobmočji za obstoječe stanje.....	21
Preglednica 4: Vršni pretok za obstoječe stanje po posameznih prispevnih podobmočjih, za padavine s 100-letno povratno dobo in kritičnim časom trajanja naliva (izkaz maksimalnih vrednosti).....	22

Preglednica 5: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 1a_L s predlogom dimenzij	27
Preglednica 6: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 1a_D s predlogom dimenzij	29
Preglednica 7: Največji volumen in globina zadrževalnika za območje 1b s predlogom dimenzij	31
Preglednica 8: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 2_L s predlogom dimenzij	34
Preglednica 9: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 2_D s predlogom dimenzij	36
Preglednica 10: Predpostavljene karakteristike zadrževalnikov s predlogom dimenzij	37

1 IZHODIŠČA

V sklopu pridobitve strokovnih podlag izkaza nevtralnega odtoka odpadne padavinske vode na območju razvoja bivalne soseske Bizjaki I. in II., je Občina Ajdovščina pristopila k izdelavi hidrološko-hidravlične presoje obravnavanega območja. Kot že omenjeno študija pokriva segment vodenja padavinske vode iz območja.

1.1 *Fluvialne poplave na območju sosesk Bizjaki I. in II.*

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. Glede na slemensko lego območja ter rezultate obstoječih hidrološko-hidravličnih študij, ki so objavljene na spletnem portalu »Atlas Voda«, je območje sosesk Bizjaki I. in II. v omejenem obsegu (območje grape hudournika Prelog) izpostavljeno poplavni nevarnosti zaradi vodotokov, torej fluvialnim poplavam. 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 v potoku Prelog (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 na območju potoka Prelog mimo načrtovanih sosesk Bizjaki I in II. Načrtovane ureditve oziroma načrtovana umeščanja, naj poleg predlaganih ukrepov vodenja lastnih padavinski voda podana 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 sosesk Bizjaki I. in II.

Območje sosesk Bizjaki I. in II. je tako zaradi lege izpostavljeno pretežno razpršenim pobočnim tokovom, ki jih uvrščamo v »kategorijo« pluvialnih (dežnih) poplav in jih sama uredba neposredno ne naslavlja. 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 sosesk Bizjaki I. in II.

Tretji tip »poplav«, ki pa ga bomo znotraj elaborata najbolj podrobno obdelali, pa se nanaša na odvodnjo lastne padavinske vode z območja, vendar ne z vidika načrtovanja tovrstne odvodnje (ponavadi del projekta – načrti GJI), ampak z vidika zagotavljanja nevtralnega odtoka dolvodno. 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 primanjkljaj 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 pomanjkanja nacionalnih predpisov, se za dimenzioniranje padavinskega sistema v splošnem

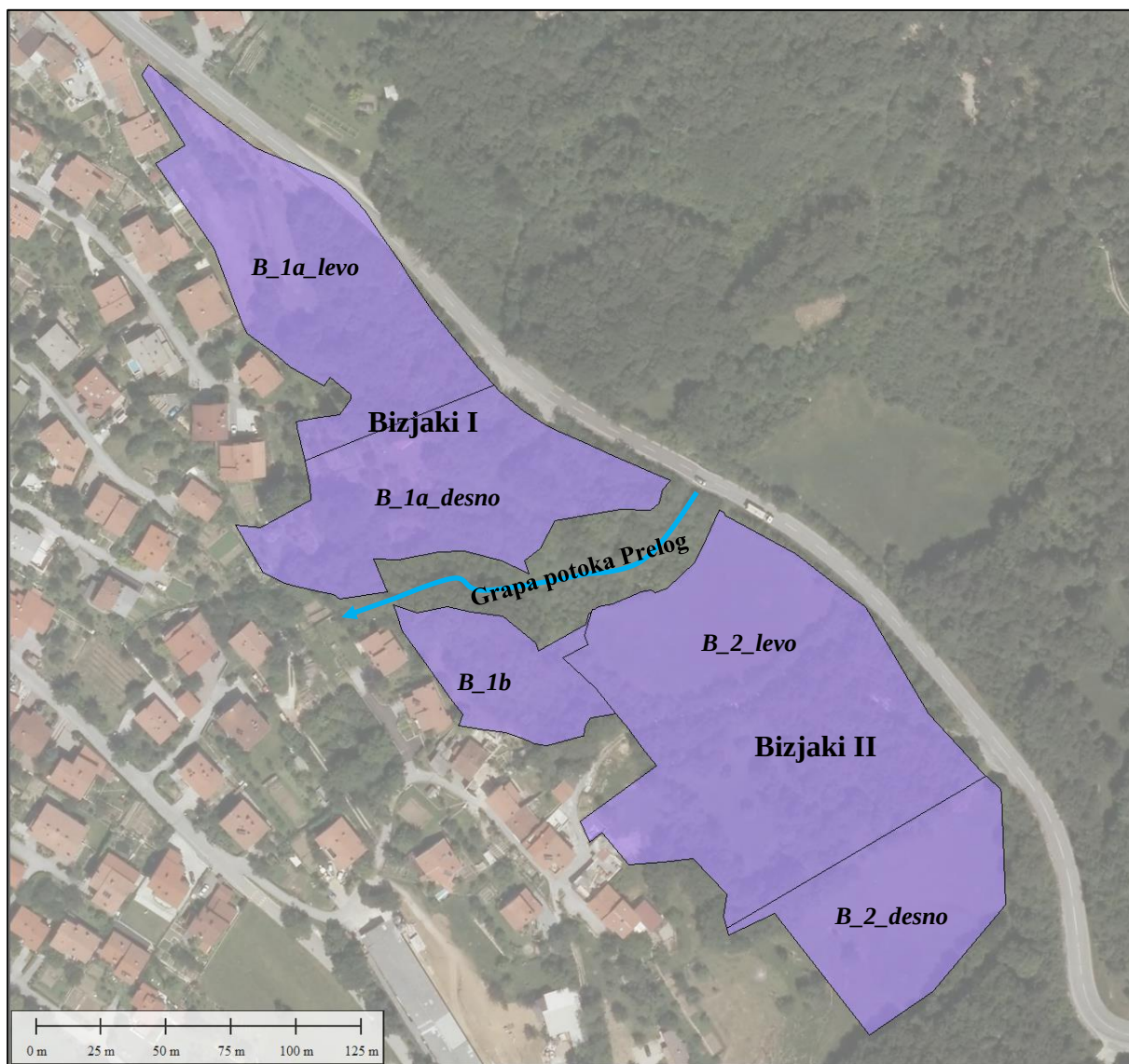
uporablja standard SIST EN 752:2017. Uporaba standardov se bolj podrobno predstavi znotraj projekta GJI.

Kot omenjeno se bomo znotraj študije bolj podrobno posvetili analizi odtoka, vendar z vidika zagotavljanja nevtralnega odtoka dolvodno. 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 potoku Prelog 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. Izkaz nevtralnih odtokov do povratne dobe 100 – let se nam v tem primeru zdi smiseln tudi zaradi dejstva, da ima potok Prelog (pretežno zaradi pod-dimenzioniranega daljšega prepusta) omejeno prevodnost, ki ne dosega stanj s povratno dobo 100 – let. Posledično povečevanje vršnih pretokov do povratnih dob 100 – let precej in neposredno vpliva na poplavno stanje dovodno.

2 OPIS OBMOČJA

Območje načrtovanih sosesk Bizjaki I. in II. obsega 3,65 ha in je trenutno nepozidano. Na tem območju se načrtuje bivalna soseska. V sklopu razvoja soseske se načrtujejo tudi omilitveni ukrepi za uravnavanje in zmanjšanje vpliva pozidave na povečan in pospešen odtok meteorne vode. Ukrepi zajemajo načrtovanje površinskih ali podpovršinskih zadrževalnikov.

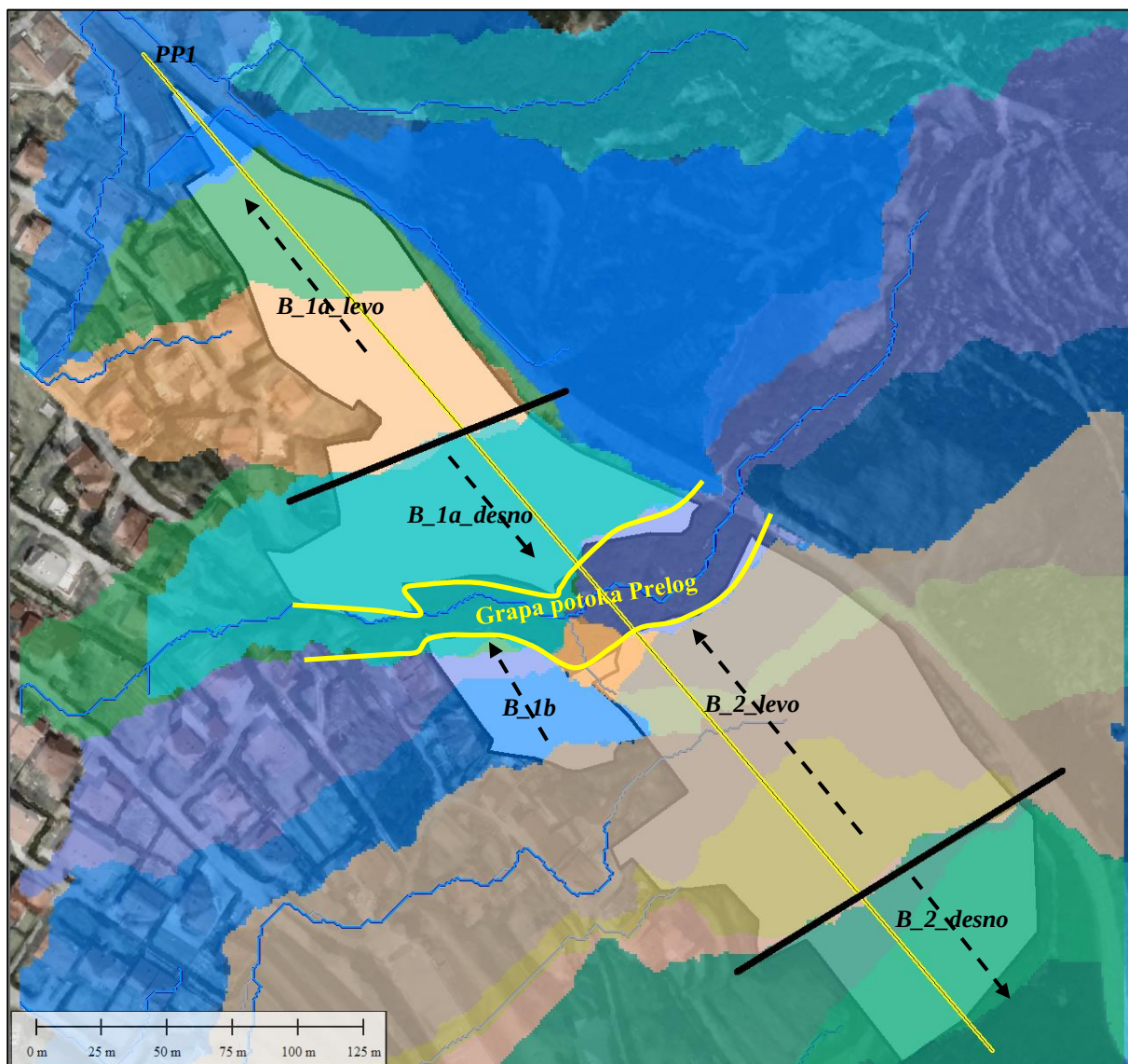
Soseska je sestavljena iz dveh s potokom Prelog ločenih enot, Bizjaki I in Bizjaki II. Načrtovan količnik pozidave je 0,5. Zasnovo območja prikazuje Slika 1.



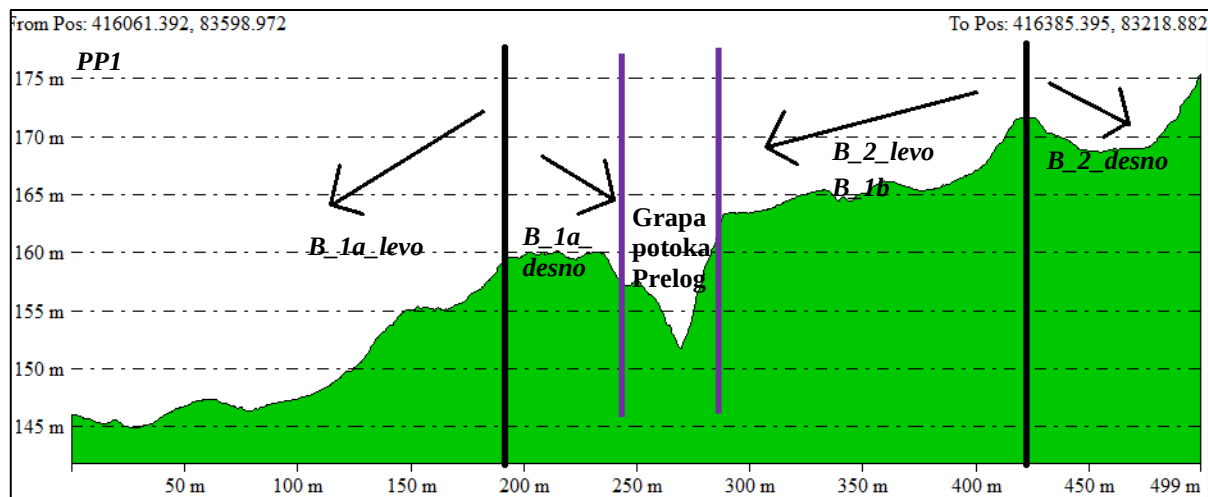
Slika 1: Prikaz načrtovanega območja

Pri oblikovanju modela padavinskega odtoka iz območij načrtovanih sosesk Bizjaki I. in II., kjer smo primerjali razliko med trenutnim in načrtovanim stanjem, smo območje obravnave razdelili na pet podobmočij, pretežno glede na trenutno stanje terena. Ta razdelitev omogoča boljše izhodišče za primerjave. Poleg argumenta padca, ima teh pet podobmočij dokaj različne

lastnosti, ki bi jih z izračunanim povprečjem v primeru le dveh podobmočij zanemarili. Analizo obstoječega padca terena in razdelitev območja analize na pet podobmočij prikazujeta Slika 2 in Slika 3.



Slika 2: Stanje razdelitve območja analize na pet podobmočij z označenimi mejami – tlorisni prikaz



Slika 3: Stanje razdelitve območja analize na pet podobmočij z označenimi mejami – prikaz na nivoju prečnega prereza

Analiza tako pokaže, da je območje načrtovanja sosesk prečno v smeri severo-zahod proti jugo-vzhod dokaj razgibano, kar vpliva na smeri odtoka meteorne vode. Kot že omenjeno, bomo z modelom analizirali odtok 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 na odtok.

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 Občine 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

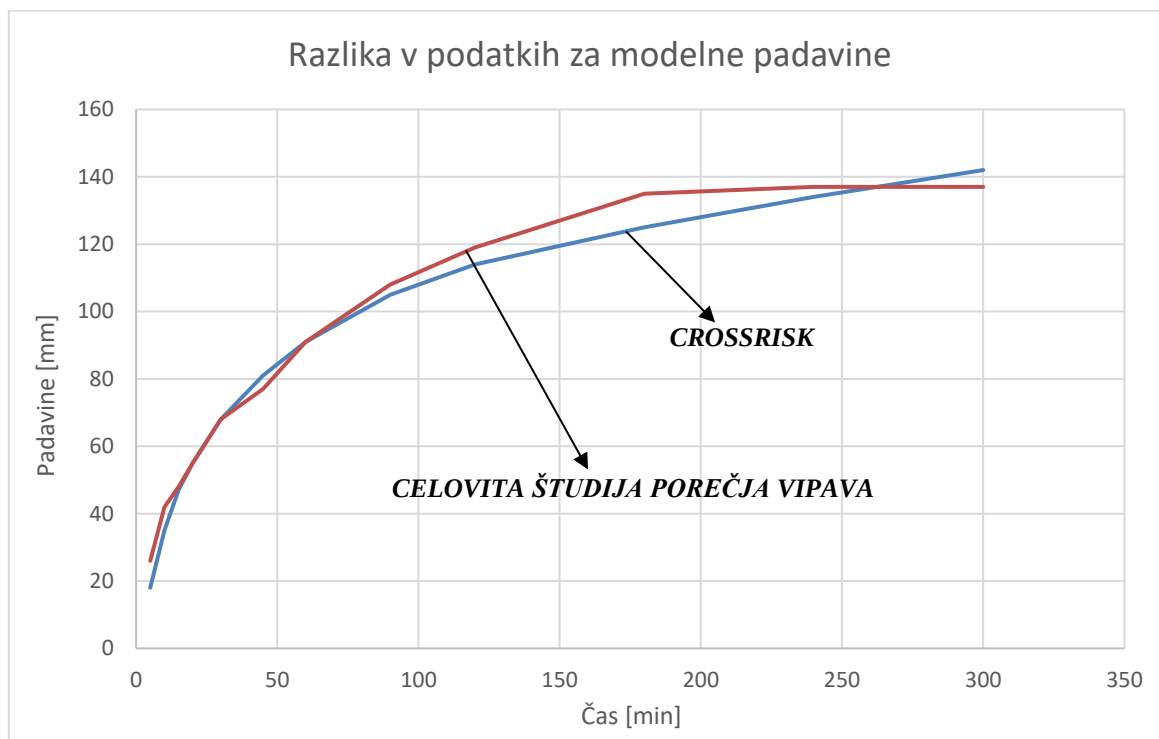
Za potrebe določitve modelne količine padavin različnega trajanja na območju analiziranega območja največkrat uporabimo ekstremne nalive Agencije RS za okolje, ki so bile iz vrednotene v okviru projekta CROSSRISK (ARSO, 2021). Končni rezultat so iz vrednoteni nalivi za posamezne povratne dobe, ki so 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 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 in 300 minut. V modelu smo upoštevali enakomerno razporeditev padavin. Modelno količino padavin različnega trajanja (s primerjavo) za povratno dobo 100 - let prikazuje Preglednica 1 in Slika 4.

Preglednica 1: Višina modelnih ekstremnih padavin za območje mesta Ajdovščina

Čas [min]	Čas [h]	P100 – modelne vrednosti CROSSRISK [mm]	Razlika [mm]	P100 – modelne vrednosti (celovita študija porečja Vipava) [mm]
5	0.08	18	+8	26
10	0.17	35	+7	42
15	0.25	47	+1	48
20	0.33	55	0	55
30	0.50	68	0	68

45	0.75	81	-4	77
60	1.00	91	0	91
90	1.50	105	+3	108
120	2.00	114	+5	119
180	3.00	125	+10	135
240	4.00	134	+3	137
300	5.00	142	-5	137

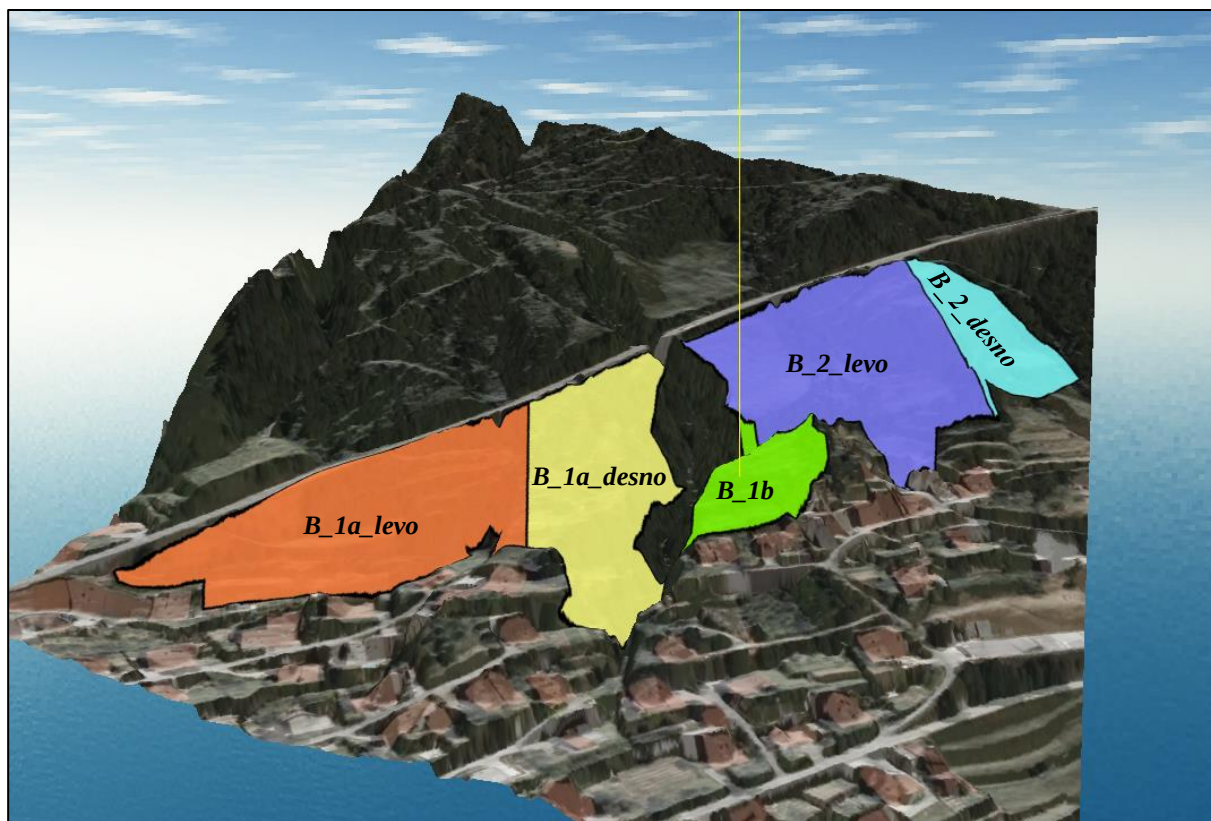


Slika 4: Primerjava modelnih padavin med projektom CROSSRISK in Celovito študijo na porečju Vipave

Najvišja odstopanja se pojavijo pri kratkotrajnih nalivih (5 in 10 min) ter pri nalivu s trajanjem 180 min. Kot že omenjeno bomo za nadaljnje obravnave uporabili modelno količino padavin iz celovite študije porečja Vipave, saj je projekt aktualen in »razpolaga« z noveliranimi vrednostmi.

3.2 Digitalni model višin

Podatke o reliefu smo pridobili iz digitalnega modela višin (na podlagi državnega LIDAR posnetka), ki je prosto dostopen na portalu eVode. Digitalni model višin nam omogoča izračun naklona terena na obravnavanem območju. Tako smo lahko naklon terena določili za vsako prispevno območje posebej (Slika 5).



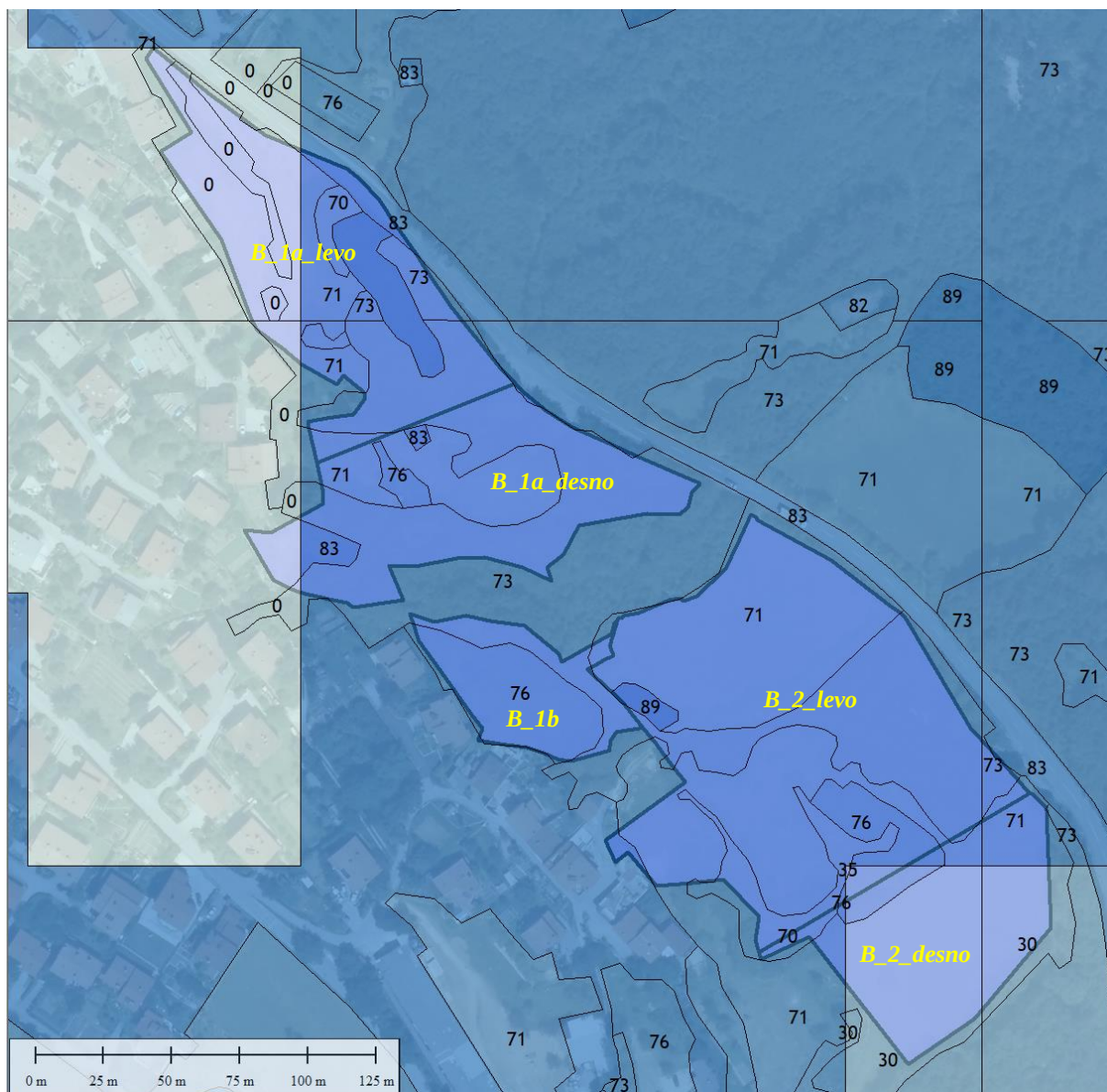
Slika 5: Prikaz obravnavanih podobmočij na modelu višin s trikratno povečavo naklonov

3.3 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 6.



Slika 6: Vrednosti koeficienta CN za posamezna podobmočja v primeru obstoječega stanja

Na lokacijah vrednosti 0 koeficienta CN, se je le-ta 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.

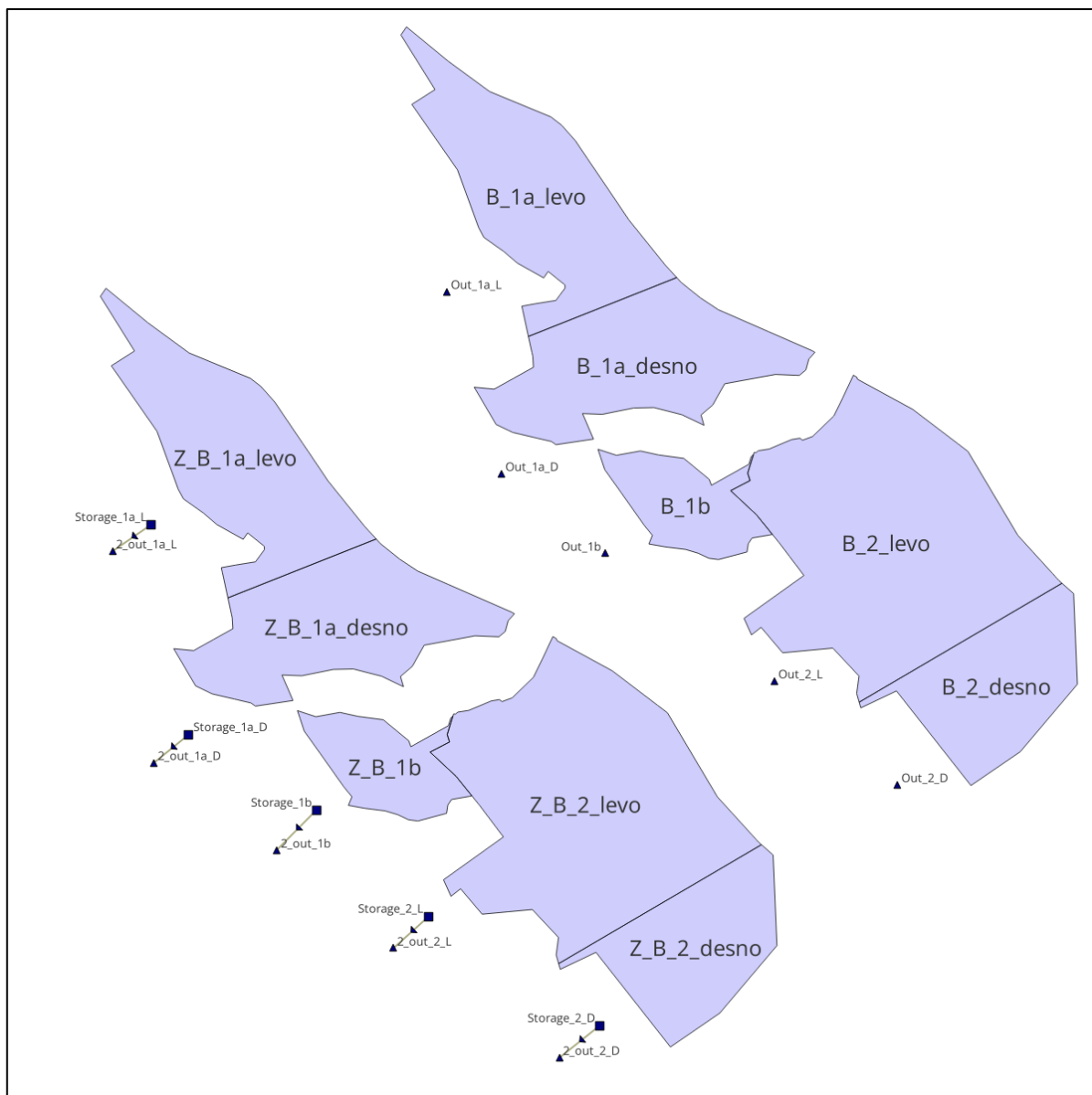
3.4 Načrtovano kanalizacijsko omrežje

Ker v tej fazi (še) ni poznana detajlna zasnova območja, smo model obstoječega in načrtovanega stanja postavili z pričakovanimi povečanje utrjenih površin. S strani naročnika (Občina Ajdovščina) smo pridobili podatek o dopusti stopnji pozidanosti celotnega območja, ki znaša 0,5. Le-ta faktor smo upoštevali pri oblikovanju načrtovanega stanja (za vsako podobmočje posebej), saj nam dvig utrjenih površin močno vpliva na modelne odtok iz območja.

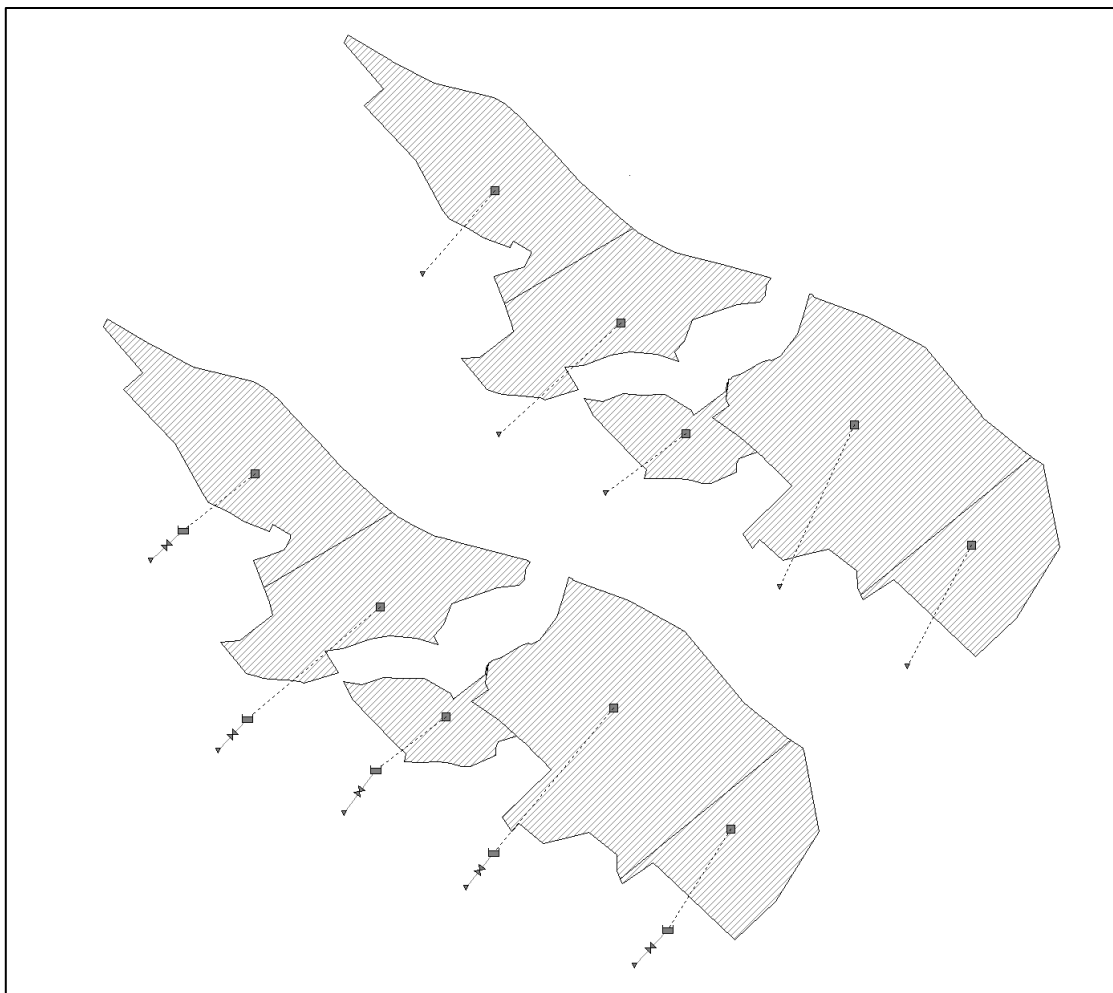
3.4.1 Postavitev modela odtoka - SWMM

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. Predvideni območji pozidave smo dodatno razdelili na podobmočja, da ustrezajo idejni razporeditvi zadrževalnikov glede na odtok nepozidanega stanja. 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 7). Prehod in okolja QGIS v model SWMM poteka preko programa GisWater, ki generira datoteko za orodje SWMM, kjer se izvajajo simulacije (Slika 8).



Slika 7: Primerjava načrtovanega (levo) in naravnega (desno) stanja v programu QGis



Slika 8: Primerjava načrtovanega (levo) in naravnega (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 odтока. 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 rab tal prikazuje Preglednica 2.

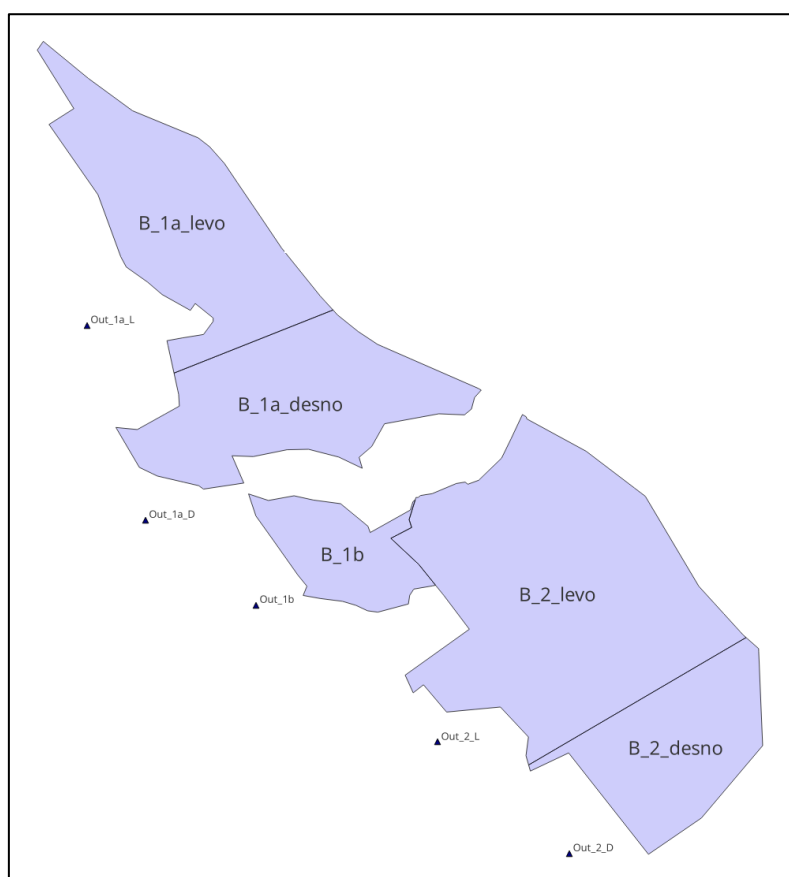
Preglednica 2: Uporabljeni parametri podobmočij v odvisnosti od vrste rab tal

	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]:	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Delež območja brez depresij [%]:	30	15	15	15	0
PREPUSTNE POVRŠINE					
Manningov koef. hrapavosti:	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Globina depresij [mm]:	3	3	3	3	3

4 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

Pri razdelitvi območja stanovanjske soseske Bizjaki I. in II. na podobmočja smo sledili predpostavljeni razporeditvi zadrževalnikov, ki sledi smiselnemu naklonu terena.

Načrtovano območje smo razdelili na pet delov (Slika 9), saj nam to omogoča direktno primerjavo obstoječega stanja z načrtovanim. Predpostavili smo, da se posamezno območje obstoječega stanja po odvodni površini sklada z načrtovano odvodno površino, ki tangira k posameznemu zadrževalniku. Takšna razdelitev je mogoča zaradi relativno razpršene odvodnje naravnega stanja, kjer ni enotnega iztoka v fluvialni vodotok (pojav pobočnih tokov brez večje koncentracije – razen znotraj grape Prelog, ki pa ni del podobmočij).



Slika 9: Prikaz obravnavanega območja v naravnem stanju

Preglednica 3 prikazuje značilnosti in vrednosti uporabljenih parametrov petih podobmočij, na katera je razdeljeno obravnavano območje. Za vsa podobmočja je privzeta enaka vrednost za naslednje parametre:

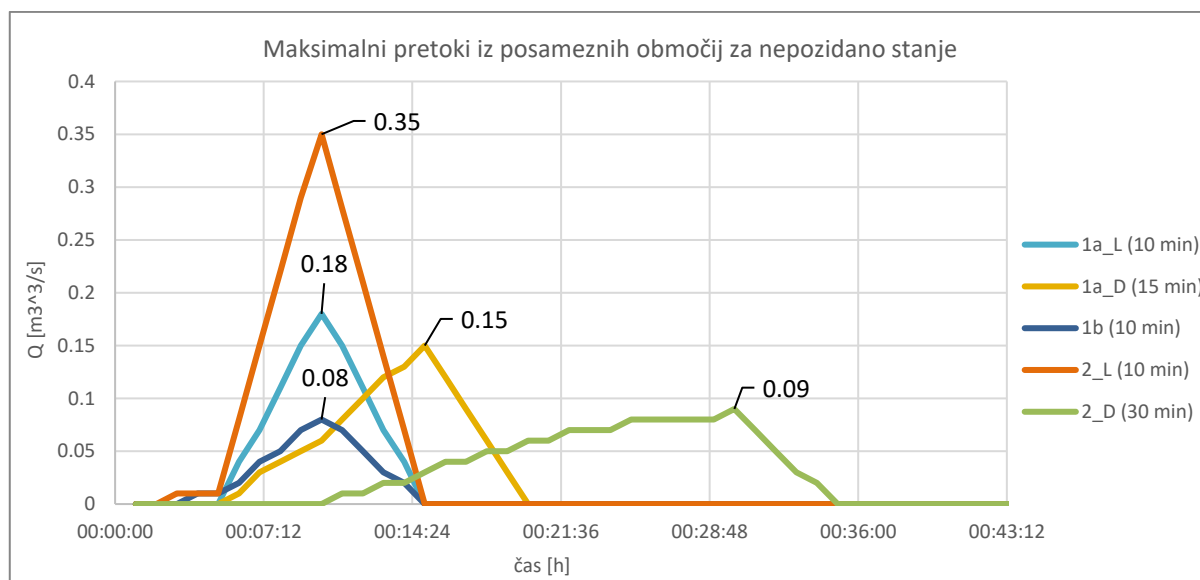
1. Manningov koeficient hrapavosti – neprepustne površine: 0,01;
2. Manningov koeficient hrapavosti – prepustne površine: 0,1;
3. Globina depresij – neprepustne površine: 1,5 mm;
4. Globina depresij – prepustne površine: 3 mm.

Preglednica 3: Značilnosti podobmočji za obstoječe stanje

Podobmočje	Površina [ha]	Delež neprep. površin [%]	Računska širina [m]	Povprečni naklon [%]	Hidravlična pot površinskega odtoka [m]	Delež območja brez depresij [%]:	SCS krivulja
B_1a_levo (1a_L)	0,70	0	256	29,8	50	0	70
B_1a_desno (1a_D)	0,77	0	175	31,1	50	0	69
B_1b (1b)	0,27	0	133	23,9	50	0	75
B_2_levo (2_L)	1,41	0	471	23,5	50	0	72
B_2_desno (2_D)	0,50	0	200	25,2	50	0	60

4.1 Rezultati za podobmočja

Območja so trenutno nepozidana, pokriva jih večinoma gozd. Skladno z SCS enačbo, ki vključuje površino in CN faktor trenutnih 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 (50 m) 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 4 minutah od konca padavin tudi ustavi. Analiza se je izvedla za stanje s povratno dobo 100 – let ter nalivi s trajanjem od 10 do 300 min. Prikazani (Slika 10) so maksimalni odtoki iz območij, do katerih je, odvisno od območja, prišlo pri 10, 15, 20 in 30 minutnih padavinah.

**Slika 10: maksimalni pretoki iz posameznih območij za nepozidano stanje**

Pri dimenzioniranju zadrževalnikov in njihovih iztokov smo kot zgornjo mejo iztoka vzeli maksimalen odtok/pretok iz posameznega podobmočja v naravnem stanju.

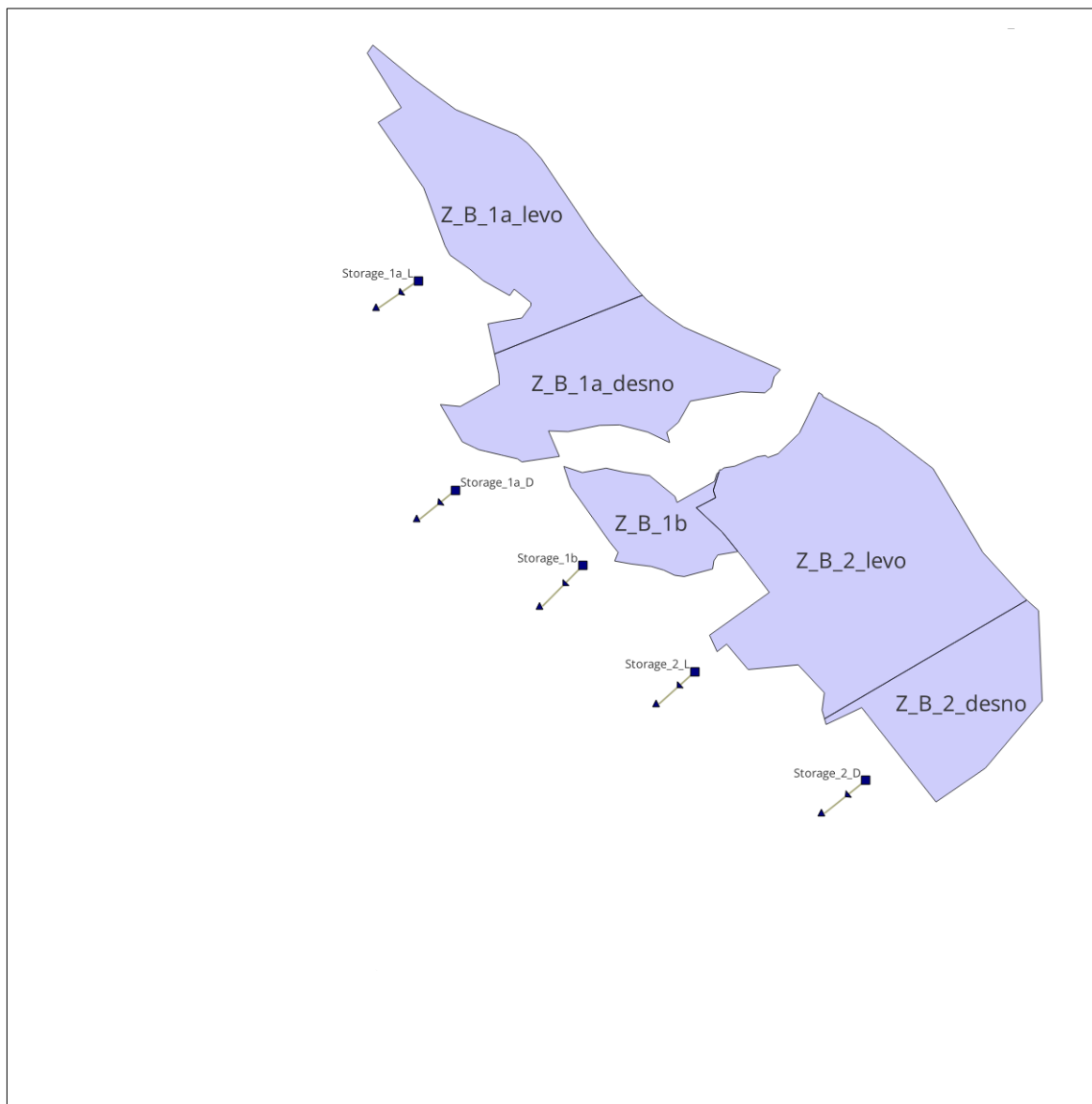
Skupni rezultati za obstoječe stanje po posameznih prispevnih podobmočjih prikazuje Preglednica 4.

Preglednica 4: Vršni pretok za obstoječe stanje po posameznih prispevnih podobmočjih, za padavine s 100-letno povratno dobo in kritičnim časom trajanja naliva (izkaz maksimalnih vrednosti)

Prispevno območje	Trajanje naliva [min]	Max. odtok Q100 pri nalivu [m ³ /s]	Max. volumen odtoka Q100 Pri nalivu 30 (*60) min [m ³]
1a_L	10	0,18	154.1
1a_D	15	0,15	131.2
1b	10	0,08	65.8
2_L	10	0,35	302.9 / *539.3
2_D	30	0,09	68.2

5 ANALIZA NAČRTOVANEGA STANJA Z ANALIZO VPLIVA ZADRŽEVALNIKOV IN PRIMERJAVA Z OBSTOJEČIM STANJEM

Enako kot v primeru obstoječega stanja smo tudi za načrtovano stanje analizirano območje razdelili na pet enakih podobmočij, ki se vsa stekajo v svoj zadrževalnik. Slika 11 prikazuje razdelitev območja na podobmočja, skladno z zasnovo odvodnje (načrtovano stanje).



Slika 11: Razdelitev območja OPPN na podobmočja za načrtovano stanje (iztok preko zadrževalnika)

Razdelitev na podobmočja je smiselno sledila predpostavljenemu razporedu zadrževalnikov oziroma obstoječemu padcu terena. Delež neprepustnih površin za posamezno podobmočje je znašal 50%. Analizirali smo dve alternativni, in sicer stanje (1) kjer so zadrževalniki oblikovani

z večjimi globinami in manjšimi površinami in stanje (2) kjer so zadrževalniki oblikovani z manjšimi globinami in večjimi površinami.

Za vsa podobmočja je privzeta enaka vrednost za naslednje parametre:

1. Manningov koeficient hrapavosti – neprepustne površine: 0,1;
2. Manningov koeficient hrapavosti – prepustne površine: 0,01;
3. Globina depresij – neprepustne površine: 1,5 mm;
4. Globina depresij – prepustne površine: 3 mm;
5. Delež površin brez depresij: 15%;
6. Naklon terena – privzet naklon obstoječega stanja.

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 zadrževalnike. Zaradi še nedorečenih naklonov terena načrtovanega stanja in poteka meteorne kanalizacije, smo v modelu obravnavali le odtoke z analizo volumnov in pretokov v primeru dodatno utrjenih površin, torej brez predpostavk dimenzij cevi ter njihovih naklonov. Za nivo obdelav (študija) smo razpolagali z minimalno zadostno količino podatkov. Dimenzije cevi imajo pri analizi odтока manjši vpliv, saj se ob preseganju prevodnosti sistema ustvari površinski tok, ki je usmerjen proti zadrževalniku (podano priporočilo – ga bomo bolj jasno opredelili v nadaljevanju), ki tako še vedno »opravi« svojo nalogo. Nekoliko večji vpliv imajo na distribucijo odtokov lahko upoštevani nakloni cevi. Kljub vsemu smo mnenja, da so modelno vrednoteni natoki in posledično potrebne dimenzije zadrževalnikov določeni ustrezno in z mero »robustnosti« ter tako uporabni za nadaljnje analize.

5.1 Rezultati za podobmočja

Primerjali bomo dva primera načrtovanega stanja, in sicer:

- (S1) Pozidano stanje, globlji zadrževalniki: gre za zadrževalnike globine med 1 do 2 m, s površinami od 50 do 200 m².
- (S2) Pozidano stanje, plitkejši zadrževalniki: gre za zadrževalnike globine med 0,8 do 1 m, s površinami od 50 do 500 m².

V obeh primerih so lastnosti območja natokov enake, prav tako so vsi rezultati posledica enakih modelnih padavin povratne dobe 100 - let.

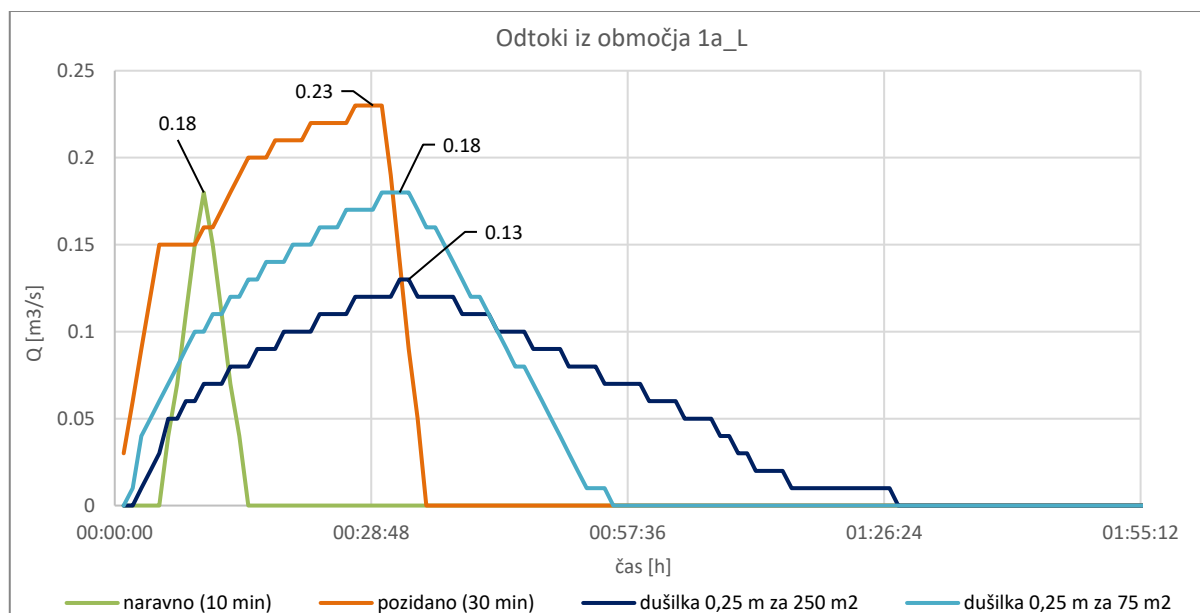
Rezultate bomo prikazovali za stanja, ki povzročijo največje odtoke iz območja. Tako bomo na skupnih grafih prikazovali vršno/kritično stanje v primeru obstoječega stanja ter vršno/kritično

stanje v primeru načrtovanega stanja z upoštevanjem ukrepov zadrževanja. Za to stanje bomo prikazali še odtok v primeru načrtovanega stanja brez upoštevanja ukrepov zadrževanja. Opozorimo, da kritično/vršno stanje v primeru načrtovanega stanja z upoštevanjem ukrepov zadrževanja ni vedno enako kritičnemu/vršnemu obstoječemu stanju ali vršnemu/kritičnemu stanju v primeru načrtovanega stanja brez upoštevanja ukrepov zadrževanja. Slednje stanje se izkazuje pri krajših nalivih (tudi v primeru obstoječega stanja), vendar to stanje ne povzroči maksimalno višino vode v zadrževalniku in posledično maksimalni iztok iz dušilke. S prikazom vršnega/kritičnega stanja v primeru obstoječega stanja in vršnega/kritičnega stanja v primeru načrtovanega stanja z upoštevanjem ukrepov zadrževanja izkazujemo doseganje načrtovanega cilja, torej nevtralnega odtoka. Zavedamo se, da s pristopom ne zagotavljamo nevtralnega odtoka za vsa trajanja nalivov (predvsem v primeru daljših trajanj – predvsem trajanj daljših od 90 do 120 min), vendar je nevtralni odtok zagotovljen v primeru kritičnih nalivov iz območja pozidave z vplivom tudi v primeru kritičnih nalivov hudournika Prelog. Slednje sovпада zaradi dejstva, da so kritični nalivi zaledja hudournika Prelog prav tako kratki in v »rangu« do 90 minut. Ker znotraj tega časa uspemo izkazati nevtralni odtoka iz območja pozidave Bizjaki I in II, oziroma v tem časovnem intervalu (do 90 min) z ukrepi zadrževanja vplivamo na odtok iz pozidanega območja, s pozidavo bistveno ne vplivamo na dvig vršnih/kritičnih pretokov hudournika Prelog, ki predstavlja glavni iztok meteornih voda iz analiziranega območja. Z ukrepi zadrževanja tako zagotovimo vsaj »ohranitev« poplavnega stanja dolvodno (predvsem na poplavnem območju hudournika Prelog), oziroma se poplavno stanje bistveno ne poslabšuje, vsaj do povratnih dob 100 - let.

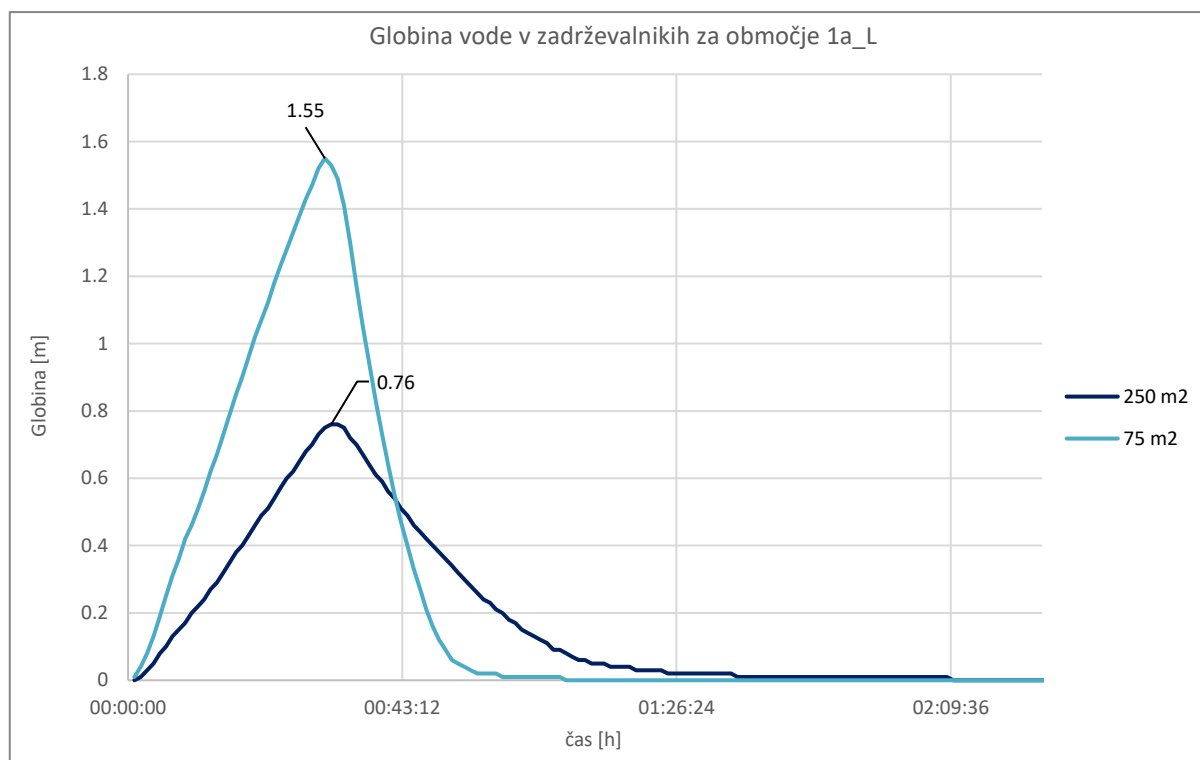
V nadaljevanju tako prikazujemo površinski odtok po posameznih območjih (1a_L, 1a_D, 1b, 2_L, 2_D) skupaj z vršnim obstoječim stanjem (ločeno za posamezna podobmočja), saj nam to omogoča lažjo primerjavo v nadaljevanju.

5.1.1 Območje 1a_L

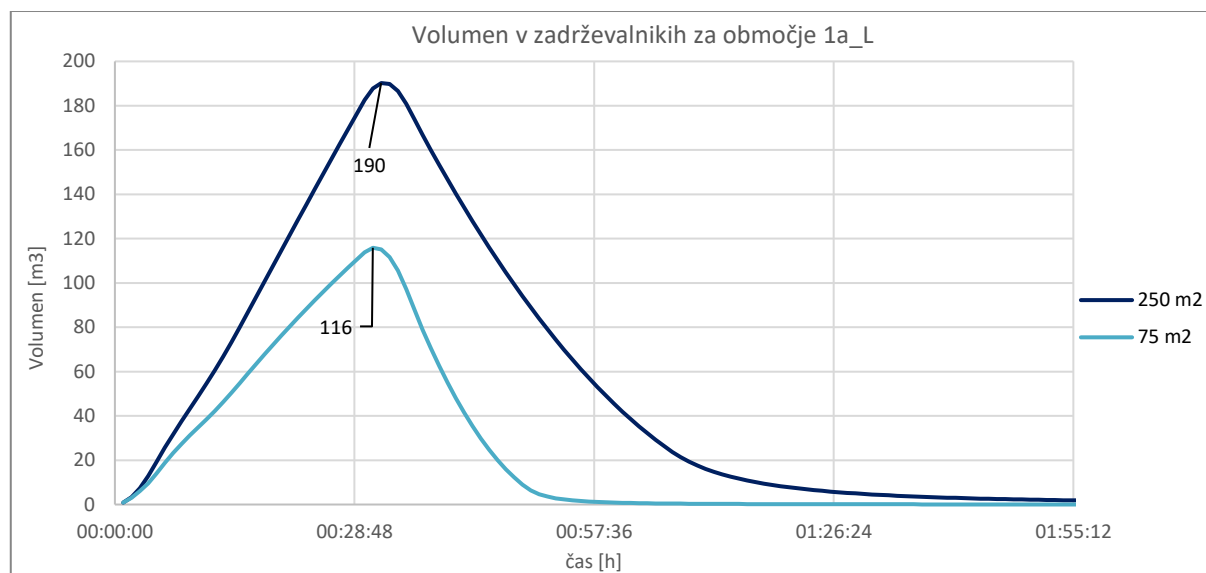
Območje 1a_L se bo skladno z določili in prostorskimi omejitvami pozidalo v velikosti do 50 %, kar bo povečalo površinski odtok iz tega območja. Primerjava modelnih odtokov se izvede za dva prej omenjena in opisana stanja ($S1 - 75 \text{ m}^2$ in $S2 - 250 \text{ m}^2$), in sicer za 30 minutne padavine – kritični naliv za oba stanja, kjer pride do najvišjih nivojev gladin v zadrževalnikih in posledično najvišjih odtokov skozi dušilko. Primerjavo odtokov iz naravnega in pozidanega območja ter iztokov iz zadrževalnikov (pozidano z ukrepi zadrževanja) prikazuje Slika 12.



Slika 12: Hidrogrami odtokov iz območja 1a_L



Slika 13: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut



Slika 14: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut

Analiza pokaže pričakovano in sicer, da v primeru pozidanega stanja (brez ukrepov) dobimo precej višje vršne odtoke kot tudi volumne. Ukrepi zadrževanja so potrebni, kjer nam model izkaže, da v primeru zadrževanja uspemo vršne natoke znižati pod nivo obstoječega/naravnega stanja. Torej lahko v obeh primerih zadrževalnikov govorimo o nevtralnem odtoku, ki ga izenačimo ali celo znižamo pod vršni pretok obstoječega/naravnega stanja.

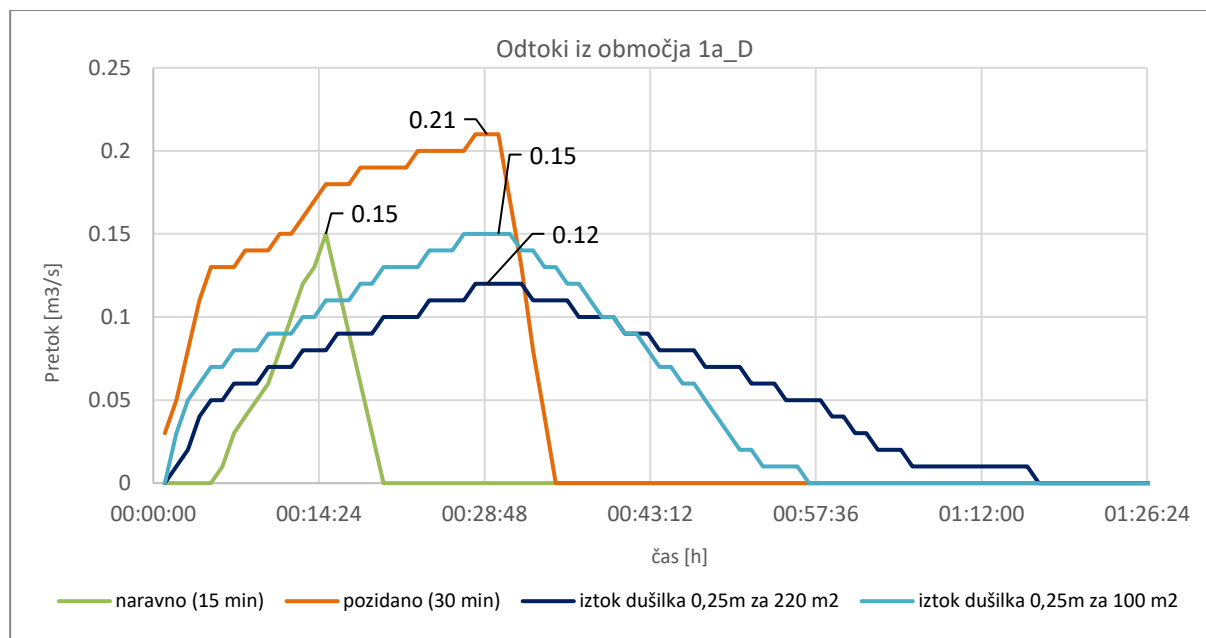
Dinamika polnjenja (gladina, volumen - Slika 13 in Slika 14) v zadrževalnikih pokaže vpliv višine vodnega stolpca v zadrževalniku na hitrost odtoka. Poleg modelnega natoka ima na potreben volumen največji vpliv površina zadrževalnika, kjer je v zadrževalnikih z manjšo površino potrebno načrtovati manjše volumne, kar je posledica višjih pretokov skozi dušilko (višji vodni stolpec – višji tlak). Kljub višjim iztokom iz dušilke (za $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$), le-ti še vedno ne presegajo vršnih pretokov obstoječega stanja (v času kritičnega naliva). Zbirne karakteristike zadrževalnika s predlogom njegovih dimenzij za območje 1a_L prikazuje Preglednica 5.

Preglednica 5: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 1a_L s predlogom dimenzij

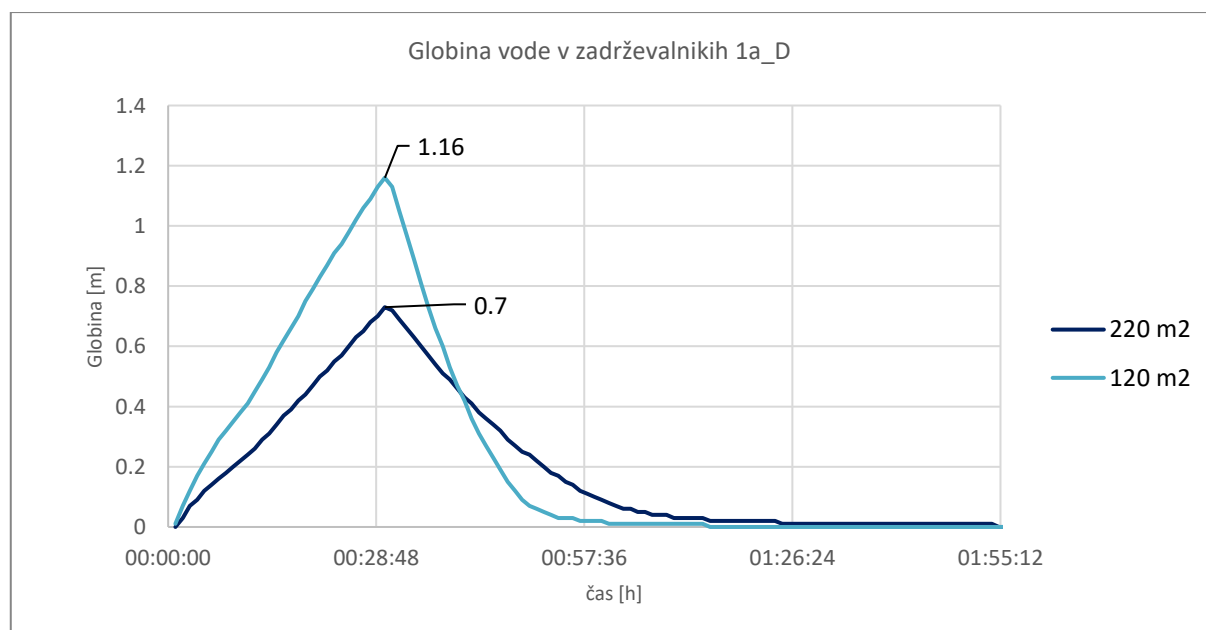
Stanje	Čas naliva [min]	Povratna doba [let]	Premjer dušilke [m]	S1	S2
Površina zadrževalnika [m²]	30	100	0,25	75	250
Max. volumen [m³]	30	100	0,25	116	190
Max. globina [m]	30	100	0,25	1,55	0,76
Predlog globine [m]	30	100	0,25	1,7	0,9

5.1.2 Območje 1a_D

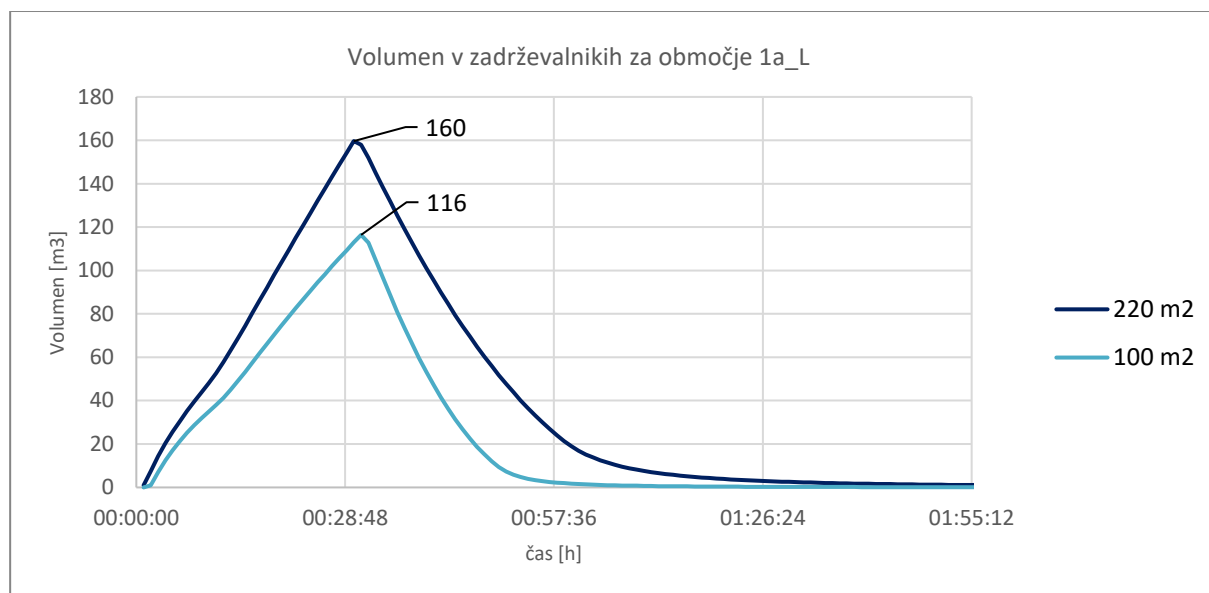
Območje 1a_D se bo skladno z določili in prostorskimi omejitvami pozidalo v velikosti do 50 %, kar bo povečalo površinski odtok iz tega območja. Primerjava modelnih odtokov se izvede za dva prej omenjena in opisana stanja (S1 – 100 m² in S2 – 220 m²), in sicer za 30 minutne padavine – kritični naliv za obe stanji, kjer pride do najvišjih nivojev gladin v zadrževalnikih. Primerjavo odtokov iz naravnega in pozidanega območja ter iztokov iz zadrževalnikov (pozidano z ukrepi zadrževanja) prikazuje Slika 15.



Slika 15: Hidrogrami odtokov iz območja 1a_D



Slika 16: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut



Slika 17: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut

Analiza pokaže pričakovano in sicer, da v primeru pozidanega stanja (brez ukrepov) dobimo precej višje vršne odtoke kot tudi volumne. Ukrepi zadrževanja so potrebni, kjer nam model izkaže, da v primeru zadrževanja uspemo vršne natoke znižati pod nivo obstoječega/naravnega stanja. Torej lahko v obeh primerih zadrževalnikov govorimo o nevtralnem odtoku, ki ga izenačimo ali celo znižamo pod vršni pretok obstoječega/naravnega stanja.

Dinamika polnjenja (gladina, volumen - Slika 16 in Slika 17) v zadrževalnikih pokaže vpliv višine vodnega stolpca v zadrževalniku na hitrost odtoka. Poleg modelnega natoka ima na potreben volumen največji vpliv površina zadrževalnika, kjer je v zadrževalnikih z manjšo površino potrebno načrtovati manjše volumne, kar je posledica višjih pretokov skozi dušilko (višji vodni stolpec – višji tlak). Kljub višjim iztokom iz dušilke, le-ti še vedno ne presegajo vršnih pretokov obstoječega stanja. Zbirne karakteristike zadrževalnika s predlogom njegovih dimenzij za območje 1a_D prikazuje Preglednica 6.

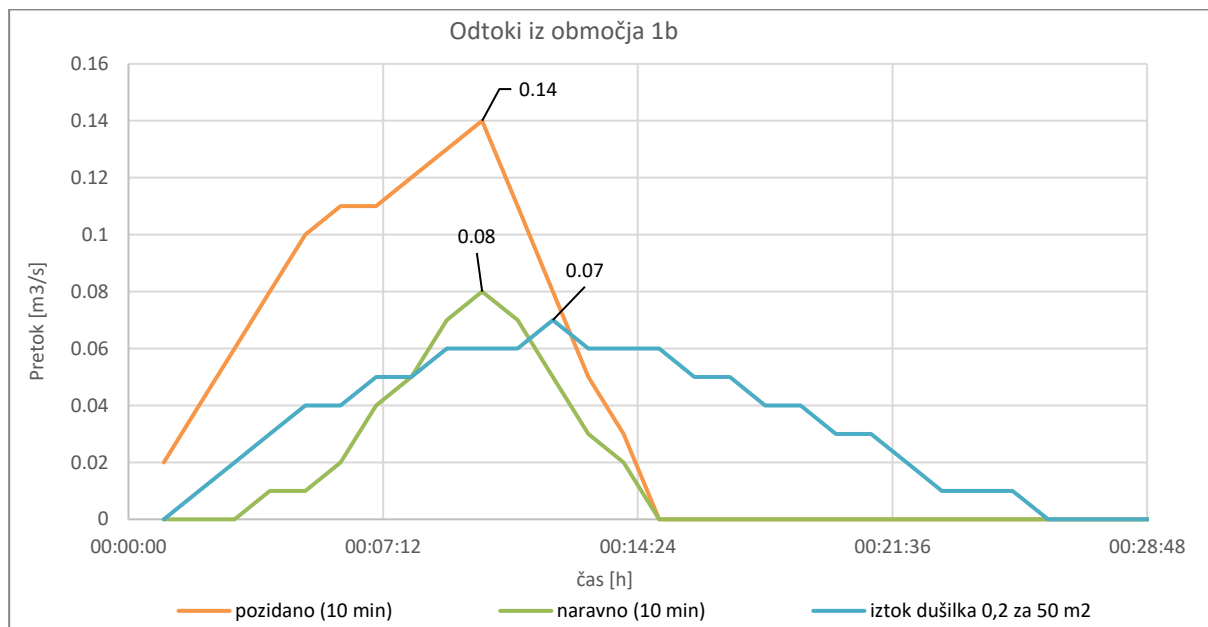
Preglednica 6: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 1a_D s predlogom dimenzij

Stanje	Čas naliva [min]	Povratna doba [let]	Premer dušilke [m]	S1	S2
Površina zadrževalnika [m²]	30	100	0,25	100	220
Max. volumen [m ³]	30	100	0,25	116	160
Max. globina [m]	30	100	0,25	1,2	0,7
Predlog globine [m]	30	100	0,25	1,35	0,85

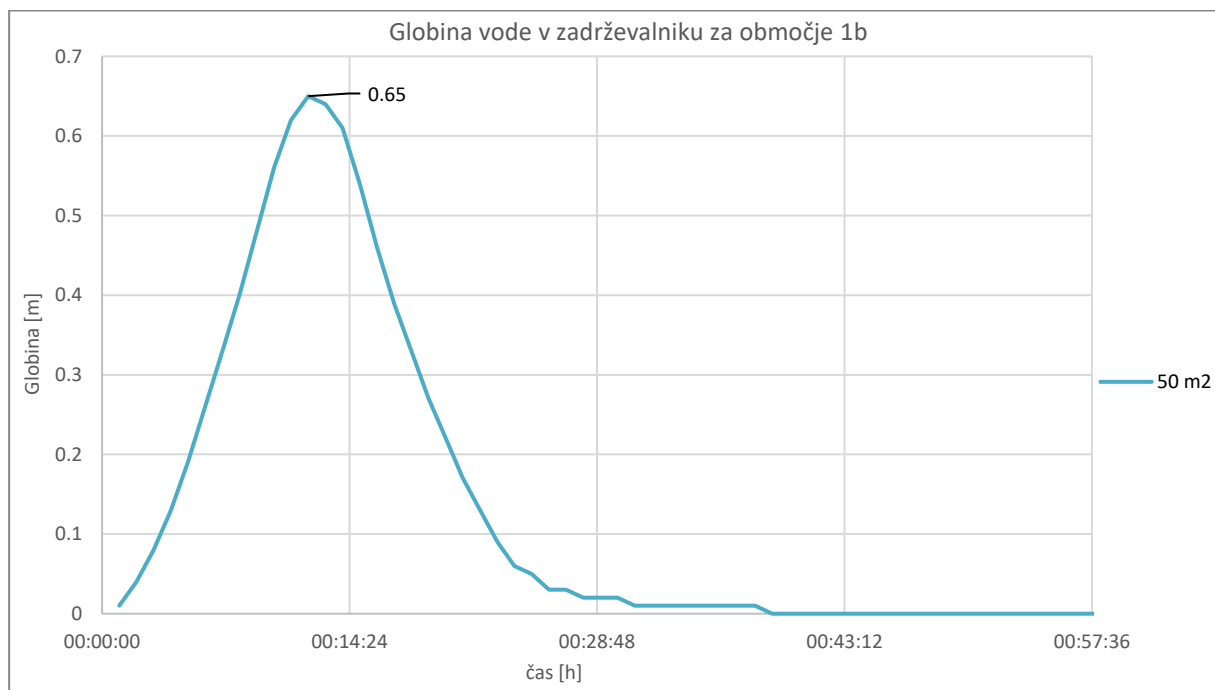
5.1.3 Območje 1b

Območje 1b se bo skladno z določili in prostorskimi omejitvami pozidalo v velikosti do 50 %, kar bo povečalo površinski odtok iz tega območja. To območje ima glede na ostala najmanjšo prispevno površino ter posledično tudi izrazito manjši potreben zadrževalnik, za katerega

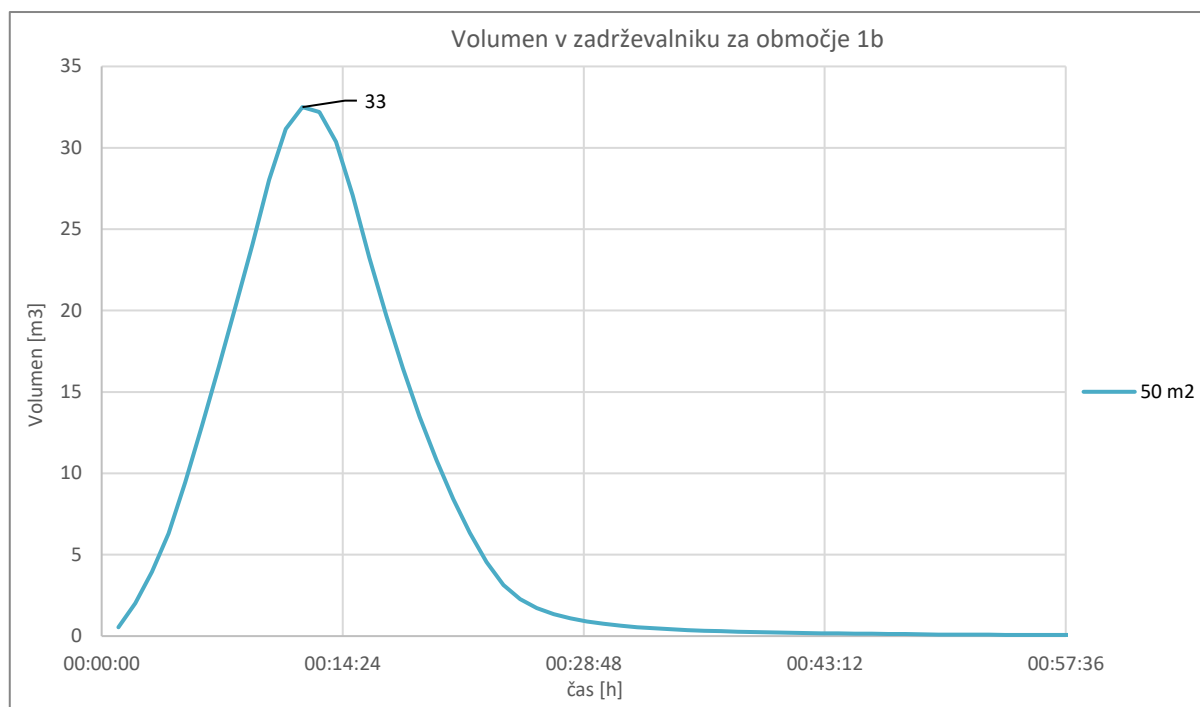
kritičen naliv traja 10 minut (Slika 18). Do take razdelitve je prišlo, ker je območje 1b podano kot del soseske Bizjaki I, vendar je to edini del, ki je na drugi strani (levi breg) grape hudournika Prelog, zato skupno zadrževanje v tem primeru ni smiselno. Zaradi »majhnosti« območja se v tem primeru izvede analiza zgolj za stanje S1 (50 m²) za 10 minutne padavine, ki so kritične in kjer pride do najvišjih nivojev gladin v zadrževalniku. Primerjavo odtokov iz naravnega in pozidanega območja ter iztokov iz zadrževalnikov (pozidano z ukrepi zadrževanja) prikazuje Slika 18.



Slika 18: Hidrogrami odtokov iz območja 1b



Slika 19: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 10 minut



Slika 20: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalu s trajanjem 10 minut

Analiza pokaže pričakovano in sicer, da v primeru pozidanega stanja (brez ukrepov) dobimo precej višje vršne odtoke kot tudi volumne. Ukrepi zadrževanja so potrebni, kjer nam model izkaže, da v primeru zadrževanja uspemo vršne natoke znižati pod nivo obstoječega/naravnega stanja. Torej lahko v primeru predlaganega zadrževalnika govorimo o nevtralnem odtoku, ki ga izenačimo in celo znižamo pod vršni pretok obstoječega/naravnega stanja.

Dinamika polnjenja (gladina, volumen - Slika 19 in Slika 20) v zadrževalniku pokaže vpliv višine vodnega stolpca v zadrževalniku na hitrost odtoka. Poleg modelnega natoka ima na potreben volumen največji vpliv površina zadrževalnika, ki smo jo v tem primeru zaradi majhnosti območja upoštevali kot enotno. Zbirne karakteristike zadrževalnika s predlogom njegovih dimenzij za območje 1b prikazuje Preglednica 7.

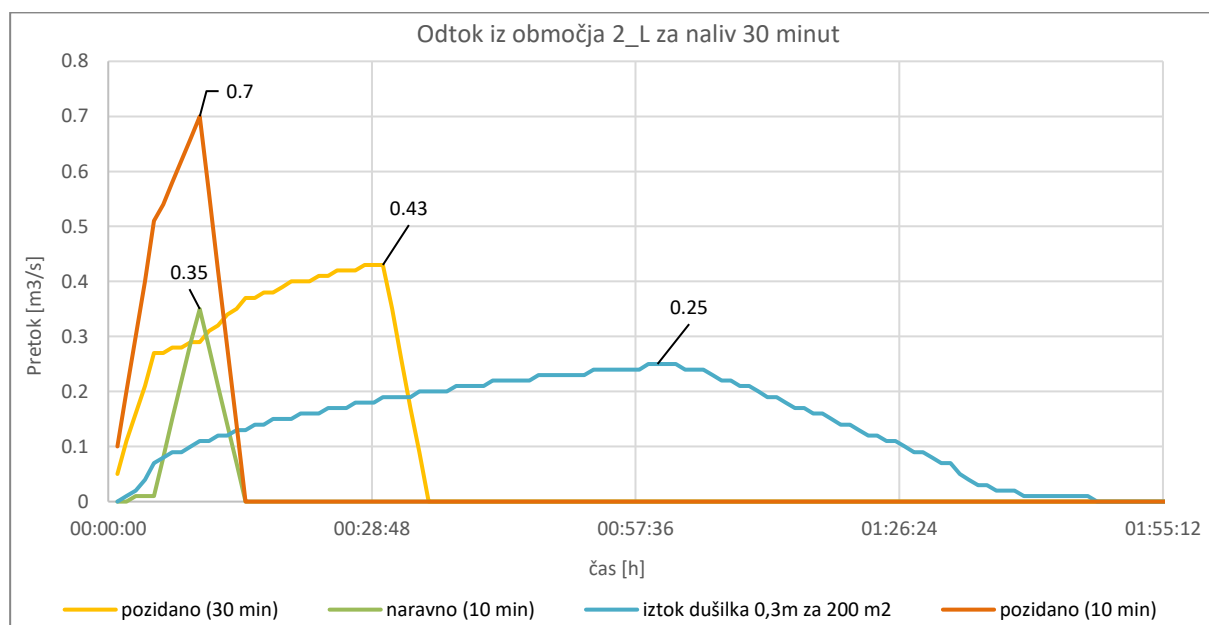
Preglednica 7: Največji volumen in globina zadrževalnika za območje 1b s predlogom dimenzij

Stanje	Čas naliva [min]	Povratna doba [let]	Premer dušilke [m]	S1
Površina zadrževalnika [m²]	10	100	0,2	50
Max. volumen [m ³]	10	100	0,2	33
Max. globina [m]	10	100	0,2	0,65
Predlog globine [m]	10	100	0,2	0,8

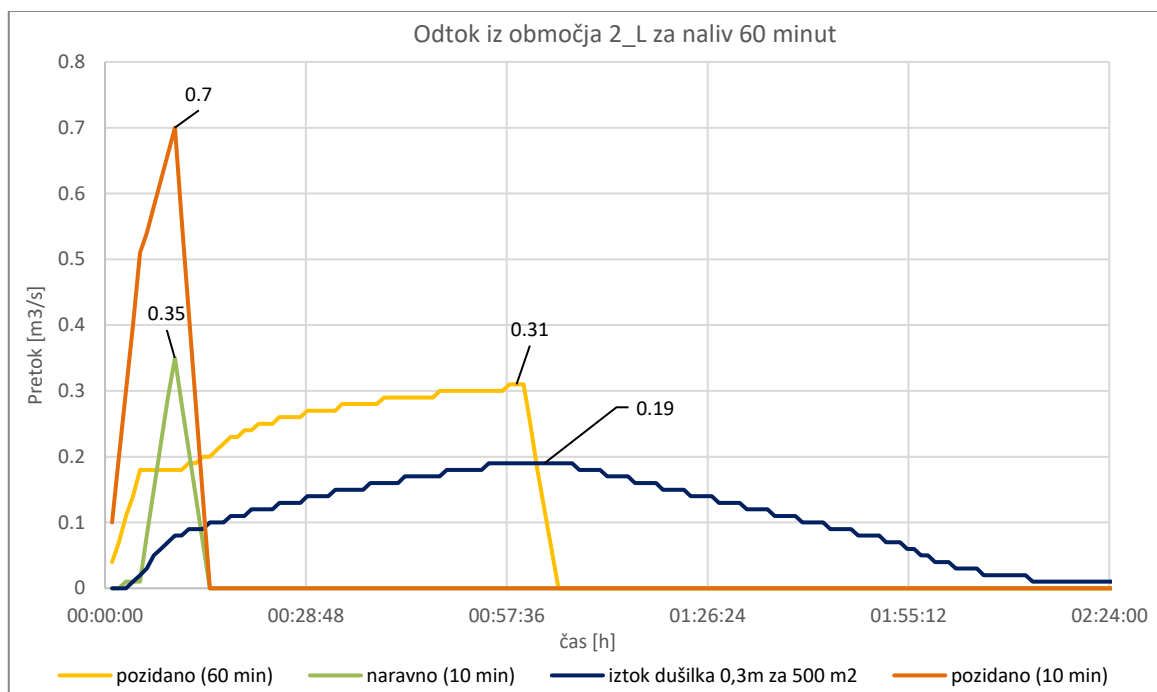
5.1.4 Območje 2_L

Območje 2_L se bo skladno z določili in prostorskimi omejitvami pozidalo v velikosti do 50 %, kar bo povečalo površinski odtok iz tega območja. Primerjava modelnih odtokov se izvede za dva prej omenjena in opisana stanja (S1 – 200 m² in S2 – 500 m²), vendar zaradi same velikosti zadrževalnika in geometrije dobimo dve različni trajanji kritičnih nalivov in sicer 30 in 60 minut. Za zadrževalnik s površino 500 m² je kritični naliv dolg 60 minut, za zadrževalnik s površino 200 m² pa naliv, ki traja 30 minut.

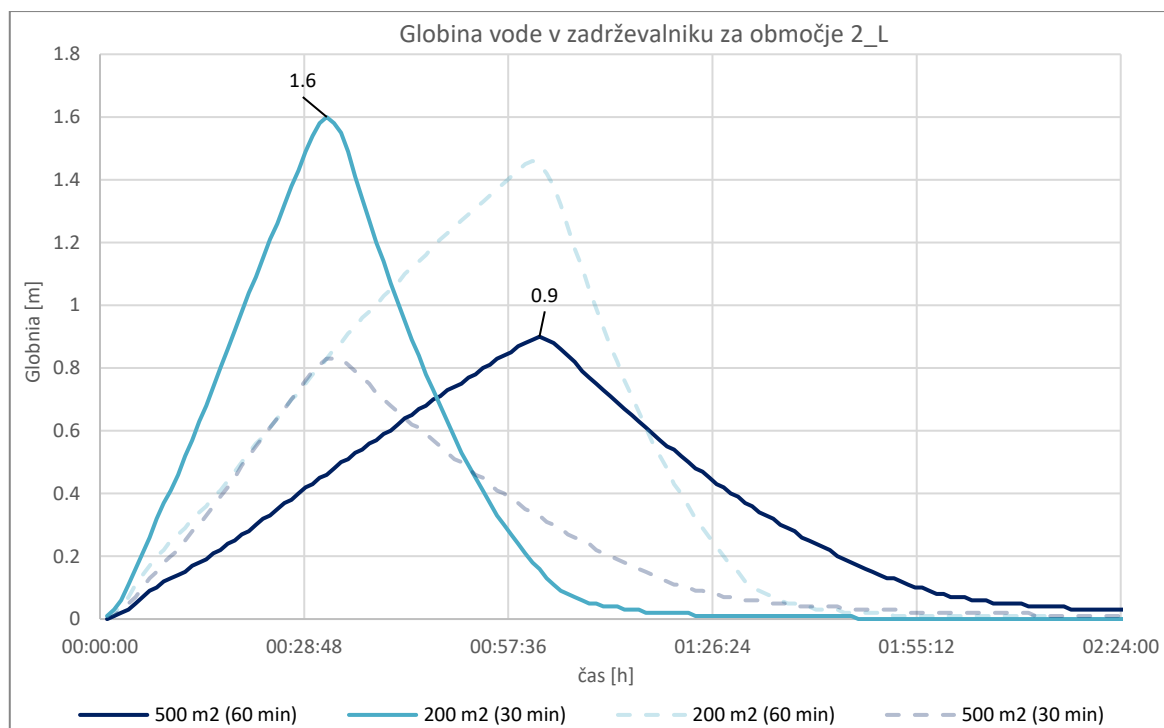
Primerjavo odtokov iz naravnega in pozidanega območja ter iztokov iz zadrževalnikov prikazujeta Slika 21 in Slika 22, ločeno za stanja S1 in S2.



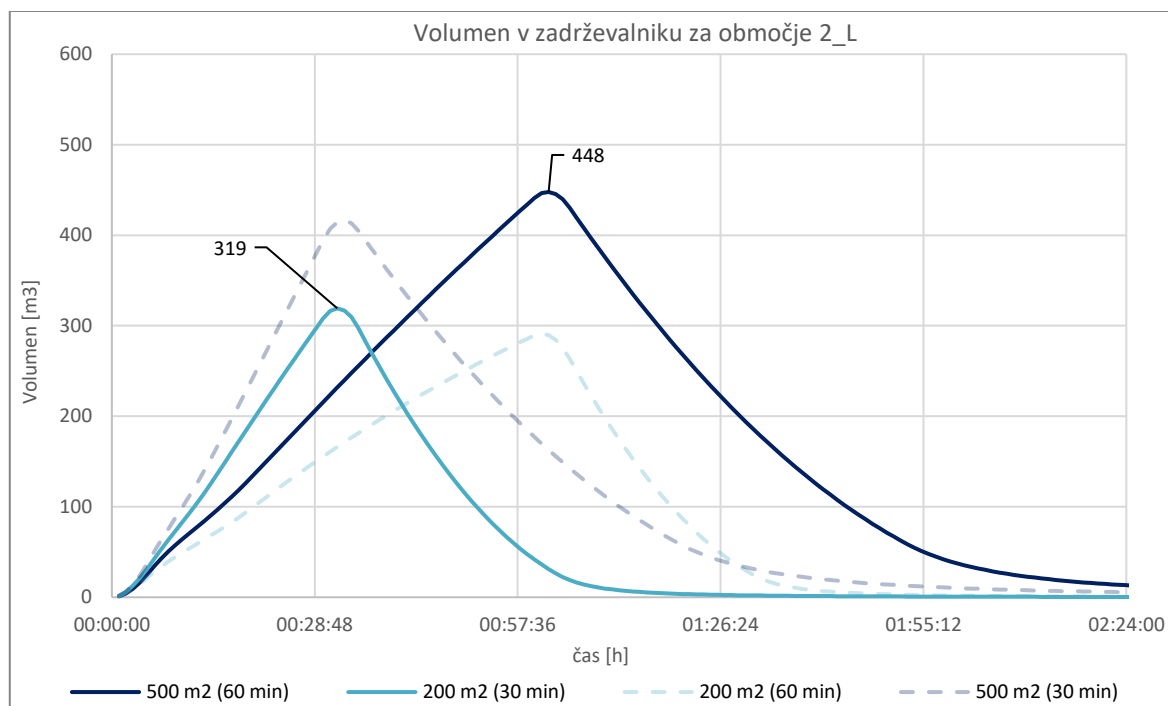
Slika 21: Hidrogrami odtokov iz območja 2_L (stanje S1)



Slika 22: Hidrogrami odtokov iz območja 2_L (stanje S2)



Slika 23: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 in 60 minut



Slika 24: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 in 60 minut

Analiza pokaže pričakovano in sicer, da v primeru pozidanega stanja (brez ukrepov) dobimo precej višje vršne odtoke kot tudi volumne. Ukrepi zadrževanja so potrebni, kjer nam model izkaže, da v primeru zadrževanja uspemo vršne natoke znižati pod nivo obstoječega/naravnega stanja. Torej lahko v obeh primerih zadrževalnikov govorimo o nevtralnem odtoku, ki ga izenačimo ali celo znižamo pod vršni pretok obstoječega/naravnega stanja.

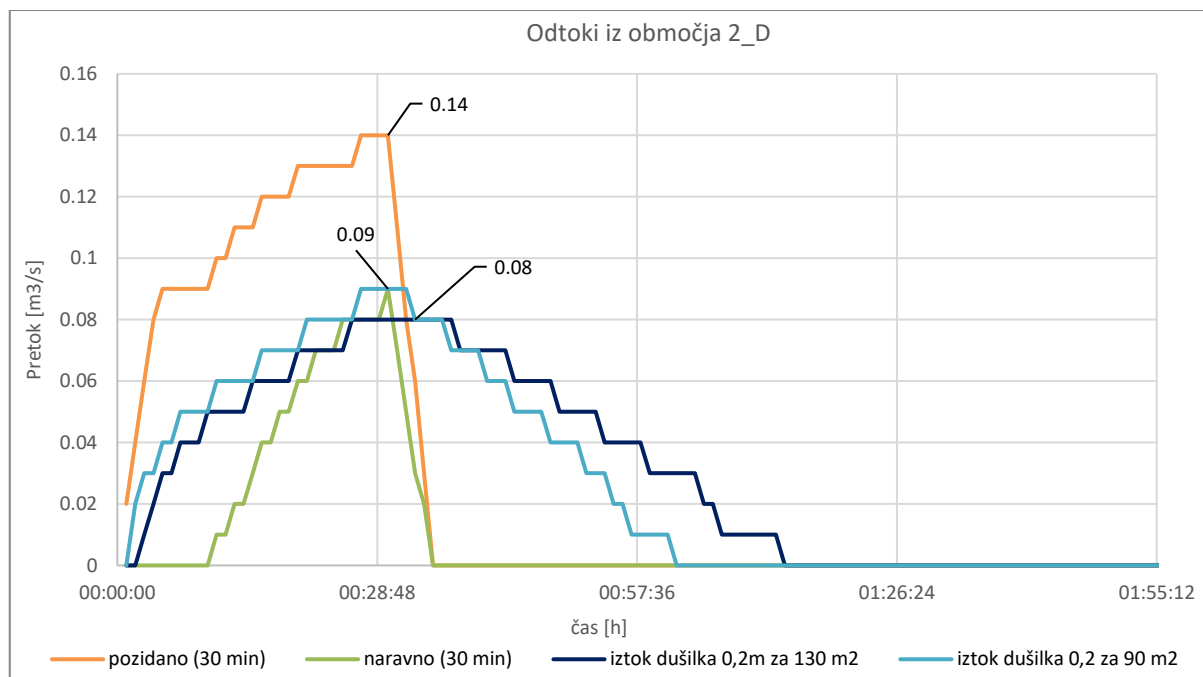
Dinamika polnjenja (gladina, volumen - Slika 23 in Slika 24) v zadrževalnikih pokaže vpliv višine vodnega stolpca v zadrževalniku na hitrost odtoka. Poleg modelnega natoka ima na potreben volumen največji vpliv površina zadrževalnika, kjer je v zadrževalnikih z manjšo površino potrebno načrtovati manjše volumne, kar je posledica višjih pretokov skozi dušilko (višji vodni stolpec – višji tlak). Kljub višjim iztokom iz dušilke, le-ti še vedno ne presegajo vršnih pretokov obstoječega stanja. Zbirne karakteristike zadrževalnika s predlogom njegovih dimenzij za območje 2_L prikazuje Preglednica 8.

Preglednica 8: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 2_L s predlogom dimenzij

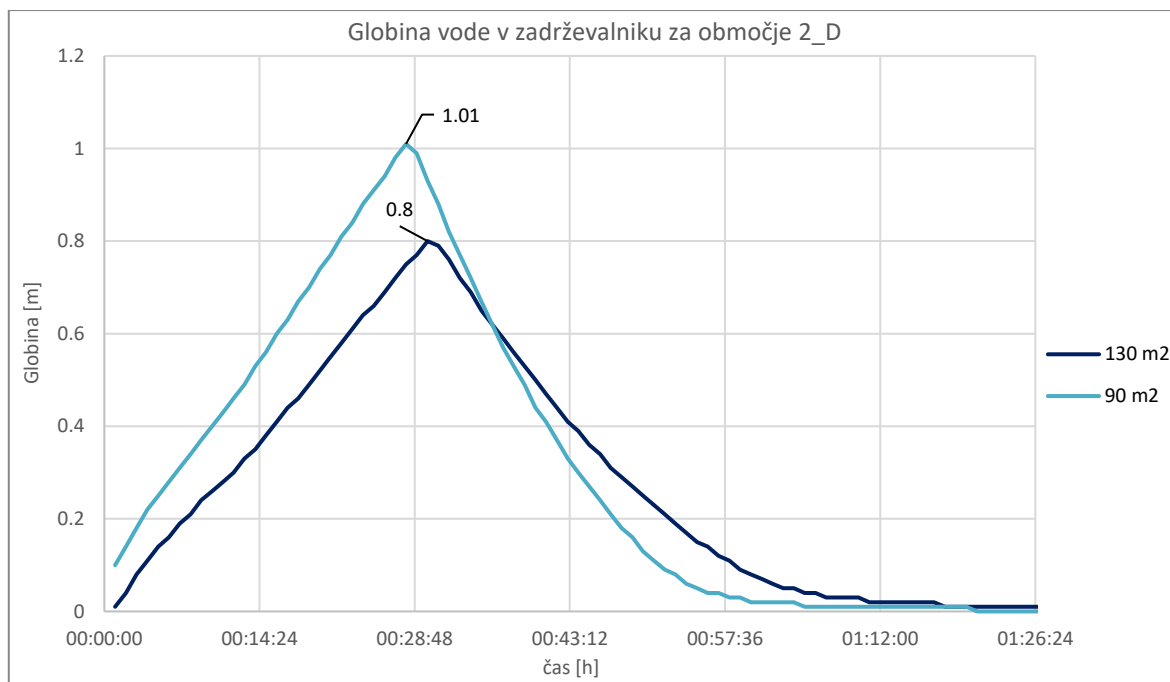
Stanje	Čas naliva [min]	Povratna doba [let]	Premer dušilke [m]	S1	*S2
Površina zadrževalnika [m²]	30/*60	100	0,3	200	500
Max. volumen [m³]	30/*60	100	0,3	320	450
Max. globina [m]	30/*60	100	0,3	1,6	0,9
Predlog globine [m]	30/*60	100	0,3	1,75	1,05

5.1.5 Območje 2_D

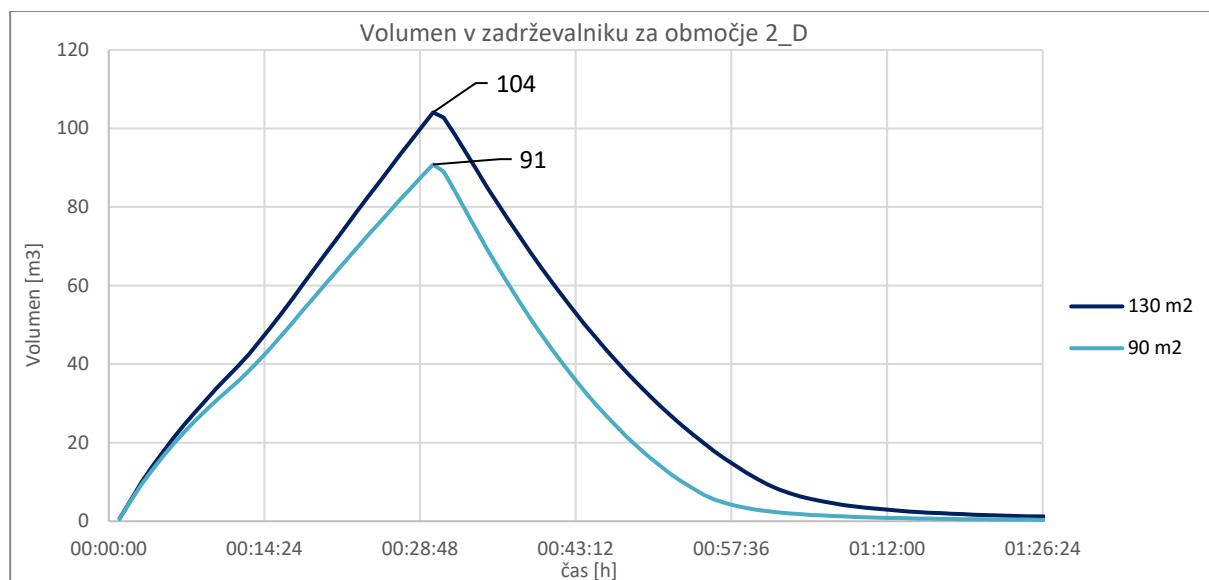
Območje 2_D se bo skladno z določili in prostorskimi omejitvami pozidalo v velikosti do 50 %, kar bo povečalo površinski odtok iz tega območja. Primerjava modelnih odtokov se izvede za dva prej omenjena in opisana stanja (S1 – 90 m² in S2 – 130 m²), in sicer za 30 minutne padavine – kritični naliv za oba stanja, kjer pride do najvišjih nivojev gladin v zadrževalnikih. Primerjavo odtokov iz naravnega in pozidanega območja ter iztokov iz zadrževalnikov (pozidano z ukrepi zadrževanja) prikazuje Slika 25.



Slika 25: Hidrogrami odtokov iz območja 2_D



Slika 26: Dinamika polnjenja (globine) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut



Slika 27: Dinamika polnjenja (volumen) v zadrževalniku za dve stanji pri nalivu s trajanjem 30 minut

Analiza pokaže pričakovano in sicer, da v primeru pozidanega stanja (brez ukrepov) dobimo precej višje vršne odtoke kot tudi volumne. Ukrepi zadrževanja so potrebni, kjer nam model izkaže, da v primeru zadrževanja uspemo vršne natoke znižati pod nivo obstoječega/naravnega stanja. Torej lahko v obeh primerih zadrževalnikov govorimo o nevtralnem odtoku, ki ga izenačimo ali celo znižamo pod vršni pretok obstoječega/naravnega stanja.

Dinamika polnjenja (gladina, volumen - Slika 26 in Slika 27) v zadrževalnikih pokaže vpliv višine vodnega stolpca v zadrževalniku na hitrost odtoka. Poleg modelnega natoka ima na potreben volumen največji vpliv površina zadrževalnika, kjer je v zadrževalnikih z manjšo površino potrebno načrtovati manjše volumne, kar je posledica višjih pretokov skozi dušilko (višji vodni stolpec – višji tlak). Kljub višjim iztokom iz dušilke, le-ti še vedno ne presegajo vršnih pretokov obstoječega stanja. Zbirne karakteristike zadrževalnika s predlogom njegovih dimenzij za območje 1a_L prikazuje Preglednica 9.

Preglednica 9: Največji volumen in globina zadrževalnikov za območje 2_D s predlogom dimenzij

Stanje	Čas naliva [min]	Povratna doba [let]	Premer dušilke [m]	S1	S2
Površina zadrževalnika [m²]	30	100	0,2	90	130
Max. volumen [m³]	30	100	0,2	91	104
Max. globina [m]	30	100	0,2	1,0	0,8
Predlog globine [m]	30	100	0,2	1,15	0,95

6 ZBIRNI PRIKAZ REZULTATOV S PREDLOGOM ZADRŽEVANJA NA OBMOČJU NAČRTOVANIH SOSEK BIZJAKI I. IN II.

Izvedena analiza je pokazala, da lahko z ukrepi zadrževanja zagotovimo nevtralni odtok iz območja vsaj za časovni interval kritičnih nalivov (največji vplivi pri nalivih s trajanjem do 1 h, kar predstavlja kritične nalive za analizirano območje sosesk Bizjaki I. in II., z izkazom vpliva tudi pri nalivih z daljšim trajanjem, npr. do 90 min, kar pa predstavlja območje kritičnih nalivov za potok Prelog). Analizirali smo kritične nalive s povratno dobo 100 – let s časi trajanja 10, 15, 20, 30 in 60 min (izračuni so bili izvedeni za celoten niz nalivov, in sicer med 10 in 300 minutami). Z vzpostavitev petih zadrževalnikov uspemo natekajoče vodne količine ustrezno zmanjšati. Zaradi nedoločenosti globine ali površine zadrževalnikov (ne razpolagamo s situacijo območja), smo postavili računski model za dve stanji, in sicer S1 in S2, kjer upoštevamo bodisi globlji in tlorisno manjši zadrževalnik (S1), ali pa plitkejši in tlorisno večji zadrževalnik (S2). Karakteristike predpostavljenih zadrževalnikov s predlogom dimenzij prikazuje Preglednica 10.

Preglednica 10: Predpostavljene karakteristike zadrževalnikov s predlogom dimenzij

Območje	1a_L	1a_D	1b	2_L	2_D
Način zadrževanja	Zadrževalnik (površinski ali vkopan)				
S1					
Površina zadrževalnika - predpostavljena [m ²]	75	100	50	200	90
Potrebna globina zadrževalnika [m]	1,55	1,2	0,65	1,6	1,0
Potreben volumen zadrževalnika [m ³]	116	116	33	320	91
Predlog globine zadrževalnika [m]	1,7	1,35	0,8	1,75	1,15
Predlagan volumen zadrževalnika [m ³]	127,5	135	40	350	103,5
S2					
Površina zadrževalnika - predpostavljena [m ²]	250	220	/	500	130
Potrebna globina zadrževalnika [m]	0,76	0,7	/	0,9	0,8
Potreben volumen zadrževalnika [m ³]	190	160	/	450	104
Predlagana globina zadrževalnika [m]	0,9	0,85	/	1,05	0,95
Predlagan volumen zadrževalnika [m ³]	225	187	/	525	123,5
Dušilka (premer cevi) [m]	0,25	0,25	0,2	0,3	0,2
Varnostni preliv [m]	da	da	da	da	da

Preglednica 10 prikazuje izhodišča pri načrtovanju zadrževalnikov. Vsekakor je najbolj pomembno, da se znotraj posameznega 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 zadrževalnikov potrebno upoštevati predlagano dimenzijo dušilke, ki se umesti na dno zadrževalnika. Dušilka naj predstavlja cev predlagane dimenzije. Za primer preseganja volumnske kapacitete zadrževalnika, naj se predvidi še prosti varnosti preliv, ki se usmeri stran od objektov, predvidoma proti površinskemu odvodniku. V kolikor v času priprave projekta pride do večjega odstopanja načrtovanih dimenzij zadrževalnikov glede na podan predlog, ali pa do večjega razhajanja površin priklopa na posamezen zadrževalnik, pa je potreben ponoven izračun.

Podajmo še splošno priporočilo (ravno tako zelo pomembno), in sicer ustrezno višinsko ureditev celotne načrtovane urbanizacije. 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. 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, pretežno proti načrtovanim zadrževalnikom meteorne vode. 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 preseganja prevodnosti meteorne 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. S predlagano višinsko gradacijo se precej zmanjša poplavna ogroženost najbolj ranljivim objektom tudi s strani natekajočih pobočnih tokov (zaledne pluvialne vode), ki sicer niso izdatni (manjše zaledje brez izkaza večje koncentracije), pa vendar lahko ob neustreznem višinskem načrtovanju objektov povzročijo materialno škodo.

Fluvialne poplave, kot že omenjeno, v tem segmentu niso bile obdelane, saj se bodo obdelale in prikazale v sklopu celovite študije porečja Vipave, ki je v zaključevanju. Predvideno je, da hudournik Prelog na območju umeščanja robu grape ne bo prelival. Načrtovane ureditve je

potrebno načrtovati tudi skladno z izdelanimi poplavnimi kartami, ki se izdelujejo v sklopu celovite študije porečja Vipave, in določili uredbe.

7 ZAKLJUČKI IN POVZETKI ANALIZ

Namen predmetne študije je določitev vpliva načrtovanih posegov (pozidave) znotraj območja razvoja sosesk Bizjaki I. in II. na obstoječ odtočni režim. Analizira se vidik odpadnih padavinskih voda, torej vidik pluvialnih voda. Zato smo za obravnavano območje izdelali model odtoka, s preverbo vpliva zadrževanja odpadnih padavinskih voda na odtok.

Za padavinske dogodke z izkazanim kritičnim časom naliva (10, 15, 20, 30 in 60 minut) in povratno dobo 100 let smo določili površinski odtok iz obravnavanih podobmočij za obstoječe in načrtovane stanje. Dodatno smo naredili analizo vpliva 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). Ker je za celoten niz nalivov težko zagotavljati nevtralen odtok (potreba po spremenljivi dimenziji dušilke), smo le-tega izkazovali v času kritičnih nalivov iz območja pozidave (do 60 min), z izkazom vpliva tudi na kritične nalive sprejemnega vodotoka, torej hudournika Prelog (do 90 min). Poleg tega je pri daljših (nekritičnih) nalivih razlika med vršnimi pretoki obstoječega in načrtovanega stanja majhna.

Ukrepi zadrževanja in vodenja odpadne padavinske vode so vsaj do povratne dobe 100 – let (za kritične nalive) dimenzionirani na način, da je dolvodni vpliv nevtralen/izničen, torej da z ukrepi zagotovimo sorazmerno enak dolvodni odtok kot je pričakovan že pri obstoječem stanju. S tega vidika so načrtovani ukrepi, vsaj po našem mnenju »samozadostni«, saj se znotraj predvidene gradnje predvidi ukrepe, s katerimi se zagotovi nevtralni dolvodni odtok odpadne padavinske vode, ki bi se brez ukrepov povečeval, in sicer na račun dodatno utrjenih površin. Mnenja smo, da je projektiranje na povratno dobo 100 – let ustrezno, saj gre za visoko povratno dobo, ki je z vidika voda in poplav kritična. S tega vidika (vsaj po našem mnenju) ni potrebe po vezavi dodatnih ukrepov (ukrepi vezani na odvod meteoernih voda), ki bi pogojevali izvedbo načrtovane gradnje.

Z analizo vpliva zadrževanja smo za posamezna podobmočja podali predlog zadrževanja odpadnih padavinskih voda, kjer smo upoštevali dve stanji. Pri stanju S1 smo upoštevali globlji in tlorisno manjši zadrževalnik in obratno pri stanju S2. Pri načrtovanju predlagamo, da se upošteva predlagana izhodišča, v primeru večjega odstopanja dimenzije ali površin priklopa na posamezen 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 (fluvialne poplave – hudournik Prelog), ki se izdelujejo v sklopu celovite hidrološko-hidravlične študije porečja Vipave. Omenjena študija je v fazi zaključevanja. Celoviti ukrepi zmanjšanja poplavne ogroženosti s strani tangiranih fluvialnih odvodnikov (v našem primeru potok Prelog) niso del tovrstnih študij, katerih glavni cilj je zagotavljanje (vsaj) nevtralnega odtoka (odtok na nivoju obstoječega stanja) odpadnih padavinskih voda, torej pluvialnih voda.

8 LITERATURA

ARSO, CROSSRISK – Povratne dobe za ekstremne padavine, 2021. Dostopno na spletu: <https://rte.arso.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>