

## KAZALO VSEBINE

1.0 UVOD

2.0 PREDHODNA DOKUMENTACIJA

3.0 HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNI PODATKI

4.0 HIDRAVLIČNI MODEL

5.0 REZULTATI HIDRAVLIČNE ANALIZE

6.0 IZRIS POPLAVNIH KART

7.0 UKREPI NA OBSTOJEČI METEORNI KANALIZACIJI IN PREDVIDENI UKREPI

8.0 HIDRAVLIČNI IZRAČUN METEORNE KANALIZACIJE

9.0 ZAKLJUČEK

PRILOGA A OCENA STROŠKOV

PRILOGA B POPIS PARCEL

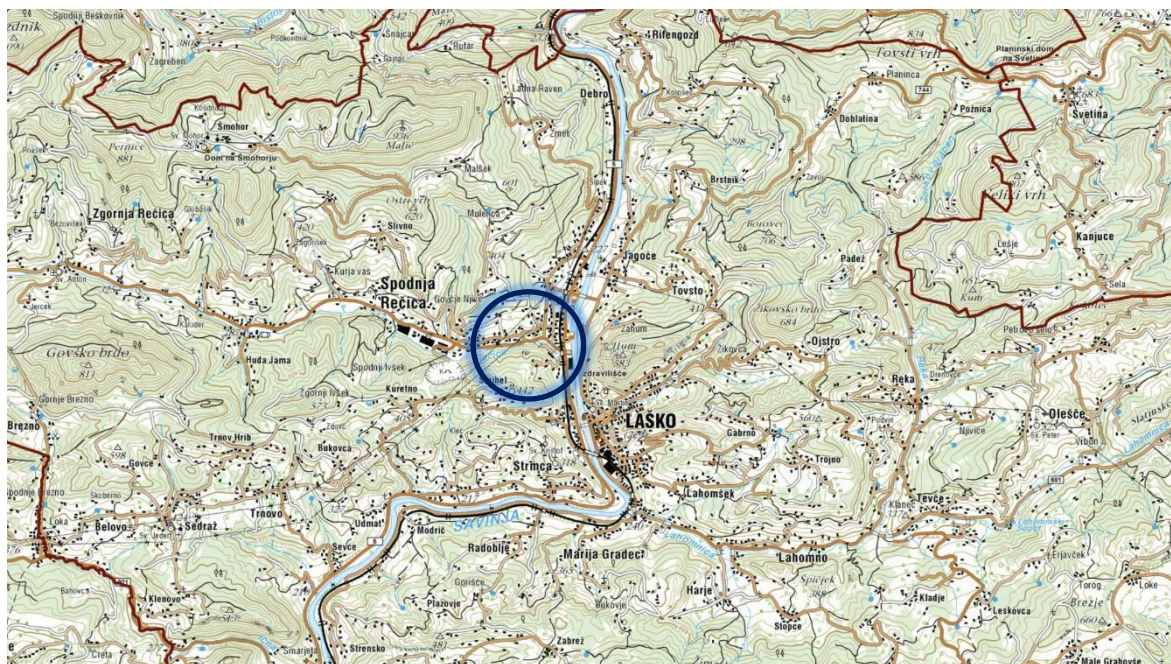
## 1.0 UVOD

Predmet projektne dokumentacije je izdelava strokovnih podlag na osnovi »Konkretnih smernic s področja upravljanja z vodami za pripravo prostorskega akta Spremembe in dopolnitve zazidalnega načrta KS 3 in KC 2/1, v Občini Laško«, ki jih je pod št. 35020-118/2020/4 dne 5.11.2020 izdala DRSV. Iz teh smernic izhaja, da je nameravana gradnja varovanih stanovanj v srednjem razredu prepovedana na območju urejanja. Gradnja stanovanjskih stavb je tudi prepovedana, razen na območju strnjeno grajenih stavb enakovrstne namembnosti v obstoječih naseljih, kadar je mogoče s predhodno izvedenimi omilitvenimi ukrepi in v skladu s smernicami ali pogoji vodnega soglasja zagotoviti, da vpliv načrtovanega posega v prostor ni bistven. Prepovedano je tudi nasipavanje terena.

Območje urejanja se nahaja ob potoku Rečici na območju, kjer ima gorvodni vpliv reka Savinja. Sotočje Rečice in Savinje se nahaja cca 500 m dolvodno. Za potrebe ocene vpliva poplavnih voda je potrebno tako upoštevati oba vodotoka.

V sklopu urejanja območja je predvidena gradnja stanovanjskih in varovanih stanovanj. Gradnja le teh je po obstoječih predpisih omejena, saj del območja sega na srednji razred poplavne nevarnosti. Obstoječe poplavne karte so bile izdelane v letu 2011.

Za potrebe spremembe je potrebna celostna gospodarska in prometna ureditev. Idejni projekt (IDP) Oskrbovana in neprofitna stanovanja Laško (izdelal IVC d.o.o., junij 2020). Izhodišča za izdelavo SD ZN so v veljavnem Odloku o občinskem prostorskem načrtu Občine Laško (Uradni list RS, št. 3/18).



Slika 1: Območje obdelave (Vir: Atlas okolja, 2021).

Ker se območje obravnave nahaja na evidentiranem poplavnem območju potoka Rečice oziroma Savinje je potrebno preveriti poplavno nevarnost na območju in oceniti potrebne protipoplavne ukrepe, ki bi omogočali gradnjo in preveriti vpliv teh ukrepov na poplavno sliko celotnega območja.

Potok Rečica je desni pritok reke Savinje, ki teče po ozki istoimenski dolini (Rečiška dolina) z dolžino cca 11 kilometrov. Nekateri objekti naselij so tik ob potoku. Čez potok Rečica je zgrajenih več mostov, ki so ob večjih nalivih slabo propustni in povzročajo zajeze. Potok je hudourniškega značaja in ob večjih nalivih predvsem v poletnem času prihaja do nenadnih poplav. Poplavljenе so stanovanjske in gospodarske hiše ter kmetijske površine. Ob katastrofalnih poplavah pa poplavlja predvsem zadnjih 1500 m pred izlivom v reko Savinjo zaradi velikega vodostaja reke Savinje in zajeznega učinka le - te. Samo celovito načrtovanje bo prineslo trajnostno rešitev poplavnega problema na območju.

Obstoječe karte so izdelane v letu 2011, večinoma izračunane v 1D hidravličnem modelu. Obravnavno območje je imelo nekaj manjših sprememb od izrisa predhodnih kart, večje spremembe pa so bile dolvodno od območja urejanja na reki Savinji (Marijagraški ovinek).

Študija bo posodobila hidravlični model z novimi podatki terena, z izrisom novih poplavnih kart in podala možne predvidene ukrepe za zmanjšanje poplavne nevarnosti na območju urejanja. V študijo je zajeto urejanje zalednih voda. Za potrebe celostne vodnogospodarske ureditve obravnavanega območja se je izvedlo tudi preverjanje odvoda meteornih vod.

Glede na zgoraj že omenjene smernice, izdelana idejna zasnova (IZP) predvideva ukrepe za zagotavljanje poplavne varnosti s kombinacijo naslednjih ureditev, ki se bile obravnavane v študiji:

- Izvedba visokovodnih zidov na levem in desnem bregu Rečice
- Izvedba mobilnih visokovodnih zapor na cestnih podvozih pri Rečici in Petrolu, dveh podhodih pod železniško progo in dveh mostovih preko Rečice
- Izvedba črpališč meteornih voda iz branjene kasete
- Izvedba vodotesnih pokrovov
- Preureditev obstoječe meteorne kanalizacije
- Izvedba novih kanalov meteorne kanalizacije
- Izvedba jarkov za odvod meteornih in zalednih vod
- Zamenjava obstoječega mostu

Z zgoraj navedenimi ukrepi se zagotovi, da je območje zazidalnega načrta KS 3 in KC 2/1 varno pred visokimi vodami, prav tako pa je varno tudi celotno naselje Rečica zahodno od železnice, ki se nahaja na sotočju Savinje in Rečice in sicer na desnem bregu Savinje ter levem in desnem bregu Rečice in je ob nastopu visokih vod teh vodotokov v veliki meri poplavljen.



**Slika 2: Poplave v Laškem 28. 4. 2017 (Vir: Občina Laško, 2017).**



## 2.0 PREDHODNA DOKUMENTACIJA

Predmetna projektna dokumentacija se sklicuje na spodaj naštetu predhodno dokumentacijo:

- IDZ Oskrbovana in neprofitna stanovanja Laško, IVC d.o.o., junij 2020;
- Geodetski posnetek, Geoces d.o.o., maj 2021,
- Ureditev levega brega Savinje v sklopu sprememb in dopolnitev UN Zdravilišča Laško, avgust 2007;
- Strokovne podlage za izdelavo državnega lokacijskega načrta za zagotovitev poplavne varnosti v spodnji Savinjski dolini, idejna zasnova, št. proj. II/2/1/2, IZVRS, marec 2006;
- Povratne dobe velikih in malih pretokov za merilna mesta državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda, ARSO, november 2013;
- Elaborat – izdelava kart razredov poplavne in z njimi povezane erozijske nevarnosti za potrebe priprave OPN Občine Laško, št. proj. 120/11, Hidrosvet d.o.o., julij 2011;
- Izdelava elaborata poplavnih kart in kart razredov poplavne nevarnosti za ureditve v Marija Gradcu, Hidrosvet d.o.o., št. proj. 151/16, elaborat, januar 2017;
- Ureditev krožnega križišča državnih cest g1-5/0328 in r3-681/4005 v naselju Laško, Hidrosvet d.o.o., št. proj. 142/19, dopolnitev maj 2021;

Predhodne karte so bile izrisane v okviru projekta Elaborat – izdelava kart razredov poplavne in z njimi povezane erozijske nevarnosti za potrebe priprave OPN Občine Laško, št. proj. 120/11 in so prikazane na spodnji sliki.



**Slika 3: Območje urejanja, zazidava varovanih stanovanj in obstoječe karte razredov poplavne nevarnosti (Atlas voda, 2021).**

### 3.0 HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNI PODATKI

Na obravnavanem območju so bile v preteklosti že izvedene hidravlične študije za reko Savinjo v okviru poplavne varnosti Laško (Izdelava kart razredov poplavne in z njimi povezane erozijske nevarnosti za potrebe priprave OPN Občine Laško, Savinja, št. proj 120/11, Hidrosvet d.o.o., 2011). Iz omenjene predhodne dokumentacije smo povzeli tudi pretoke visokih vod, ki so bili upoštevani hidravličnih izračunih in so prikazani v spodnji preglednici 1.

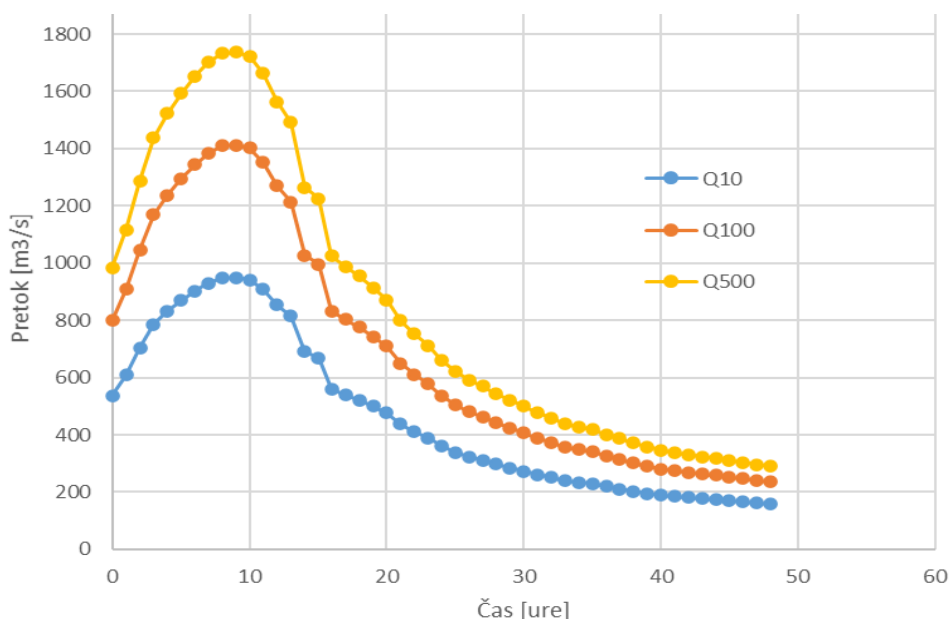
Ekstrapolacija za pretoke pri 500-letni povratni dobi je bila izvedena glede na upoštevanje merjenih podatkov o maksimalnih letnih pretokih in ujemanja s porazdelitvijo Log-Pearson III (momenti po WRC).

Uporabljeni pretoki Savinje, prikazani v spodnji preglednici, so nekoliko višji od pretokov, ki so bili določeni in objavljeni v dokumentaciji »Povratne dobe velikih in malih pretokov za merilna mesta državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda, ARSO, november 2013«, za VP Laško I, ki se nahaja dolvodno od obravnavanega območja. Na ta način je zagotovljena tudi določena varnost rezultatov predmetnega elaborata, saj bi lahko pretoki iz omenjene dokumentacije (ARSO, 2013) nekoliko podcenili vodne količine.

**Preglednica 1: Pretoki visokih vod Savinje (povzeto po predhodni dokumentaciji št. proj. 120/11).**

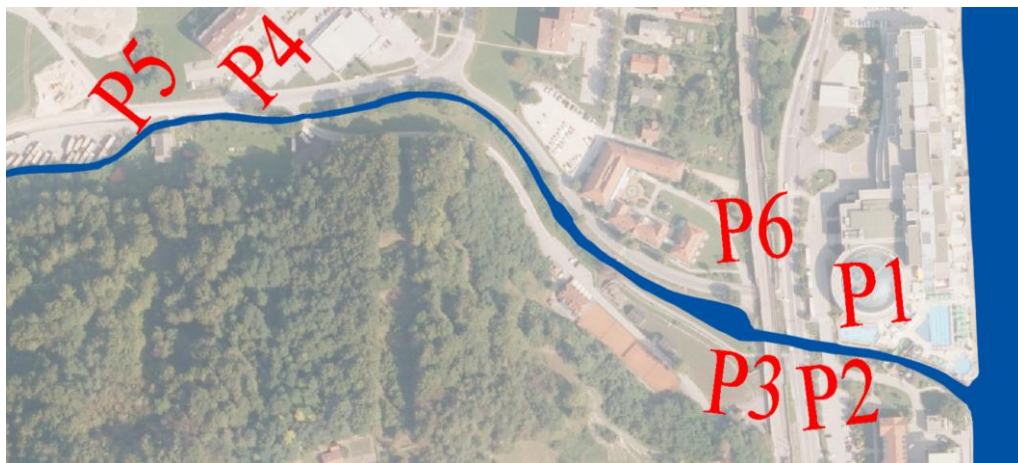
Vodotok	$Q_{10}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{100}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{500}$ [m <sup>3</sup> /s]
Savinja pod Rečico	950	1412	1736
Rečica	44	75	105

Hidrogrami za Savinjo so bili izdelani na podlagi izmerjenega poplavnega vala iz leta 1998, ko je pretok dosegel vrh pri 1391 m<sup>3</sup>/s. Merjene vrednosti so se skalirale tako, da so konice računskih hidrogramov ustrezale projektnim pretokom  $Q_{10}$ ,  $Q_{100}$  in  $Q_{500}$ .



**Slika 4: Hidrogrami pretokov  $Q_{10}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  za Savinjo pod Rečico.**

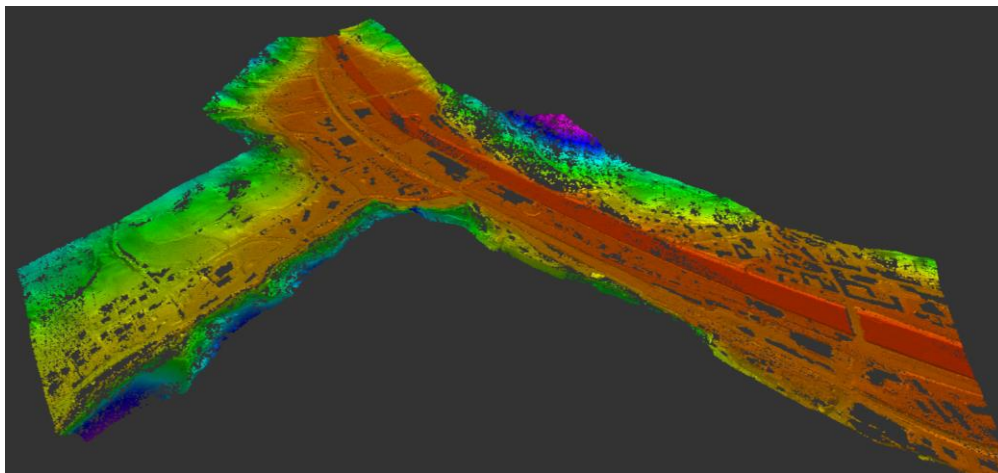
Na obravnavanem območju gre za močno regulirano strugo Savinje z utrjenimi in zavarovanimi brežinami, zato ni pričakovati bistvenega spreminjanja preseka struge. Ocenjujemo, da gre za stabilen rečni odsek. Struga Rečica je prav tako močno regulirana v spodnjem delu. Preko Rečice poteka več mostov, od sotočja gorvodno so označeni z kraticami od P1 do P5. Mostovi so označeni na spodnji sliki skupaj s premostvijo z oznako P6, podvozom pod železniško progo Celje-Laško. Vse premostitve so upoštevane v študiji in so označene na grafiki G.1.2. Pregledna karta hidravlike.



Slika 5: Prikaz prečkanj na območju potoka Rečice in sotočja z Savinjo.

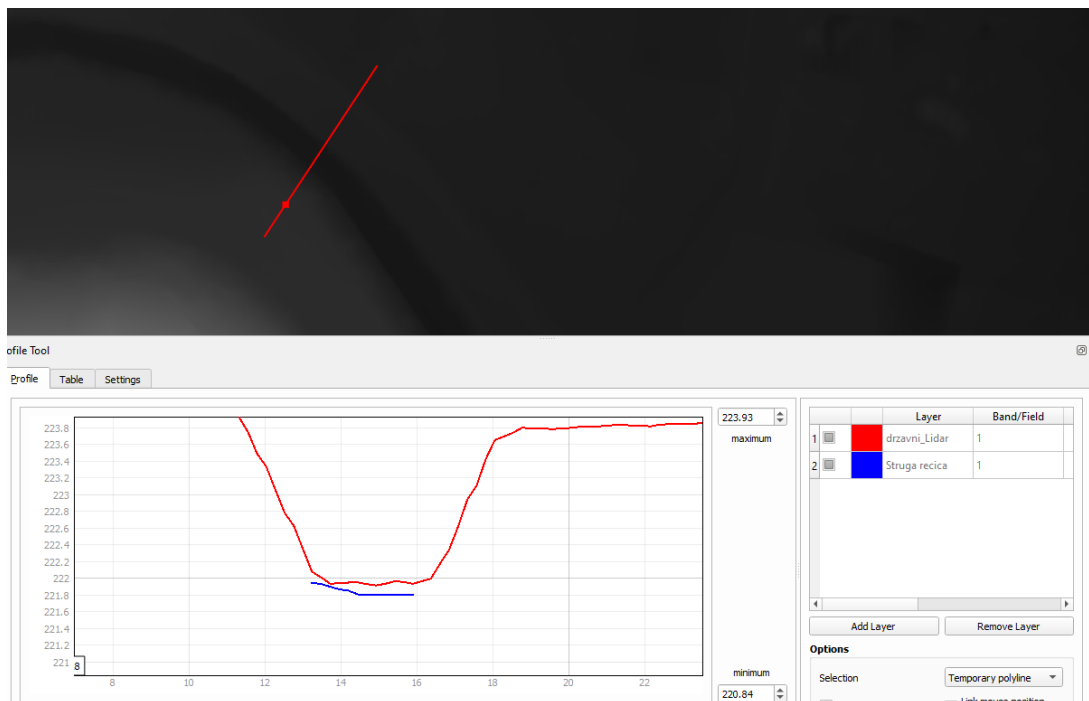
### 3.1 Terenski podatki

Za potrebe priprave modelov so bili uporabljeni geodetski posnetek struge Rečice, posnetek prečkanj (prepusti in mostovi) in Lidar zračni posnetki terena (2014, ARSO) na širšem območju vodotokov. Iz zbranih podatkov se je izdelal model terena. V teren pridobljen z Lidarjem se je vtisnila struga vodotoka. Na spodnji sliki je prikaz primerjave ujemanja lidarskega posnetka in geodetskega posnetka. Tako sestavljeni podatki nam dajo dejanski 3D model reliefa s pravilnimi globinami v strugi. Za izgradnjo terena smo uporabili programe Qgis, Recap in Autocad. Kote geodetskega posnetka v dnu struge so cca 10 cm nižje od lidarskega posnetka, saj le ta ne more prebiti vodne površine. Gostota rastra izdelanega terena oziroma natančnost je 0.2 m.



Slika 6: Oblak točk Lidar zračnega posnetka (program Recap).

Na zgornji sliki je prikazan zajem vseh osnovnih točk Lidarja na območju obravnavnega sotočja reke Savinje in potoka Rečice. Na spodnji sliki pa primerjava oziroma ujemanje višinskih točk Lidarja in geodetskega posnetka.



**Slika 7: Primerjava terenskih podatkov na primeru PP potoka rečice s pomočjo program Qgis.**  
**Opazimo, da je geodetski podatek v dnu (modra barva) nekoliko nižji za cca 10 cm.**

### 3.2 Upoštevanje koincidence konic

Pri izračunu se je upoštevalo koincidenco konic v razmerju Q100 - Q10. Pri pretoku z stoletno poplavno vodo Rečice se je upoštevalo pretok Savinje z deset letno povratno dobo. Pri izračunu Q10 se je upoštevalo desetletno povratno dobo na obeh vodotokih, saj je le ta dogodek z večjo verjetnostjo. Pri izračunu dosega poplavnih voda Q500 se je upoštevalo povratno dobo drugega vodotoka z desetletno povratno dobo.

### 3.3 Možnost postavitve suhega zadrževalnika

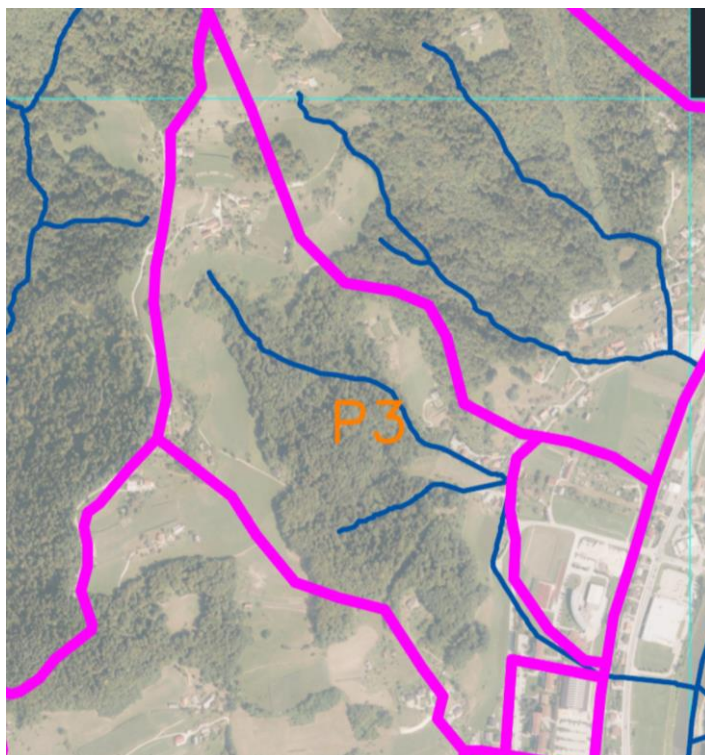
Možnosti izgradnje suhega zadrževalnika za preprečevanje poplavljanje Rečice niso ugodne. Večinoma je območje ob Rečici poseljeno z naselji in individualnimi objekti. Na območju urejanja imajo veliko vlogo poplavne vode Savinje, ki zajezujejo Rečico in posledično dvigajo gladine tudi gorvodno. Zaradi vpliva zaježovanja Savinje in prostorskih zmožnosti se nam izvedba suhega zadrževalnika ne zdi smotrna. Tudi ob izgradnji SZ, pa bi bili še vedno potrebni zidovi ob Rečici zaradi vpliva Savinje.

### 3.4 Hidrologija neimenovanega potoka

Na območju zaledja poplavnih voda se nahaja neimenovan vodotok, ki se preko kanala z oznako M3 vodi v reko Savinjo. Za potok s prispevnim območjem označenim z P3 na spodnji sliki smo izračunali odtok za Q10, Q25 in Q100. Ker se odtok vodi preko meteorne kanalizacije,



potoka nismo upoštevali pri izrisu poplavnih kart. Pretok potoka smo uporabili pri dimenzioniranju meteorne kanalizacije.



Slika 8: Prispevno območje neimenovanega potoka z oznako P3

Za določitev vodnih količin smo izdelali 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 lidar posnetka in s pomočjo sloja razvodnic.

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

$$S_r = \frac{25400 - 254 \cdot CN}{CN}$$

*S<sub>r</sub>* - maksimalna retenzija povodja [mm]

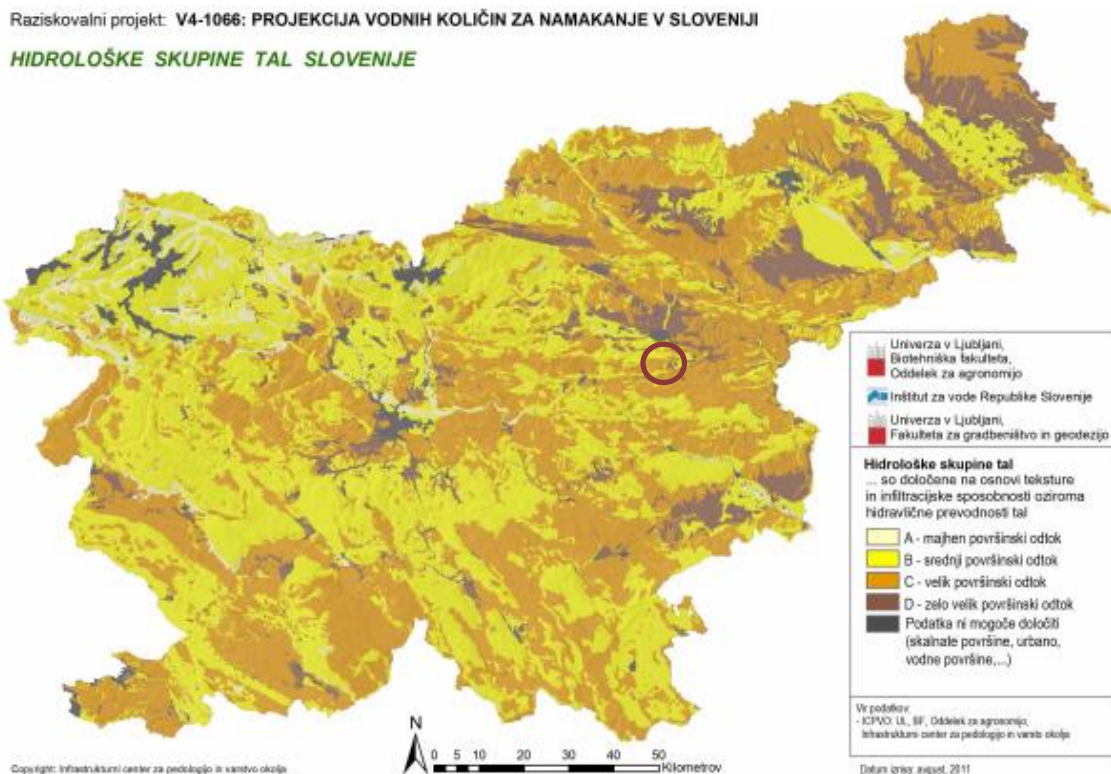
*CN* - infiltracijski koeficient vodnih izgub [-]

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

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)«.

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

HIDROLOŠKE SKUPINE TAL SLOVENIJE



**Slika 9: Hidrološke skupine tal z označenim območjem obdelave.**

Tip tal se je določili na osnovi karte rezultatov omenjenega projekta, rabo tal pa na podlagi slojev pokrovnosti tal v Sloveniji po CORINE Land Cover oz. CLC 2018.

S pomočjo GIS orodij so se prekrili sloji tipov in rabe tal ter nato ob uporabi USACE tabel (US Army Corps of Engineers, 2000) določile 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.

V programu HEC-HMS se je površinski odtok izračunal s pomočjo transformacije padavin po SCS metodi.

Parameter SCS hidrograma enote je čas zakasnitve, ki predstavlja čas težišča histograma efektivnih padavin do vrha enotnega hidrograma in je za vse vodotoke na obravnavanem območju določen po enačbi:

$$t_p = L^{0,8} \frac{(S_r + 25,4)^{0,7}}{28,14 \cdot \sqrt{Y}}$$

$L$  - hidravlična dolžina povodja [km]

$Y$  - naklon povodja [%]

$S_r$  - maksimalna retenzija povodja [mm]

$t_p$  - čas zakasnitve [h]

Pri hidrološkem modeliranju je v določenih primerih smiselno korigirati tudi nekatere druge parametre. Zaradi značilnosti terena z nadpovprečno infiltracijo in večjimi depresijami na

površini, ki zadržujejo vodo in naklona prispevnih površin smo upoštevali naslednje parametre:

- PRF – oblika krivulje pri SCS metodi transformacije (komponenta podpovodja),
- surface loss oziroma površinske izgube – volumen prestreženih padavin, ki ne odtečejo ampak se zadržijo na površini v obliki luž. (komponenta podpovodja).

S PRF (Peak Rate Factor) se pri SCS metodi prilagaja oblika krivulje dejanskemu odzivu povodja. Pri tem velja, da se načeloma uporablja PRF-484 za strma hribovska področja, nižje vrednosti pa za položnejša, vendar se nižje vrednosti prav tako lahko uporabi za strmejša območja, ki so v večini poraščena. V primeru prispevnega območja potoka v bližini železniške postaje Laze je bil izbran PRF 350, saj gre za ruralno gričevnato prispevno površino z večjim naklonom.

**Preglednica 2: PRF (peaking factor) glede na Wanielista, et al. 1997.**

opis	PRF faktor
Urbana območja, strmi nakloni	575
Tipični SCS	484
Mešano urbano/ruralno	400
Ruralno, gričevnato	300
Ruralno, večinoma ravno	200
Ruralno, ravno	100

S parametrom surface loss oziroma površinskih izgub določimo izgubo vode v podpovodju (subbasin), ki se pojavi kot posledica prestreženih padavin na površini, med koreninami v obliki luž, to so torej padavine, ki ne odtečejo. Pri umerjanju smo uporabili osnovno surface loss metodo (simple surface), kjer je potrebno določiti začetno zasičenost (initial storage) in maksimalno možnost skladiščenja (max storage). Z začetno zasičenostjo (initial storage) opišemo delež maksimalne skladiščne sposobnosti, ki je že zapolnjena. Če predpostavimo, da se naš padavinski dogodek zgodi po obdobju brez padavin, (zaradi česar je vsa prej prestrežena voda izhlapela ali se infiltrirala), je primerna vrednost začetne zasičenosti 0 %. Z maksimalno skladiščno sposobnostjo (max storage) pa opišemo maksimalno količino padavin, ki bodo prestrežene. Ta vrednost se oceni v korelaciji s padcem povodja, kot je prikazano v spodnji preglednici. Pri modeliranju se je upoštevalo 0 % začetne zasičenosti.

**Preglednica 3: Vrednost parametra maksimalne skladiščne sposobnosti v odvisnosti od padca terena.**

opis površja	naklon površja [%]	max skladiščna sposobnost [mm]
Odprta nepropustna površina	NA	3,2–6,4
Strma, gladka pobočja	> 30	1
Zmerno do rahlo pobočje	5–30	12,7–6,4
Ravninsko, gričevnato površje	0–5	50,8

Naklon površja je bil določen z uporabo GIS orodij na podlagi terenskih podatkov in poligonov povodij oz. prispevnih površin. Vrednosti hidroloških podatkov so zbrane v spodnji Preglednici 4. Rezultati hidrološkega modela so zbrani v preglednici 5.

**Preglednica 4: Vrednosti hidroloških podatkov za hidrološki model.**

	Osnovni podatki				Padavinske izgube (SCS)				SCS	PRF	Surface
	F [km <sup>2</sup> ]	L [m]	CN [-]	I [-]	S [mm]	Ia [mm]	Ia* [mm]	Ia** [mm]	Tp [min]		
<b>P3</b>	0.428	1641.00	76.1	37.1	79.72	15.94	1.59	11.96	13.5	PRF350	1.00

**Preglednica 5: Rezultati izračuna hidrološkega modela.**

Prispevna površina	F[km <sup>2</sup> ]	Q10 [m <sup>3</sup> /s]	Konica	Q25 Q10 [m <sup>3</sup> /s]	Konica	Q100 Q10 [m <sup>3</sup> /s]	Konica
P3	0.428	1.291	Q10 _1 ura	2.123	Q25 _1 ura	3.401	Q100 _1 ura

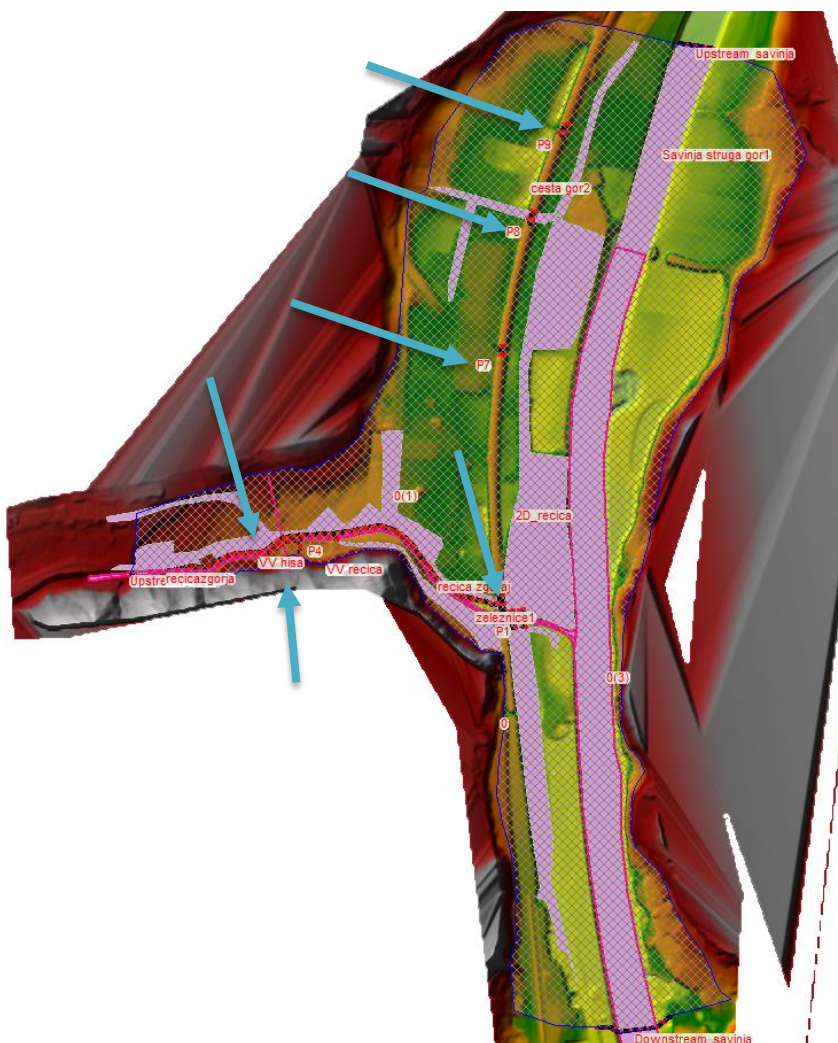


## 4.0 HIDRAVLICNI MODEL

Za hidravlični izračun poplavnih voda Rečice in Savinje smo uporabili program HEC-RAS 6. 0, ki omogoča analize eno- in dvo-dimenzijskega stalnega ali nestalnega toka v naravnih rečnih koritih. Model omogoča upoštevanje mostnih odprtin ter opornikov.

Izračuni so bili izdelani za obstoječe in predvideno stanje obravnavanega odseka v 2D hidravličnem modelu.

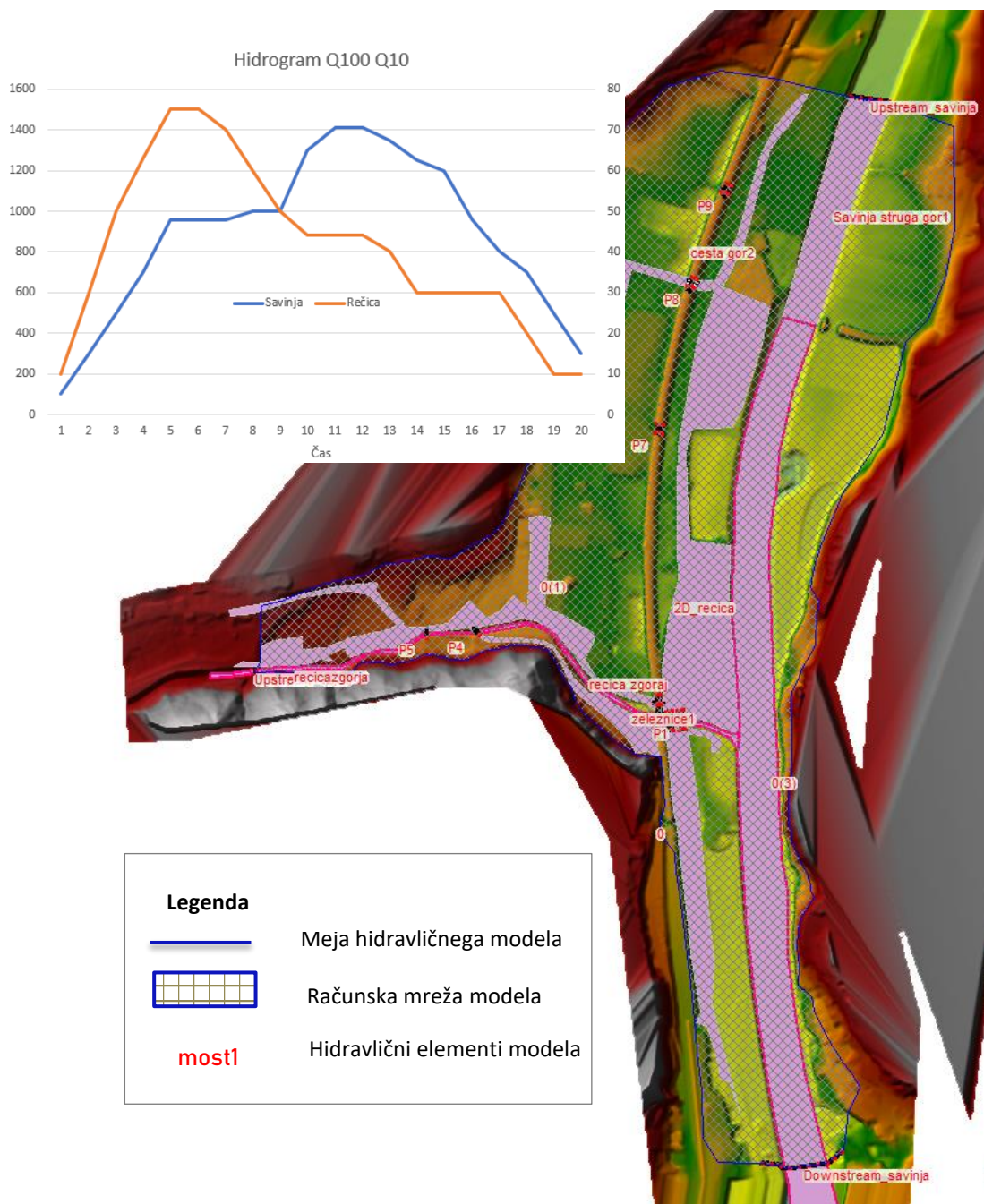
Pri izračunih za obstoječe stanje se je upoštevalo sedanje stanje strug Rečice in Savinje, ter obstoječe stanje na poplavnih ravninah. Pri izračunih predvidenega stanja pa so se upoštevali predvideni protipoplavni ukrepi. Predvideni protipoplavni ukrepi so v IDZ določeni kot zagatne stene oziroma nepovratne lopute na mestih podhodov in podvozov pod železniško progo in visokovodni nasipi in zidovi vzdolž Rečice. Vsi predvideni protipoplavni ukrepi v hidravličnem modelu so označeni na spodnji sliki.



Slika 10: V modelu predvidenega stanja je upoštevana predvidena nova načrtovana protipoplavna zaščita ob Rečici in zagatne stene v podvozih in prepustih pod železnico. Manningovi koeficienti so tako za obstoječe kot za predvideno stanje prilagojeni za območje struge, asfaltiranih površin in ostalih površin (RAS Mapper).

## 4.1 2D hidravlični model

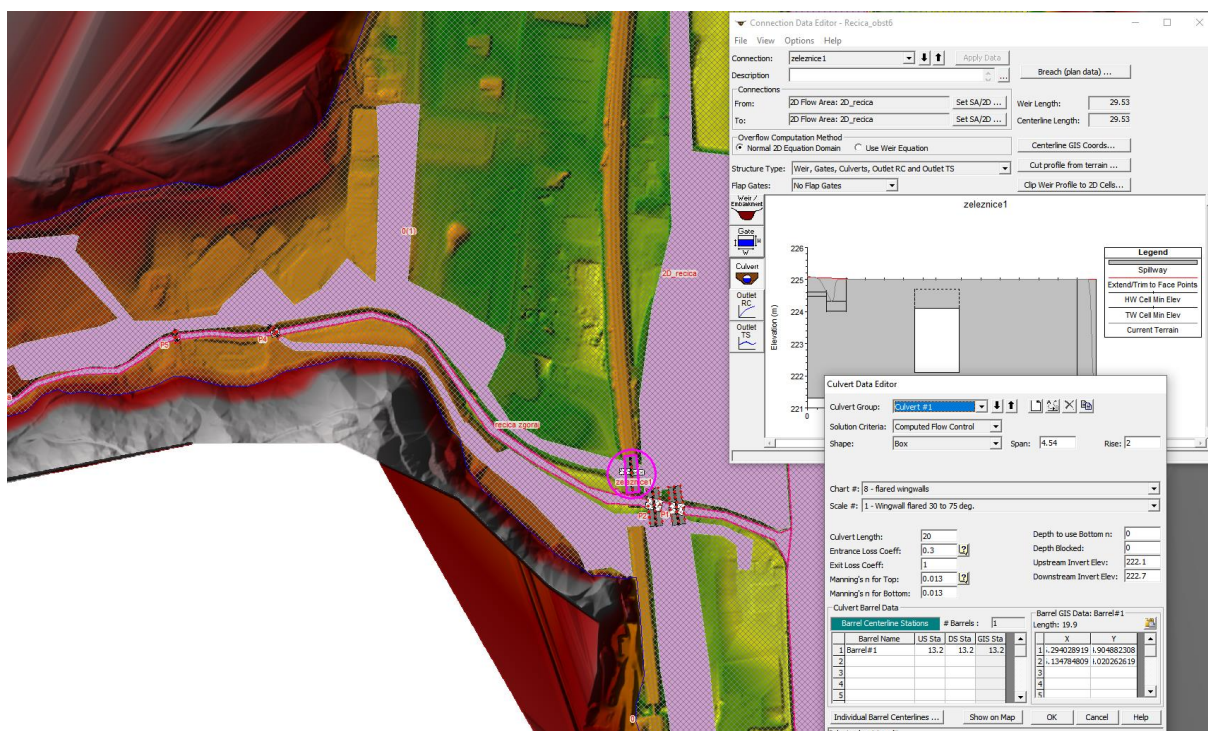
Hidravlični izračun je bil izveden za odsek vodotokov Rečice in Savinje, prvi v dolžini cca 800 m in drugi v dolžini cca 2500 m pri pretokih Q10, Q100 in Q500 za obstoječe in predvideno stanje. Računska mreža je sestavljena iz cca 205.000 celic za obstoječe stanje in za predvideno stanje. Velikost celic je 2 x 2 m, na nekaterih območjih pa je mreža zgoščena in je velikost celic 1 x 1 m. Geometrija hidravličnega modela je na spodnji sliki z označenimi robnimi lokacijami.



Slika 11: Hidravlični model za obstoječe stane z vidnimi območji hrapavosti in premostitvami (culverts).

Vrednosti koeficienta hrapavosti, ki so bile upoštevane v izračunu obstoječega in predvidenega stanja, so bile ocenjene na podlagi stanja na terenu in umerjanja gladin z rezultati iz predhodne dokumentacije (št. proj. 120/11) ter znašajo od 0,032 do 0,04 v strugi in 0,06 na poplavnih ravnicah ter 0,02 za ceste oz. asfaltirane površine.

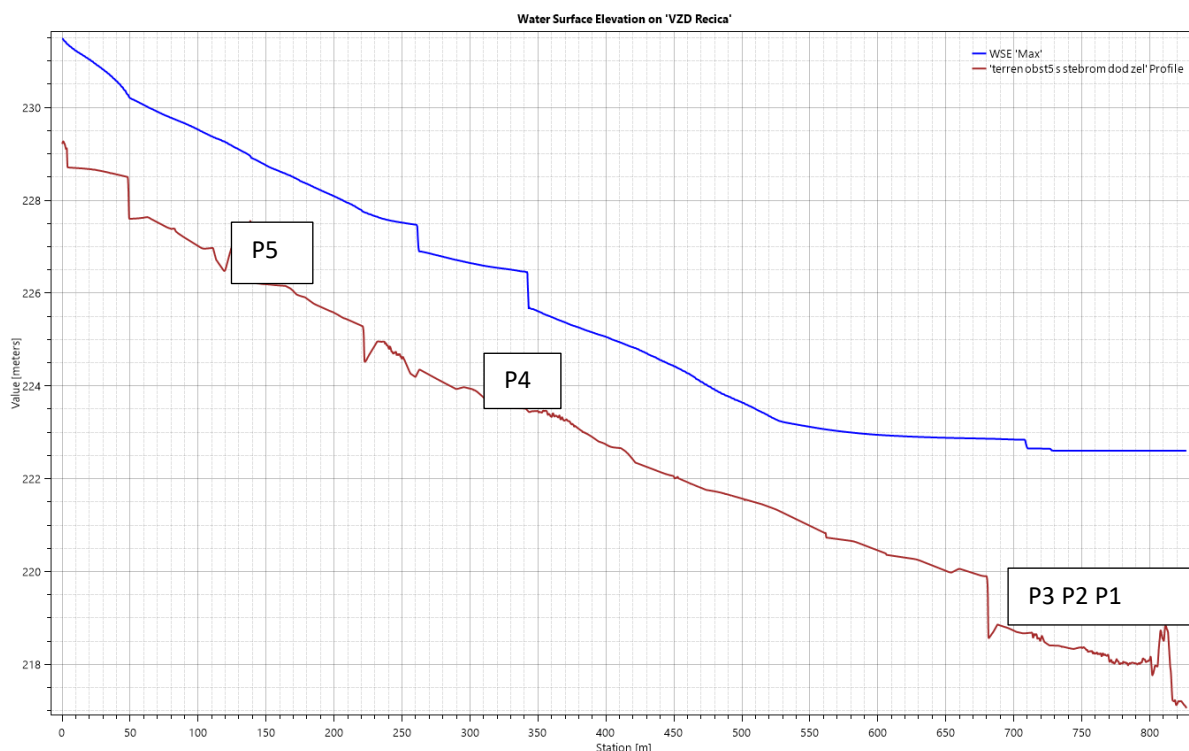
Vpliv mostov in podvozov je bil v hidravličnem modelu zajet z hidravličnim elementom prepust (angl. culvert). V modelu se je tako upoštevalo 8 odprtin. Vsa prečkanja v modelu so označena na grafiki G 1.2. Pregledna karta hidravlika.



**Slika 12:Primer upoštevanja podvoza pod železnico z hidravličnim elementom culvert.**

Določitev prepustov je skladna z izmero geodetskega posnetka (maj, 2021). Upoštevalo se je svetla odprtina oziroma pretočna površina. Dva prepusta pod železnico imata ločno obliko, ta dva se je simuliralo z pravokotnim prepustom z ustrezno pretočno površino. Na spodnji sliki vidimo vpliv zaježitve mostov z oznako P1, P2, P43in P5 na rečici. Prečkanje P3 oziroma most železnice čez Rečico je bila edina premostitev, ki se je upošteval kot odprtina v terenu, dodatno se je izrisal steber premostitve v teren. Železniški most čez Savinjo v nobenem primeru ne bo preplavljen, hkrati ima večjo mostno odprtino od širine struge Rečice in dveh cestnih mostov, zato je njegov vpliv na zaježevanje poplavnih voda manjši.





**Slika 13: Prikaz vpliva cestnih mostov v hidravličnem modelu na gladinsko stanje pri Q100 za obstoječe stanje na Rečici .**

V izračunu so se upoštevale vodne količine iz predhodne dokumentacije, kot so navedene v poglavju 2.0 (Preglednica 1). Kot spodnji robni pogoj pa se je upoštevala normalna gladina (*normal depth*).

## 4.2 Umerjanje modela

Model se v fazi IDZ ni natančno umerjal. Naredilo se je preverjanje ujemanja s predhodnim projektom 142/19 urejanje Križišča Laško, ki je imel umerjanje na poplavni dogodek iz leta 2017 za dan 28.4. na postaji VP Laško s pretokom 845 m<sup>3</sup>/s. Predhodni projekt ima spremenjeno geometrijo struge, ki ustreza stanju v naravi. Predhodna študija ima koto gladino Q100, na mestu spodnjega robnega našega modela, cca 221.60 m.n.m.. Hidravlični model študije obstoječega stanja ima koto gladine Q100 cca 221.55, kar potrjuje ustreznost izbranih koeficientov hrapavosti in terena.



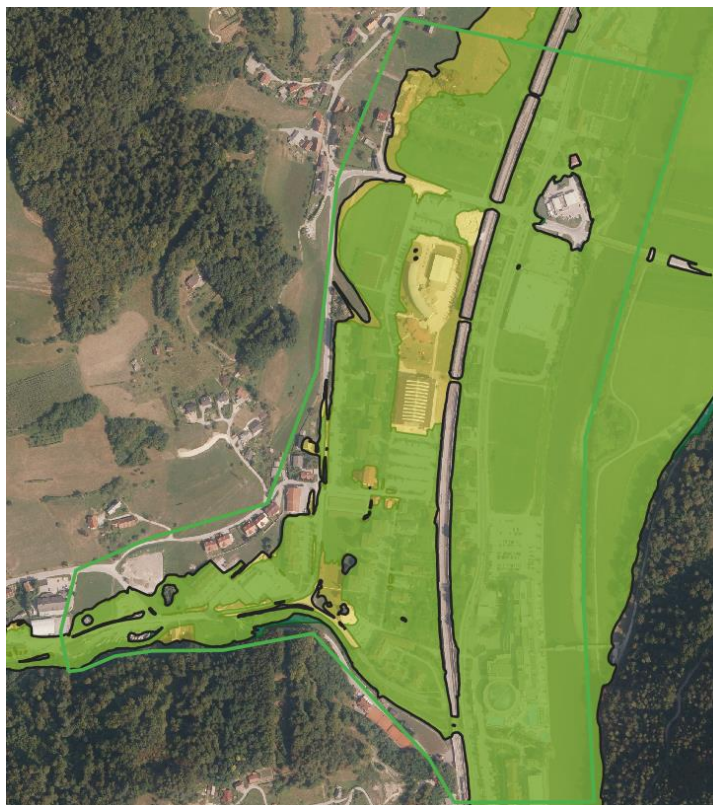
## 5.0 REZULTATI HIDRAVLIČNE ANALIZE

Hidravlični izračuni 2D modela so pokazali, da se obravnavano območje urejanja nahaja največ v razredu male poplavne nevarnosti (Pm). Predhodne karte narejene s starejšim modelom 1D in enakimi pretoki so kazale, da se območje nahaja največ v Ps. (predvsem zaradi bolj lokalnega vpliva mosta v 1D modelu) Nove karte območja urejanja pa prikazujejo največ razred Pm. Razlog za poplavljanje je zaježevanje Savinje in prelivanje Rečice. Poplavne vode Savinje imajo velik vpliv na poplavno nevarnost območja. Poplavne vode Savinje potujejo gorvodno od sotočja, kar vodi v večje prelivanje brežin Rečice. Poplavne vode se obširneje razlivajo za železniškim nasipom.

Za predvideno stanje smo preverili vpliv, ki bi jih meli celovitejši ukrepi na območju tudi izven OPPN. Upoštevali smo izvedbo visokovodnih zidov/nasipov ob Rečici in mobilnih zagatnic na železniških podvozi (podvoz na cesti Cesta v Debro...) s čimer bi preprečili Savinji poplavljanje zaledja zahodno od železniške proge.

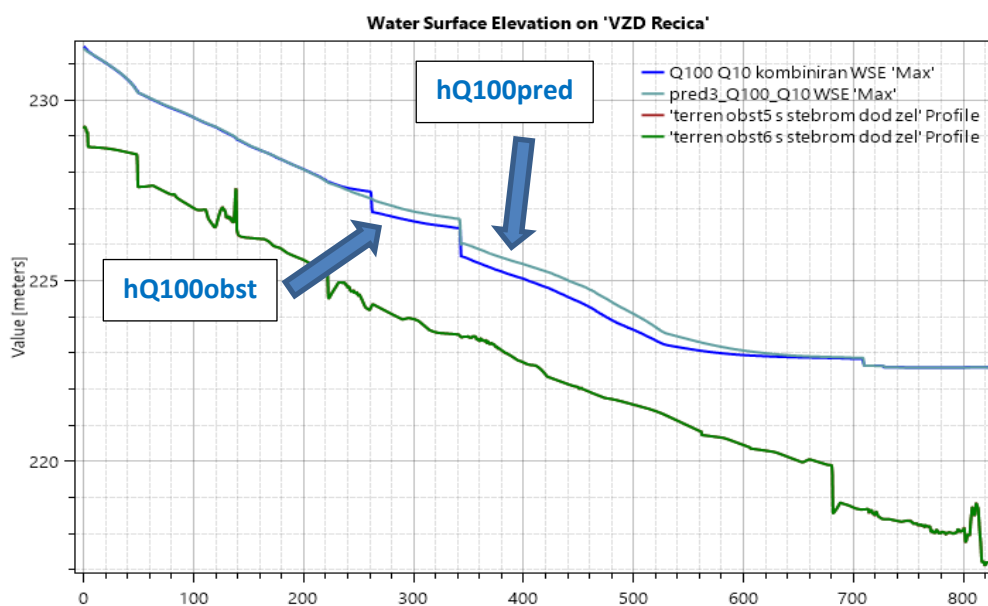


**Slika 14:** Prikaz maksimalnih globlin pri Q100 za obstoječe (levo) in predvideno (desno) stanje v programu HEC-RAS.



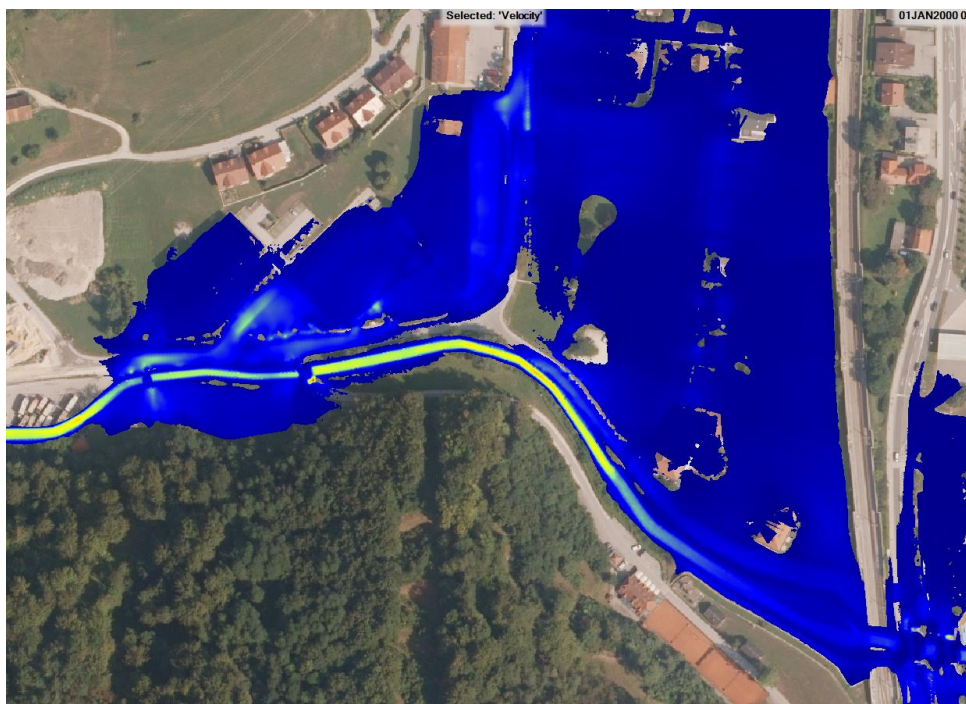
Slika 15: Prikaz maksimalnih gladin pri Q500 za obstoječe (rumeno) in predvideno (zeleno).

Na spodnji sliki je prikazana sprememba kote gladine Rečice v vzdolžnem profilu. Predvidena kota je na območju visokovodnih ukrepov ob strugi višja, kar je tudi pričakovano, saj se poplavne površine spremenijo. Razvidno pa je, da se negativni vpliv gorvodno hitro zaključi in je dvig gladin lokalnega značaja, na mestu visokovodnih ureditev. V izračunih smo upoštevali tudi izboljšanje pretočnega profila na mestu mosta P5 (denimo z nadomestnim mostom). Še boljša bi bila varianta z odkupom in rušitvijo objekta na desnem bregu Rečice, kjer smo sicer predvideli lokalno varovanje.



Slika 16: Vzdolžni prerez v osi odseka Rečice. Razlike med gladinami za sedanje in predvideno stanje je opazna (RAS Mapper).





**Slika 17: Prikaz maksimalne hitrosti v modelu za obstoječe stanje.**

Na zgornji sliki je prikazana razporeditev hitrosti na območju. Velika hitrost vode se pojavi v strugi in na območju preplavljenega cestišča z naklonom. Zaradi večjih hitrosti na območju poplavljanja je produkt hitrosti in globine na določenih območjih večji, kar daje merodajno vrednost za določitev razredov poplavne nevarnosti.

## 6.0 IZRIS POPLAVNIH KART

Na podlagi vseh potrebnih postopkov (priprava modela terena iz geodetskih in lidar podatkov, hidravlično modeliranje in na koncu prenos podatkov o gladinah na 3D model terena) smo pripravili karte poplavne nevarnosti za sedanje in predvideno stanje.

Na kartah smo prikazali globine poplavne vode v primeru poplave s 100-letno povratno dobo, linije poplav za pretoke Q10, Q100 in Q500 in razrede poplavne nevarnosti.

Hitrosti toka lokalno na območju cest presegajo 1 m/s, zato so na teh delih kot merodajni pri izrisu kart KRPN upoštevani tudi te parametri (produkt globina \* hitrost). Tukaj je potrebno poudariti, da so karte produktov izdelane na podlagi hidravličnih rezultatov in prikazujejo hidravlično ustrezne produkte. Ti seveda niso enaki »teoretičnemu« produktu, ki bi bil izdelan iz shp slojev globin in hitrosti, saj v tem primeru ni ustrezno upoštevana časovna komponenta. Pogosto je namreč ob manjših globinah na poplavnih ravninah hitrost večja in obratno, zato je računski produkt lahko manjši od produkta shp slojev. Vse poplavne karte KRN, KRPN, KEN in KREN so izrisane v grafikah.



Slika 18: Karta razredov poplavne nevarnosti za obstoječe stanje.

Večina območja urejanja SD\_ZN\_KS3 se nahaja v razredu preostale poplavne nevarnosti (Pp). Manjši del pa razredu manjše poplavne nevarnosti (Pm). Samo delček južne meje pa leži v razredu srednje poplavne nevarnosti (Ps).

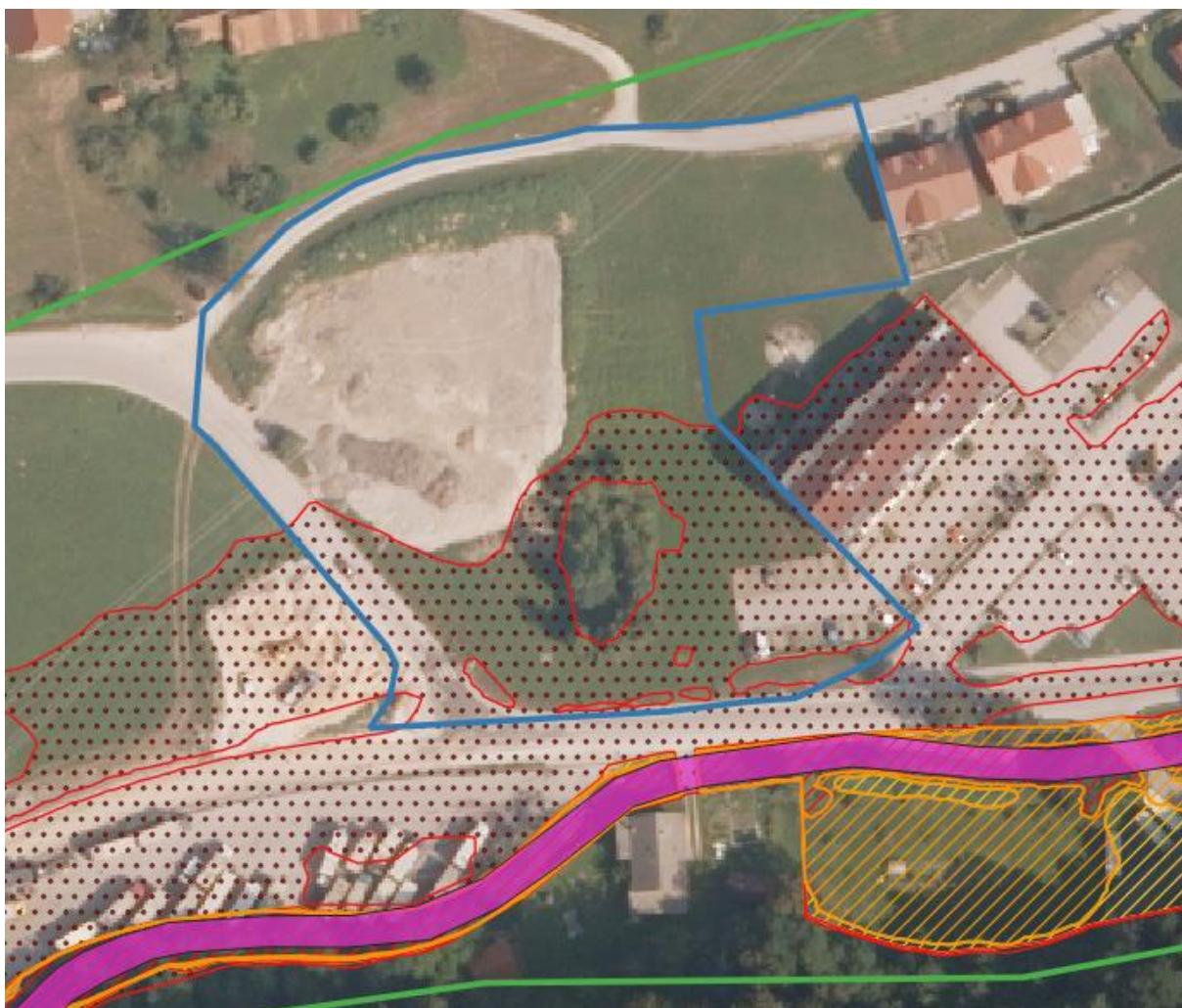




**Slika 19: Karta razredov poplavne nevarnosti za obstoječe stanje z označenim območju urejanja (modra črta)**

Erozijska nevarnost je za vsa območja izven struge vodotoka in v območju dosega poplave pri Q100 ocenjena kot majhna, saj izven vodotoka ne pričakujemo odloženega oziroma odplavljenega sloja večjega kot 0,3 m.

Na spodnji sliki so karte razredov poplavne nevarnosti za predvideno stanje. Opazno je močno zmanjšanje poplavnih površin v zaledju. Na območju urejanje se poplavna nevarnost spremeni. Območje urejanje je po izvedbi predvidenih ukrepov največ v razredu preostale poplavne nevarnosti, kar omogoča načrtovano gradnja, ob upoštevanju omejitev priloge 1 in 2 Uredbe.



**Slika 20: Karta razredov poplavne nevarnosti za predvideno stanje.**

Za območje urejanja so sicer že bile izdelane karte KPN/KRPN (v sklopu dokumentacije št. proj. 120/11 za OPN Laško), vendar pa so zaradi že omenjenega vpliva ureditev v Marijagraškem ovinku in uporabe 1D modela, ter starejših terenskih podatkov modelov le-te zastarele. Neposredna primerjava kart v tej dokumentaciji s predhodnimi zato ni mogoča. Gladine obstoječega stanja so se glede na prehodno dokumentacijo znižale za max cca 30–50 cm v območju obdelave Rečice, kar se pozna tudi pri izrisih kart poplavne nevarnosti KPN in KRPN.

Načrtovan objekti ima CC-SI klasifikacijsko oznako 11301 Stanovanjske stavbe z oskrbovanimi stanovanji. Po »Uredbi 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« je poseg nedovoljen na območju srednje poplavne nevarnosti. Celotno območje urejanja se nahaja po predvidenih ukrepih v razredu preostale poplavne nevarnosti oziroma zunaj Q100. V obstoječem stanju pa se manjši del nahaja znotraj male poplavne nevarnosti (Pm) in robni del v srednjem razredu. Urejanje prostora in izgradnja objektov je po izvedbi protipoplavnih ukrepov tako mogoče, ob sočasnem upoštevanju omejitev Priloge 1 in 2 Uredbe in pogojev vodnega soglasja.

## 7.0 UKREPI NA OBSTOJEČI METEORNI KANALIZACIJI IN PREDVIDENI UKREPI

Za potrebe varovanja zaledja obdelave pred visokimi vodami Savinje in Rečice se predvideva izvedba sledečih ukrepov:

- Izvedba mobilnih visokovodnih zapor na cestnih podvozih pri Rečici in Petrolu, dveh podhodih pod železniško progo in dveh mostovih preko Rečice
- Izvedba črpališč meteorne vode iz branjene kasete
- Izvedba vodotesnih pokrovov
- Preureditev obstoječe meteorne kanalizacije
- Izvedba novih kanalov meteorne kanalizacije
- Izvedba jarkov za odvod meteorne in zaledne vode
- Zamenjava obstoječega mostu

Obstoječe omrežje meteorne kanalizacije se sestoji iz meteorne kanale M1, M2, M3, M3.1, M4 ter manjših stranskih vej. Funkcija omrežja meteorne kanalizacije je odvajanje meteorne vode iz površin in zaledja v recipiente, kar gre v tem primeru za vodotoka Rečico in Savinjo.

Predvideni ukrepi za varovanje širšega območja v občini Laško pri sotočju Rečice in Savinje so zbrani na grafiki G 1.3.

### 7.1 UKREPI NA OBSTOJEČI METEORNI KANALIZACIJI

Obstoječe omrežje meteorne kanalizacije se sestoji iz meteorne kanale M1, M2, M3, M3.1, M4 ter manjših stranskih vej. Funkcija omrežja meteorne kanalizacije je odvajanje meteorne vode iz površin in zaledja v recipiente, kar gre v tem primeru za vodotoka Rečico in Savinjo.

#### 7.1.1 Meteorne kanal M1

Pri trenutnem stanju ureditve je meteorne kanal M1 izveden s cevjo BC DN600 mm. Kanal se izteka direktno v vodotok Rečico. Hidravlični izračuni so pokazali, da je kanal sposoben prevajati 2 – letne nalive, pri – 25 letnih nalih pa pride do 100% polnitve cevi in posledično poplavljanja območja.

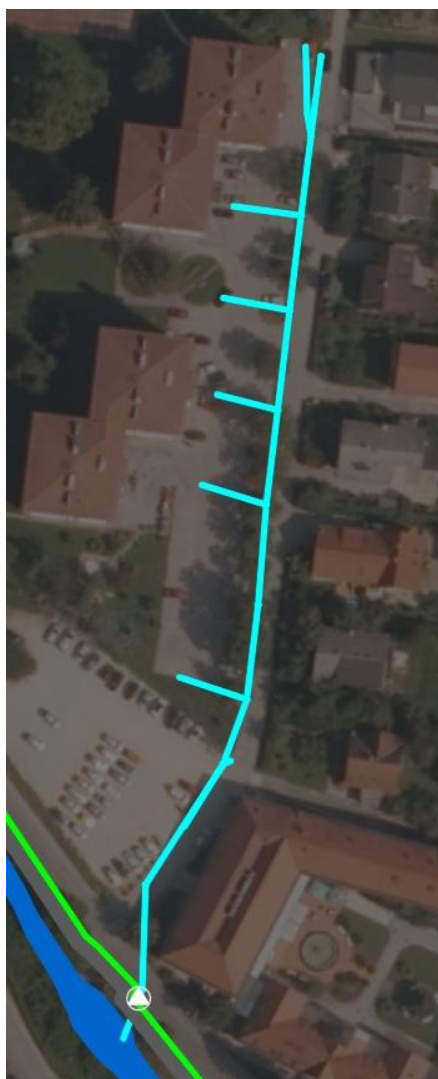
##### **Predvideni ukrepi:**

Hidravlični izračuni so pokazali, da je obstoječi kanal pod dimenzioniran, zato ga je potrebno zamenjati s cevjo premera DN800 mm, ki je sposobna prevajati 25 – letne nalive.

Vtok v vodotok se nahaja pod koto 100 letne vode le tega, zato je pred iztokom potrebno izvesti črpališče. Kapaciteta črpališča je dimenzionirana na 2 – letne nalive. Glede na zgoraj zapisano znaša kapaciteta črpališča cca. 307 l/s.

Kot tretji ukrep je potrebno na iztoku kanala v Rečico izvesti iztočno glavo z onemogočenim povratnim tokom (npr. Tideflex), katere namen je preprečitev visokim vodam Rečice, da bi poplavljal območje obdelave preko meteorne kanalizacije. Iztočna glava mora biti izvedena tako, da ne posega v svetli profil vodotoka.





Slika 21: Meteorni kanal M1

### 7.1.2 Meteorni kanal M2

Pri trenutnem stanju ureditve je meteorni kanal M2 izveden s cevjo PVC DN300 mm. Kanal se izteka direktno v vodotok Rečico. Hidravlični izračuni so pokazali, da kanal ni sposoben prevajati 2 – letne nalive pri katerih pride do 100% polnitve cevi in posledično poplavljanja območja.

Predvideni ukrepi:

Hidravlični izračuni so pokazali, da je obstoječi kanal pod dimenzioniran, zato ga je potrebno zamenjati s cevjo premera DN800 mm, ki je sposobna prevajati 25 – letne nalive.

Vtok v vodotok se nahaja pod koto 100 letne vode le tega, zato je pred iztokom potrebno izvesti črpališče. Kapaciteta črpališča je dimenzionirana na 2 – letne nalive. Glede na zgoraj zapisano znaša kapaciteta črpališča cca. 294 l/s.

Kot tretji ukrep je potrebno na iztoku kanala v Rečico izvesti iztočno glavo z onemogočenim povratnim tokom (npr. Tideflex), katere namen je preprečitev visokim vodam Rečice, da bi



poplavlja območje obdelave preko meteorne kanalizacije. Iztočna glava mora biti izvedena tako, da ne posega v svetli profil vodotoka.



Slika 22: Meteorni kanal M2

### 7.1.3 Meteorni kanal M3 in M3.1

Pri trenutnem stanju ureditve je meteorni kanal M3 izveden s cevjo BC DN1000 mm, meteorni kanal M3.1 pa s cevjo PVC DN500 mm. Kanal M3.1 se vteka v kanal M3, le ta pa se izteka direktno v vodotok Savinjo. V kanal M3 se prav tako vteka delno kanalizirani vodotok, ki zbira vode iz zaledja, kar pomeni še dodatno obremenitev kanala. Hidravlični izračuni so pokazali, da sta oba kanala sposobna prevajati 2 – letne nalive, pri – 25 letnih nalivih pa pride do 100% polnitve cevi in posledično poplavljanja območja.

#### **Predvideni ukrepi M3:**

Hidravlični izračuni so pokazali, da je obstoječi kanal pod dimenzioniran, zato ga je potrebno zamenjati s cevjo premera DN1400 mm, ki je sposobna prevajati 25 – letne meteorne vode in 100 letne vode delno kanaliziranega vodotoka.

#### **Predvideni ukrepi M3.1:**

Hidravlični izračuni so pokazali, da je obstoječi kanal pod dimenzioniran, zato ga je potrebno zamenjati s cevjo premera DN600 mm, ki je sposobna prevajati 25 – letne nalive.

Na kanalu M3.1 je potrebno izvesti začasno črpališče, katerega funkcija je prečrpavanje vode v kanal M3, v primeru visokih vod delno kanaliziranega vodotoka, ki se izteka v kanal M3.1. Kapaciteta črpališča je dimenzionirana na 2 – letne nalive. Glede na zgoraj zapisano znaša kapaciteta črpališča cca. 285 l/s. Črpališče se izvede kot začasno, kar pomeni, da se na kanalu pripravi jašek za vgradnjo prenosne črpalke. V predvideni jašek se v času postavitve mobilnih zagatnih sten vgradi prenosna črpalka na diesel agregat, ki se po odstranitvi mobilnih zagatnih

sten odstrani. Začasno črpališče mora biti v uporabi do izgradnje celovitih protipoplavnih ukrepov na Savinji.

Na poplavnem območju Savinje, torej med koritom Savinje in nasipom železnice, je potrebno na vseh jaških, ki se nahajajo pod koto  $h(Q_{100})$  Savinje, torej pod 223,20 m n.v., izvesti vodotesne pokrove.



Slika 23: Meteorna kanala M3 in M3.1

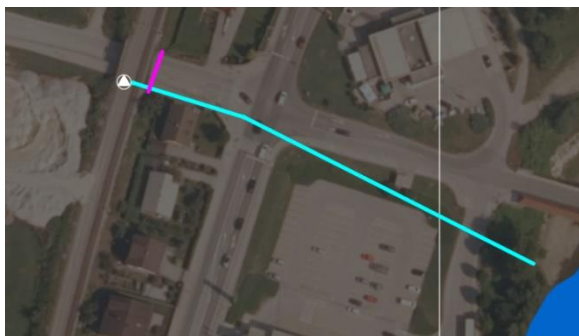
#### 7.1.4 Meteorni kanal M4

Pri trenutnem stanju ureditve je meteorni kanal M4 izveden s cevjo PVC DN600 mm. Kanal M4 se izteka direktno v vodotok Savinjo. Hidravlični izračuni so pokazali, da je kanal sposoben prevajati 2 – letne in 25 – letne nalive.

##### **Predvideni ukrepi:**

Vtok v vodotok se nahaja pod koto 100 letne vode le tega, zato je na kanalu potrebno izvesti začasno črpališče. Kapaciteta črpališča je dimenzionirana na 2 – letne nalive. Glede na zgoraj zapisano znaša kapaciteta črpališča cca. 397 l/s. Črpališče se izvede kot začasno, kar pomeni, da se na kanalu pripravi jašek za vgradnjo prenosne črpalke. V predvideni jašek se v času postavitve mobilnih zagatnih sten vgradi prenosna črpalka na diesel agregat, ki se po odstranitvi mobilnih zagatnih sten odstrani. Začasno črpališče mora biti v uporabi do izgradnje celovitih protipoplavnih ukrepov na Savinji.

Na poplavnem območju Savinje, torej med koritom Savinje in nasipom železnice, je potrebno na vseh jaških, ki se nahajajo pod koto  $h(Q_{100})$  Savinje, torej pod 223,40 m n.v., izvesti vodotesne pokrove.



Slika 24: Meteorni kanal M4

## 7.2 PREDVIDENA METEORNA KANALIZACIJA

### 7.2.1 Meteorni kanal M5

Za potrebe odvajanja zaledne vode iz predvidenega jarka 2, se predvideva izgradnja novega kanala M5. Kanal M5 bo speljan neposredno v vodotok, predvidena dolžina pa znaša cca. 128 m.

Hidravlični izračuni so pokazali, da je za potrebe prevajanja 25 – letnih vod, potrebno izvesti kanal s cevjo premera DN1200 mm.

Na iztoku v vodotok se izvede iztočna glava, ki mora biti izvedena tako, da ne posega v svetli profil vodotoka.



Slika 25: Meteorni kanal M5

## 7.3 PREDVIDENI JARKI

Funkcija predvidenih jarkov je zbiranje zalednih in meteornih vod, ter odvod le teh v vodotok Rečico. V jarek se prav tako iztekajo meteorne vode, ki jih obstoječa meteorna kanalizacija ni sposobna prevajati. Predvideva se izvedba dveh zemeljskih jarkov.

### 7.3.1 Predvideni jarek 1

Jarek 1 se izvede med obstoječo cesto in predvidenim visokovodnim nasipom 1. Jarek poteka po skoraj celotni dolžini visokovodnega zida, kar pomeni dolžino cca. 443 m. Jarek se zaključi cca. 12 m pred koncem visokovodnega zida, v bližini podvoza P6, kjer se vteka v kanalizirani del, katerega dolžina znaša cca. 17 m. Kanalizirani del je izveden s cevjo premera DN1200 mm. Iztok je v vodotok Rečico, kjer se izvede iztočna glava. Iztočna glava mora biti izvedena tako, da ne posega v svetli profil vodotoka.

Hidravlični izračuni so pokazali, da mora biti velikost jarka vsaj ekvivalent kanalu premera DN1200 mm, kar pomeni dno širine 0,50 – 0,70 m, naklon brežin izveden v 2:1 in višino 1,00 – 1,20 m.

Brežine in dno jarka se po potrebi zavaruje s kamnom oz. s kamnom v betonu, kar pa se bo preverilo v kasnejših fazah projektiranja.



Slika 26: Jarek 1

### 7.3.2 Predvideni jarek 2

Jarek 2 se izvede severno od zazidalnega načrta KS 3 IN KC 2/1 ob lokalni cest. Dolžina predvidenega jarka znaša cca. 355 m. Jarek se izteka v predvideni meteorni kanal M5, preko katerega se nato zaledne vode odvajajo v vodotok Rečico.

Hidravlični izračuni so pokazali, da mora biti velikost jarka vsaj ekvivalent kanalu premera DN1200 mm, kar pomeni dno širine 0,50 – 0,70 m, naklon brežin izveden v 2:1 in višino 1,00 – 1,20 m.

Brežine in dno jarka se po potrebi zavaruje s kamnom oz. s kamnom v betonu, kar pa se bo preverilo v kasnejših fazah projektiranja.





Slika 27: Jarek 2

## 7.4 PREDVIDENI PROTIPOPLAVNI ZIDOVI

Vodotok Rečica ob nastopu visokih vod preplavi bregove in posledično poplavi območje obdelave. Za preprečitev poplavljanja vodotoka se predvideva izvedba dveh visokovodnih zidov.

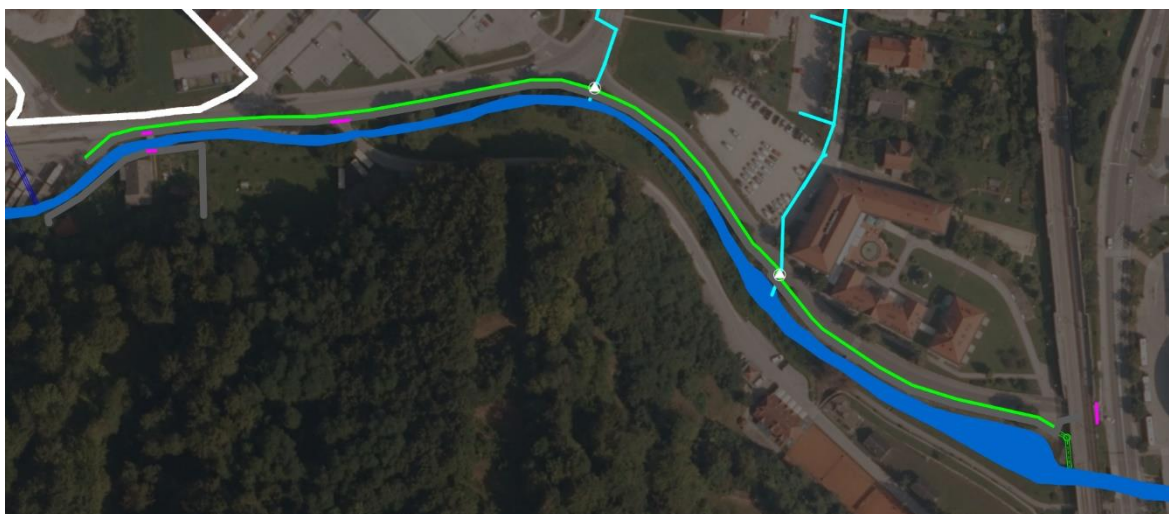
### 7.4.1 Visokovodni zid 1

Visokovodni zid 1 se izvede na levem bregu Rečice ob jarku 1. V hidravličnem modelu je označen z VVRecica) Funkcija zidu 1 je varovanje celotnega območja obdelave na levem bregu vodotoka.

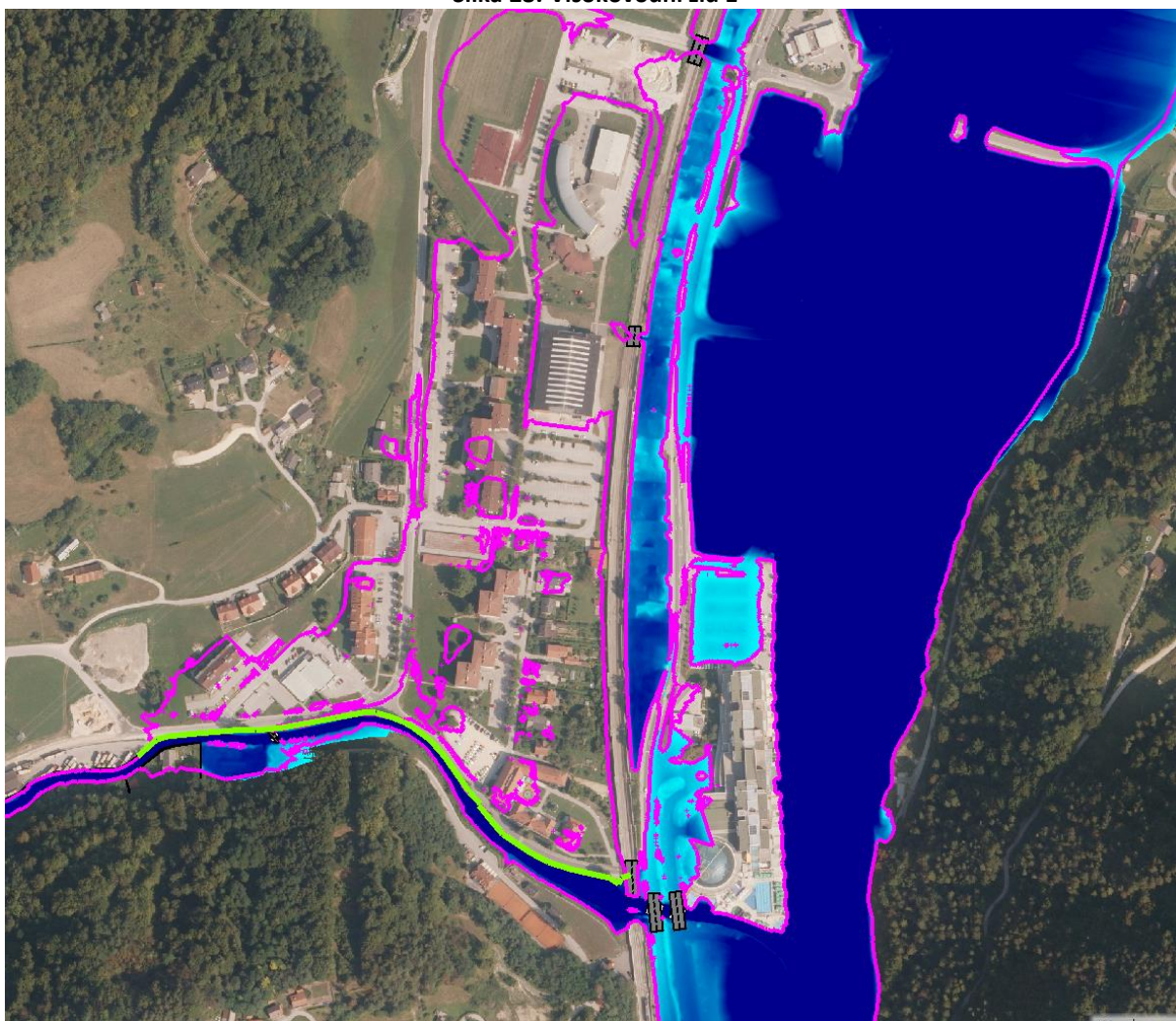
Visokovodni nasip na levi brežini potoka Rečica poteka od večjega parkirišča za tovarne vozila v Spodnji rečici do podhoda pod železniško progo v dolžini cca 455 m. Visokovodni nasip varuje zaledje za železniško progo do potoka Rečica pred poplavnimi vodami iz struge Rečice. Primerjava poplavnih voda med obstoječim in predvidenim stanjem je na spodnji sliki.

Zgornji rob zidu se mora nahajati nad koto visoke vode kar pomeni  $h(Q_{100})$  Rečice in 50 cm varnostnega nadvišanja. Kota zgornjega roba zidu pri podvozu P6 je tako na cca. 223,40 m n.v., pri meteornem kanalu M1 cca. 223,95 m n.v., pri meteornem kanalu M2 cca. 225,60 m n.v., na koncu zidu pa cca. 227,90 m n.v. Višina zidu se tako po celotni dolžini giblje med cca. 1,00 – 1,80 m.

Zid je mogoče izvesti v celoti v AB izvedbi, lahko pa se ga izdela kot nižji AB zid z nadvišanjem z vodoneprepustnimi paneli.



Slika 28: Visokovodni zid 1



Slika 29: Primerjava obsega poplav Q100 obst (roza črta) in predvidnega obsega poplav (modra barva) po izgradnji predvidenih protipoplavnih ukrepov. Z zeleno barvo je označena načrtovana lokacija VV rečica oziroma visokovodni zid 1.

#### 7.4.2 Visokovodni zid 2

Visokovodni zid 2 se izvede na desnem bregu Rečice. Funkcija zidu 2 je varovanje treh objektov na desnem bregu ob vodotoku in okolice označene pod OPN Laško kot stanovanjska zemljišča. Predvideni visoko vodni zid poteka po severni in vzhodni meji parcele 47/8 k.o. 1027 Šmihel.

Skupna dolžina zidu znaša cca. 100 m. Zgornji rob zidu se mora nahajati nad koto visoke vode kar pomeni  $h(Q_{100})$  Rečice in 50 cm varnostnega nadvišanja. Kota zgornjega roba zidu na začetku je na cca. 227,50 m n.v., na koncu pa cca. 228,40 m n.v. Višina zidu se tako po celotni dolžini giblje med cca. 1,00 – 1,70 m.

Zid je mogoče izvesti v celoti v AB izvedbi, lahko pa se ga izdelata kot nižji AB zid z nadvišanjem z vodoneprepustnimi paneli.



Slika 30: Visokovodni zid 2

#### 7.5 PREDVIDENE MOBILNE ZAGATNE STENE

Pod železniško progo se pri trenutnem stanju ureditve nahajata dva podvoza in dva podhoda. Ob nastopu visokih vod Savinje le te vdrejo skozi odprtine in ogrožajo naselje Rečica. Ob nastopu visokih vod Savinje je tako potrebno poplavnim vodam preprečiti prehajanje skozi podvoze in podhode.

Tako kot podvoze in podhode je prav tako potrebno varovati odprtine v predvidenem visokovodnem zidu 1 in 2. Na zidu 1 se nahaja dvojje odprtin, na zidu 2 pa le ena. Vse odprtine v zidovih so posledica obstoječih mostov.

Zaprtje vseh odprtin se izvede z zagatnimi stenami – zagatnicami. Zagatne stene so montažne kar pomeni, da se ob nastopu visokih vod vstavijo na vodila odprtin s pomočjo vijakov in tako



preprečijo vdor vode. Ob vpadu visokih vod se zagatnice snamejo, da ne ovirajo prehoda in skladiščijo na določeni lokaciji.

#### 7.5.1 Most P4

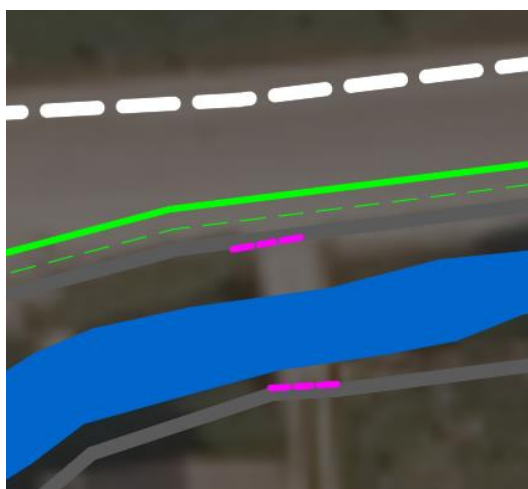
Na mostu P4 je potrebno vgraditi le eno zagatno steno in sicer v odprtino visokovodnega zidu 1. Zgornji rob zagatne stene se mora nahajati na koti 226,50 m n.v. kar pomeni h(Q100) Rečice in 50 cm varnostnega nadvišanja.



Slika 31: Most P4

#### 7.5.2 Most P5

Na mostu P5 je potrebno vgraditi dvojne zagatnih sten in sicer v odprtino visokovodnega zidu 1 in odprtino visokovodnega zidu 2. Zgornji rob obeh zagatnih sten se mora nahajati na koti 227,90 m n.v. kar pomeni h(Q100) Rečice in 50 cm varnostnega nadvišanja.



Slika 32: Most P5

### 7.5.3 Podvoz P6

Podvoz P6 se nahaja na glavni cesti v Rečico in poteka pod železniško progo. Zgornji rob zagatne stene se mora nahajati na h(Q100) Savinje in 50 cm varnostnega nadvišanja.



Slika 33: Podvoz P6

### 7.5.4 Podhod P7

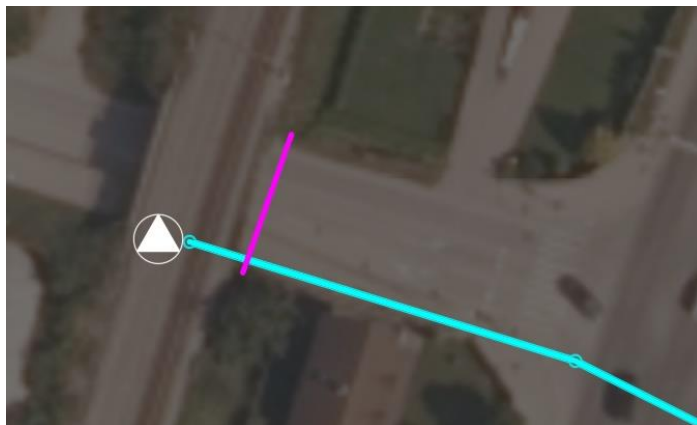
Podhod P7 se nahaja jugozahodno od trgovskega centra Tuš in poteka pod železniško progo. Zgornji rob zagatne stene se mora nahajati na h(Q100) Savinje in 50 cm varnostnega nadvišanja.



Slika 34: Podhod P7

### 7.5.5 Podvoz P8

Podvoz P8 se nahaja zahodno od bencinskega servisa Petrol in poteka pod železniško progo. Zgornji rob zagatne stene se mora nahajati na h(Q100) Savinje in 50 cm varnostnega nadvišanja.



Slika 35: Podvoz P8

### 7.5.6 Podhod P9

Podhod P9 se nahaja severozahodno od bencinskega servisa Petrol in poteka pod železniško progo. Zgornji rob zagatne stene se mora nahajati na h(Q100) Savinje in 50 cm varnostnega nadvišanja.



Slika 36: Podhod P9



## 7.6 ZAMENJAVA OBSTOJEČEGA MOSTU

Hidravlični izračuni so pokazali, da ima most P5 velik negativni vpliv na visoke vode Rečice. Most pri nastopu visokih vod s povratno dobo 100 let vodotok zajezuje, kar ima za posledico dvig gladin za cca. 60 cm. Predlaga se zamenjava mostu s hidravlično ugodnejšim. Še boljša alternativa bi bila odkup in porušitev obstoječega objekta, s čemer bi omogočili neoviran tok vode po desnem bregu.



Slika 37: Most P5

## 8.0 HIDRAVLIČNI IZRAČUN METEORNE KANALIZACIJE

Za območje naselja Rečica, vključno s celotnim zaledjem, smo izdelali hidrološko-hidravlično analizo. Preračun odvodnje meteorne kanalizacije in zalednih voda za obravnavano območje je izvršen po metodi, ki upošteva zmanjšanje odtoka zaradi retencije vode v kanalskem sistemu. V računskem modelu smo odprte jarke simulirali z namišljeno dovolj veliko cevjo.

Osnovni podatki potrebni za izračune (velikost in namembnost prispevnih površin, obstoječe omrežje meteorne kanalizacije, obstoječa cestna odvodnja ipd.) so privzeti iz situacij, Lidar posnetka, podatkov iz portala Geodetske uprave RS in portala iObčina.

### 8.1 PRERAČUN OMREŽJA

V projektni dokumentaciji smo izdelali:

- Hidrološko hidravlično analizo za obstoječe stanje odvodnje, tako zalednih voda kot meteorne kanalizacije, ki se odvaja po odvodnikih.
- Hidrološko hidravlično analizo za predvideno (predlagano) stanje odvodnje, tako zalednih voda kot meteorne kanalizacije, ki se odvaja po odvodnikih.

Omrežje meteorne kanalizacije je preračunano na:

- 2 letne nalive
- 25 letne nalive

V primeru, kjer se v meteorno kanalizacijo izliva (delno kanalizirani) vodotok, sta izvedena dva scenarija:

Scenarij A:

- 2 letni naliv v kanalizacijskem omrežju
- 25 letni dotok iz zaledja kanaliziranega vodotoka

Scenarij B:

- 25 letni naliv v kanalizacijskem omrežju,
- 100 letni dotok iz zaledja kanaliziranega vodotoka.

Zaradi bistvene razlike v velikosti pripevnih območjih, vodotok – cestna meteorna kanalizacija in različnem času nastopa konice pretoka pri jarku (1-2 uri) oz. kanalizaciji (10 min), realno ni mogoče pričakovati sočasnosti konice merodajnih ekstremih nalivov vodotok – kanalizacija.

Na osnovi prejšnjih predpostavk je preračunana celotno omrežje do izlivnih točk v Rečico in Savinjo.

## 8.2 DOLOŽITEV METEORNEGA PRETOKA

Pri preračunu pretoka je upoštevana GEN krivulja za Celje s pogostostjo  $n = 0.04$  (25-letna povratna doba) in  $n = 0.5$  (2-letna povratna doba).

Preglednica 6: Količina padavin (ARSO, 2014)

Količina padavin (l/(sec\*ha))

trajanje padavin	POVRATNA DOBA						
	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	254	340	398	470	523	576	646 l/(sec*ha)
10 min	189	255	298	354	394	435	489 l/(sec*ha)
15 min	160	223	265	318	358	397	448 l/(sec*ha)
20 min	139	195	233	280	316	351	397 l/(sec*ha)
30 min	110	160	192	234	264	295	335 l/(sec*ha)
45 min	85	125	152	186	211	236	269 l/(sec*ha)
60 min	69	102	124	152	172	192	219 l/(sec*ha)
90 min	52	75	91	110	124	138	157 l/(sec*ha)
120 min	43	61	73	88	100	111	126 l/(sec*ha)
180 min	32	44	52	62	69	76	85 l/(sec*ha)
240 min	27	35	41	48	54	59	66 l/(sec*ha)
300 min	23	30	35	41	45	49	55 l/(sec*ha)
360 min	20	26	30	35	39	43	48 l/(sec*ha)
540 min	15	20	23	26	29	32	35 l/(sec*ha)
720 min	13	16	19	22	24	26	29 l/(sec*ha)
900 min	11	14	16	19	21	23	25 l/(sec*ha)
1080 min	9	12	14	16	18	20	22 l/(sec*ha)
1440 min	8	10	11	13	15	16	18 l/(sec*ha)

### 8.3 PRISPEVNE POVRŠINE

Prispevne površine za posamezno cev oz. jarke so določene na osnovi posnetka terena Lidar (Light Detection and Ranging).

Uporabljeni koeficienti odtoka, s katerimi so bile določene reducirane prispevne površine ( $A_{red}$ ), so sledeči:

Asfalt = 0,90

Strehe = 0,90

Tlakovci = 0,90

Trava = 0,10

Gramoz = 0,40

Makadam = 0,40

### 8.4 IZRAČUNI

Za izračun prevodnosti cevi kanalizacije pri pričakovanih pretokih, je bila uporabljena Prandtl-Colebrook-ova formula:

$$Q = F \cdot v \quad v = \left[ -2 \log \left( \frac{2,51 \cdot \nu}{D \sqrt{2gJD}} + \frac{k}{3,71D} \right) \right] \sqrt{2gJD}$$

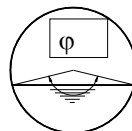
Q ....	pretok (m <sup>3</sup> /s)
v ....	hitrost (m/s)
F ...	pretočni presek (m <sup>2</sup> )
$\nu$ ....	kinematična viskoznost
D ....	premer cevi (m)
J ....	vzdolžni naklon cevi
k ....	koeficient trenja

Za kanalizacijo znaša vrednost  $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s in koeficient  $k = 1.5$  mm za normalne kanalske odseke.

Izraz za » $\nu$ « velja le za polno cev, pri delno polni cevi pa hitrost korigiramo z naslednjim izrazom:

$$\frac{V_{delni}}{V_{polni}} = \left( \frac{R_{delni}}{R_{polni}} \right)^{5/8}$$

R ... hidravlični radij



Izračun je izveden z računalniškim programom »Sewer+ 2021«. Rezultati izračuna so prikazani za vsako cev meteorne kanalizacije posebej. Procent polnitve je izračunan iz kota polnitve cevi, ki je merjen tako, kot je prikazano na zgornji skici.



## 9.0 ZAKLJUČEK

V sklopu predmetne naloge so se izvedli hidravlični izračuni visokih vod Rečice in Savinje na obravnavanem urejanja območju Sprememba in dopolnitve zazidalnega načrta KS 3 in KC 2/1 v Občini Laško. Predmetna analiza je spremenila poplavno nevarnost na obravnavanem območju s pomočjo modernejšega pristopa računanja hidravlike in uporabo novejših terenskih podatkov. Smernice, ki jih pod št 35020-118/2020/4 dne 5.11. 2020 izdala DRSV tako v celoti ne izkazujejo dejanskega stanja.

Za izvedbo gradnje varovanih stanovanj na izbranem območju in celovitejšo varovanje širšega območja poselitve zahodno od železnice na območju Rečice je potrebno načrtovati sledeče protipoplavne ukrepe:

- Izvedba visokovodnih zidov na levem in desnem bregu Rečice
- Izvedba mobilnih visokovodnih zapor na cestnih podvozih pri Rečici in Petrolu, dveh podhodih pod železniško progo in dveh mostovih preko Rečice
- Izvedba črpališč meteornih voda iz branjene kasete
- Izvedba vodotesnih pokrovov
- Preureditev obstoječe meteorne kanalizacije
- Izvedba novih kanalov meteorne kanalizacije
- Izvedba jarkov za odvod meteornih in zalednih vod
- Morebitna zamenjava obstoječega mostu ali rušitev objekta na desnem bregu

Za jarke in kanale (obstoječe in predvidene) so podane okvirne trase in dimenzije, podane so okvirne vrednosti količin črpanja za črpališča ter okvirne trase, dolžine in višine visokovodnih zidov in zagatnih sten.

Podrobnejšo obdelavo vseh predvidenih ukrepov je potrebno izvesti v kasnejših fazah projektiranja, kjer je potrebno določiti tudi natančnejšo oceno stroškov izvedbe.

Z izvedbo predvidenih ukrepov bo območje zazidalnega načrta KS 3 in KC 2/1 oz. naselje Rečica varno pred 100 letnimi vodami Rečice in Savinje, kakor tudi pred zaledno in meteorno vodo. Hidravlični izračuni so pokazali, da načrtovana gradnja stanovanj in protipoplavnih ukrepov ne vpliva na pretočnost Savinje, gladine predvidenega stanja pa so v primerjavi z obstoječim stanjem pri Q10/100/500 višje lokalno na območju predvidenih visokovodnih ureditev ob Rečici.

Na podlagi rezultatov matematičnega modela in izdelanih poplavnih kart je razvidno, da se predvideno območje stanovanjske gradnje nahaja največ v razredu male poplavne nevarnosti, za predvideno stanje pa največ v razredu preostale poplavne nevarnosti in je s tem gradnja mogoča, ob sočasnem upoštevanju določil prilog 1 in 2 Uredbe ter pogojev iz vodnega soglasja.

Za celovito ureditev je potrebno zagotoviti tudi odvajanje zalednih voda. Obstoječa meteorna kanalizacija se je preverila. Naredila se je tudi ocena predvidenih ukrepov.

**Sestavili:**

Krištof Kučič, univ. dipl. inž. grad.

Matjaž Zemljak, inž. grad.

Jelko Kozjek, inž. grad.

Ana Cvikl, dipl. inž. ok. grad. (UN)

Rožle Lavrač, mag. inž. ok. grad.

**PRILOGA A:**

OBJEKT	OCENA VREDNOSTI [€]
<b>Obstoječa meteorna kanalizacija</b>	
Kanal M1	135.000,00
Kanal M2	95.000,00
Kanal M3	309.000,00
Kanal M3.1	61.000,00
Kanal M4	2.000,00
<b>Predvidena meteorna kanalizacija</b>	
Kanal M5	115.000,00
<b>Črpališča</b>	
Č M1	100.000,00
Č M2	100.000,00
Č M3.1	30.000,00
Č M4	30.000,00
<b>Jarki</b>	
Jarek 1	27.000,00
Jarek 2	22.000,00
<b>Visokovodni zidovi</b>	
VV1	182.000,00
VV2	40.000,00
<b>Zagatnice</b>	
P4	17.000,00
P5	20.000,00
P6	25.000,00
P7	17.000,00
P8	35.000,00
P9	12.000,00
<b>Novi most</b>	
P5	50.000,00
<b>SKUPAJ</b>	<b>1.424.000,00</b>

**Opomba:** Ocena stroškov je narejena na osnovi projekta faze IZP in je zgolj informativna. Končna, detajlna, ocena stroškov bo izdelana na podlagi projekta faze PZI.



**PRILOGA B:**

OBJEKT	PARCELE
<b>Obstoječa meteorna kanalizacija</b>	
Kanal M1	<b>KO 1026:</b> 14/1, 15, 16/1, 17, 20, 568/5 <b>KO 2650:</b> 48/7, 884/6, 48/49
Kanal M2	<b>KO 1022:</b> 1230/15 <b>KO 1027:</b> 1377/4, 1377/6 <b>KO 2650:</b> 906/1, 906/2
Kanal M3	<b>KO 2650:</b> 19/2, 29/2, 73/2, 73/3, 73/4, 90, 93/1, 102/12, 883/11, 884/7, 900/7, 902/27, 902/30
Kanal M3.1	<b>KO 2650:</b> 71/3, 902/26, 902/27
Kanal M4	<b>KO 2650:</b> 14/6, 15/1, 15/2, 15/5, 15/7, 15/9, 84/3, 883/11, 886/2, 886/3, 900/7, 902/30
<b>Predvidena meteorna kanalizacija</b>	
Kanal M5	<b>KO 1022:</b> 1218/2, 1218/3, 1218/4, 1218/6, 1218/7, 1219/4, 1233/16, 1276/11, 1276/6, 1282/1 <b>KO 1027:</b> 1377/3
<b>Črpališča</b>	
Č M1	<b>KO 1026:</b> 14/1, 15, 568/5
Č M2	<b>KO 1027:</b> 1377/4, 1377/6
Č M3.1	<b>KO 2650:</b> 71/3, 73/4, 902/26, 902/27
Č M4	<b>KO 2650:</b> 902/30
<b>Jarki</b>	
Jarek 1	<b>KO 1022:</b> 1219/4, 1233/11, 1276/11, 1276/5, 1276/6, 1282/1 <b>KO 1026:</b> 14/1, 15, 21/1, 568/3, 568/5 <b>KO 1027:</b> 1377/4, 1377/6
Jarek 2	<b>KO 1022:</b> 1193, 1227/16, 1227/22, 1227/26, n1227/27, 1227/28, 1227/29, 1227/34, 1227/44, 1233/16
<b>Visokovodni zidovi</b>	
VV1	<b>KO 1026:</b> 14/1, 15, 21/1, 568/5 <b>KO 1027:</b> 1377/6, 1377/4 <b>KO 1022:</b> 1233/11, 1276/5, 1276/6, 1276/11

VV2	<b>KO 1027:</b> 47/6, 47/8, 47/1, 1377/3
<b>Zagatnice</b>	
P4	<b>KO 1022:</b> 1276/5
P5	<b>KO 1022:</b> 1233/1 <b>KO 1027:</b> 47/8
P6	<b>KO 1026:</b> 21/1
P7	<b>KO 2650:</b> 902/30
P8	<b>KO 2650:</b> 902/2, 902/30
P9	<b>KO 2650:</b> 902/2
<b>Novi most</b>	
P5	<b>KO 1022:</b> 1233/11, 1276/5 <b>KO 1027:</b> 47/8, 1377/4

**Legenda KO:**

št. KO: 1022 – Rečica

št. KO: 1026 – Laško

št. KO: 1027 – Šmihel

št. KO: 2650 – Debro