



1 – HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNA ANALIZA CELOVITIH OZIROMA OMILITVENIH UKREPOV ZA IZVEDBO PROTIPOLAVNIH UKREPOV NA VODOTOKU LISKUR

- delovno gradivo -

Naročnik: **Mestna občina Nova Gorica**
Trg Edvarda Kardelja 1
5000 Nova Gorica

Vrsta projektne dokumentacije: **Strokovna podlaga**
Številka strokovne podlage: **37-8/22-HH**

Projektant: **HIDROLAB d.o.o.**
Ulica Nikole Tesle 33 A
5290 Šempeter pri Gorici

Odgovorna oseba projektanta: **Martina Uršič**
Podpis: _____ Žig: _____

Pooblaščen inženir: **dr. Matej Uršič, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž.**
IZS G-2586
Podpis: _____ Osebni žig: _____

Vodja projekta: **dr. Matej Uršič, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž.**
IZS G-2586 Podpis: _____ Osebni žig: _____

Številka izvoda: **A 1 2 3**
Kraj in datum izdelave **Šempeter pri Gorici, november 2022**
dopolnitev junij 2023

2 – KAZALO VSEBINE STROKOVNE PODLAGE

1	Naslovna stran načrta	
2	Kazalo vsebine strokovne podlage	
3	Tehnično poročilo	
1.0	Uvod.....	1
2.0	Izhodišča strokovne podlage in vhodni podatki	2
2.1	Analiza terenskih podatkov	2
2.2	Hidrološko – hidravlična izhodišča.....	3
3.0	Hidravlični model.....	7
4.0	Rezultati podrobne hidravlične presoje obstoječega stanja.....	9
5.0	Predvideni celoviti omilitveni ukrepi in rezultati hidravlične presoje	9
6.0	Zaključek.....	11
4	Risbe	
	Karte poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti – - hidravlična analiza obstoječega stanja	
G.1.0	Karte poplavne nevarnosti	M 1:5 000
G.1.1	Karte poplavne nevarnosti (produkt hitrosti in globine)	M 1:5 000
G.1.2	Karte razredov poplavne nevarnosti	M 1:5 000
	Karte poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti – - hidravlična analiza predvidenega stanja z izvedbo celovitih ukrepov	
G.2.0	Karte poplavne nevarnosti	M 1:5 000
G.2.1	Karte poplavne nevarnosti (produkt hitrosti in globine)	M 1:5 000
G.2.2	Karte razredov poplavne nevarnosti	M 1:5 000

1.0 UVOD

Liskurski potok predstavlja enega večjih pritokov Vrtojbe, ki vzdolž svoje struge poplavlja, prispeva pa tudi pomemben delež k obsegu poplav znotraj OPVP Nova Gorica (natančneje na območju Rožne Doline), manjšega dela Gorice (poplavne vode se v Rožni Dolini iztekajo v Republiko Italijo) in OPVP Vrtojba - Šempeter pri Gorici. K ureditvi poplavne varnosti na porečju potoka Liskur se je v preteklosti že pristopilo, a se je predvidena ureditev (zaradi spremembe zakonodaje in vhodnih hidroloških podatkov) kasneje izkazala kot neustrezna, predvsem pa ni bila celovita.

Skladno s 15. členom »Uredbe o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja« (Ur.l. RS. Št 89/08 in 49/20– v nadaljevanju »Uredba«) je potrebno na območju poplavne ali erozijske nevarnosti za objekte ali dejavnost, ki so v nasprotju s pogoji in omejitvami »Uredbe«, načrtovati izvedbo omilitvenih ukrepov iz 5. odstavka 11. člena »Uredbe« ter prednostno zagotoviti zmanjšanje njihove ogroženosti najmanj do stopnje, ki v prilogah 1 in 2 »Uredbe« dopušča gradnjo te vrste objektov ali izvajanje dejavnosti, ob pogoju, da se poplavna in z njo povezana erozijska nevarnost zunaj območja ne poslabša. Nosilci urejanja prostora morajo v postopku sprememb prostorskih aktov prednostno zagotoviti možnost izvedbe ustreznih omilitvenih ukrepov za obstoječe objekte in še posebno za obrate in naprave, zaradi katerih lahko nastopi onesnaženje večjega obsega, ter za občutljive objekte. **V pričujočem elaboratu so iz tega vidika predvideni celoviti ukrepi za reševanje poplavne ogroženosti, ki neposredno tangirajo OPVP Nova Gorica in dolvodno ležečo Gorico (IT) ter OPVP Vrtojba - Šempeter pri Gorici. Predlagani ukrepi, ki so privzeti iz »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave« (v času priprave pričujočega elaborata še v izdelavi), so se podrobneje analizirali in dopolnili z vsemi potrebnimi ukrepi in posegi, ki so potrebni za umestitev predvidenih protipoplavnih ukrepov v prostor.**

V nadaljevanju pričujočega elaborata **je izvedena podrobnejša hidravlična analiza obstoječega stanja poplavne nevarnosti.** Podrobnejša hidravlična analiza temelji na podatkih o niveletih in profilu »Vrtojbe« in »Liskurja, ki sta geodetsko posneta (geodetski posnetek in profili št. 16/10/2022, GeoMass s.p., oktober 2022). Podatki o višini terena na poplavnih površinah izven območja geodetskega posnetka so pridobljeni na podlagi LIDAR posnetka iz »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave« (skenirano januar in februar 2022), z minimalno gostoto 30 točk/m². **Podrobnejša analiza obstoječega stanja je služila nato kot osnova za snovanje in vrednotenje vpliva predvidenih celovitih ukrepov.**

Ker gre za kompleksno problematiko poplavne varnosti, kjer na istem porečju (Liskur je pritok Vrtojbe) že obratuje suhi zadrževalnik Pikol, je problematika poplavne varnosti obravnavana celovito, v skupnem hidrološkem in hidravličnem modelu. Iz tega vidika je v pričujočem elaboratu upoštevano tudi delovanje in predvideni ukrepi na pregradi Pikol, tako kot tudi vsi ostali potrebni lokalni ukrepi v Rožni Dolini (povzeto iz »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave«) in Občini Šempeter-Vrtojba.

Območje dolinskega dna, kjer so prisotne poplave se, glede na konfiguracijo terena (ravninski svet), pokrovnost (kmetijske površine) in geološko sestavo tal, ne nahaja na območju erozijske

nevarnosti. To dejstvo je podprto tudi z rezultati pričujoče hidravlične analize, saj hitrosti le na redkih mestih (in še to večinoma na cestah) presegajo 1 m/s. Posledično so tudi obremenitve, ki povzročajo erozijo, omejene na zelo majhna območja (večinoma ceste in ponekod na zemeljske jarke na poplavnih površinah), kar je razvidno iz priloženih kart produktov hitrosti in globin. Iz tega vidika se kart erozijske nevarnosti na obravnavanem območju ni izdelalo. Boki doline Liskurja, ki sicer niso poplavljeni, so precej nestabilni in ponekod podvrženi eroziji in celo plazijo (zahodni bok doline).

2.0 IZHODIŠČA STROKOVNE PODLAGE IN VHODNI PODATKI

Pričujoča strokovna podlaga temelji na sledečih izhodiščih in vhodnih podatkih:

- Hidrološka analiza »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave« (delovno gradivo),
- geodetski posnetek (št. 16/10/2022, GeoMass s.p., oktober 2022),
- oblak točk reliefa (OTR) LIDAR posnetka »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave« (skenirano januar in februar 2022),
- digitalni ortofoto posnetek (DOF) »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave«,
- zasnova celovitih ukrepov »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave« (delovno gradivo),
- poslovnik delovanja pregrade Pikol,
- pedološka karta (vir: Atlas okolja),
- pokrovnost tal (CLC 2018, vir: Atlas okolja),
- terenski ogled obravnavanega območja.

2.1 ANALIZA TERENSKIH PODATKOV

Osnovo za izdelavo podrobnejšega hidravličnega modela predstavljata geodetski in LIDAR posnetek. LIDAR posnetek in uporabljeni geodetski posnetek višinsko sovpadata (odstopanja so zanemarljiva - prilagoditve niso bile potrebne).

Iz tega vidika se je izdelal in uporabil popolni 2D hidravlični model (s programskim orodjem HEC-RAS 6.3.1), ki v osnovi temelji na LIDAR podatkih (več kot 30 točk/m²). S takšno gostoto točk je bilo mogoče izdelati digitalni model reliefa z velikostjo celice 0.2 m x 0.2 m. Potek dna oziroma brežine struge, kjer LIDAR podatki niso zadovoljivo opisali poteka struge (npr. prisotnost vode, objekti ali drevesa ob strugi, vertikalni zidovi,...), se je dopolnilo na podlagi geodetsko posnetih podatkov.

Vsi prepusti in mostovi so geodetsko posneti in v hidravličnem modelu analizirani z dejansko geodetsko posneto svetlo odprtino mostu/prepusta.

2.2 HIDROLOŠKO – HIDRAVLIČNA IZHODIŠČA

Vsa hidrološka izhodišča so privzeta iz »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave« (delovno gradivo) in temeljijo na analizi padavin, ob upoštevanju podnebnih spremembe po scenariju RCP8.5 (mediana) za časovni horizont 2100. Hidrološki in hidravlični model sta se umerila na izrazitejša padavinska dogodka iz septembra 2020 in novembra 2014. Hidrogrami pretokov so priloženi »Celoviti študiji«, v pričujočem elaboratu jih v preglednicah 1, 2 in 3 le povzemamo.

Preglednica 1: Merodajni pretoki - Vrtojba do Liskurja

t [min]	Pikol - dotok			Pikol - iztok			MP3		
	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
30	6.40	9.80	12.40	6.20	6.90	7.40	6.20	7.10	7.60
60	9.90	15.60	19.80	7.00	7.80	8.30	7.10	8.10	8.70
90	11.40	17.80	22.70	7.30	8.10	8.40	7.40	8.40	8.80
180	15.00	24.20	30.80	7.90	8.40	8.40	8.00	8.70	9.20
240	16.90	28.00	36.00	8.20	8.40	8.40	8.40	8.80	9.80
300	18.00	30.10	38.60	8.40	8.40	8.40	8.60	9.10	10.30
360	18.10	30.30	38.80	8.40	8.40	8.40	8.60	9.40	10.50
540	14.80	24.00	30.50	8.40	8.40	8.40	8.60	9.60	9.90
720	14.10	22.70	28.60	8.40	8.40	8.40	8.70	9.40	10.00
1440	10.40	15.80	19.60	8.10	8.40	8.40	8.50	9.30	9.60
2880	6.20	8.80	10.70	6.20	8.00	8.40	6.50	8.40	9.10
4320	4.90	6.90	8.30	4.90	6.60	7.50	5.20	6.90	7.90
Q _{max} [m ³ /s]	18.10	30.30	38.80	8.40	8.40	8.40	8.70	9.60	10.50
A [km ²]	3.49						0.20		
q _{max} [m ³ /s/km ²]	5.18	8.67	11.10				1.50	6.00	10.50

Preglednica 2: Merodajni pretoki - Liskur

t [min]	170 m pred sotočjem z Vrtojbcico			na sotočju z Vrtojbcico		
	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
30	4.20	6.80	8.80	4.50	7.30	9.40
60	6.60	10.80	13.90	7.00	11.50	14.80
90	7.40	11.90	15.20	7.80	12.60	16.20
180	8.50	13.90	17.90	9.00	14.80	19.00
240	8.90	15.10	19.40	9.40	16.00	20.50
300	9.00	15.30	19.70	9.50	16.20	20.80
360	8.70	14.70	18.80	9.20	15.50	19.90
540	6.10	10.10	12.90	6.50	10.70	13.70
720	5.50	9.10	11.60	5.80	9.60	12.30
1440	3.50	5.40	6.70	3.70	5.70	7.00
2880	2.00	3.00	3.70	2.10	3.20	3.90
4320	1.50	2.20	2.70	1.60	2.30	2.90
Q _{max} [m ³ /s]	9.00	15.30	19.70	9.50	16.20	20.80
A [km ²]	1.20			1.26		
q _{max} [m ³ /s/km ²]	7.53	12.80	16.48	7.55	12.87	16.52

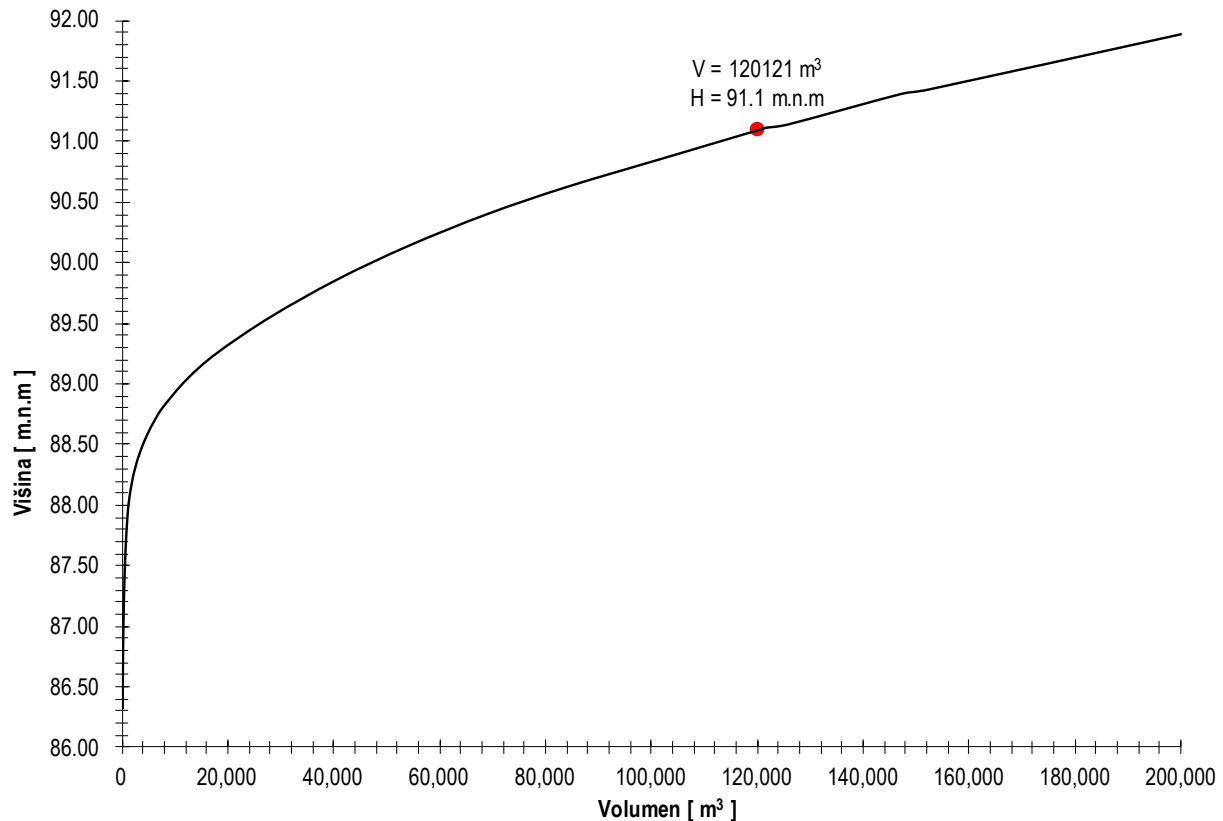
Preglednica 3: Merodajni pretoki - Vrtojbcica pod Liskurjem do državne meje v Rožni Dolini

t [min]	MP2			Židovsko pokopališče			MP1		
	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]	Q10 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
30	8.00	12.40	15.40	8.50	13.20	16.70	8.90	14.00	17.80
60	12.50	18.90	23.50	13.30	20.60	25.80	14.10	22.10	27.90
90	14.00	21.00	25.80	15.10	23.10	28.90	16.10	25.10	31.70
180	16.90	24.60	30.20	19.00	28.80	35.70	20.60	32.30	40.40
240	17.80	26.70	32.80	20.50	31.50	39.20	22.70	35.30	44.40
300	18.10	27.30	33.60	20.90	32.30	40.30	23.20	36.50	46.00
360	18.00	26.80	32.90	20.70	31.10	39.80	23.10	36.30	45.30
540	14.70	20.90	25.10	16.90	25.00	30.50	18.70	28.10	34.40
720	14.20	19.70	23.40	16.30	23.40	28.20	17.90	26.10	31.70
1440	12.10	15.70	17.60	13.50	18.00	20.50	14.50	19.70	22.70
2880	8.80	11.60	13.10	9.50	12.70	14.60	10.10	13.60	15.70
4320	6.90	9.30	10.80	7.40	10.20	11.90	7.80	10.80	12.70
Q _{max} [m ³ /s]	18.10	27.30	33.60	20.90	32.30	40.30	23.20	36.50	46.00
A [km ²]	1.46			1.96			2.32		
q _{max} [m ³ /s/km ²]	6.65	12.96	17.28	6.38	12.21	16.29	6.38	12.10	16.20

Kot je razvidno iz preglednic 1, 2 in 3 znašajo časi koncentracije maksimalnih pretokov Liskurja in Vrtojbcice po sotočju t = 5 h. Do merilnega mesta MP3 (nahaja se tik pred sotočjem Vrtojbcice

z Liskrjem) so časi nastanka maksimalnih pretokov odvisni od delovanja pregrade Pikol in znašajo $t = 5 - 6$ h (iz praktičnega vidika so 5 in 6 urni pretoki enakovredni).

Analiza potrebnih zadrževalnih volumnov suhega zadrževalnika Pikol in predvidenega zadrževalnika na Liskurju je prikazana v preglednicah 4 in 5. Analiza temelji na zadrževalnem volumnu suhega zadrževalnika Pikol (povzet iz »Celovite hidrološko-hidravlične študije na porečju Vipave«¹), s prelivom na koti 91.10 m.n.m ($V = 120\,121\text{ m}^3$). Potek zadrževalnega volumna pregrade je prikazan na sliki 1.



Slika 1: Zadrževalni volumen suhega zadrževalnika Pikol

Rezultati v preglednici 4 prikazujejo potrebne zadrževalne volumne suhega zadrževalnika Pikol pri različnih pretokih izpusta iz pregrade. Veljavni poslovnik pregrade predvideva maksimalni izpust $Q_{\max} = 8.45\text{ m}^3/\text{s}$, kar pri dogodkih s 100 letno povratno dobo zahteva zadrževalni volumen cca. $309\,200\text{ m}^3$, ki ga zadrževalnik v obstoječem stanju ne zagotavlja (na voljo je cca. $120\,000\text{ m}^3$ zadrževalnega volumna). Ravno tako zadrževalnik ne omogoča zadrževanja dogodkov s 500 letno povratno dobo. V obeh primerih (500 in 100 letna povratna doba) se bo na pregradi aktiviral varnostni preliv in dolvodne OPVP-je poplavlil, kar v predhodno izdelanih študijah ni bilo upoštevani. Dejansko suhi zadrževalnik Pikol zagotavlja poplavno varnost za dogodke s povratno dobo do 10 let.

¹ Določen na podlagi analize LIDAR podatkov iz leta 2022

Preglednica 4: Potrebni zadrževalni volumni - Píkol

Q _{izpust} [m ³ /s]	8.45			13.00			16.80		
	V10 [1000 m ³]	V100 [1000 m ³]	V500 [1000 m ³]	V10 [1000 m ³]	V100 [1000 m ³]	V500 [1000 m ³]	V10 [1000 m ³]	V100 [1000 m ³]	V500 [1000 m ³]
t [min]									
30	2.50	18.80	35.80	1.10	6.40	16.30	0.00	0.10	0.10
60	19.70	61.20	96.50	6.70	33.60	61.10	0.10	0.10	10.30
90	29.60	81.00	124.60	4.00	48.60	82.70	0.10	2.30	27.00
180	62.50	153.80	229.50	32.70	102.80	165.40	0.10	41.10	98.70
240	86.80	218.10	321.70	49.30	151.20	242.50	0.10	81.20	165.10
300	105.40	263.20	385.30	61.90	187.30	297.40	3.60	110.40	212.40
360	113.80	284.50	416.20	66.40	202.40	321.20	4.40	120.10	229.70
540	109.20	282.80	418.10	53.50	181.70	301.40	0.10	81.70	190.20
720	113.70	309.20	461.50	49.60	186.00	318.00	0.10	70.30	187.10
1440	76.90	274.40	445.80	16.20	106.30	224.50	0.10	0.10	45.90
2880	3.20	68.40	159.40	1.00	6.10	21.80	0.00	0.10	0.10
4320	1.10	10.70	44.50	0.70	1.30	2.50	0.00	0.00	0.00
ΔV [1000 m ³]	-6.32	189.08	341.38	-53.72	82.28	201.08	-115.72	-0.02	109.58

Brez večanja volumna zadrževalnik (zelo težko oziroma nemogoče bo zadrževalniku volumen podvojiti) je mogoče dogodke s 100 letno povrtano dobo zadržati s povečanjem iztoka iz zapornice na $Q_{max} = cca. 16.80 \text{ m}^3/\text{s}$. Ob takšnem pretoku in brez zadrževanja na porečju Liskurja bi bili dolvodni OPVP-ji poplavno ogroženi. Iz tega vidika je potrebno na Liskurju predvideti suhi zadrževalnik s pregrado ter izpustom $Q_{max} = cca. 10.00 \text{ m}^3/\text{s}$. Potrebni zadrževalni volumni so prikazani v preglednici 5.

Preglednica 5: Potrebni zadrževalni volumni - Liskur

Q _{izpust} [m ³ /s]	Pregrada 35 m gorvodno od sotočja z Vrtojbi					
	6.00			10.00		
t [min]	V10 [1000 m ³]	V100 [1000 m ³]	V500 [1000 m ³]	V10 [1000 m ³]	V100 [1000 m ³]	V500 [1000 m ³]
30	0.1	2.20	8.50	0.00	0.10	0.10
60	1.8	16.90	30.90	0.10	2.30	11.80
90	12.2	23.10	40.00	0.10	5.50	17.90
180	10.2	43.10	70.40	0.10	16.20	37.80
240	14.1	58.60	94.70	0.10	24.90	54.20
300	16.4	68.50	111.60	0.10	29.10	63.50
360	15.3	69.90	115.60	0.10	27.20	62.50
540	1.6	45.70	89.20	0.10	2.30	24.30
720	0.1	36.70	82.00	0.10	0.10	14.30
1440	0.1	0.10	18.60	0.00	0.10	0.10
2880	0	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00
4320	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Za doseganje poplavne varnosti dolvodnih OPVP-jev (npr. Rožni Dolini) je potrebno na Liskurju zagotoviti cca. 30 000 m³ (Q100) oziroma 63 500 m³ (Q500) zadrževalnega volumna, ob zadušenem pretoku iz pregrade 10 m³/s. Iztok iz pregrade Pikol se poveča na 16.8 m³/s (iz sedanjih 8.5 m³/s), kar bo Rožni Dolini zagotovil poplavno varnost za dogodke s 100 letno povratno dobo (zadrževalnega volumna pregrade Pikol v tem primeru ni potrebno povečati).

Rezultati GG in HGP so pokazali, da v IZP št. 16-4/22 (Hidrolab d.o.o., maj 2022) predvidenih zadrževalnih volumnov (predvideni so bili z večjimi izkopi) ni mogoče zagotoviti. Brez obsežnejših izkopov pregradi »C« in »D« ne morata zagotoviti potrebnih 30 000 m³ zadrževalnega volumna. Dodatno težavo pri umeščanju pregrade »C« v prostor predstavlja lastništvo parcel (zapuščinski postopki potekajo v Republiki Italiji). Iz tega vidika je bila naročniku predlagana nova lokacija pregrade (cca. 40 - 60 m gorvodno od sotočja z Vrtojbo), ki bi zagotavljala potreben zadrževalni volumen (30 000 m³) z dvigom obstoječe ceste LK 286431 in minimalnim izkopom zadrževalnega prostora (cca 0.75 m) in je tudi predmet nadaljnje presoje pričujočega elaborata. Umestitev pregrade zahteva spremembo OPN in opustitev gradnje »Stanovanjske Sklada Republike Slovenije«.

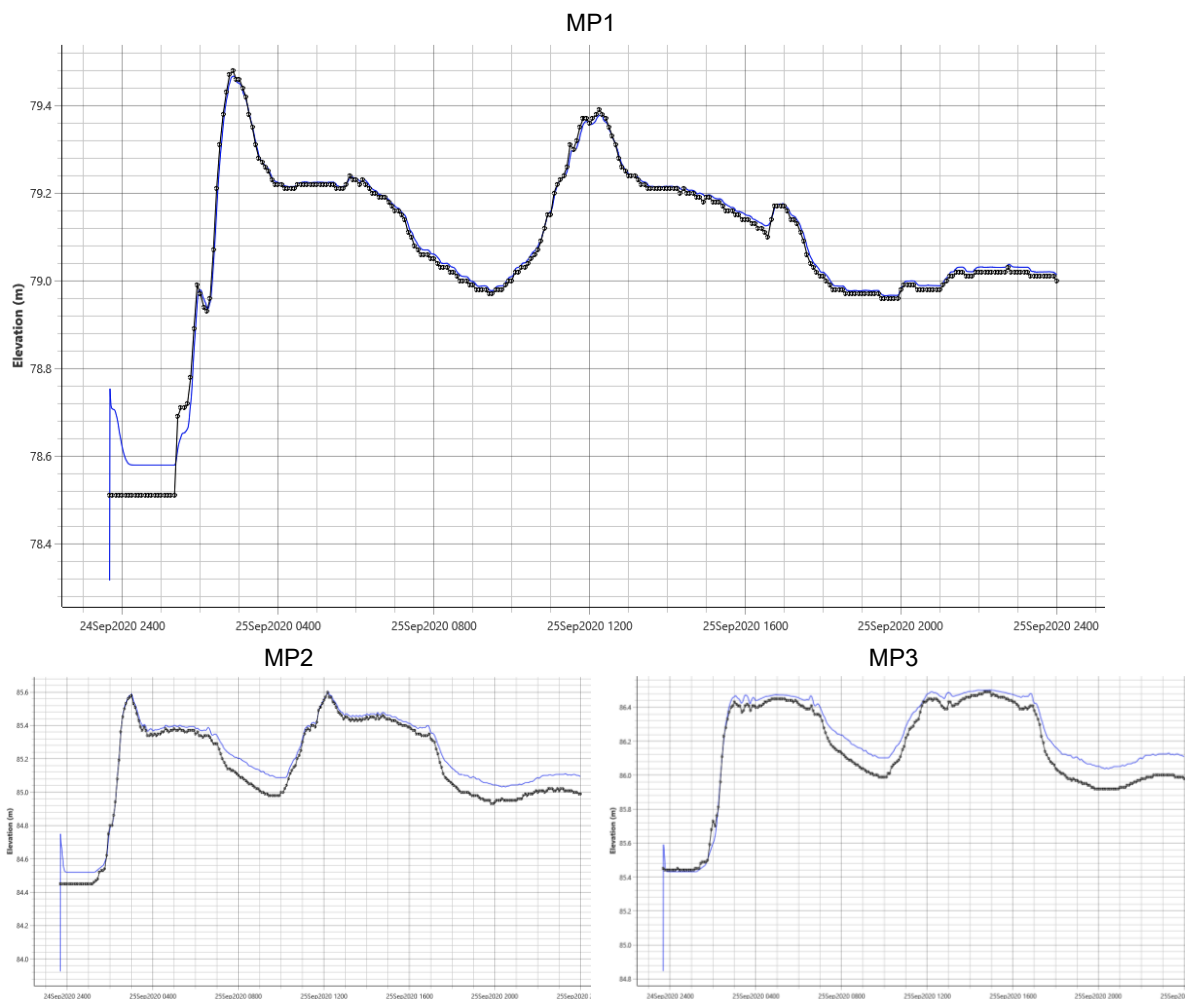
3.0 HIDRAVLIČNI MODEL

Hidravlična analiza temelji na izdelanem dvodimenzionalnem (2D) hidravličnem modelu izdelanem s programskim orodjem HEC-RAS 6.3.1. V 2D modelu je uporabljena je računska mreža z nominalno velikostjo celice 4.0 x 4.0 m in ustrezno zgostitvijo (tudi do 0.2 x 0.2 m) na kritičnih mestih (vzdolž »lomnih« linij – npr. struga, ceste, prepusti, objekti,...). Hidravlični model zajema tudi vse potrebne mostove in prepuste (62) ter pregrado z zapornico, ki so v hidravličnem modelu analizirani z dejansko geodetsko posneto svetlo odprtino mostu/prepusta/zapornice in možnostjo prelivanje objekta. Izgube na vtokih in iztokih v prepustih do določene skladno z metodologijo Federal Highway Administration's "Hydraulic Design of Highway Culverts" manual (FHWA, 1985).

V osnovi temelji hidravlični model na LIDAR podatkih (več kot 30 točk/m²). S takšno gostoto točk je bilo mogoče izdelati digitalni model reliefa z velikostjo celice 0.2 m x 0.2 m. Potek dna oziroma brežine struge, kjer LIDAR podatki niso zadovoljivo opisali poteka struge (npr. prisotnost vode, objekti ali drevesa ob strugi, vertikalni zidovi,...), se je dopolnilo na podlagi geodetsko posnetih podatkov.

Manningovi koeficienti Vrtojbe so določeni na podlagi umerjanja na merilnih mestih MP1 (pri »Kompas shopu« v Rožni Dolini), MP2 (tik po sotočju z Liskurjem), MP3 (tik nad sotočjem z Liskurjem – pri »Adria keramiki«) in gladine tik za pregrado v suhem zadrževalniku, ki služijo krmiljenju zapornice pregrade Pikol. Glede na tip in zaraščenost struge so se enakovredne vrednosti koeficientov privzele tudi na Liskurju. Rezultati umerjanja so prikazani na sliki 2, kjer razvidno več odlično² ujemanje.

² Hitrejše upadanje izmerjenih gladin od simuliranih je posledica hitrejšega zapiranja zapornice na pregradi Pikol, ki ga s hidravličnim modelom "stabilno" ni bilo mogoče modelirati. Takšno delovanje ne vpliva na vrednosti Manningovi koeficientov, kar je razvidno z odličnim ujemanjem izmerjenih visokovodnih konic.



Slika 2: Umerjanje hidravličnega modela na meritvah gladine Vrtojbe (modra linija izračun, črna meritev)

Manningovi koeficienti plitvega površinskega toka na poplavnih ravninah so določeni na podlagi literature (E. T. Engman, Roughness coefficients for routing surface runoff, ASCE, Journal of Irrigation and Drainage Engineering.112(1), 39-52., U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, 1986) in dejanske rabe prostora.. Uporabljeni Manningovi koeficienti se gibljejo v rangu od 0.02 do 0.045 v strugah vodotokov in od 0.035 (pozidane površine) do 0.2 (gozd) na poplavnih površinah. Objekti so v hidravličnem modelu upoštevani z vrednostjo 1.

Kot spodnji robni pogoj iztoka iz hidravličnega modela je upoštevana normalna gladin (s padcem terena $I = 0.4\%$) na ustrezno dolvodno oddaljenem profilu v Republiki Italiji (toliko oddaljen, da nima vpliva na rezultate znotraj območja OVR)

4.0 REZULTATI PODROBNE HIDRAVLIČNE PRESOJE OBSTOJEČEGA STANJA

»Surove« podatke hidravličnega modela je potrebno na podlagi inženirske presoje ustrezno prečistiti in interpretirati. Med izračunom se namreč pojavljajo nekatere numerične napake povezane neposredno z implementirano računsko metodo programske opreme HEC-RAS. Numerična difuzija je namreč inducirana zaradi narave uporabljene računske sheme, kar lahko povzroča pojavljanje območji poplav, ki nimajo nikakršne povezave s tokom struge ali območji poplavljenih površin v neposredni bližini. Takšna območja predstavljajo računsko napako modela in se v izrisu poplavnih kart niso upoštevala.

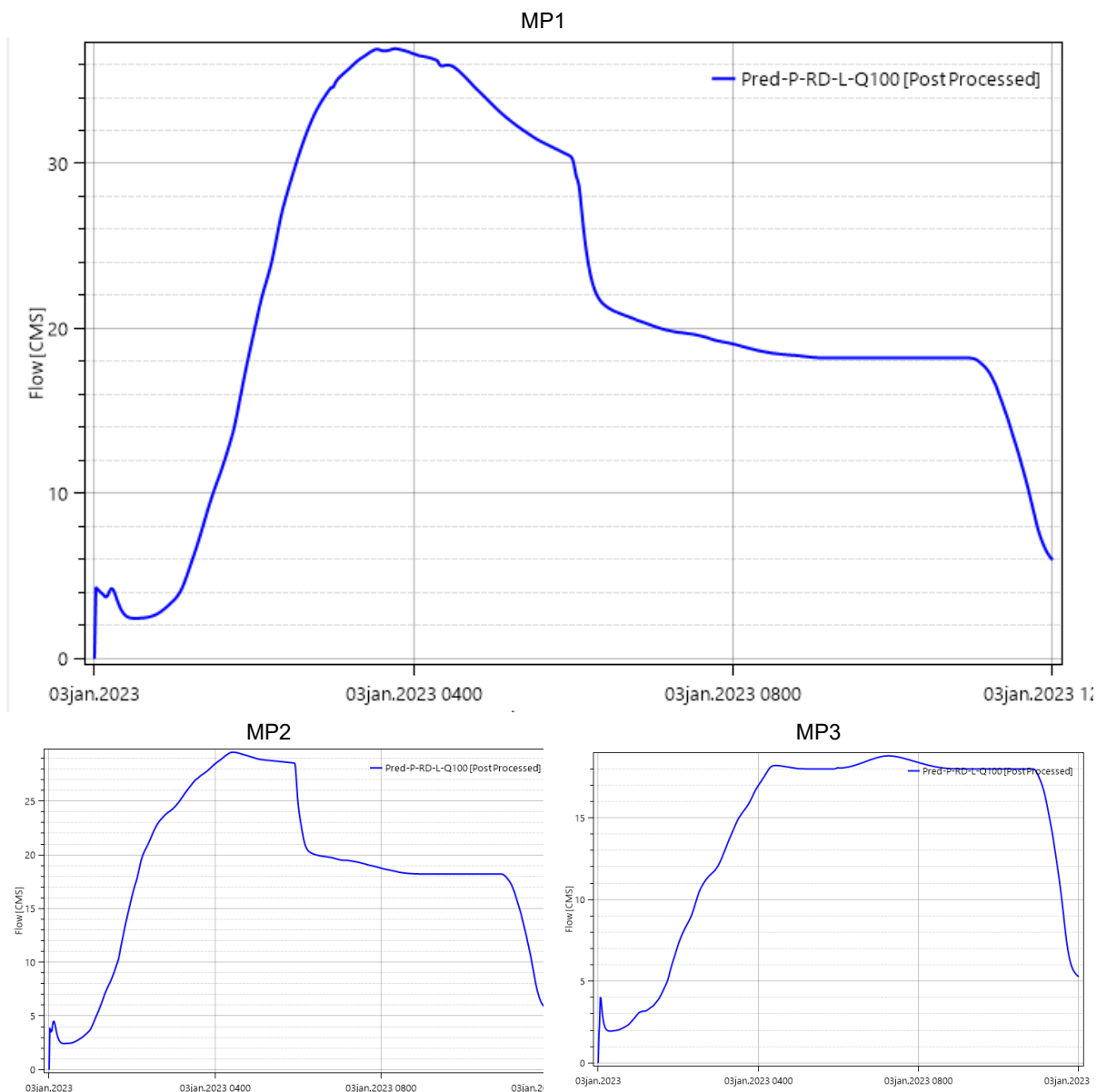
Kot rezultat hidravlične presoje so izdelane karte poplavne nevarnosti in karte razredov poplavne nevarnosti. Ključne ugotovitve podrobne hidravlične analize so:

1. Suhi zadrževalnik Pikol zagotavlja poplavno varnost za dogodke s povratno dobo do 10 let. Dogodki s 100 in 500 letno povratno dobo pregrado preko varnostnega preliva prelivajo in dolvodni OPVP (Rožno Dolino) poplavijo. V smeri Republike Italije (po strugi Vrtojnice in preko razlivnih površin v Rožni Dolini) se pri dogodkih s 500 letno povratno dobodo odvaja cca. 45 – 50 m³/s (od tega po strugi cca. 44 m³/s).
2. Znotraj dosega poplav Q500 se nahaja trgovski center (ni skladno s Prilogo 2 »Uredbe«).
3. Iztočni odsek pod pregrado Pikol ne prevaja (brez poplavljanja) s poslovnikom predvidenih pretokov (8.45 m³/s).
4. Del stavbnih zemljišč v Rožni Dolini (npr. RD-09/01 – CU; RD-07 – CU; RD-09 – CU,...) in večji del predvidenega območja OPPN na Liskurju (RD-15 - SSv) se nahaja v razredu srednje nevarnosti (Ps), kar brez izvedbe celovitih ukrepov, onemogoča izvajanje posegov v prostor (Priloga 1 »Uredbe«) oziroma celo izvajanje dejavnosti (Priloga 2 »Uredbe«).
5. Vsi mostovi dolvodno od viadukta (R2-444) na državni cesti 1486 so hidravlično neustrezni.

5.0 PREDVIDENI CELOVITI OMILITVENI UKREPI IN REZULTATI HIDRAVLIČNE PRESOJE

Za doseganje poplavne varnosti dolvodnih OPVP-jev (predvsem Rožne Doline) je potrebno na Liskurju zagotoviti cca. 30 000 m³ (Q100) oziroma 63 500 m³ (Q500) zadrževalnega volumna, ob zadušenem pretoku iz pregrade 10 m³/s. Iztok iz pregrade Pikol se poveča na 16.8 m³/s (iz sedanjih 8.5 m³/s), kar bo Rožni Dolini zagotovil poplavno varnost za dogodke s 100 letno povratno dobo (zadrževalnega volumna pregrade Pikol v tem primeru ni potrebno povečati).

Struga Vrtojnice po sotočju z Liskurjem lahko hidravlično prevaja pretoke s povratno dobo Q100 (od 29 m³/s do cca. 37 m³/s), vendar ji to štirje (4) hidravlično neustrezni mostovi to onemogočajo. Mostove dolvodno od viadukta (R2-444) na državni cesti 1486 se zamenja z mostovi ustrezne hidravlične prevodnosti. Istočasno bo potrebno zagotoviti dva lokalna ukrepa za zaščito objekta krajevne skupnosti in urejevalne enote RD-09/01. Pretoki na merilnih mestih MP1, MP2 in MP3 so prikazani na sliki 3.



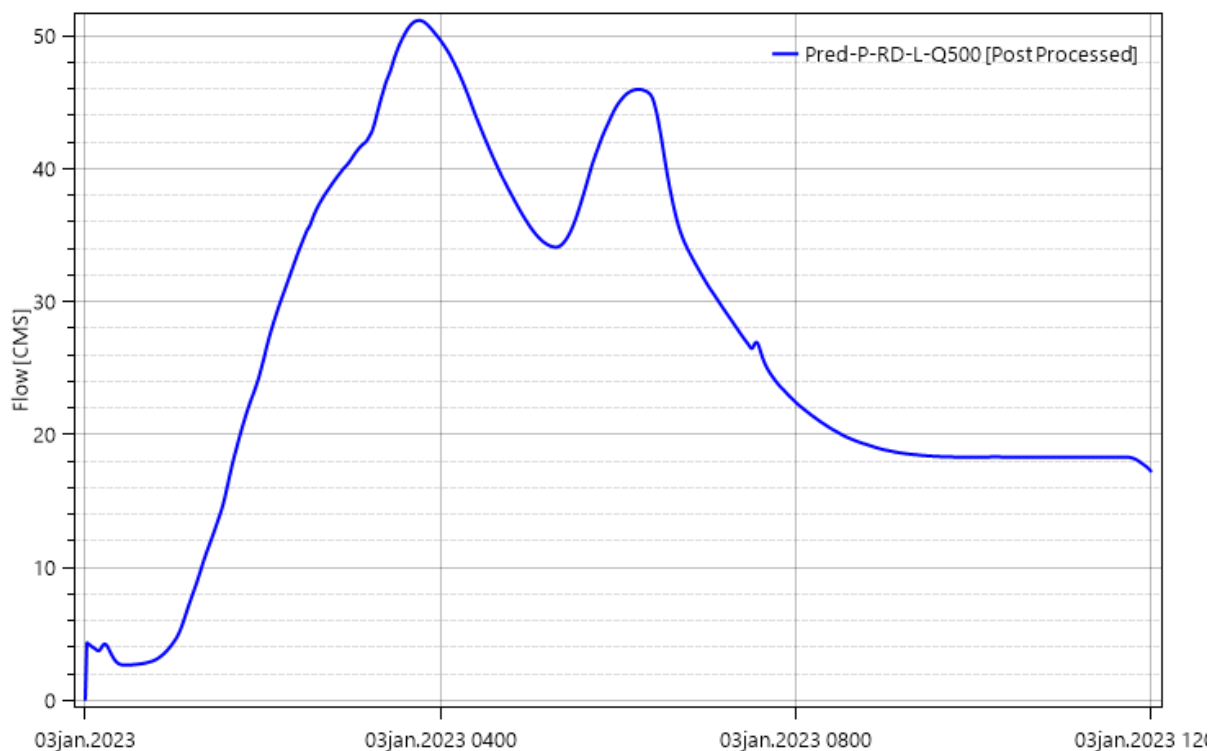
Slika 3: Pretoki Vrtojvice s 100 letno povratno dobo po izvedenih celovitih ukrepih

Merodajni Pretoki Vrtojvice po izvedenih celovitih ukrepih so za dogodke s povratno dobo 100 let (Q_{100}) povzeti v preglednici 6.

Preglednica 6: Pretoki Vrtojvice po izvedenih celovitih ukrepih - Q_{100}

Prerez	Pikol iztok iz pregrade	MP3	Liskur iztok iz pregrade	MP2	Židovsko pokopališče	MP1
Q_{100} [m ³ /s]	16.80	17.50	10.00	29.50	34.50	38.70

Dogodki s 500 letno povratno dobo obe pregradi suhih zadrževalnikov prelili vendar dejavnosti, ki so skladno s Prilogo 2 »Uredbe« prepovedana, znotraj dosega poplav Q_{500} ni. Pretoki (cca. 50 m³/s) na merilne mestu MP1 (mejni prerez), ki je prikazan na sliki 4, ga struga v Republiki Italiji lahko prevaja brez poplavljanja.



Slika 4: Pretoki Vrtojvice s 500 letno povratno dobo na mejnem profilu (MP1)

6.0 ZAKLJUČEK

Za doseganje poplavne varnosti dolvodnih OPVP-jev (predvsem Rožne Doline) je potrebno na Liskurju zagotoviti cca. 30 000 m³ (Q100) zadrževalnega volumna, ob zadušnem pretoku iz pregrade 10 m³/s. Iztok iz pregrade Pikol se poveča na 16.8 m³/s (iz sedanjih 8.5 m³/s), kar bo Rožni Dolini zagotovil poplavno varnost za dogodke s 100 letno povratno dobo (zadrževalnega volumna pregrade Pikol v tem primeru ni potrebno povečati).

Struga Vrtojvice po sotočju z Liskurjem lahko hidravlično prevaja pretoke s povratno dobo Q100 (od 29 m³/s do cca. 37 m³/s), vendar ji to štirje (4) hidravlično neustrezni mostovi to onemogočajo. Mostove dolvodno od viadukta (R2-444) na državni cesti 1486 se zamenja z mostovi ustrezne hidravlične prevodnosti. Istočasno bo potrebno zagotoviti dva lokalna ukrepa za zaščito objekta krajevne skupnosti in urejevalne enote RD-09/01.

Vsi predvideni celoviti ukrepi so skladno z »Uredbo« dovoljeni znotraj vseh razredov poplavne nevarnosti saj gre za objekte za varstvo pred škodljivim delovanjem voda (CC-SI 24202).

4 – RISBE

Karte poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti – - hidravlična analiza obstoječega stanja

G.1.0	Karte poplavne nevarnosti	M 1:5 000
G.1.1	Karte poplavne nevarnosti (produkt hitrosti in globine)	M 1:5 000
G.1.2	Karte razredov poplavne nevarnosti	M 1:5 000

Karte poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti – - hidravlična analiza predvidenega stanja z izvedbo celovitih ukrepov

G.2.0	Karte poplavne nevarnosti	M 1:5 000
G.2.1	Karte poplavne nevarnosti (produkt hitrosti in globine)	M 1:5 000
G.2.2	Karte razredov poplavne nevarnosti	M 1:5 000
