

KAZALO VSEBINE POROČILA**1.0 UVOD****2.0 PROJEKTNE OSNOVE**

2.1 PREDHODNA DOKUMENTACIJA

2.2 SPLOŠNO O LOKACIJI IN VODOTOKU

2.3 PREDVIDENA UREDITEV

2.4 GEODETSKI PODATKI IN PRIPRAVA MODELA TERENA

3.0 HIDROLOŠKA ANALIZA

3.1 SPLOŠNO

3.2 HIDROGRAFSKI PODATKI

3.3 ANALIZA PADAVIN

3.4 HIDROLOŠKI IZRAČUN

4.0 HIDRAVLICNA ANALIZA

4.1 REZULTATI HIDRAVLIČNIH IZRAČUNOV

5.0 IZRIS POPLAVNIH KART**6.0 ZAKLJUČEK**

1.0 UVOD

Predmet dokumentacije je izdelava hidrološko hidravlične analize (HHA) z izdelavo hidrologije, izdelava kart poplavne nevarnosti (KPN), kart razredov poplavne nevarnosti (KRPN), karte erozijske nevarnosti (KEN) in karte razredov erozijske nevarnosti (KREN) za obstoječe in predvideno stanje projekta »OPPN za poslovno-stanovanjsko sosesko -Lorgerjeva domačija II.«, kjer se predvideva umestitev več poslovno - stanovanjskih stavb s potrebnimi manipulativnimi in parkirnimi površinami ter dostopnimi cestami.

Hidrološko-hidravlična analiza je izdelana skladno z naslednjo zakonodajo:

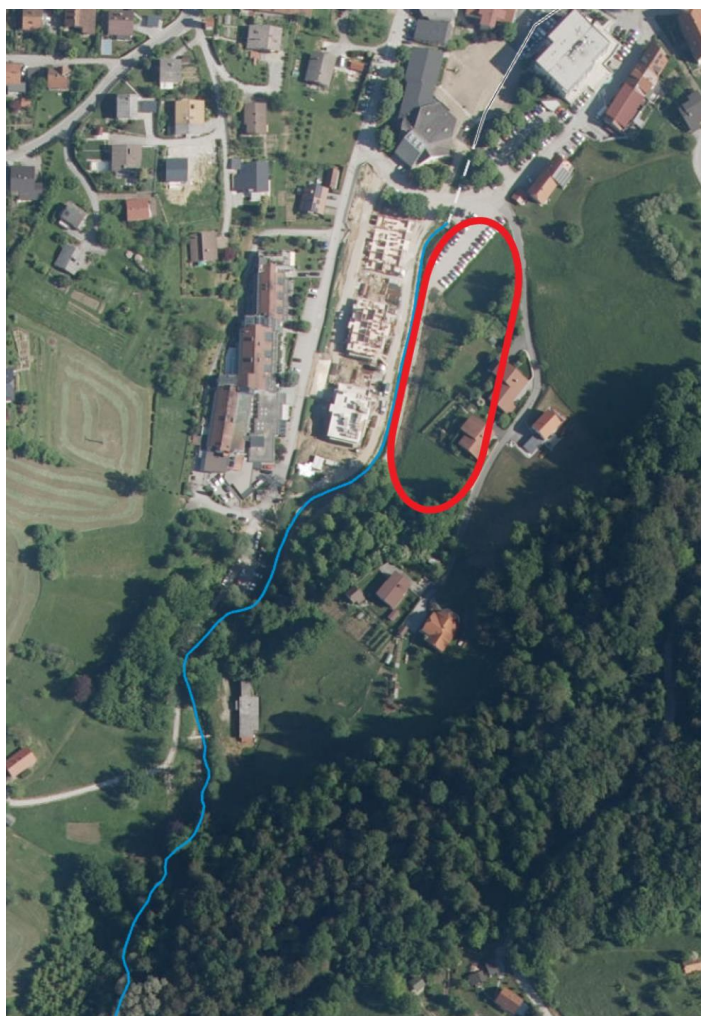
- Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 57/08),
- Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Uradni list, št. 60/2007),
- Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje 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, 49/20),
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (Uradni list RS, št. 25/09).

2.0 PROJEKTNE OSNOVE

2.1 PREDHODNA DOKUMENTACIJA

Pri pripravi projekta je bila upoštevana naslednja dokumentacija:

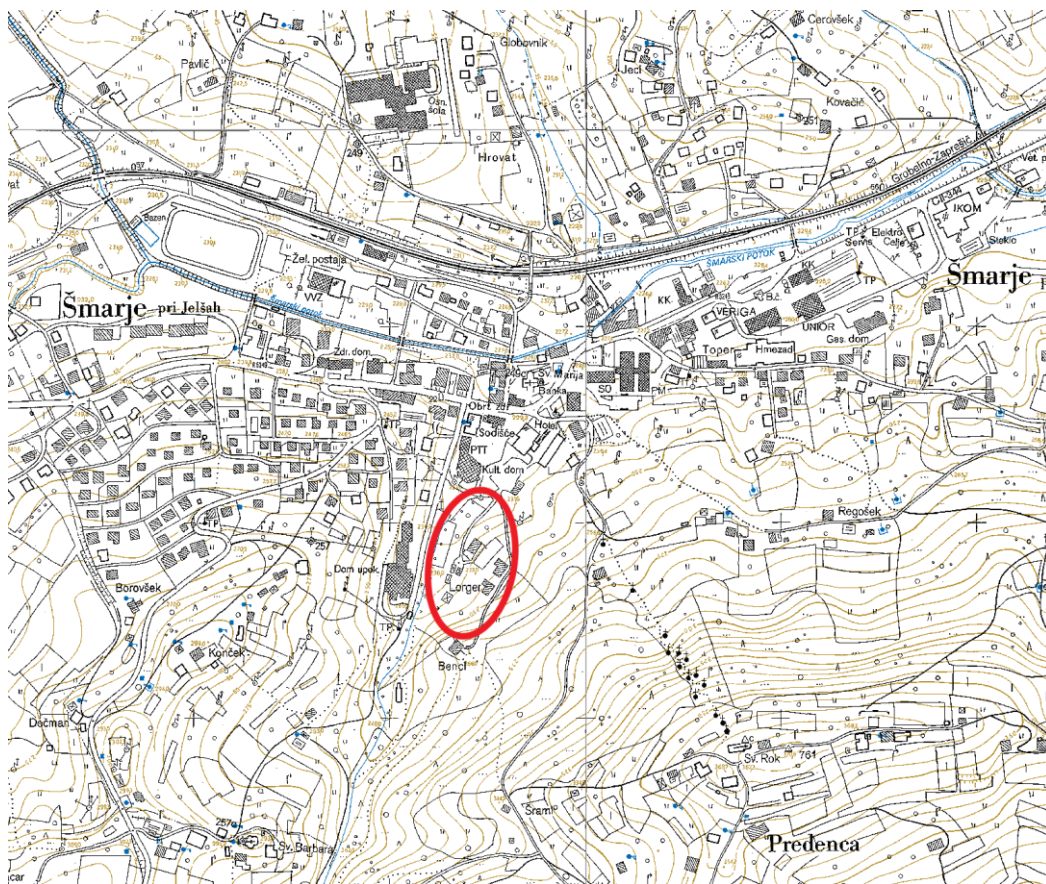
- Temeljni topografski načrti TTN-5, TTN-10, DOF, geodetski posnetek, LiDAR;
- Pravilnik (Uradni list RS, št. 60/2007 z dne 06.07.2007) o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti;
- Uredbo (Uradni list RS, št. 89/2008) z dne 19.09.2008 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;
- Rekonstrukcija kanaliziranega dela potoka izpod Barbare, št. proj. 19/22,PID, Hidrosvet d.o.o., julij 2022.
- OPPN za izgradnjo oskrbovanih stanovanj na območju Lorgerjeve domačije, št. proj. 33/12, Elaborat, Hidrosvet d.o.o., november 2012.



Slika 1: Obravnavano območje je označeno z rdečim krogom (podloga: Atlas Voda).

2.2 SPLOŠNO O LOKACIJI IN VODOTOKU

Obravnavano območje je locirano na obstoječih travnatih površinah ob vodotoku Potok izpod Barbare v naselju Šmarje pri Jelšah. Območje obdelave se nahaja na vzhodni strani vodotoka. Na Atlasu voda so za del obravnavanega območja izrisane poplavne karte – na območju parkirišča, levega bregu vodotoka in pred vtokom vodotoka v kanalizirani del. Izrisane karte ne izkazujejo več stanja v prostoru, ker so bili na tem območju v preteklosti izvedeni ukrepi na potoku (projektna dokumentacija: »Rekonstrukcija kanaliziranega dela potoka izpod Barbare, št. proj. 19/22,PID, Hidrosvet d.o.o., julij 2022«). Na spodnji sliki je prikazano širše območje z oznako predmetnega območja.



Slika 2: Širši prikaz območja obdelave, z rdečim krogom je označeno območje obdelave.

2.3 PREDVIDENA UREDITEV

Območje OPPN se nahaja v občini Šmarje pri Jelšah, južno od centra naselja Šmarje pri Jelšah, vzhodno od doma upokojujencev in je v naravi ravninski travnik ob desnem bregu vodotoka. OPPN obsega parcele oziroma njihove dele: 219/4, 219/18, 219/34, 219/35, 219/36, 219/37, 1501/1, 1501/20 vse parcele k.o. 1200 – Šmarje pri Jelšah, območje se na severu priključuje na mestno krajevno cesto LC 407241. Na obravnavanem območju je predvidenih več različnih objektov. Predvideni objekti bodo lahko po CC-SI klasifikaciji spadali med enostanovanjske stavbe (11100), dvostanovanjske stavbe (11210), tri- in večstanovanjske stavbe (11220), stanovanjske stavbe z oskrbovanimi stanovanji (11301), hotelske in podobne stavbe za kratkotrajno nastanitev (12111) ter druge gostinske stavbe za kratkotrajno nastanitev (12121). V etaži pritličja dveh večstanovanjskih objektov je možnost več

dejavnosti: gostilne, restavracije in točilnice (12112), stavbe bank, pošt, zavarovalnic (12202), trgovske stavbe (12301), sejemske dvorane, razstavišča (12302), muzeji, arhivi in knjižnice (12620), stavbe za kulturo in razvedrilo (12610), stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (12630), stavbe za zdravstveno oskrbo (12640), stavbe za šport (12650), stavbe javne uprave (12201), oskrbne postaje (12303), stavbe za storitvene dejavnosti (12304), garažne stavbe (12420) ter druge poslovne stavbe (12203)



Slika 3: Prikaz predvidenega območja OPPN.

2.4 GEODETSKI PODATKI IN PRIPRAVA MODELA TERENA

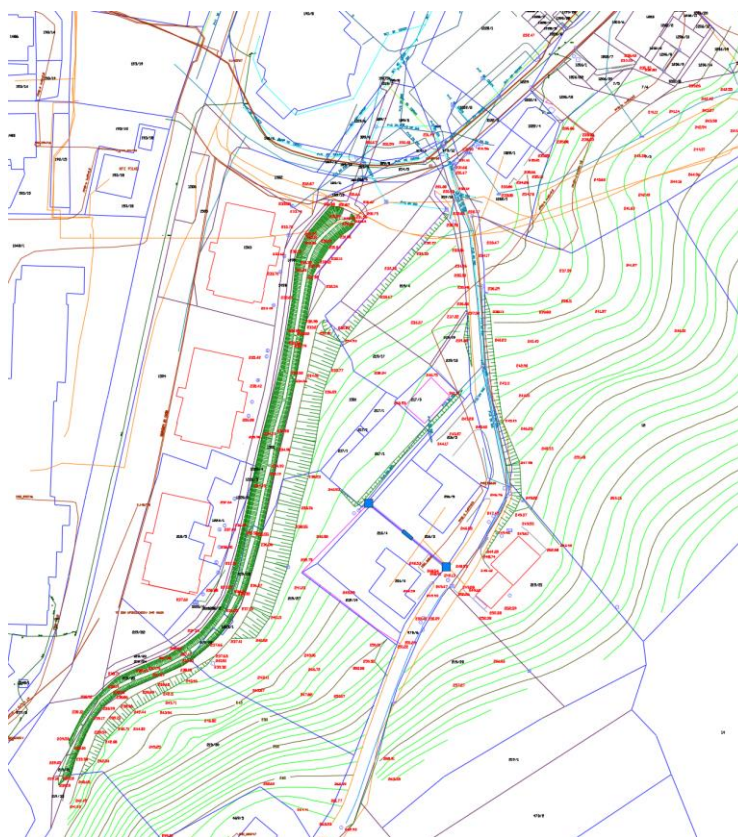
Za potrebe priprave modela so bili izvedeni geodetski posnetki. Za končno pripravo podatkov smo uporabili:

- klasično geodetsko snemanje profilov vodotokov in geodetski posnetek terena obravnavanega območja (Geodet biro d.o.o, marec 2022) ter
- LIDAR zračni posnetki terena na širšem območju vodotoka (LIDAR Slovenija, leto izdelave 2014).

Iz izbranih podatkov smo izdelali model terena. Model terena se je izdelal s kombinacijo geodetskega posnetka in LIDAR posnetka terena. Iz LIDAR posnetka se je izdelal osnovni model terena (velikostjo celic 0,2 m), v katerega se je vtisnila površina struge narejene iz geodetskih podatkov.

Tako sestavljeni podatki nam dajo dejanski 3D model reliefa s pravilnimi globinami v strugi. V geodetskem načrtu niso zgolj prikazani samo prečni profili, ampak je bil izdelan podrobnejši geodetski posnetek. Okvirne razdalje med posnetimi točkami v sami strugi in brežinah so cca 10m. Tako sestavljeni podatki nam dajo dejanski 3D model reliefa s pravilnimi globinami v strugi. Površina terena z ustrezno vtisnjeno strugo se nato vnese v program HEC-RAS in služi kot teren hidravličnega modela.

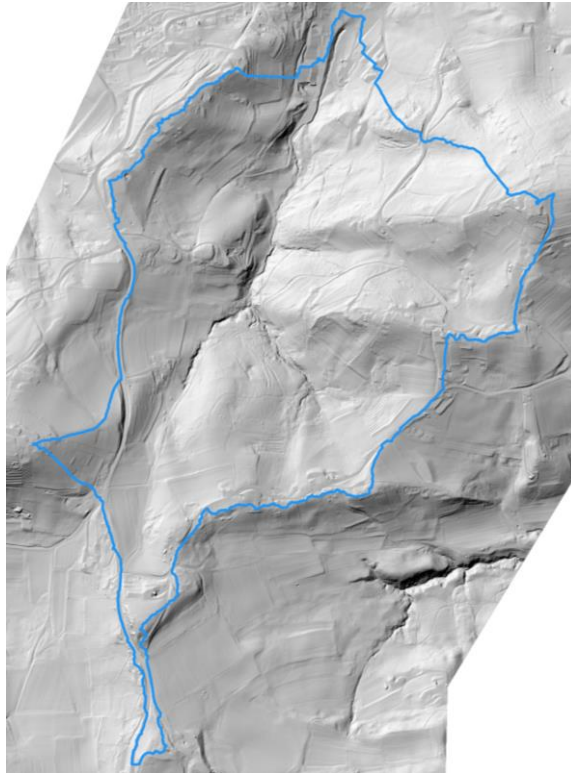
LIDAR in geodetski posnetek obravnavanega območja načrtovane gradnje sta se ujemala.



Slika 4: Izsek iz geodetskega posnetka območja (Geodet biro, d.o.o.).

3.0 HIDROLOŠKA ANALIZA

Za namen hidravlične analize je potrebno najprej določiti merodajne pretoke za različne scenarije. V nadaljevanju je na kratko opisan postopek hidrološke analize. Prispevno območje je veliko ca 0,53 km².



Slika 5: Shematski prikaz prispevnega območja.

3.1 SPLOŠNO

Za določitev vodnih količin je bil izdelan hidrološki model v programu HEC-HMS, ki se v svetu in Sloveniji zelo pogosto uporablja v hidrološki praksi. Program omogoča, da na podlagi podatkov o padavinah in nekaterih lastnostih porečja, izdelamo model površinskega odtoka.

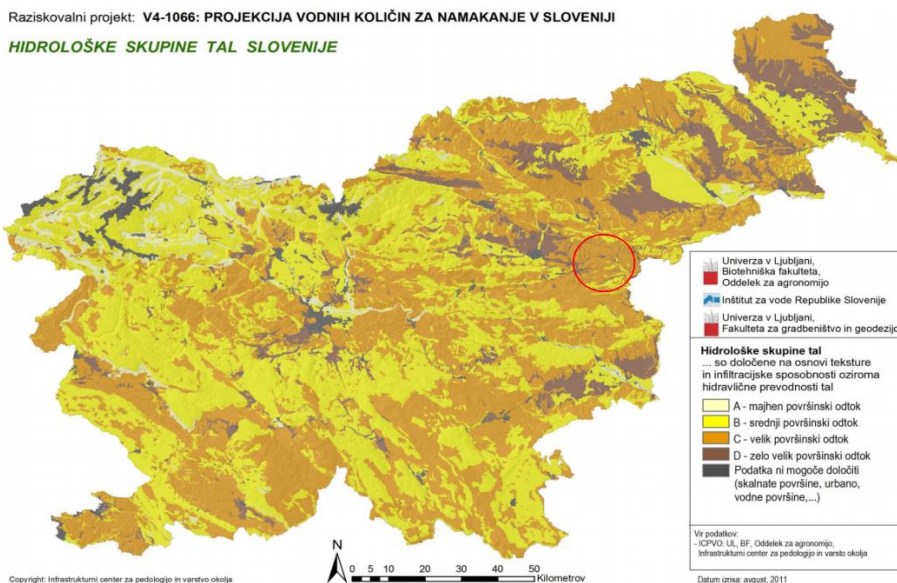
Prispevno površino vodotoka smo določili s pomočjo kart TTN 5, lidar posnetka terena in s pomočjo sloja razvodnic.

Padavinske izgube v posameznem podpovodju smo določili po SCS metodo, s pomočjo katere presežek padavin, ki površinsko odteče, ocenimo kot funkcijo odtočnega potenciala, predhodne vlažnosti zemljine in rabe tal:

Lastnosti zemljine so opredeljene s koeficientom CN, ki zajema vplive pedologije (zemljine razvrščene v skupine A, B, C, D, NA glede na odtočni potencial), rabe tal (ceste, objekti, travniki, gozdovi, ...).

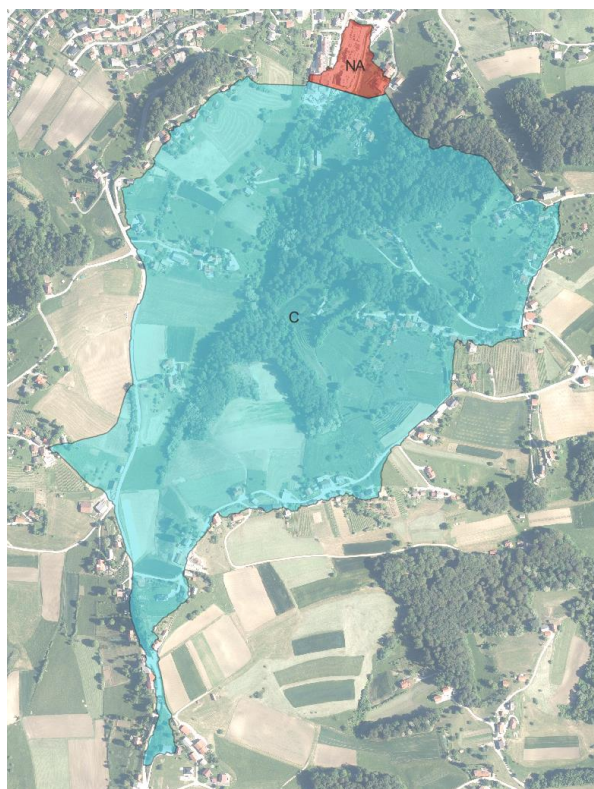
Raziskovalni projekt: V4-1066: PROJEKCIJA VODNIH KOLIČIN ZA NAMAKANJE V SLOVENIJI

HIDROLOŠKE SKUPINE TAL SLOVENIJE



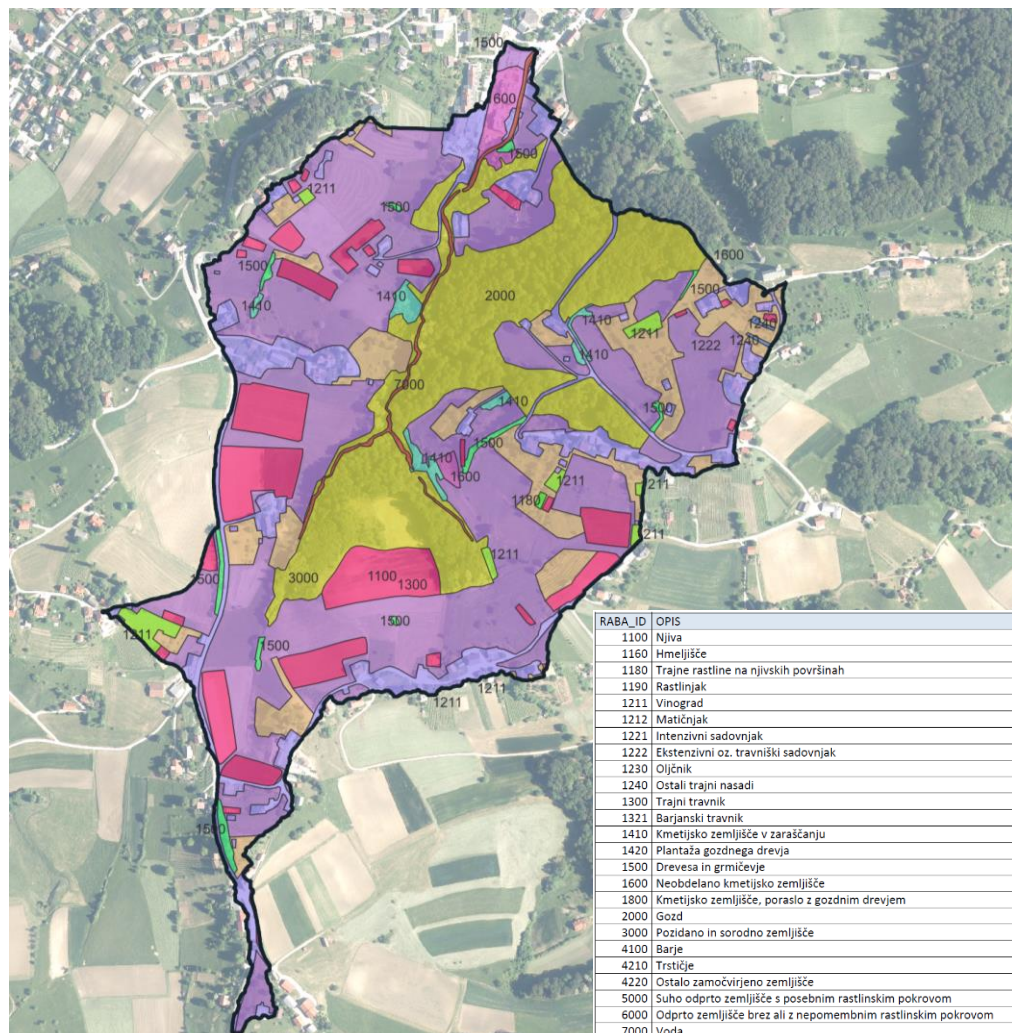
Slika 6: Karta Hidrološke skupine tal (ICPVO) z označeno lokacijo obdelave.

Odtočni potencial je odvisen od prevladujočega tipa tal, ki je bil za celotno Slovenijo določen v sklopu projekta »Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji (CRP Konkurenčnost Slovenije 2006–2013, 2012)«. Tip tal smo določili na osnovi karte rezultatov omenjenega projekta. Na celotnem obravnavanem območju se večinoma pojavlja tip zemljine C, v dolini v urbanem delu pa tip zemljine NA. Pri določitvi odtočnega potenciala smo se naslonili na podatke predhodnih študij in inženirske ocene po terenskem ogledu. Zaradi boljše prostorske natančnosti so se vrednosti iz karte hidroloških skupin tal (raster, velikost celic 100 x 100 m) prenesle na pedološko karto (vektor).



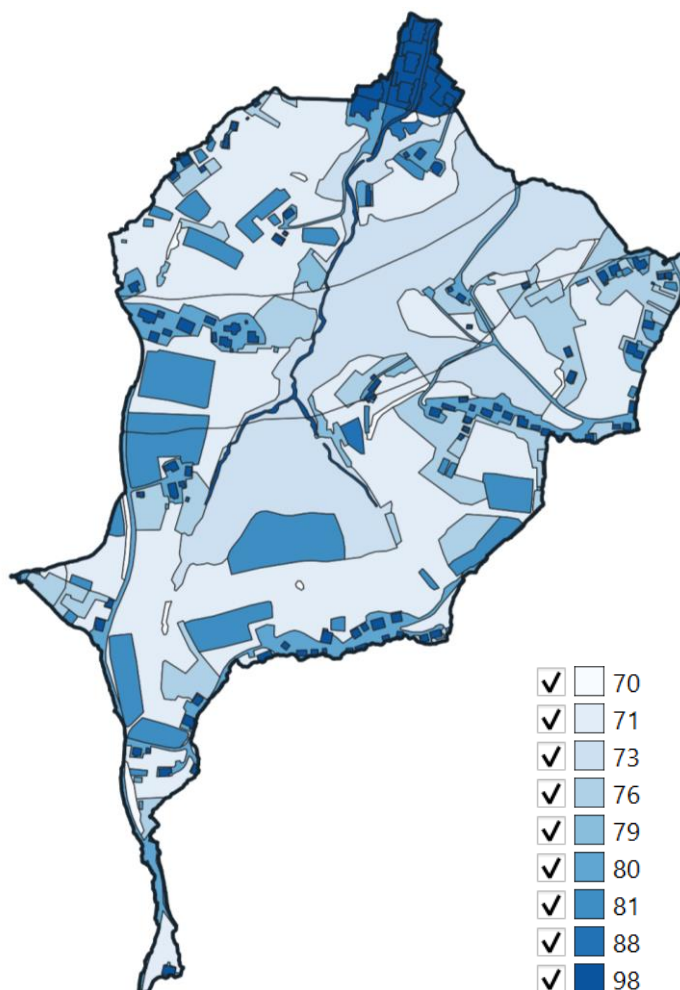
Slika 7: Prikaz karte hidroloških skupin tal (barvna podlaga) za prispevno površino.

Raba tal je bila določena iz »Evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (2023)«, ki je javno dostopna na spletnih straneh ministrstva za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano.



Slika 8: Prikaz karte rabe tal na območju prispevnih površin.

S pomočjo GIS orodij smo prekrili sloje tipov in rabe tal ter nato ob uprabi USACE tabel (US Army Corps of Engineers, 2000) določili vrednosti CN. V omenjeni tabeli je CN izražen v odvisnosti od rabe tal, odtočnega potenciala in hidroloških pogojev. Slednji so neposredno povezani z gostoto vegetacije, površinsko hrapavostjo tal in podobnimi faktorji. 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.



Slika 9: Vrednosti osnovnih CN krivulj na obravnavanem območju.

Za upoštevanje slabih hidroloških pogojev, ki povečujejo površinski odtok, ter tako podajo maksimalne pretoke na obravnavanih prerezi, je bila uporabljena enačba 1.

Enačba 1:

$$CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0,13 * CN(II)}$$

CN (II) - osnovna vrednost CN krivulje

CN (III) - korigirana vrednost CN krivulje ki upošteva slabe hidrološke pogoje

Maksimalna retenzija povodja je bila izračunana iz korigirane vrednosti CN krivulje po enačbi 2.

Enačba 2:

$$S_r = \frac{25400 - 254 * CN(III)}{CN(III)}$$

S_r - maksimalna retenzija povodja [mm]

CN - infiltracijski koeficient vodnih izgub [-]

Začetne izgube so bile izračunane po enačbi 3:

Enačba 3:

$$I_a = 0,2 * S_r$$

S_r - maksimalna retenzija povodja [mm]

I_a - Začetne izgube

V programu HEC-HMS smo površinski odtok izračunali s pomočjo transformacije padavin po metodi Clark-ovega hidrograma enote, za propagacijo poplavnega vala pa smo upoštevali metodo Muskingum-Cunge.

Parametra Clark-ovega hidrograma enote sta čas koncentracije, ki predstavlja čas, ki je potreben, da do izhodnega profila priteče voda iz najbolj oddaljenega dela porečja, in akumulacijski koeficient, ki predstavlja zadrževanje vode na prispevni površini.

Čas koncentracije je sestavljen iz časa potovanja vode po površini porečja, časa potovanja v plitvem koncentriranem toku po površini porečja in časa potovanja po strugi vodotoka do izhodnega profila.

Enačba 4:

$$t_c = t_{povr} + t_{plitev} + t_{kanal}$$

t_{povr}	čas potovanja po površini porečja (prvih 100-150 m),
t_{plitev}	časa potovanja v plitvem koncentriranem toku,
t_{kanal}	čas potovanja po strugi odvodnika.

Za izračun časa potovanja vode po površini porečja je bila uporabljena Kirpich-ova metoda.

Enačba 5:

$$t_{povr} = 0,024 \cdot \left(\frac{n \cdot L}{\sqrt{S}} \right)^{0,467}$$

t_{povr}	čas koncentracije površinskega toka porečja [h]
S	nagib porečja [m/m]
n	koeficient hrapavosti porečja
L	dolžina površinskega toka [m]

Priporočila za uporabo koeficientov hrapavosti površine zemljišča so:

- | | |
|--|------------|
| - gladka, neprepustna površina: | $n = 0.02$ |
| - gladka, strnjena odkrita prst: | $n = 0.1$ |
| - skromna trava, kulture ali zmerno hrapava in nepokrita prst: | $n = 0.2$ |
| - pašniki ali povprečna trava: | $n = 0.4$ |
| - listnati gozd: | $n = 0.6$ |
| - strnjeni gozdovi in gosta trava: | $n = 0.8$ |

Za izračun časa potovanja vode v plitvem koncentriranem toku je bila uporabljena metoda SCS TR-55 za netlakovane površine.

Najprej je potrebno določiti hitrost vodnega toka po enačbi:

Enačba 6:

$$v = 4,918 \cdot \sqrt{S} \text{ netlakovane površine}$$
$$v = 6,196 \cdot \sqrt{S} \text{ tlakovane površine}$$

kjer sta:

v	hitrost toka [m/s]
-----	--------------------

S nagib terena [m/m].

S hitrostjo, določeno na osnovi enačbe 7, lahko izračunamo čas potovanja z enačbo:

Enačba 7:

$$t_{plitev} = \frac{L}{3600 \cdot v}$$

kjer so:

T_{plitev}	površinski čas potovanja [h]
L	razdalja koncentriranega površinskega toka [m]
v	hitrost površinskega toka [m/s]

Za izračun časa potovanja vode v kanalu je bila uporabljena Ramserjeva metoda.

Enačba 8:

$$t_{kanal} = 0,01997 \cdot L_k^{0,77} \cdot S_k^{-0,385}$$

kjer so:

t_{kanal}	čas koncentracije [min]
L_k	dolžina struge [m]
S_k	povprečni nagib kanala [m/m]

Clarkov akumulacijski koeficient je bil določen iz razmerja R/T_c , ki je po navadi med 1 in 6 (nižje vrednosti za strma in urbanizirana porečja ter višje vrednosti za ravna in naravna porečja).

Hidrograme enote, ki izhajajo iz fizičnih karakteristik porečja imenujemo v hidrološki praksi sintetične hidrograme enote. Pri tem ne obstaja univerzalna metoda, se pa z vključitvijo teh metod v hidrološke programe posamezne metode, poimenovane po avtorjih ali inštitucijah, uporabljajo pogosteje. Ker izhajamo pri sintetičnih hidrogramih enote iz predpostavljenih odvisnosti med hidrografskimi karakteristikami prispevne površine, za katero računamo odtok, in parametri, ki definirajo odtok (čas koncentracije, čas zakasnitve), imenujemo tako izračunane hidrograme odtoka običajno teoretične visokovodne valove.

3.2 HIDROGRAFSKI PODATKI

Za potrebe hidrološkega modela so bili določeni številni hidrološki parametri. Osnovne karakteristike prispevne površine Potoka izpod Barbare so zbrane v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Karakteristike prispevnih površin vodotokov do obravnavane lokacije.

Območje	Površina	Hidravlična dolžina	Korigirana vrednost CN krivulje	Začetne izgube (I_a)	Čas koncentracije (T_c)	Akumulacijski koeficient (R)
	F [km ²]	L [m]	[-]	[mm]	[h]	[-]
P1	0,53	80,90	87	7,33	1,31	0,655

3.3 ANALIZA PADAVIN

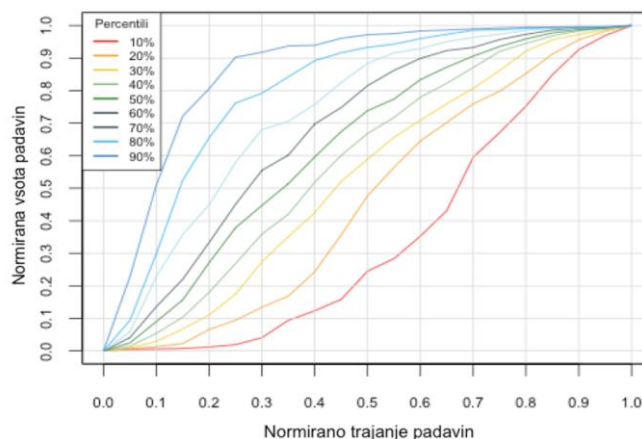
Na obravnavanem območju in njegovi okolici se nahaja več meteoroloških in padavinskih postaj. Z vidika določitve padavin z različnimi povratnimi dobami so pomembne postaje s čim daljšim nizom meritev. Padavinski podatki so se prevzeti iz izračunanih vrednosti nalivov za

različne povratne dobe (ARSO, 2020 – v nadaljevanju Netcdf_2020) za katere je natančen postopek opisan v publikaciji avtorjev Kozjek, K., Vertačnik, G. 2019/2020. Članek z naslovom »Časovno in prostorsko glajeni povratni nivoji ekstremnih nalivov«, ki je bil objavljen v publikaciji Vetrnica 12/13: 77-85. rezultati analize pa so dostopni na spletnem portalu Crossrisk (<https://crossrisk.eu/sl/climate>).

Preglednica 2: Povratne dobe za ekstremne padavine.

		Padavine [mm]						
		Povratne dobe						
		5	10	25	50	100	250	500
Časovni interval	5 min	12	14	17	18	20	22	24
	10 min	18	21	26	30	33	39	42
	15 min	22	26	32	36	41	48	52
	20 min	24	29	36	41	46	54	59
	30 min	28	33	41	47	54	63	68
	45 min	32	38	46	53	61	72	78
	60 min	34	41	50	58	66	77	84
	90 min	38	46	56	64	72	85	92
	2 h	42	49	60	68	77	91	98
	3 h	47	55	66	75	85	99	107
	4 h	51	60	71	81	91	106	114
	5 h	55	64	76	85	96	111	119
	6 h	58	67	79	89	100	115	124
	9 h	66	75	88	98	109	125	134
	12 h	71	81	94	105	117	133	143
	15 h	75	85	99	111	122	139	149
	18 h	78	89	104	115	127	145	155
	24 h	84	96	111	123	136	154	165
	48 h	99	112	130	144	157	177	190
	72 h	109	123	142	156	171	191	205
	96 h	116	131	151	166	181	202	217
	120 h	122	138	158	173	189	210	225

Iz podatkov o ekstremnih padavinah so se definirali padavinski dogodki z različnimi časi trajanja. Razporeditev padavin v posameznem padavinskem dogodku se je določila s pomočjo Huffovih krivulj padavinske postaje Slovenske Konjice, pri čemer je bila uporabljena 50-percentilna krivulja. Kvartili se določijo glede na trajanje padavin (1. kvartil: do 6 h, 2. kvartil: 6–12 h, 3. kvartil: 12–24 h, 4. kvartil: 24 h ali več). Izračuni so se naredili za padavinske dogodke z različnimi trajanji.

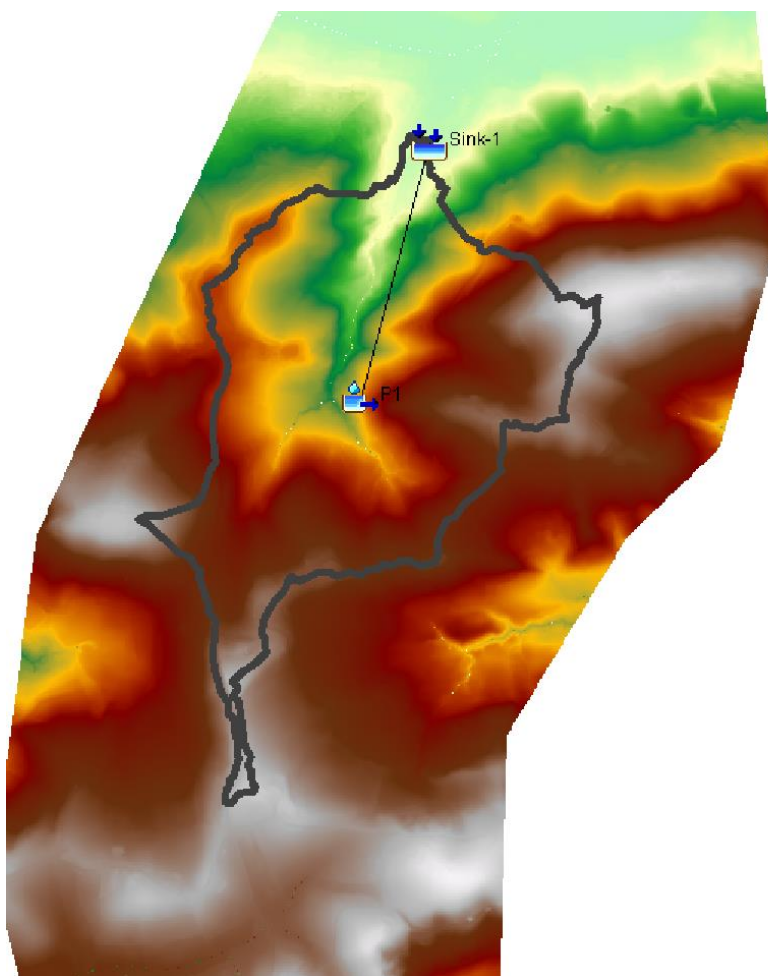


Slika 10: Primer grafa Huffovih krivulj, na podlagi katerih se lahko določijo sintetični histogrami.

Čeprav so Huff-ove krivulje ovrednotene za padavinske dogodke s trajanjem nad 3 h, so bile uporabljene za dogodke krajšega trajanja, saj drugih podatkov o razporeditvi padavin znotraj dogodka ni na voljo. Alternativa bi bila uporaba enakomerno razporejenih padavin, vendar njihova uporaba ni zaželena, saj lahko te precej podcenijo konico površinskega odtoka.

Preglednica 3: Prikaz razporeditev padavin za postajo Slovenske konjice 1. kvartil (Dolšak, D. 2015, magistrsko delo).

1. kv.	10 perc. krivulja	20 perc. krivulja	30 perc. krivulja	40 perc. krivulja	50 perc. krivulja	60 perc. krivulja	70 perc. krivulja	80 perc. krivulja	90 perc. krivulja
Norm. čas	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin	Norm. količina padavin
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,05	0,006	0,008	0,019	0,035	0,050	0,071	0,115	0,187	0,329
0,1	0,008	0,026	0,068	0,117	0,150	0,241	0,393	0,513	0,665
0,15	0,013	0,036	0,142	0,170	0,290	0,406	0,519	0,659	0,806
0,2	0,023	0,086	0,173	0,269	0,388	0,497	0,645	0,765	0,856
0,25	0,063	0,140	0,243	0,357	0,500	0,566	0,699	0,806	0,924
0,3	0,100	0,244	0,304	0,474	0,530	0,653	0,728	0,819	0,949
0,35	0,138	0,330	0,451	0,549	0,609	0,676	0,772	0,870	0,957
0,4	0,251	0,439	0,527	0,571	0,659	0,743	0,807	0,913	0,965
0,45	0,324	0,499	0,568	0,651	0,721	0,799	0,841	0,941	0,976
0,5	0,455	0,555	0,644	0,733	0,783	0,825	0,889	0,944	0,980
0,55	0,515	0,588	0,700	0,789	0,831	0,858	0,909	0,956	0,981
0,6	0,526	0,670	0,788	0,820	0,861	0,910	0,939	0,965	0,986
0,65	0,606	0,743	0,819	0,847	0,908	0,945	0,964	0,974	0,987
0,7	0,691	0,811	0,875	0,904	0,943	0,959	0,976	0,987	0,989
0,75	0,771	0,860	0,918	0,951	0,964	0,975	0,984	0,989	0,993
0,8	0,825	0,885	0,948	0,969	0,976	0,984	0,989	0,993	0,994
0,85	0,876	0,943	0,966	0,979	0,986	0,989	0,993	0,994	0,996
0,9	0,944	0,967	0,982	0,987	0,992	0,993	0,994	0,994	0,996
0,95	0,972	0,986	0,992	0,992	0,993	0,994	0,994	0,995	0,996
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000



Slika 11: Shematski prikaz hidrološkega modela v programu HEC-HMS.

3.4 HIDROLOŠKI IZRAČUN

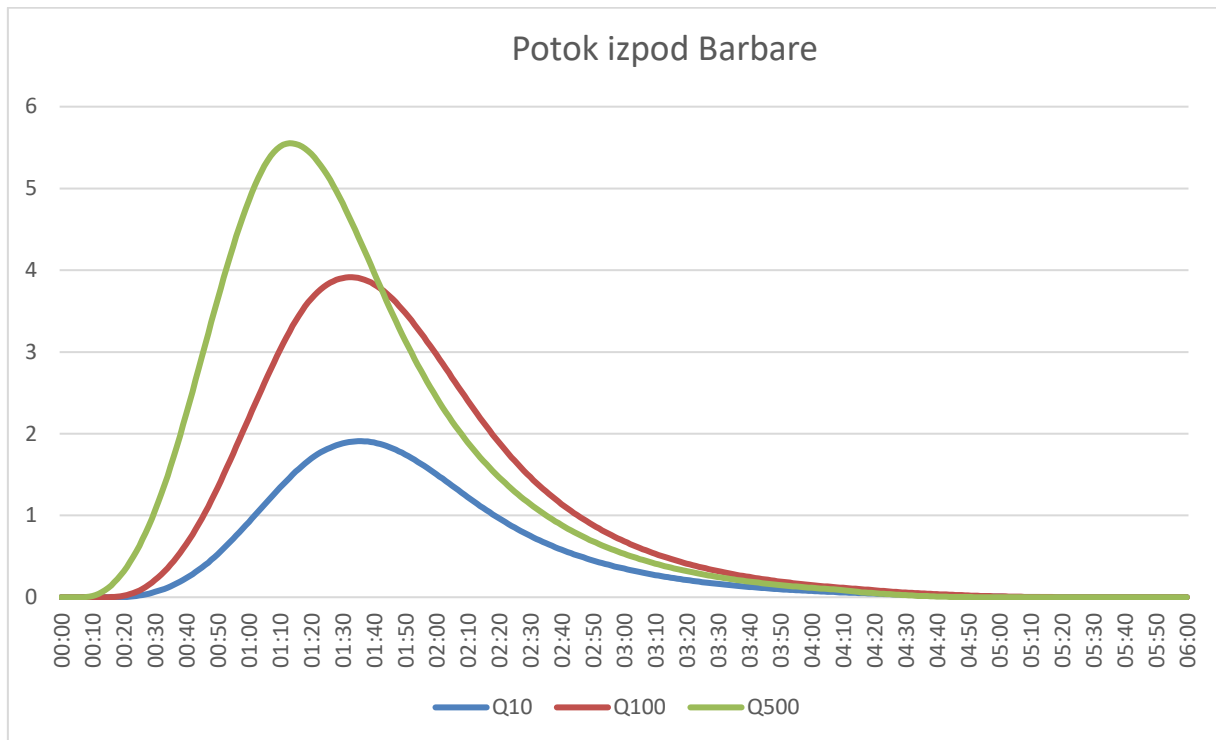
Na podlagi pripravljenih podatkov, določenih hidroloških parametrov, analize padavin in določitve padavinskih dogodkov, se je izdelal hidrološki model v programu HEC-HMS.

Hidrološki izračuni so se izvedeli za padavine s povratno dobo 10, 100 in 500 pri različnih trajanjih naliva. V modelih so bile upoštevane padavinske izgube po SCS metodi. Za transformacijo padavin v hidrogram odtoka se je prav tako uporabila SCS metoda.

Rezultati hidrološkega modela za elemente, ki so potrebni za nadaljnjo hidravlično analizo predmetnega elaborata na lokaciji načrtovane gradnje, so prikazani v nadaljevanju.

Preglednica 4: Konice računskih hidrogramov .

Vodotok	Hidrološki element	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
Potok izpod Barbare	P1	1.909	3.914	5.553



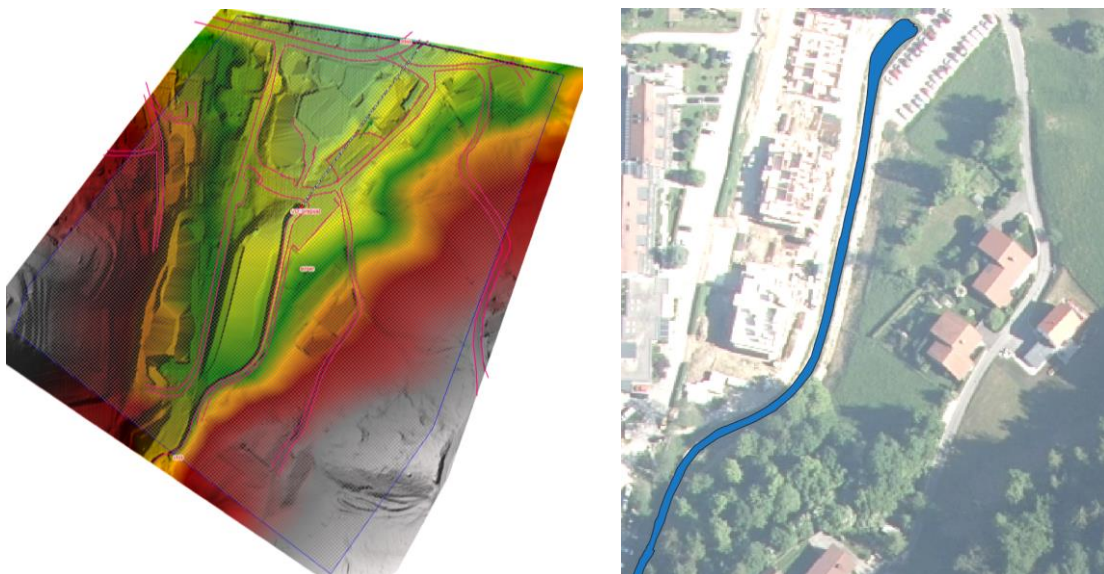
Slika 12: Prikaz računskih hidrogramov za Q10/100/500. Maksimalna konica pri Q10 in Q100 je za 1,5h padavine, za Q500 pa za 1h padavine.

Za umerjanje niso na voljo podatki iz vodomernih postaj. V preteklosti je vodotok Potok izpod Barbare prestopil svoje bregove, za kar imamo zabeležene dogodke (junij 2018). Po izvedbi regulacije vodotoka in ustreznih ureditev, ni zabeleženih dogodkov, da bi vodotok poplavljal. Skladno z načrtom za zaščito in reševanje občine Šmarje pri Ješah so pretežno ogroženi objekti dolvodno od območja predvidene gradnje. Avgusta 2023 na obravnavanem območju ni bilo poplav.

4.0 HIDRAVLIČNA ANALIZA

Hidravlični izračuni so bili narejeni v programu HEC-RAS 6.3.1, ki omogoča analize eno- in dvodimenzijskega stalnega ali nestalnega toka v naravnih rečnih koritih. Model omogoča upoštevanje mostnih odprtin, prepustov, zidov ipd.

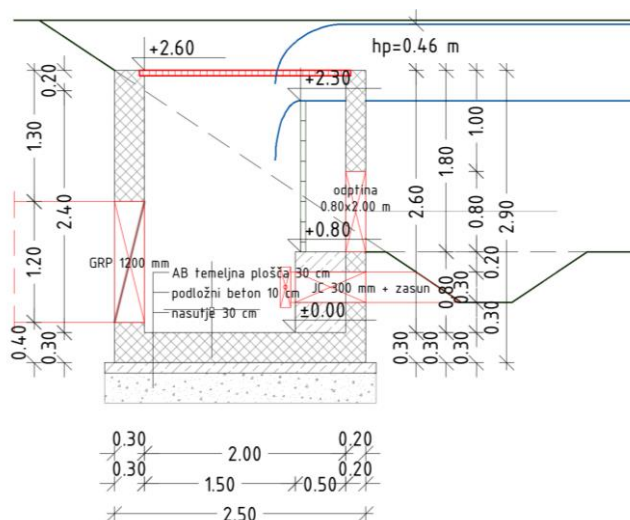
Model terena se je izdelal s kombinacijo geodetskega posnetka in lidar posnetka terena. Iz lidar posnetka se je izdelal osnovni model terena (z velikostjo celic 0,2 m), v katerega se je vtisnila površina struge narejena iz geodetskih podatkov in vektorskega sloja vodotokov. Površina terena z ustrezno vtisnjeno strugo se nato vnese v program HEC-RAS in služi kot teren hidravličnega modela.



Sliki 13: Računsko območje 2D hidravličnega modela (HEC-RAS, levo), doseg pri Q100 na ortofoto podlagi.

V programu HEC-RAS je bil izdelan 2D hidravlični model Potoka izpod Barbare v dolžini cca 390 m, ki zajema širše območje gorvodno in dolvodno od obravnavanega območja. Računska mreža je sestavljena iz cca 32.000 celic, pri čemer so osnovne celice velikosti 2×2 m, lokalno (ob strugi, prepustih, mostovih ipd.) pa je mreža zgoščena na 1x1.

Na obravnavanem območju je upoštevan obstoječi prepust z vtočnim objektom (slika 14), ki je bil upoštevan pri izračunu poplavnih voda. Prepust je v modelu po podatkih iz geodetskega načrta.

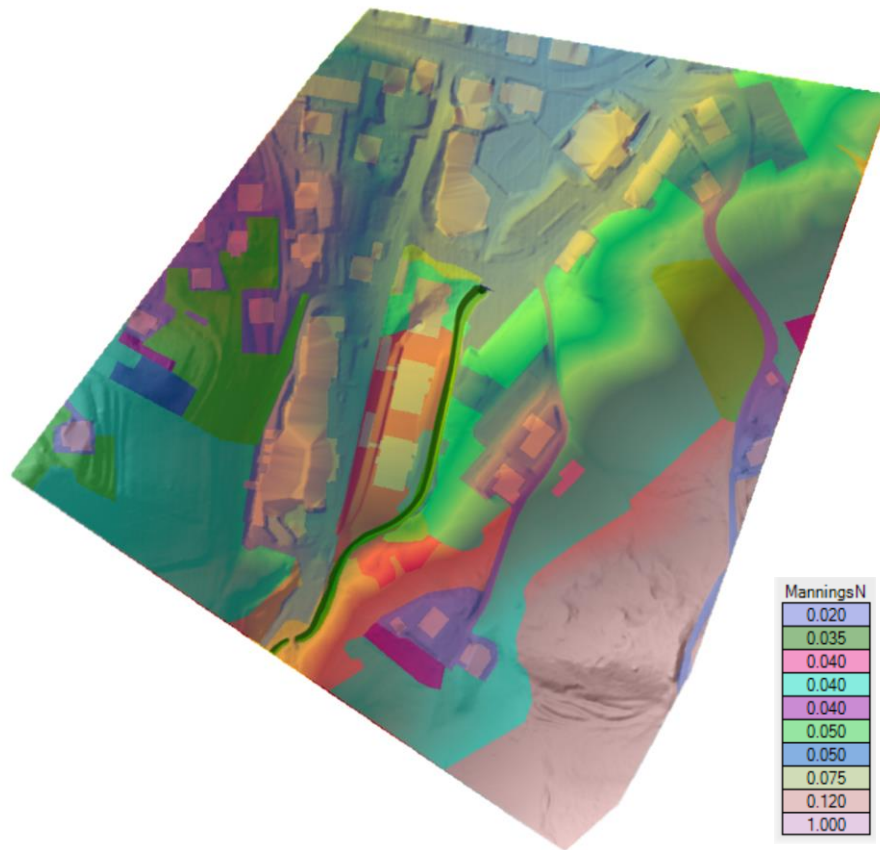


Slika 54: Vtočni objekt (Hidrosvet d.o.o, 2022).

V modelu so bili upoštevani različni koeficienti hrapavosti (manning-ov koeficient n_G), ki so bili določeni na podlagi inženirske ocene in stanja na terenu. Vrednosti koeficientov so bile določene na podlagi stanja na terenu in inženirske presoje.

Preglednica 5: Prikaz koeficientov hrapavosti (manning-ov koeficient n_G) za posamezno rabo tal

RABA_ID	OPIS	n_G
1100	Njiva	0,04
1190	Rastlinjak	0,05
1211	Vinograd	0,05
1221	Intenzivni sadovnjak	0,05
1222	Ekstenzivni oz. travniški sadovnjak	0,05
1240	Ostali trajni nasadi	0,05
1300	Trajni travnik	0,04
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	0,04
1500	Drevesa in grmičevje	0,075
1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče	0,04
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	0,11
2000	Gozd	0,12
3000	Pozidano in sorodno zemljišče	0,02
7000	Voda	0,035
/	Stavbe	1,0



Slika 65: Uporabljeni koeficienti hrapavosti (prikaz za sedanje stanje, HEC-RAS).

Za zgornji robni pogoj modela za Potok izpod Barbare so se uporabili hidrogrami (Q10, Q100 in Q500), kot spodnji robni pogoj pa je bila upoštevana normalna gladina (0,001). Rob modela je na zadostni razdalji, da spodnji robni pogoj nima vpliva na rezultate pri območju obdelave.

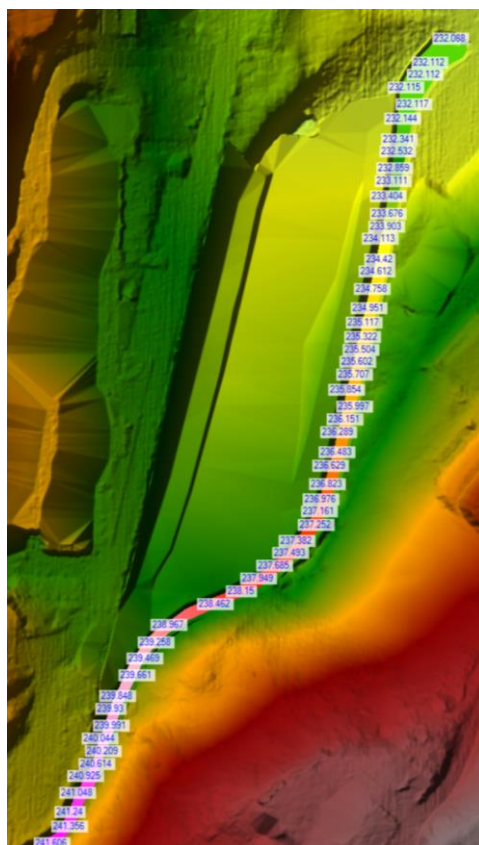
4.1 REZULTATI HIDRAVLIČNIH IZRAČUNOV

Hidravlični izračuni so se naredili za stanje pri pretokih Q10, Q100 in Q500.

Hidravlični izračun je pokazal, da poplavne vode pri Q10 in Q100 poplavlajo na območju zaježitve pred vtočnim objektom

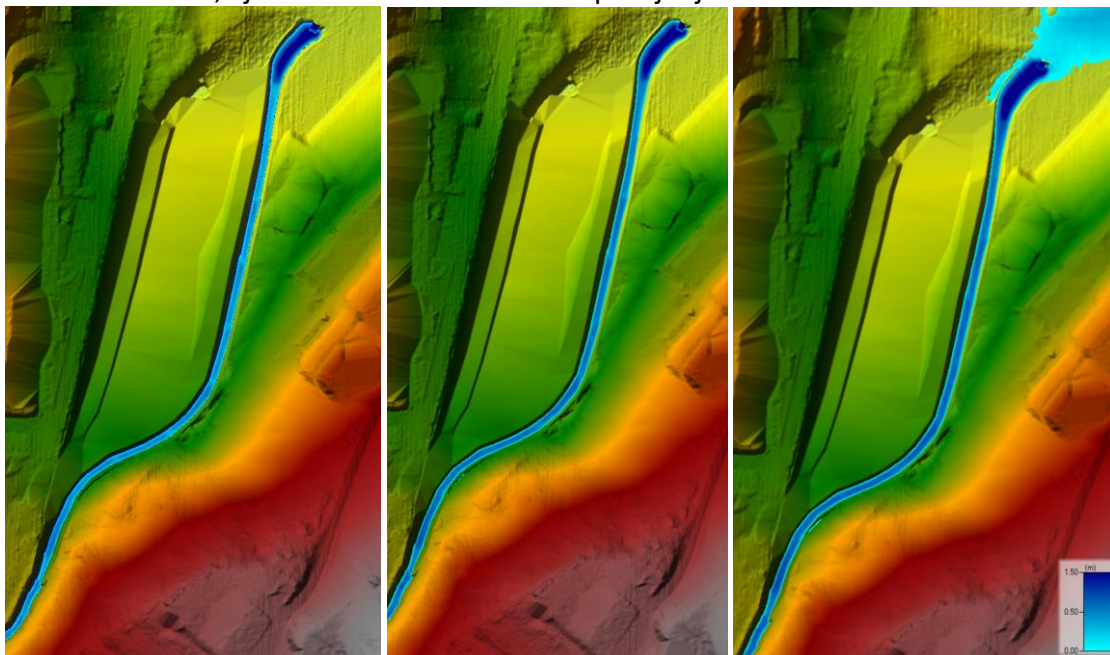
Pri pretoku Q500 pa so poplavljene obširnejše površine, saj vtočni objekt in prepust DN1200 ne prevajata pretoka Q500.

Rezultati hidravličnih izračunov so pokazali tudi, da je lokacija OPPN v bližini poplavne vode pri Q500, vendar ne ogroža objektov predvidenih v OPPN.

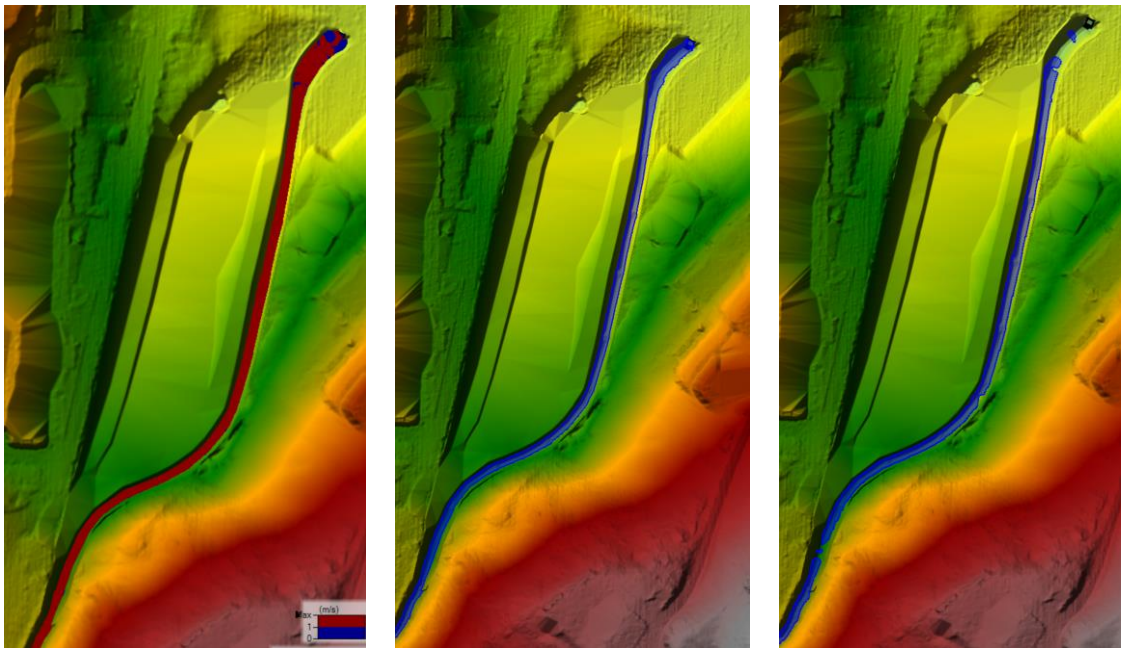


Sliki 16: Gladine vode pri Q100

Hitrost vode je večja od 1m/s samo na območju zaježitve pred vtokom v vtočni objekt in prepust. Izven območja struge ni večjih globlin nad 0.5 m/s in produktov nad 0.5m²/s ali strižnih sil nad 70Pa, kjer bi se začelo bistveno odplavljanje.



Slike 17: Prikaz globin vode v hidravličnem modelu pretoku Q10/100/500 (Ras Mapper).



Slike 18: levo – hitrosti, sredina – produkt večji od $0.5\text{m}^2/\text{s}$, desno – strižna sila nad 70Pa

Razlike med poplavno sliko za obstoječe in predvideno stanje ni, saj so objekti izven dosega vode pri Q100, splošno pa predvideni na obstoječem terenu. Zaradi predvidene gradnje tako ni razlik v odtočnih hidrogramih dolvodno, prav tako pa ni poslabšanja razmer dolvodno ali gorvodno. Na podlagi rezultatov ocenjujemo, da vpliv ureditev ni bistven in je sprejemljiv.

5.0 IZRIS POPLAVNIH KART

Pri izrisu poplavnih območij se je upošteval »Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Uradni list, št. 60/2007)«.

Na karti poplavne nevarnosti (KPN) je prikazana majhna globina poplavne vode (manj kot $0,5\text{ m}$) v primeru poplave s 100-letno povratno dobo in linije dosega poplav za pretoke Q10, Q100 in Q500.

Rezultati hidravličnih izračunov so pokazali, da so hitrosti vode, ki presežejo 1 m/s izven struge na območju vtoka v vtočni objekt. Izdelala se je tudi karta produkta globin in hitrosti ($g \times v$). Na podlagi globin in KPN produkta pa je bila nato izrisana karte razredov poplavne nevarnosti (KRPN).

Izrisani sta bili tudi karti erozijske nevarnosti odnašanja in odlaganja materiala ter karta razredov erozijske nevarnosti.



Sliki 19: Izris karte globin in razredov za predvideno stanje. Izris vseh poplavnih kart se nahaja v grafičnih prilogah.

Na območju umeščanja objektov ni niti Q500, tako da so skladno z Uredbo dovoljene vse CC-SI klasifikacije in vse dejavnosti.

Na podlagi izrisanih poplavnih kart je razvidno, da se območje OPPN nahaja izven dosega visokih voda (oznaka +).

6.0 ZAKLJUČEK

Namen elaborata je bila izdelava hidrološko-hidravlične analize z izrisom poplavnih kart in kart erozije za območje OPPN za poslovno-stanovanjsko sosesko -Lorgerjeva domačija II. v Občini Šmarje pri Jelšah, kjer se predvideva umestitev več poslovno – stanovanjskih stavb.

Na podlagi rezultatov hidravličnega modela in izdelanih poplavnih kart je razvidno, da se lokacija predvidenih objektov nahaja izven dosega poplavnih voda, kar pomeni da so skladno z Uredbo dovoljene vse CC-SI klasifikacije in vse dejavnosti, gradnja tovrstnih objektov sprejemljiva. Dodatni celoviti ukrepi za zmanjšanje poplavne ali erozijske ogroženosti niso potrebni, dolvodno ali gorvodno se situacija ne spreminja.

Sestavila:

Ana Cvikl, dipl. inž. ok. grad. (UNI)

Krištof Kučič, univ. dipl. inž. grad.