



PROJEKT

**ZMANJŠANJE POPLAVNE
OGROŽENOSTI V SPODNJI SAVINJSKI
DOLINI**

***HIDRAVLIČNA ANALIZA MOŽNIH
PROTIPOPLAVNIH UKREPOV
NA OBMOČJU LETUŠA***

Dopolnitev 4

Naročnik:
Republika Slovenija
Ministrstvo za naravne vire in prostor
Direkcija Republike Slovenije za vode

Celje, 14.06.2024



Projekt:

ZMANJŠANJE POPLAVNE OGROŽENOSTI V SPODNJI SAVINJSKI DOLINI

Pogodba: Številka pogodbe: 2555-22-470033, podpisana 15.03.2022
Aneks št. 1 k osnovni pogodbi, podpisan 03.06.2022
Aneks št. 2 k osnovni pogodbi, podpisan 30.06.2023
Aneks št. 3 k osnovni pogodbi, podpisan 15.11.2023

Naročnik: **Republika Slovenija**
Ministrstvo za naravne vire in prostor
Direkcija Republike Slovenije za vode
Mariborska cesta 88
3000 Celje

Izdelovalec:



J.V.

Vodilni partner
Ljubljanski urbanistični zavod d.d.
Verovškova ulica 64, 1000 Ljubljana
In partnerji



HIDROSVET d.o.o.
Kidričeva ulica 25, 3000 Celje



ACER Novo mesto d.o.o.
Šentjernejska cesta 43, 8000 Novo mesto



Razvojni center PLANIRANJE d.o.o. Celje
Ulica XIV. divizije 14, 3000 Celje



SL CONSULT d.o.o.
Dimičeva ulica 9, 1000 Ljubljana

Podizvajalci

Aquarius d.o.o.
Cesta Andreja Bitenca 86, 1000 Ljubljana

IZVO-R, projektiranje in inženiring d.o.o.
Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana

HIDROPROJEKT d.o.o.
Vodovodna cesta 109, 1000 Ljubljana

IBE, d.d.
Hajdrihova ulica 4, 1000 Ljubljana

Elektro Celje, d.d.
Vrunčeva 2a, 3000 Celje

ELEA iC d.o.o.
Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana

KAZALO

1	UVOD	4
2	VARIANTA 1 - LOKALNI PROTIPOPLAVNI UKREPI	5
2.1	TEHNIČNE KARAKTERISTIKE IN HIDRAVLIČNA ANALIZA.....	5
2.2	EVAKUACIJA POSELJENIH OBMOČIJ	17
3	VARIANTA 2 – MANJŠI ZADRŽEVALNIK LETUŠ (OHRANITEV GMAJNE, ROJ, PODGORE) 22	
4	VARIANTA 3 – VEČJI ZADRŽEVALNIK LETUŠ (IZSELITEV GMAJNE, OHRANITEV ROJ IN PODGORE)	31
5	VARIANTA 3.1 – VEČJI ZADRŽEVALNIK LETUŠ (IZSELITEV GMAJNE IN PODGORE, (DELNA) OHRANITEV ROJ, DODATNO VAROVANJE ROJ)	38
6	VARIANTA 4 – ZADRŽEVALNIKA LETUŠ IN ROJE (IZSELITEV GMAJNE, ROJ IN PODGORE)	43
7	ZAKLJUČEK	45

1 UVOD

12.3.2024 je bilo izdelano strokovno mnenje za območje Letuša, v katerem so bile podane informacije glede visokovodnega režima na tem območju, možnosti varovanja območja pred poplavami in drugih z vodo povezanih nevarnosti, ki so v prostoru prisotne (podtalnica, zaledne vode, možnost prelitja nasipa).

Na osnovi zapisanega v mnenju, je DRSV prosila za nadgradnjo izdelka z izvedbo natančnejših hidravličnih izračunov ter načrtovanja ukrepov na višjem nivoju (v predhodnem mnenju je bil predstavljen le koncept). Tehnična rešitev možnega izboljšanja poplavne varnosti (natančnejša zasnova protipoplavnih ukrepov, njihova hidravlična analiza ter komentar glede kritičnih pretokov ter z njimi povezanih potrebnih odzivnih časov za evakuacijo območja v primeru poplav) je bila Občini Braslovče predstavljena 24.4.2024.

Na predstavitvi je bilo dogovorjeno, da se izdelek nadgradi z dodatnimi obrazložitvami hidravličnih vplivov možnih lokalnih ukrepov za izboljšanje poplavne varnosti na območju Letuša, sočasno pa se hidravlično in ekonomsko preveri tudi vplive izgradnje zadrževalnika ali več njih na območju Letuša. Predmetni elaborat obravnava hidravlični vpliv, ekonomski vpliv bo prikazan v ločenem elaboratu.

Tako so v nadaljevanju obravnavani sledeči scenariji:

- a) **Varianta 1** predvideva izvedbo lokalnih ukrepov na območju Letuša (vključeno že v predhodni elaborat). Predvideni so ukrepi za izboljšanje poplavne varnosti naselij Gmajna, Roje in Podgora.
- b) **Varianta 2** predvideva izvedbo manjšega zadrževalnika Letuš, naselja Gmajna, Roje, Podgora se ohranijo in ščitijo na Q100 + 75 cm.
- c) **Varianta 3** predvideva izvedbo večjega zadrževalnika Letuš tudi na območju Gmajne, ki se izseli, naselji Roje in Podgora se ohranijo in ščitijo na Q100 + 75 cm.
- d) **Varianta 4** predvideva izvedbo večjega zadrževalnika Letuš, in zadrževalnika v Rojah (odstranitev obeh naselij), odstrani pa se tudi zaselek Podgora

Dolvodni vpliv obravnavanih variant je, skladno z dogovorom na predstavitvi, analiziran do Celja.

Dne 24.5.2024 so bile variante ureditev predstavljene Občini Braslovče. Ob zaključku sestanka je bilo dogovorjeno, da se v sklopu Variante 3 preveri še ena podvarianta, ki naj vključuje rešitev, pri kateri ob morebitni ponovitvi pojava 4.8. ne bi prišlo do zatekanja poplavnih vod iz Savinje na območje Roj.

2 VARIANTA 1 - LOKALNI PROTIPOPLAVNI UKREPI

2.1 TEHNIČNE KARAKTERISTIKE IN HIDRAVLIČNA ANALIZA

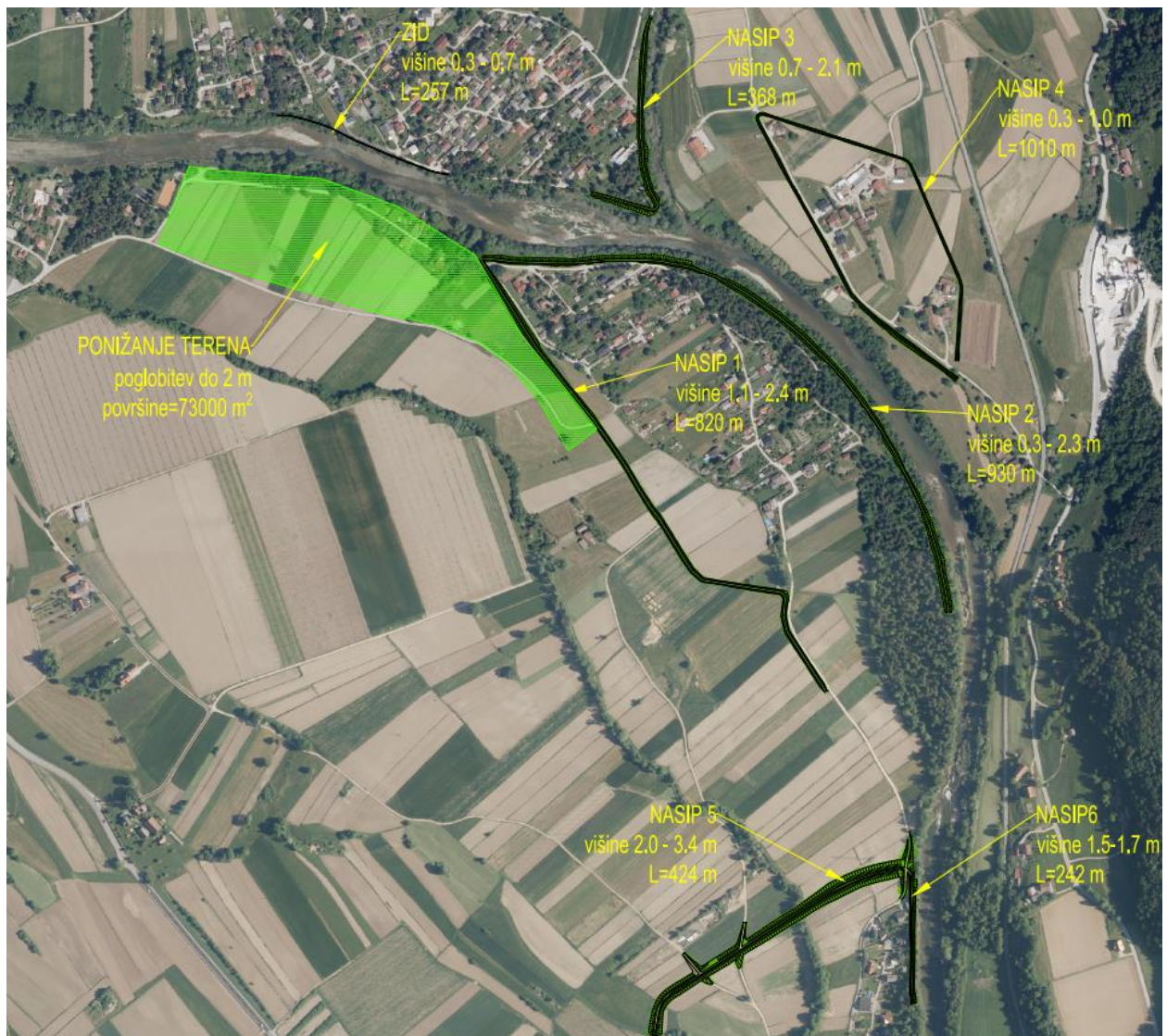
Osnova za načrtovanje je bilo s strani DRSV določeno projektno izhodišče, da se načrtuje na visokovodni pretok Q100, sočasno pa mora biti ureditev tudi odporna na pričakovane podnebne spremembe. Tako je bila na gladinsko stanje Q100 aplicirana še varnostna višina 75 cm (enak rang, kot pri aktualnem NOO projektu Ločica – Letuš). Zaradi vpliva pričakovanih podnebnih sprememb se po scenariju RCP 4.5 za obdobje do 2070 pričakuje 12% povečanje visokovodnih konic Savinje (vir:ARSO).

Pri izračunih je bila upoštevana geometrija prostora pred poplavnim dogodkom ter vodne količine, kot izhajajo iz (potrjenega) hidrološkega dela Celovite hidrološko – hidravlične študije porečja Savinje. Merodajni pretoki so prikazani v *Preglednici 1* v nadaljevanju.

Odsek reke	Q10	Q100	Q500
Savinja do Pake	472	776	1144
Savinja pod Pako	582	985	1415
Paka do Savinje	146	270	365

Preglednica 1: vrednosti visokovodnih konic Savinje in Pake ($v \text{ m}^3/\text{s}$) na obravnavanem odseku

Analiza dogodka 4.8. na nivoju porečja je sicer še v teku, vendar smo na osnovi preliminarnih analiz ugotovili, da je bil pretok Savinje na območju Letuša pomembno višji, kot Q500. Pri predmetni analizi je bil upoštevan pretok Savinje nad Pako $1380 \text{ m}^3/\text{s}$, dotok Pake pa je bil upoštevan glede na na spletu ob času poplave dosegljive podatke VP Rečica – $Q_{\text{max}}=157 \text{ m}^3/\text{s}$.



Slika 1: načrtovani protipoplavni ukrepi na območju Letuša; nasipa 5 in 6 sta predmet NOO projekta Ločica - Letuš

Možni ukrepi za izboljšanje poplavne varnosti na območju Letuša so

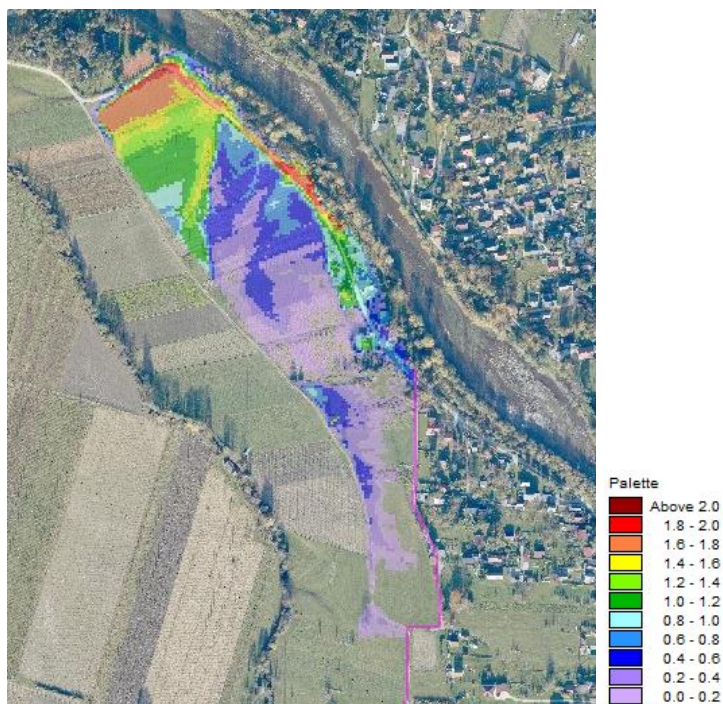
- Nasip/zid vzdolž levega brega Savinje (Roje) + izvedba nasipa vzdolž desnega brega Pake. Na delu območja kjer je poselitev blizu Savinje, je možno v dolžini 257 m izvesti zid višine 0.3 – 0.7 m, na območju sotočja s Pako pa bi moral biti izveden nasip dolžine 368 m, višine 0.7 – 2.1 m.
- Za zmanjšanje pretoka Savinje mimo Roj in Gmajne in s tem nižjih gladin v strugi, bi bilo potrebno aktivirati razbremenjevanje visokih vod preko desnega brega v dolžini 450 m. Širše območje razlivanja iz struge pomeni manjšo hidrodinamično obremenitev površin, nižje globine poplavnega toka na mestu razlivanja ter večji delež pretoka, ki se izliva iz struge. Daljši prelivni koridor bi zahteval izselitev objektov Letuš 176, 177, 179 in 180.

Prelivanje vod preko desnega brega je možno doseči z znižanjem terena ob Savinji in na delu kmetijskih površin med lokalnima cestama – prikazano na *Sliki 1* in 2. Skupna površina

posega znaša približno 7.3 ha, globina znižanja pa znaša med 1-1.8 m na severnem delu območja in 0.2-0.8 m na osrednjem in južnem delu območja posega.

Vode, ki bi se prelile preko desnega brega, bi vzdolž Letuške struge odtekale v smeri proti Malim Braslovčam. Nad malimi Braslovčami je v sklopu NOO projekta Ločica – Letuš predvidena izvedba prečnega nasipa, ki bo prelite vode z območja Gmajne preusmerjal nazaj v Savinjo. Območje Gmajne bi bilo pred induciranim poplavnim tokom zaščiteno z visokovodnim nasipom proti Letuški strugi (nasip 1 višine 1.1 – 2.4 m, L=820 m), pred visokimi vodami Savinje pa bi Gmajno varoval nasip vzdolž desnega brega (nasip 2 višine 0.3 – 2.3 m, L=930 m). Nasipa vzdolž Savinje in nasip po zaledju se na južnem delu ne stikata – ne pride do pojava zaprte posode v primeru preplavitve.

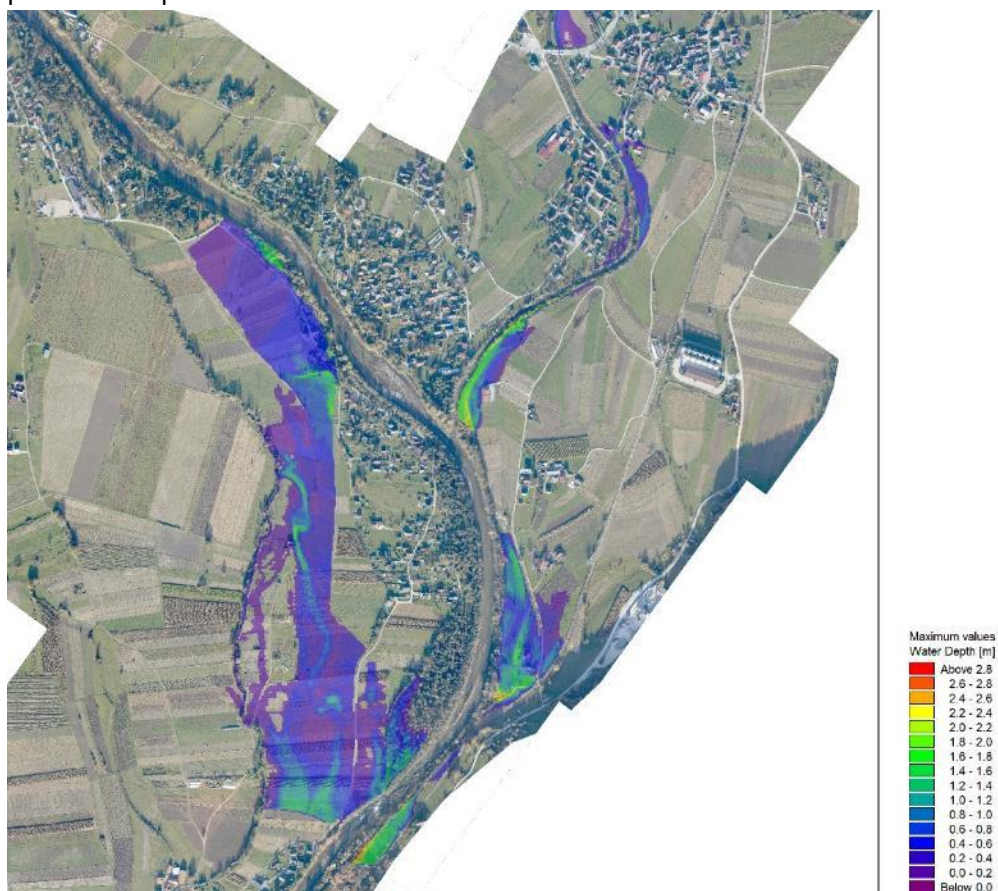
- c) V predhodnem mnenju za objekte na območju občine Šmartno ob Paki je bilo izpostavljeno, da bi bilo usodo objektov na območju Podgore smiselno vezati na odločitev glede izselitve oz. varovanja Letuša. V primeru izvedbe ukrepov na območju Gmajne in Roj, bi bilo tako potrebno območje poselitve v Podgori zaščititi z nasipom, ki bi preprečil zatekanje visokih vod Pake s severne strani ter Savinje z zahodne smeri. Potek nasipa je možno v naslednjih fazah prilagoditi, ključno je, da lahko poplavne vode varovano območje obtekajo (tudi v pasu med nasipom in železnico). Na spodnjem odseku nasip ni sklenjen, kar omogoča gravitacijski odtok lastnih vod z varovanega območja ter vod v primeru preplavitve nasipa (projektno varovanje na Q100 + 75 cm). Skupna dolžina nasipa znaša 1010 m, povprečna višina pa znaša 0.5 m, odsekoma tudi do 1 m.



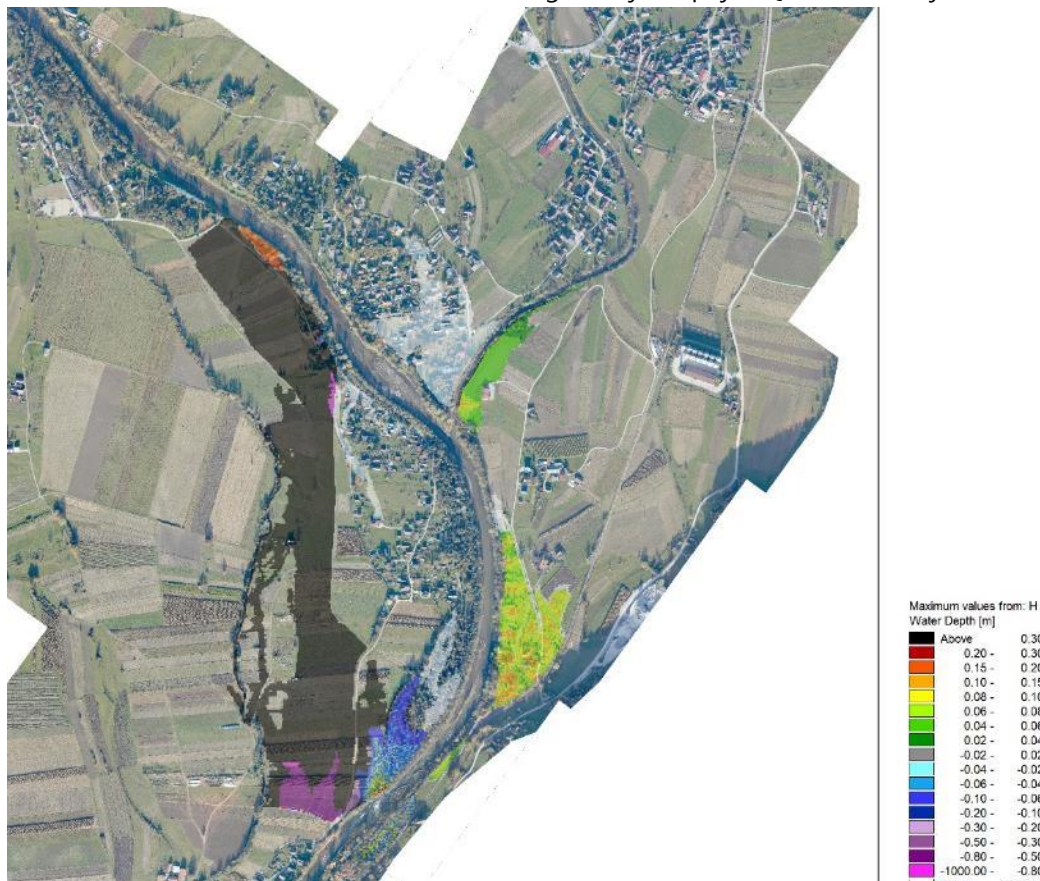
Slika 2: prikaz razlik med nivojem obstoječega in znižanega terena, kot je bil upoštevan v hidravlični analizi

Rezultati hidravlične analize so pokazali sledeče:

Ukrepi zagotavljajo poplavno varnost varovanih naselij pri 100-letnem pojavu in so odporni na podnebne spremembe.



Slika 3: rezultat hidravlične analize načrtovanega stanja za pojav Q100 na Savinji

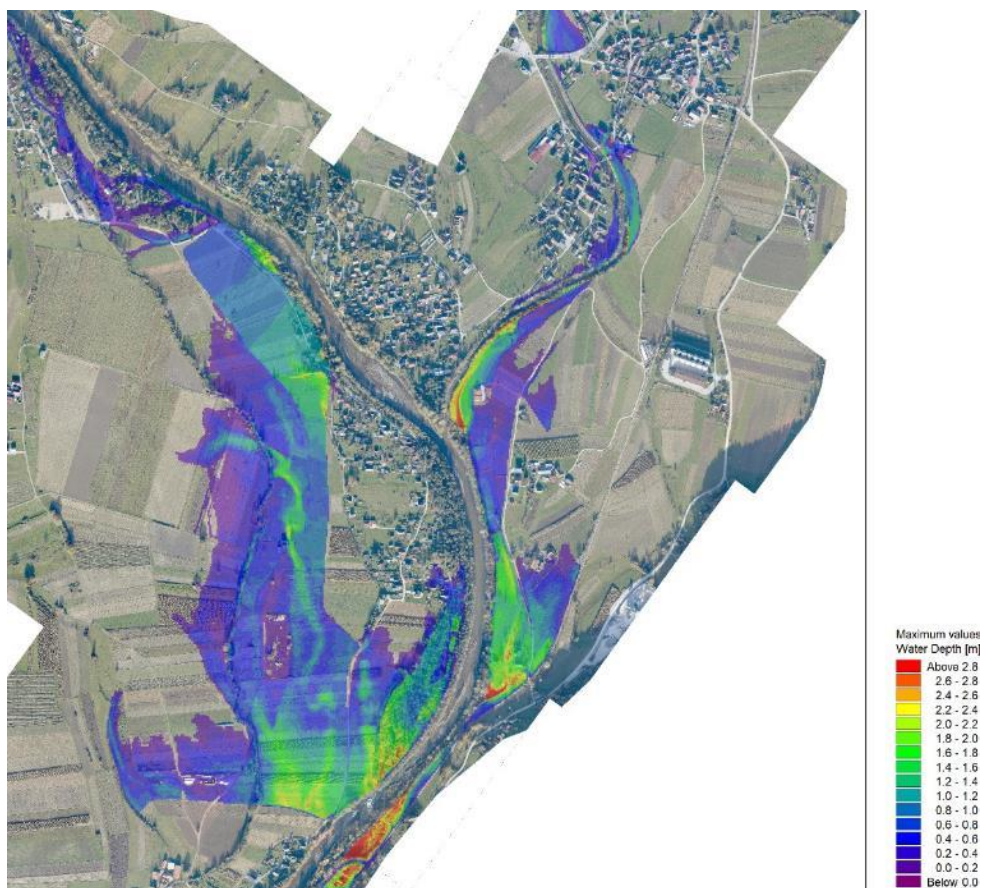


Slika 4: razlika gladin med obstoječim stanjem in stanjem po izvedbi ukrepov za primer Q100 ($H_{\text{obst}} - H_{\text{proj}}$). Beli odtenki prikazujejo območja, ki bi bila poplavljeni pri obstoječem stanju in po izvedbi ukrepov niso več, siva so območja brez sprememb, črna predstavlja območja, kjer pri obstoječem stanju ne bi bilo poplave, vendar se zaradi ukrepov in preusmeritve toka voda tam sedaj pojavi, modri in viola odtenki predstavljajo dvig gladin glede na obstoječe stanje, zeleni, rumeni, rdeči odtenki pa predstavljajo nižje gladine po izvedbi ukrepov.

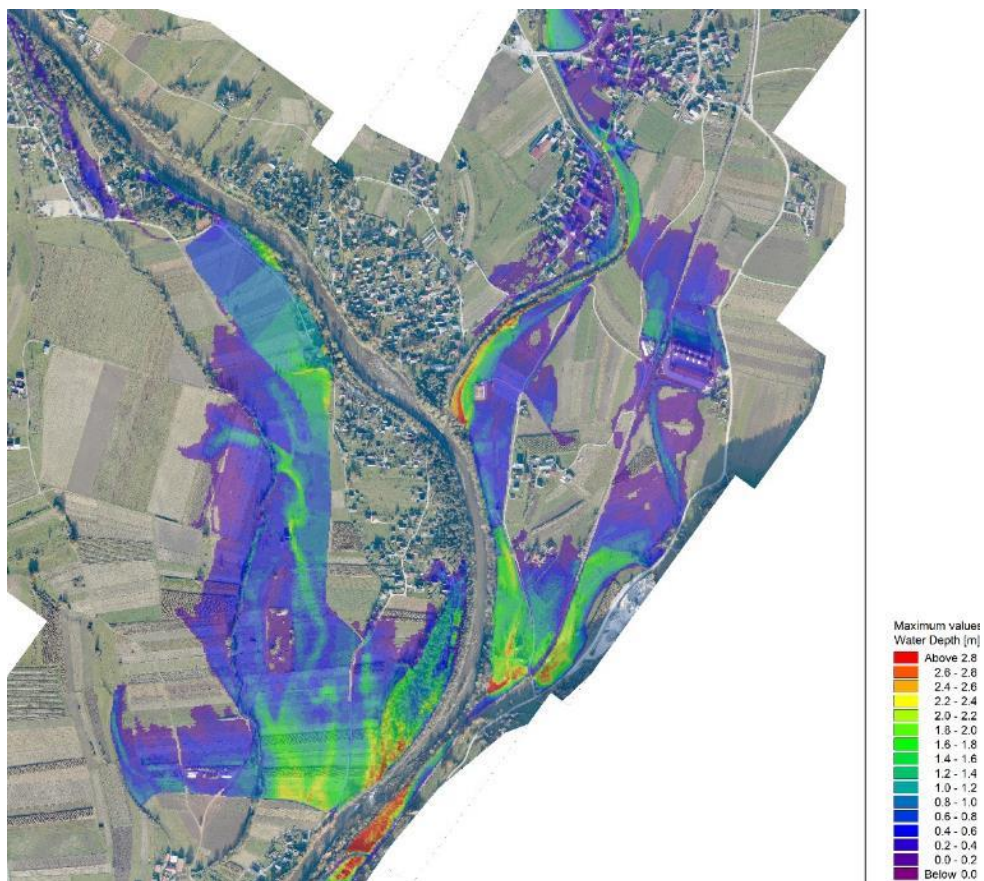
Pri pojavu Q500 (*Slika 5 in 6*) hidravlični model še vedno izkazuje teoretično nepoplavljenost varovanih območij, vendar so izračunane gladine na nivoju kron nasipov in bi realno že zaradi valovanja toka verjetno prihajalo do manjšega prelivanja nasipov. Primerjava vpliva načrtovanih ukrepov na gladinsko stanje z obstoječim stanjem pokaže, da se na varovanih območjih 500-letna poplava modelno lahko pojavi le na obrobju najbolj vzhodnih objektov v Gmajni, ki pa jih ne preplavi – le doseže. Zatekanje vod v ta prostor je posledica predvidene odprtine v nasipu (nesklenjen nasip za potrebe prostega odtoka prelitih vod). Gladine, ki bi segle najgloblje na območje poselitve, so tudi preko 80 cm nižje od globin, ki bi se v tem prostoru vzpostavile pri obstoječem stanju ob ponovitvi dogodka. Gorvodni vpliv prečnega nasipa nad Malimi Braslovčami se izniči približno 300 m severno od nasipa (*Slika 7*).

Glede na mejno stanje pri 500-letnem pojavu pa bi ob ponovitvi dogodka 4.8. že prišlo do (manjšega) prelitja nasipov tako na območju Gmajne, kot tudi Roj (*Slika 8*). Obseg in globina preplavitve bi bila nižja, kot ob samem dogodku. Tako na območju Roj, kot tudi Gmajne, bi bila globina vode na večjem delu poplavljenega območja od 0.4 do 1 m nižja. Gorvodni vpliv prečnega nasipa nad Malimi Braslovčami se izniči približno 360 m severno od nasipa (*Slika 9*).

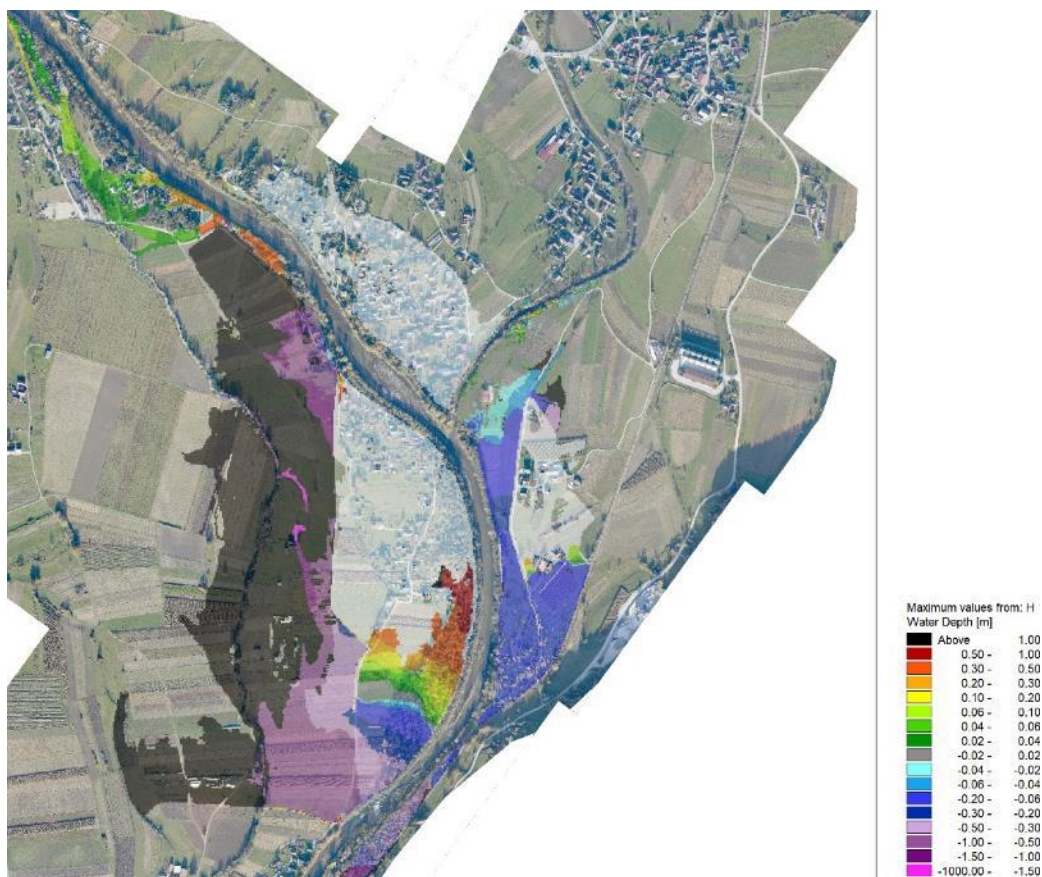
Glede na v modelu upoštevano geometrijo urejenega prostora in trenutno veljavno hidrologijo, bi bilo možno razlivanje iz struge Savinje preko desnega brega pričakovati približno 1-krat na 20 let.



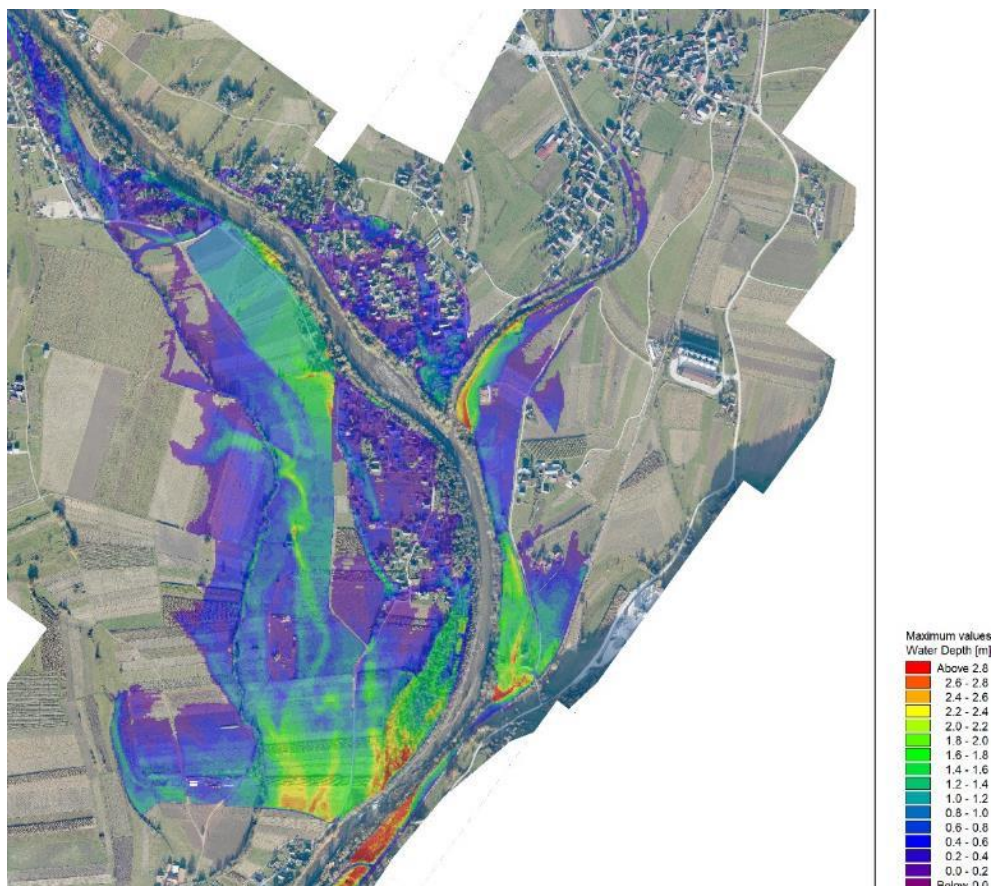
Slika 5: rezultat hidravlične analize načrtovanega stanja za pojav Q500 na Savinji;



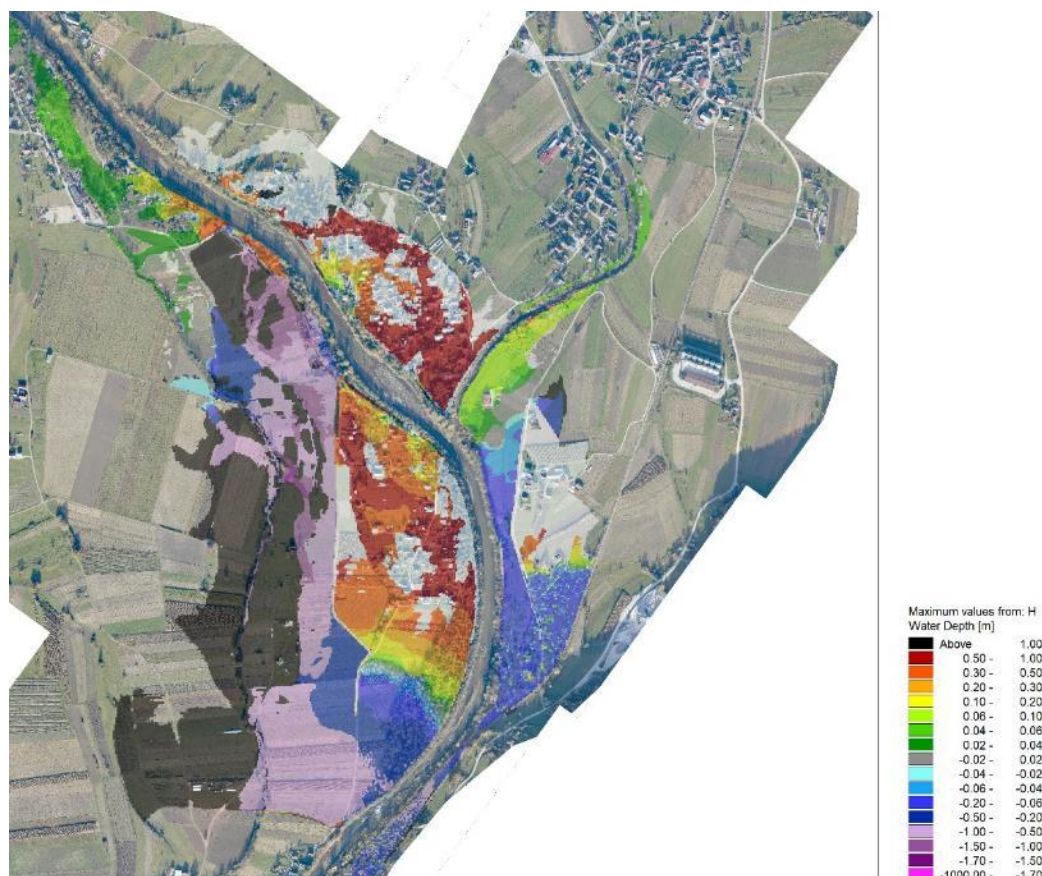
Slika 6: rezultat hidravlične analize načrtovanega stanja za pojav Q500 na Paki (Savinja pod Pako Q500)



Slika 7: razlika gladin med obstoječim stanjem in stanjem po izvedbi ukrepov za primer Q500 ($H_{\text{obst}} - H_{\text{proj}}$).

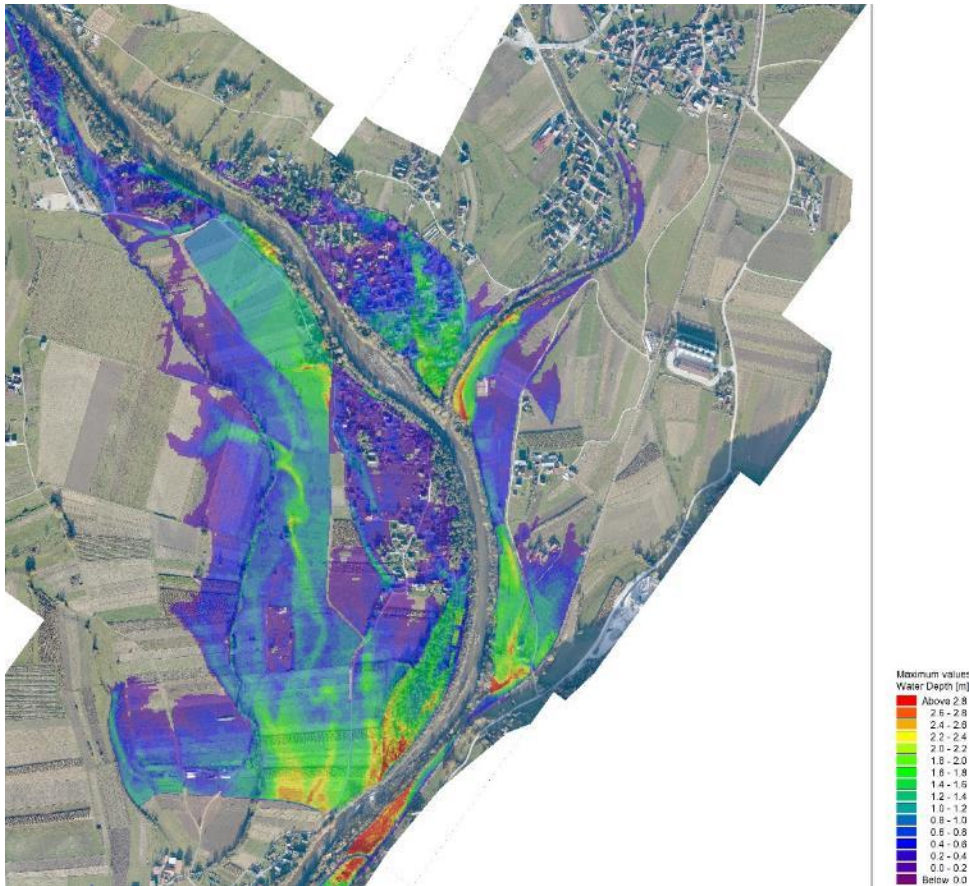


Slika 8: rezultat hidravlične analize načrtovanega stanja za pojav 4.8.



Slika 9: razlika gladin med obst. st. in stanjem po izvedbi ukrepov za primer ponovitve 4.8. ($H_{\text{obst}} - H_{\text{proj}}$)

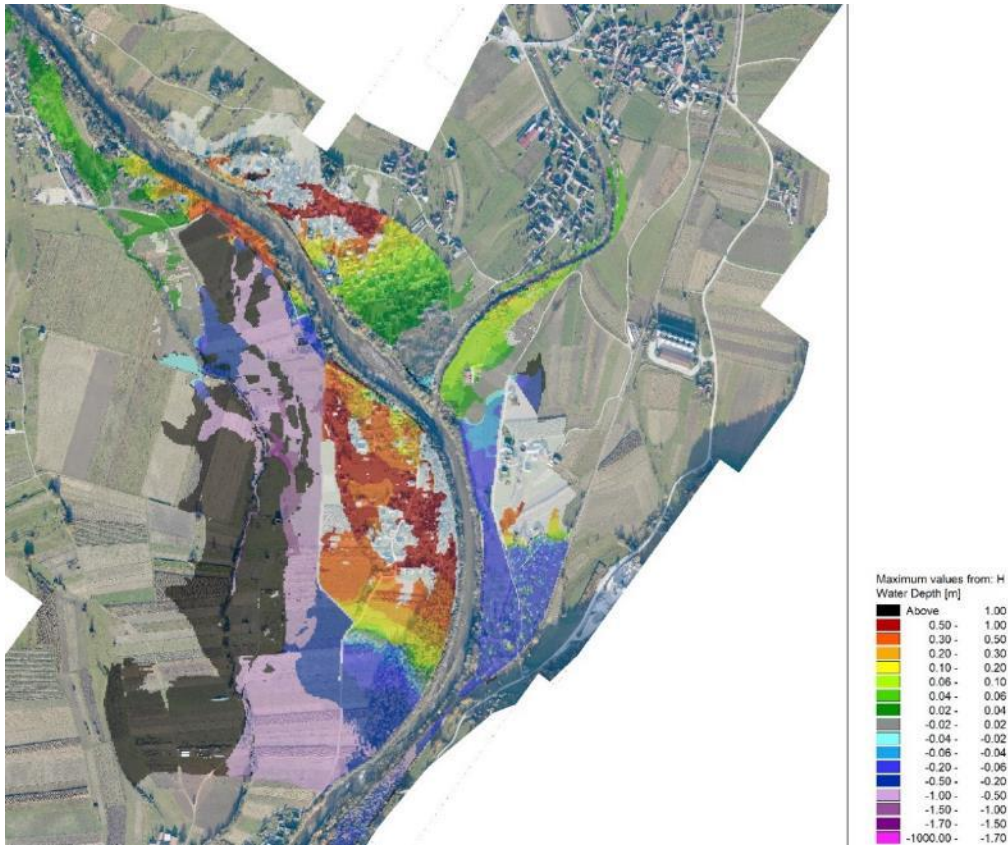
Kljub modelno manjši izpostavljenosti Roj poplavam smo izdelali tudi prikaz globin vode za primer zapolnitve območja varovanega z nasipi (npr. pojav daljšega poplavnega vala). Upoštevali smo višino nasipa na najnižjem odseku, čemur smo dodali 15 in 20 cm, kar bi predstavljalo prelihanje nasipa ob vračanju vod nazaj v strugo Pake in Savinje (Slika 10).



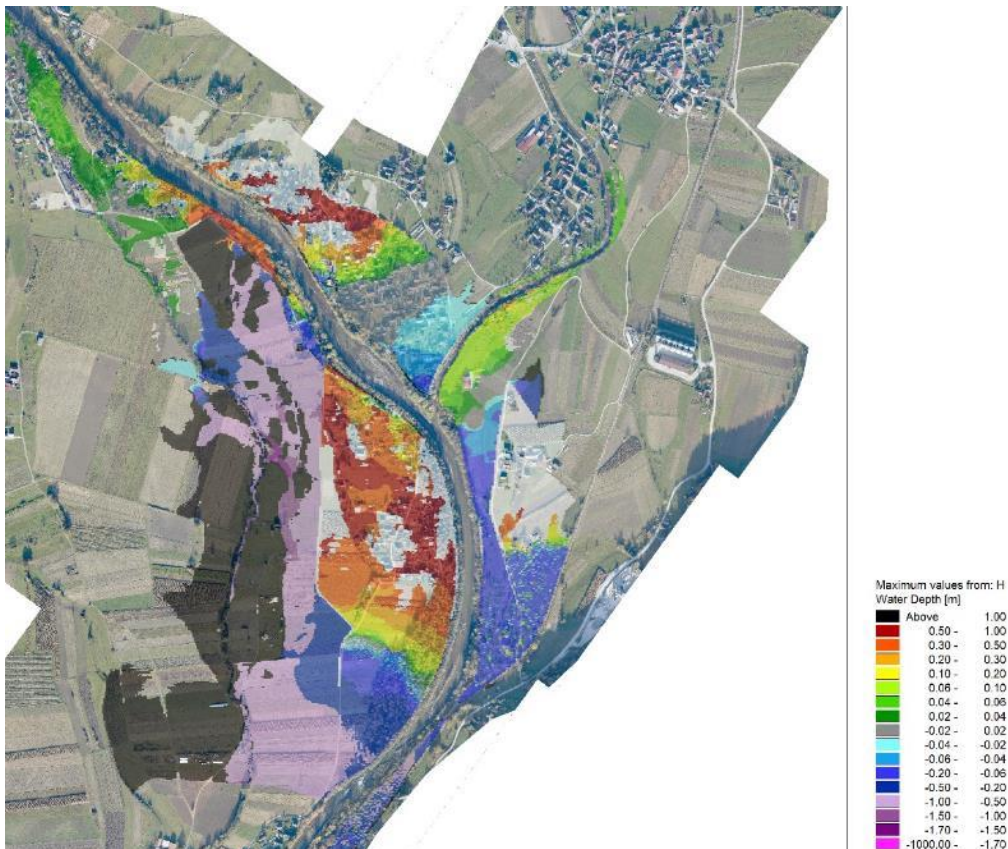
Slika 10: rezultat hidravlične analize načrtovanega stanja za pojav 4.8. ob upoštevanju popolne zapolnitve prostora za nasipi v Rojah

V primeru zapolnitve z nasipi varovanega območja, bi globine poplavne vode v najnižjem delu Roj (ožje območje sotočja Savinje in Pake) lahko presegle 2 m. Primerjava gladin za ta primer ob upoštevanju 15 cm prelivne višine (Slika 11) pokaže, da bi se v prostoru vzpostavile nižje do enake gladine, kot so se ob samem dejanskem dogodku. Ob dodatnem povečanju prelivne višine na 20 cm, pa bi se na ožjem območju sotočja pojavile nekoliko višje globine (2 – 5 cm; Slika 12). Predmetnih prikazov sicer ne moremo neposredno tolmačiti kot prikaz vpliva, saj bi bil za doseganje večje stopnje prelivanja na območje Roj (in nato preko nasipov nazaj v Pako/Savinjo) potreben tudi višji pretok, t.j. drugačno (višje) obstoječe stanje s katerim preverjamo vpliv. Vsekakor pa je čisto realno upoštevati možnost popolne zapolnitve z nasipi varovanega območja Roj z vodo.

Glede na navedeno lahko zaključimo, da nekega bistvenega in škodljivega povišanja globin vode zaradi izvedbe nasipov in sočasnega razbremenjevanja Savinje preko desnega brega za obravnavani primer 4.8. ni pričakovati.



Slika 11: razlika gladin med obstoječim stanjem in stanjem po izvedbi ukrepov za primer ponovitve dogodka 4.8. in popolne zapolnitve z vodo območja Roj znotraj nasipov ob prelivanju višine 15 cm



Slika 12: razlika gladin med obstoječim stanjem in stanjem po izvedbi ukrepov za primer ponovitve dogodka 4.8. in popolne zapolnitve z vodo območja Roj znotraj nasipov ob prelivanju višine 20 cm

Analiza je tudi pokazala, da načrtovani ukrepi nimajo negativnega vpliva na konico poplavnega vala dolvodno. Le-ta se zaradi induciranja poplavnega toka na druga razlivna območja v določenih primerih celo nekoliko zmanjša.

Primerjava pretokov je v primeru razlivanja iz struge upoštevala vsoto pretoka po strugi in po poplavnem območju. Pri Q100 (*Diagram 1*) načrtovani ukrepi nimajo vpliva na konico poplavnega vala (konica ostaja enaka pri 980 m³/s, se pa zaradi razlivanja poplavni val za načrtovano stanje pri pretoku ~870 m³/s nekoliko zniža – na tangiranem območju se ob prehodu poplavnega vala zadrži več vode, kot pri obstoječem stanju. Pri 100-letnem pojavu se ob konici na obravnavanem območju sotočja s Pako pri obstoječem stanju zadrži 108,000 m³ vode, po izvedbi ukrepov bi se v ta prostor razlilo 167,000 m³.

Pri 500-letnem pojavu je prav tako konica visokovodnega vala enaka (*Diagram 1*), kot pri obstoječem stanju (1367 m³/s). Pri 500-letnem pojavu se ob konici na obravnavanem območju sotočja s Pako pri obstoječem stanju zadrži 419,000 m³ vode, po izvedbi ukrepov bi se v ta prostor razlilo 522,000 m³.

Analizirali smo tudi pojav 4.8., pri katerem pa smo ugotovili, da poplavni val oz. njegova konica zaradi spremenjene geometrije prostora in posledično oviranega odtoka s poplavnega območja (zadrževanje za prečnim nasipom nad Malimi Braslovčami), glede na obstoječe stanje nekoliko zakasni. Posledično – zaradi koincidence z dotokom Pake, se konica tudi nekoliko zmanjša.

Pri pojavu 4.8. se ob konici na obravnavanem območju sotočja s Pako pri obstoječem stanju zadrži 559,000 m³ vode, po izvedbi ukrepov bi se v ta prostor razlilo 705,000 m³.

Iz primerjave iztočnih hidrogramov iz modela Savinje na območju Sotočja s Pako ter primerjave volumnov, lahko ugotovimo, da načrtovane ureditve nimajo negativnega dolvodnega vpliva – ne pride do povečanja visokovodnih konic in posledično povečanja poplavne ogroženosti. Gledano strogo s hidrotehničnega vidika, so načrtovani ukrepi ustrezni.

Ker načrtovane ureditve nimajo dolvodnega vpliva, se njihov vpliv ni računal vse do Celja, parametre za oceno škod pa se dolvodno od predvidenih ukrepov povzema po obstoječem stanju.

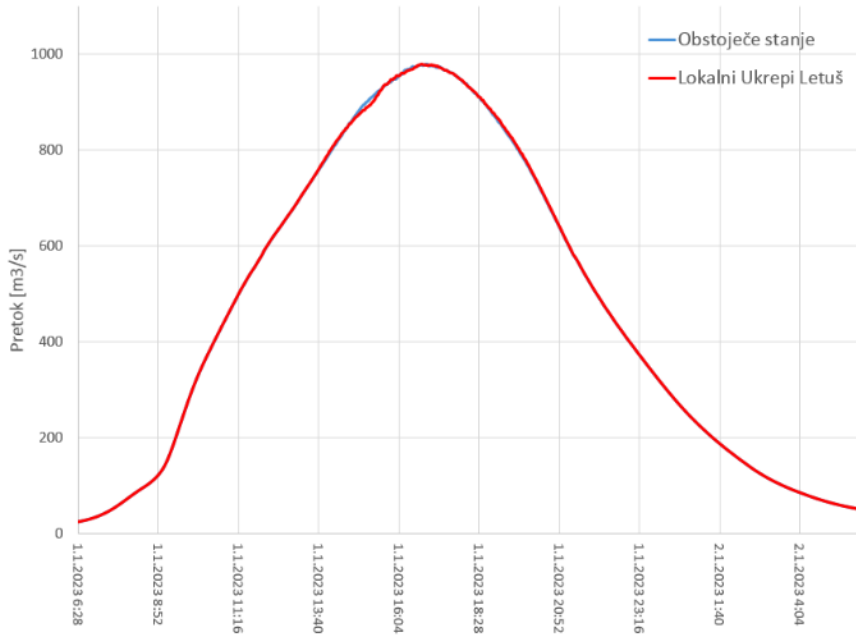


Diagram 1: hidrogram Q100 Savinje nad Malimi Braslovčami – primerjava med obstoječim stanjem in stanjem po izvedbi lokalnih ukrepov po Varianti 1

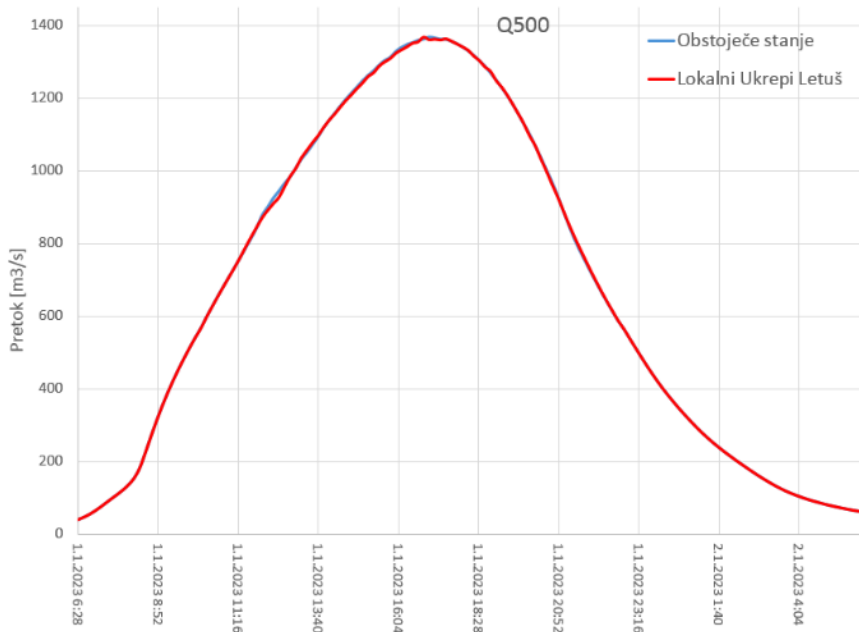


Diagram 2: hidrogram Q500 Savinje nad Malimi Braslovčami – primerjava med obstoječim stanjem in stanjem po izvedbi lokalnih ukrepov po Varianti 1

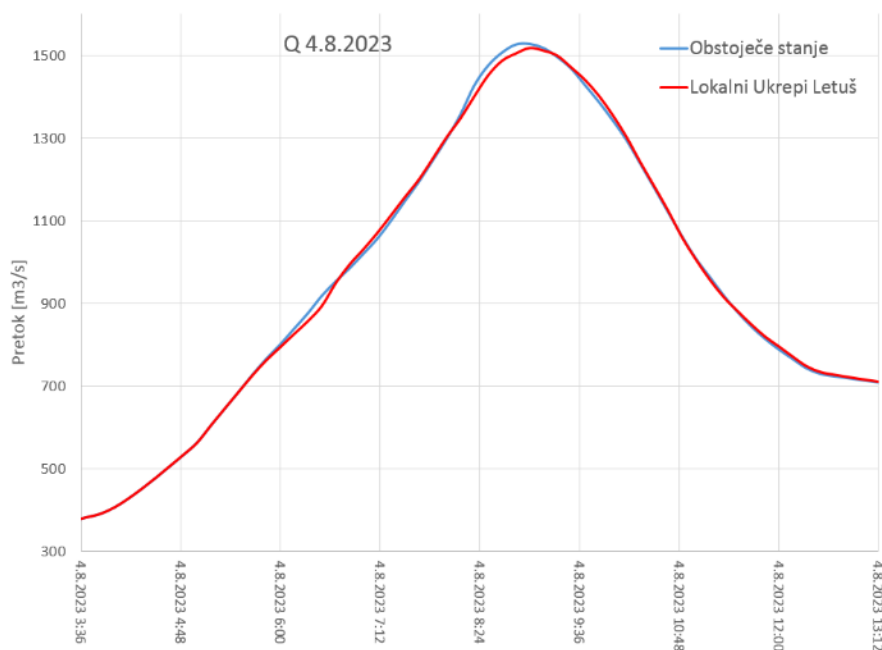


Diagram 3: hidrogram Savinje nad Malimi Braslovčami za pojav 4.8. – primerjava med obstoječim stanjem in stanjem po izvedbi lokalnih ukrepov po Varianti 1

2.2 EVAKUACIJA POSELJENIH OBMOČIJ

Predlagani protipoplavni ukrepi bi pomembno zmanjševali poplavno ogroženost v tangiranem prostoru. Kljub vsemu pa bi bili dimenzionirani na nek določen pojav in bi v primeru še večjih pretokov od projektnih, poplavne vode lahko preplavile z nasipi varovana območja. Z vidika varovanja človeških življenj bi bilo potrebno sočasno z izvedbo ukrepov predvideti tudi ustrezen načrt evakuacije.

V sklopu hidravlične analize smo določili tudi ključne parametre, ki odločajo o začetku evakuacije.

Za območje Roj je ključen pretok Savinje (nad Pako oz. VP Letuš) $1230 \text{ m}^3/\text{s}$, pri katerem začne voda prelivati nasipe. Do začetka prelivanja bi morala biti evakuacija prebivalcev s tega območja zaključena.

Za kontrolni prerez se lahko uporabi kar podatke iz VP Letuš, saj je poplava 4.8. imela praktično istočasno konico v Nazarjah, kot tudi v Letušu (Diagram 4). To je najverjetneje posledica hitrejših dotokov Trnave, Mozirnice, Ljubije in drugih manjših na širšem območju Mozirja. Računati z nekim zamikom potovanja konice med Nazarji in Letušem, ki je v preteklih poplavah (1962, 1990, 1998, 2012) vseeno trajala 1 – 2 uri, po dogodku 4.8. ni več realno.

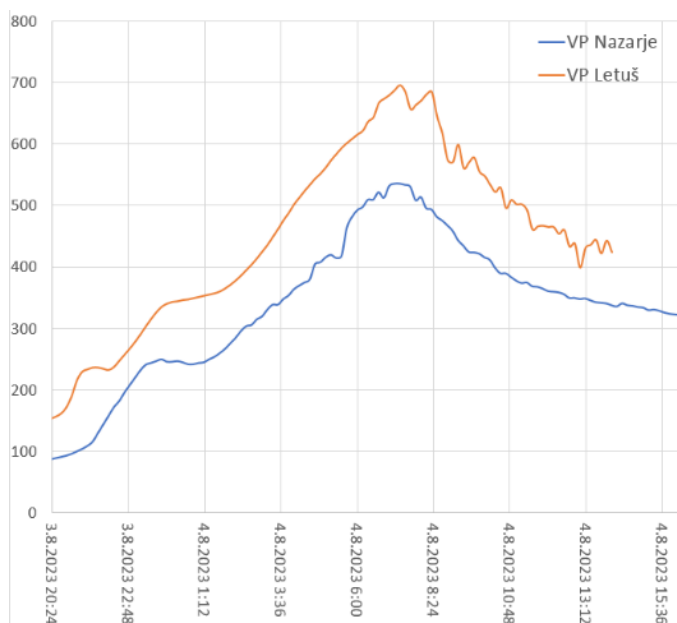


Diagram 4: nivogram vodostaja Savinje na VP Nazarje in Letuš ob dogodku 4.8.2023

Ob izdelavi prvotnega poročila (april 24) nismo razpolagali z realno oceno potrebnega časa za evakuacijo Roj, zato smo predpostavili nekaj možnih scenarijev. Obravnavali smo 3 scenarije in sicer čas evakuacije 1.5h, 2h in 2.5h. Te čase smo za določitev sprožitvenega pretoka iz varnostnih razlogov in nepredvidenih okoliščin podvojili. Kot osnovo smo vzeli hidrogram dogodka 4.8., ki je strm (hiter nastop konice) in kot tak najbolj neugoden.

Glede na predhodno opisana izhodišča za območje Roj je bilo ugotovljeno sledeče:

- V primeru reakcijskega časa 1.5h (3h računsko) je sprožitveni pretok Savinje na VP Letuš za začetek evakuacije približno 500 m³/s. Takšen ali večji pretok je bil v zadnjih 30 letih dosežen 5-krat. To pomeni, da bi se morali prebivalci Roj v tem obdobju predvidoma evakuirati 1-krat na 6 let.
- V primeru reakcijskega časa 2h (4h računsko; *Diagram 2*) je sprožitveni pretok Savinje na VP Letuš za začetek evakuacije približno 350 m³/s. Takšen ali večji pretok je bil v zadnjih 30 letih dosežen vsaj 12-krat. To pomeni, da bi se morali prebivalci Roj v tem obdobju predvidoma evakuirati 1-krat na 2.5 let.
- V primeru reakcijskega časa 2.5h (5h računsko) je sprožitveni pretok Savinje na VP Letuš za začetek evakuacije približno 300 m³/s. Takšen ali večji pretok je bil v zadnjih 30 letih dosežen vsaj 16-krat. To pomeni, da bi se morali prebivalci Roj v tem obdobju predvidoma evakuirati 1-krat na 2 leti.

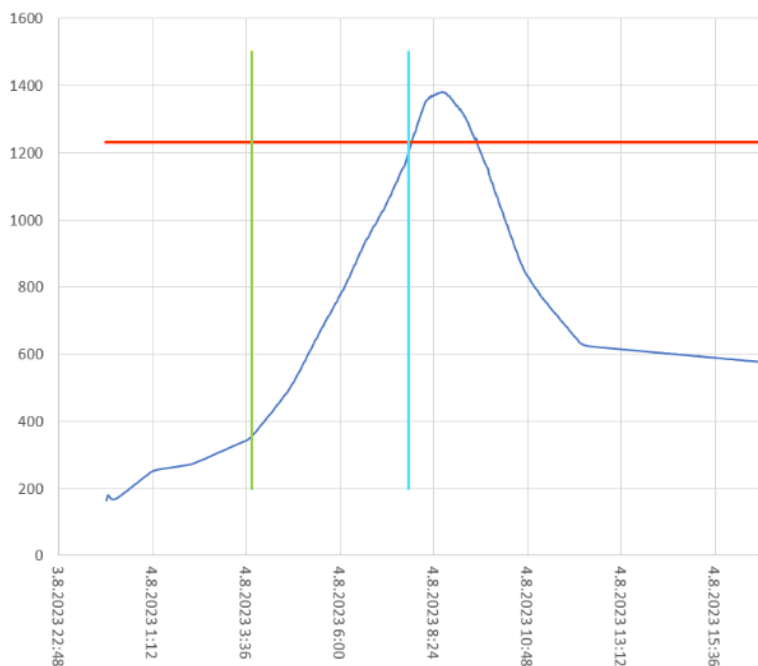


Diagram 5: prikaz reakcijskih časov in ključnih pretokov za območje Roj, ki so osnova za pripravo evakuacijskega načrta

V mnenju Občine Braslovče na v aprilu predstavljene možne ukrepe za izboljšanje poplavne varnosti (št. 3503-5/2023-45 z dne 8.5.2024) je bilo podano tudi stališče, da so v študiji uporabljeni evakuacijski časi za vsaj faktor 2 podcenjeni.

V primeru dodatnega (2-kratnega) podaljšanja potrebnega evakuacijskega časa (iz 5 na 10h), lahko ugotovimo (Diagram 6), da bi lahko bil sprožilni pretok Savinje za evakuacijski načrt že nekoliko povečan pretok ob večkrat na leto prisotnih intenzivnih padavinah.

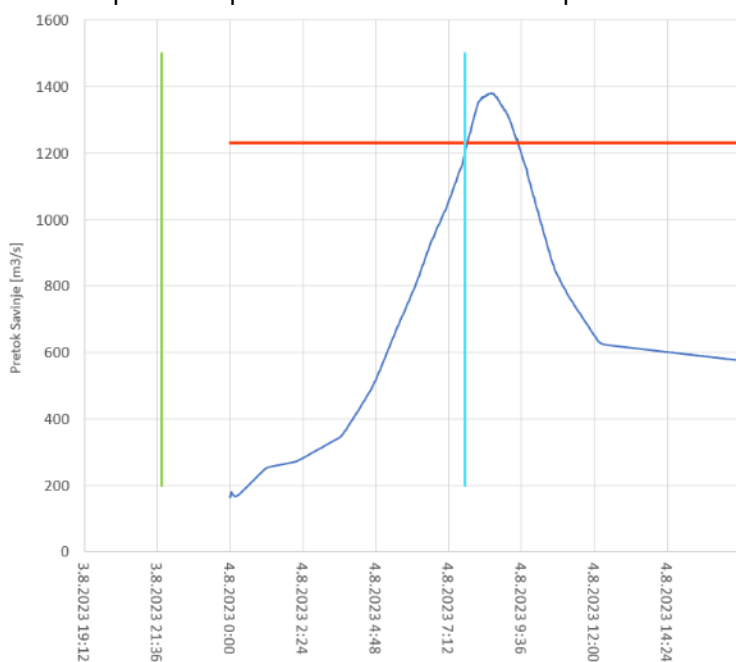


Diagram 6: prikaz reakcijskih časov (skladnih z usmeritvami Občine Braslovče – 10h) in ključnih pretokov za območje Roj, ki so osnova za pripravo evakuacijskega načrta

Za območje Gmajne so razmere oz. pogoji za odločanje o evakuaciji drugačni, saj je potrebno poleg možnosti preplavitve nasipov upoštevati tudi možnost preplavitve dostopne ceste (iz smeri Malih Braslovč), po kateri bi lahko potekala evakuacija. Cesta poteka preko poplavnega koridorja in mora omogočati prehod poplavnih vod. Njeno nadvišanje oz. izboljšanje poplavne varnosti ni možno.

Visoke vode Savinje se na desni breg (razlivni koridor) začnejo prelivati pri pretoku $590 \text{ m}^3/\text{s}$. Glede na redkeje poseljeno območje, so bili za Gmajno v predhodni dokumentaciji upoštevani/predpostavljeni krajši evakuacijski časi 0.75h, 1h in 1.5h.

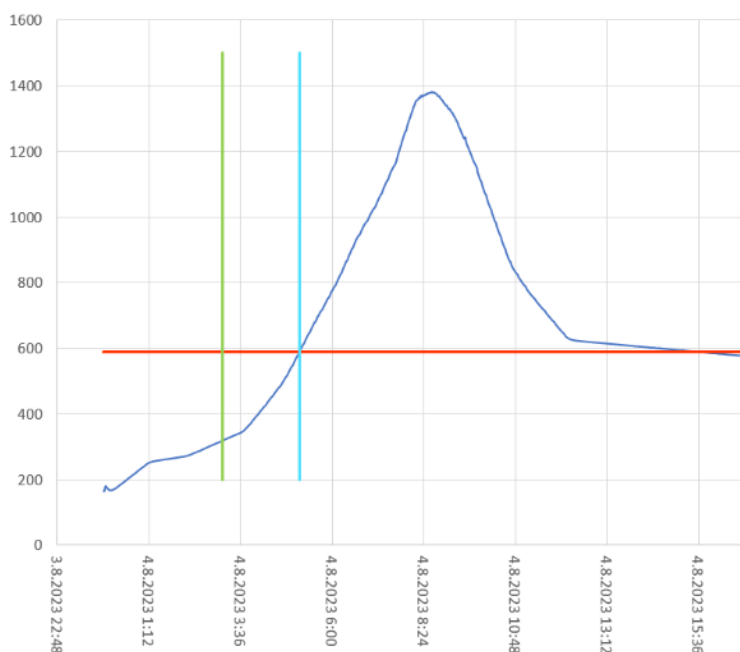


Diagram 7: prikaz reakcijskih časov in ključnih pretokov za območje Gmajne

Sprožilni pretoki so se za Gmajno v predhodni analizi nahajali nekje v intervalu $300\text{-}350 \text{ m}^3/\text{s}$, kar bi zopet pomenilo potencialno evakuacijo v povprečju 1-krat na 2 leti.

Ob upoštevanju komentarja Občine Braslovče glede podcenjenosti evakuacijskih časov, lahko ob podvojitvi predhodno predpostavljenega evakuacijskega časa, enako, kot pri Rojah, ugotovimo, da bi lahko bil sprožilni pretok Savinje za evakuacijski načrt že nekoliko povečan pretok ob večkrat na leto prisotnih intenzivnih padavinah.

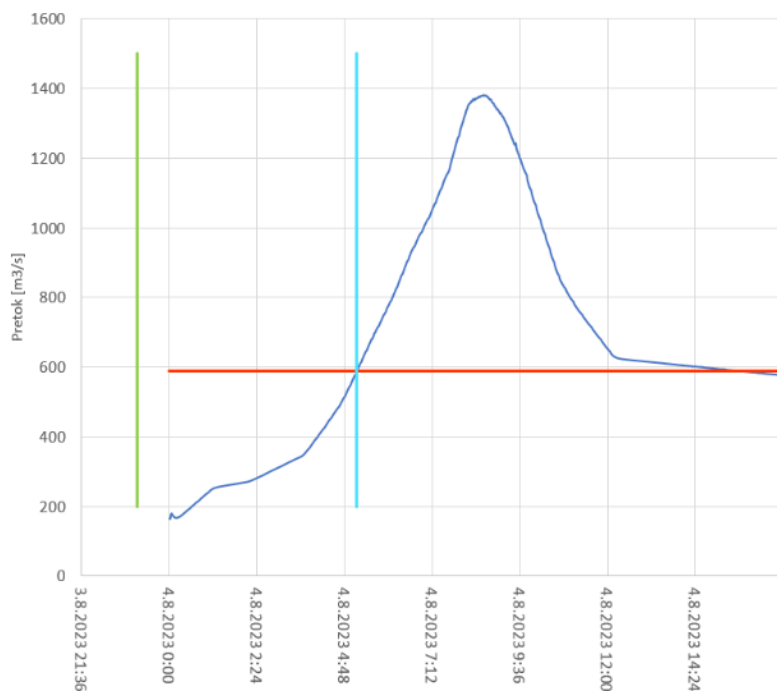


Diagram 8: prikaz reakcijskih časov (skladnih z usmeritvami Občine Braslovče – 6h) in ključnih pretokov za območje Gmajne, ki so osnova za pripravo evakuacijskega načrta

Na širšem območju Gmajne je po DPN v pripravi predvidena izvedba suhega zadrževalnika Letuš. Po njegovi izvedbi bo križanje koridorja za prehod poplavnih vod in evakuacijske poti bistveno manj problematično, saj bosta tako vtok, kot tudi iztok iz zadrževalnega prostora regulirana, dostopna cesta v Gmajno s smeri Malih Braslovč pa bo morala potekati višje, nad evakuacijskimi objekti zadrževalnika t.j. nad vodnim tokom. Zadrževalnik je še v fazi načrtovanja, zato z vidika evakuacije še ni možno komentirati možnosti preliivanja viška vod preko varnostnega preliva (in evakuacijske poti) v izjemnih situacijah.

V načrt evakuacije in njegovo izvajanje bi bilo potrebno smiselno vključiti tudi druge podatke (vremenske in hidrološke napovedi ter aktualne podatke s terena – pretoki na VP v širšem prostoru, radarske slike padavin, informacije CZ z območja porečja). Ob ugodni interpretaciji razpoložljivih podatkov (t.j. ni verjetnosti za bistveno povečanje pretoka) se je seveda možno odločiti, da se evakuacije ob doseganju sprožilnega pretoka ne izvede. Realno bi se tako pričakovalo manjšo pogostost evakuiranja od predhodno predstavljene, vsekakor pa bo v primeru, da se območje varuje s protipoplavnimi nasipi, evakuacija postala neobhoden del življenja v tem prostoru.

3 VARIANTA 2 – MANJŠI ZADRŽEVALNIK LETUŠ (OHRANITEV GMAJNE, ROJ, PODGORE)

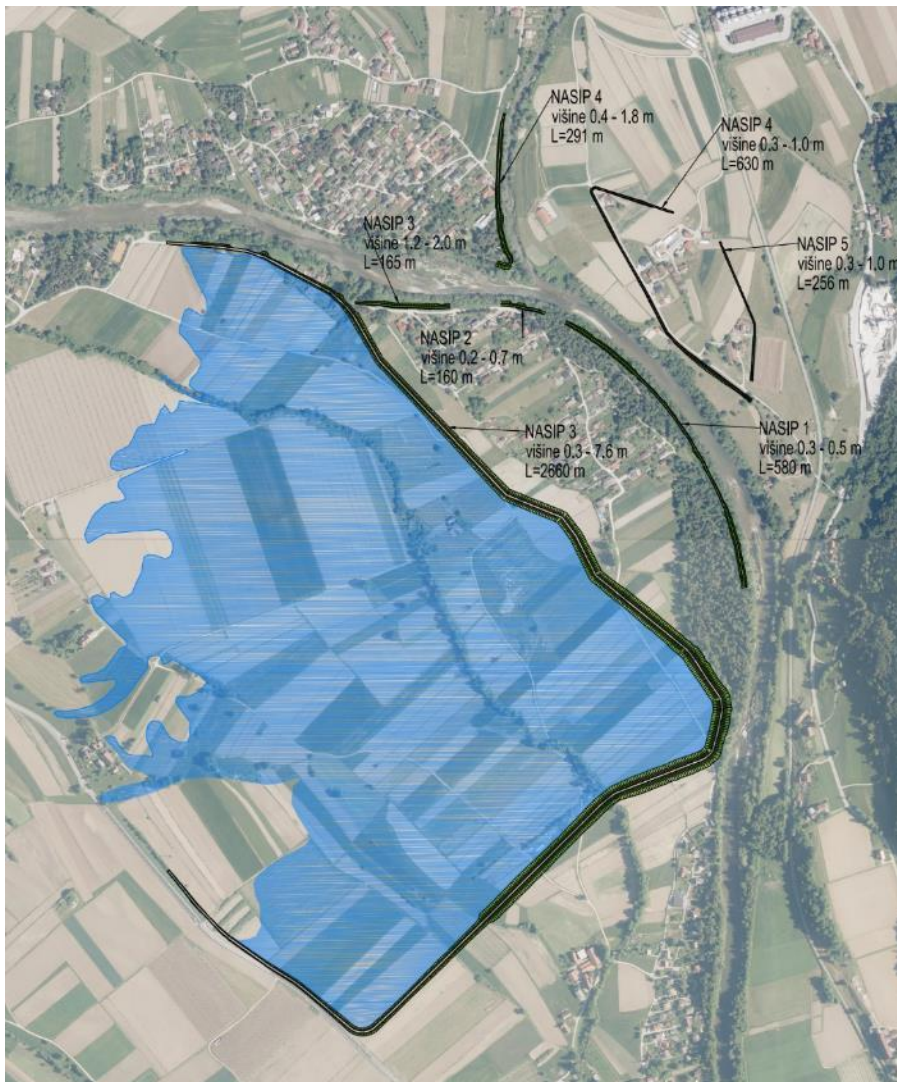
Varianta 2 predvideva izvedbo manjšega zadrževalnika Letuš, naselja Gmajna, Roje, Podgora se ohranijo in za nasipi ščitijo na $Q_{100} + 75$ cm (*Slika 13*). Manjša verzija zadrževalnika Letuš ima ob projektni koti gladine 306.5 m n.m. kapaciteto zadrževanja 1.9 M m^3 vode.

Pri analizi učinka delovanja zadrževalnika smo, zaradi realno možnih odklonov od optimalnega obratovanja, pri vseh variantah upoštevali 90% izkoristek efektivnega volumna, kar za predmetni primer zadrževalnika znaša $V_{\text{efekt.}} = 1.71 \text{ M m}^3$.

Izračun vpliva delovanja zadrževalnika se je izvedel po principu maksimalnega možnega učinka, kar pomeni, da smo za vsaki razpoložljivi volumen določili pretok Savinje, pri katerem bi ob razbremenjevanju v zadrževalniku dosegli efektivni volumen zadržane vode. Obratovanje torej ni definirano po nekem predhodno določenem protokolu, temveč je prilagojeno vsaki situaciji posebej. Realno bo za sistem zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini definiran protokol obratovanja, ki bo primarno vezan na pretok v strugi, aktiviranje zadrževalnikov pa bo z določenimi zaporednimi procesi vplivalo na visokovodno krivuljo. Za primer samo enega zadrževalnika, ki sam nima bistvenega (ciljnega) vpliva na vodni režim do Celja, je uporaba posebnih predhodno definiranih protokolov neprimerna – obratovanje se prilagaja aktualni visokovodni situaciji.

V primeru variante 2 bi bilo možno 100-letni poplavni val s konico $768 \text{ m}^3/\text{s}$ znižati na val s konico $632 \text{ m}^3/\text{s}$ (za $136 \text{ m}^3/\text{s}$; *Diagram 9*), pri 500-letnem pojavu je možno znižanje iz $1107 \text{ m}^3/\text{s}$ na $950 \text{ m}^3/\text{s}$ (za $157 \text{ m}^3/\text{s}$; *Diagram 10*).

Kot dodatni projektni pogoj, ki je prišel do izraza šele pri pretokih nad Q_{500} , pa je bil upoštevan tudi maksimalni možni dotok v zadrževalnik preko vtočnega objekta v višini $250 \text{ m}^3/\text{s}$. Tako bi lahko ob ponovitvi pojava 4.8. z zadrževalnikom Letuš zmanjšali konico iz 1383 na $1133 \text{ m}^3/\text{s}$ (za $250 \text{ m}^3/\text{s}$; *Diagram 11*).



Slika 13: prikaz ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti po varianti 2

Q100 - vpliv zadrževalnika Letuš

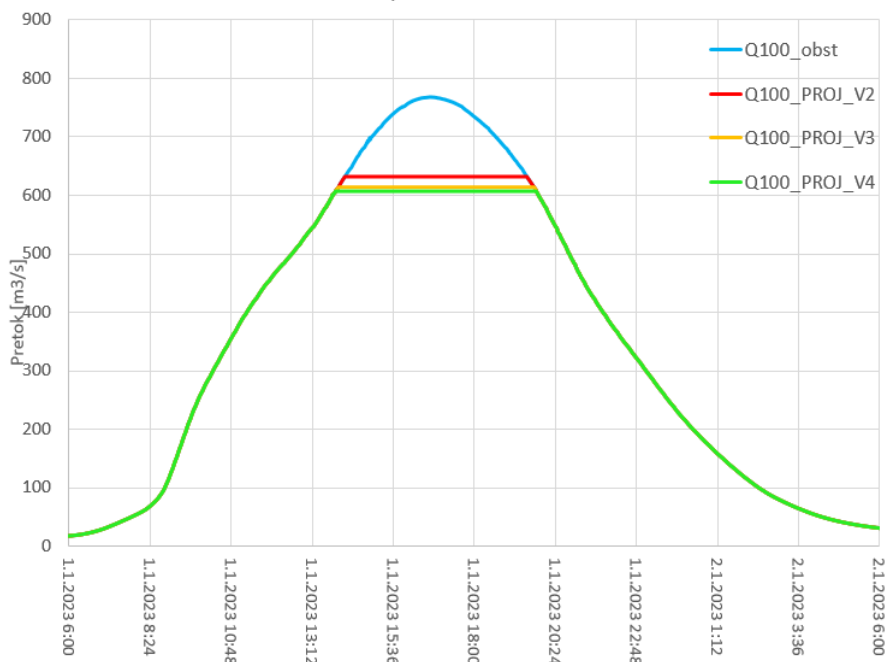


Diagram 9: prikaz vpliva zadrževanja v zadrževalniku Letuš na režim Savinje (nad Pako) pri pojavu Q100

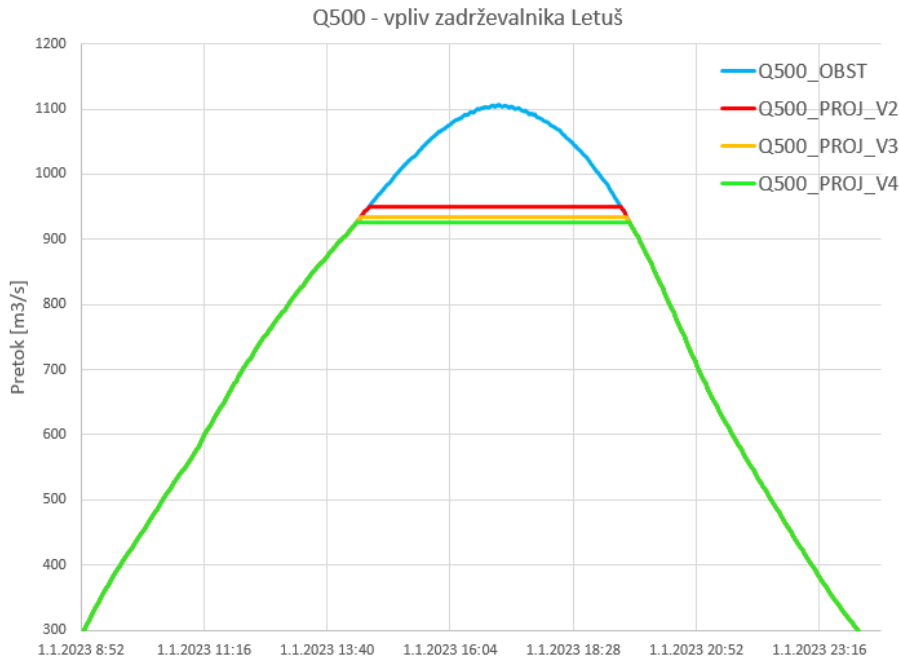


Diagram 10: prikaz vpliva zadrževanja v zadrževalniku Letuš na režim Savinje (nad Pako) pri pojavu Q500

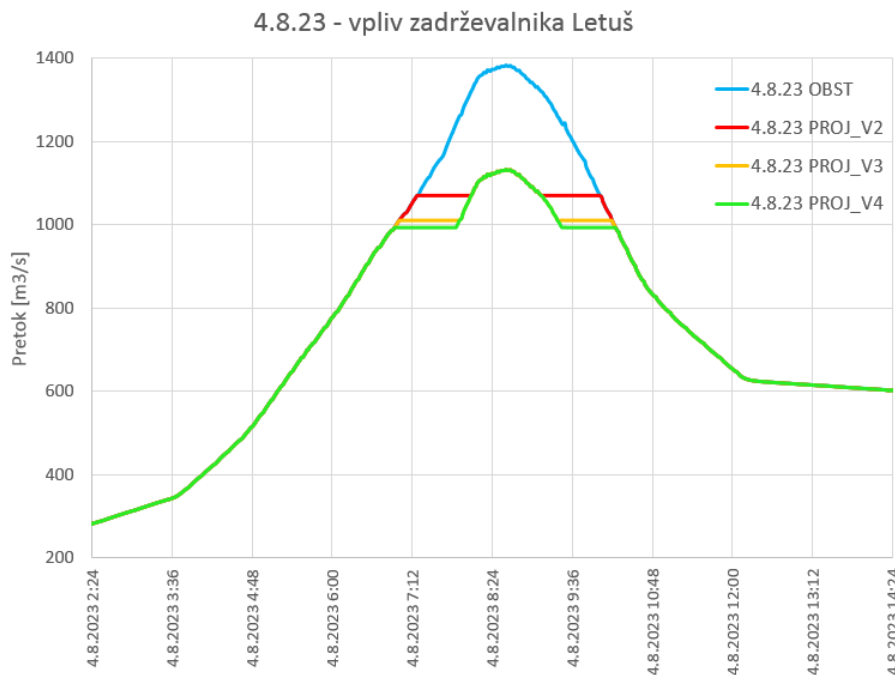
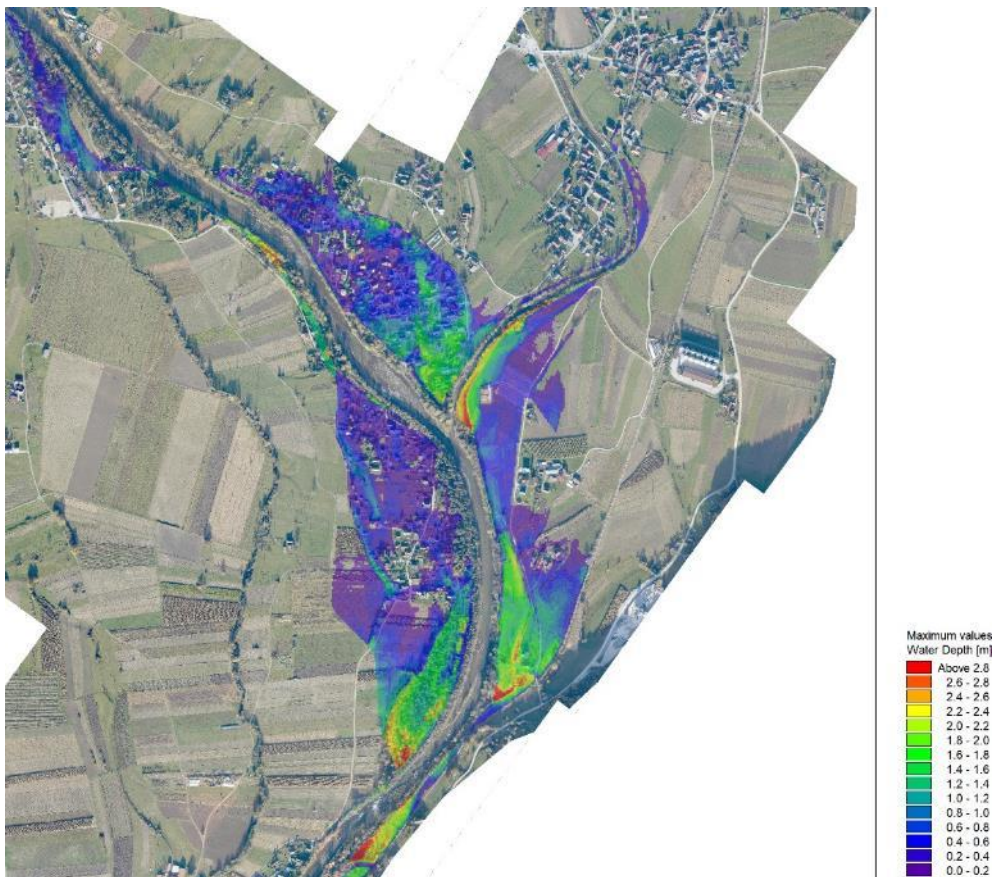


Diagram 11: prikaz vpliva zadrževanja v zadrževalniku Letuš na režim Savinje (nad Pako) pri ponovitvi pojava 4.8.23

V primeru 100-letnega visokovodnega dogodka so naselja Gmajna, Roje in Podgora varovana pred poplavo Savinje s 75 cm varnostne višine. Zaradi optimalnejšega razlivanja v zadrževalni prostor v primerjavi s prvo varianto (prosto prelivanje preko kmetijskih površin na desnem bregu) so gladine v Savinji v primerjavi s prvo varianto približno 30 cm nižje, posledično so nižje tudi načrtovane ureditve. Pri 500-letnem pojavu se gladine, podobno, kot pri varianti 1, vzpostavijo približno na nivoju krone/vrha protipoplavnih ureditev in modelno še ne prelivajo na varovana območja.

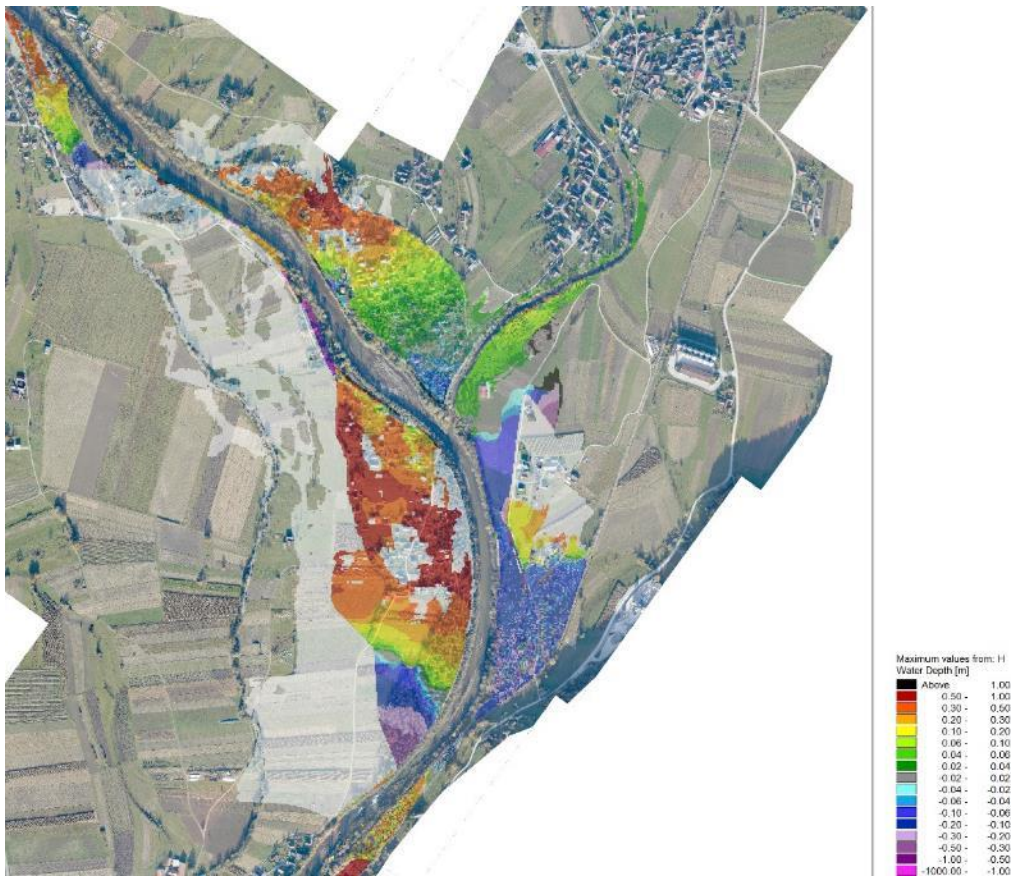
Ob ponovitvi dogodka 4.8. bi vode, kljub zadrževanju, lahko prešle na območje Roj in Gmajne. Vzpostavljene gladine bi bile v povprečju 0.5 m nižje od gladin, ki so se pojavile ob dogodku 4.8. (Slika 15).

Zaradi možnosti preplavitve poseljenih območij, bi bilo potrebno, kot varovalni ukrep, predvideti tudi evakuacijo. Način evakuacije ter pomen sprožilnih pretokov in evakuacijskih časov je opisan že pri varianti 1 in se generalno ne spreminja. Ker bi bil po varianti 2 zgrajen nasip zadrževalnika, ki bi omogočal lažjo evakuacijo (območje Gmajne ne bi bilo obdano s poplavnim tokom pri Q100), se za obe območji – Roje in Gmajna lahko uporabi enak pristop – sprožilni mehanizem za začetek evakuacijskega postopka, t.j. kot je pri varianti 1 opisan za Roje.



Slika 14: poplavnost območja v primeru izvedbe ukrepov po varianti 2

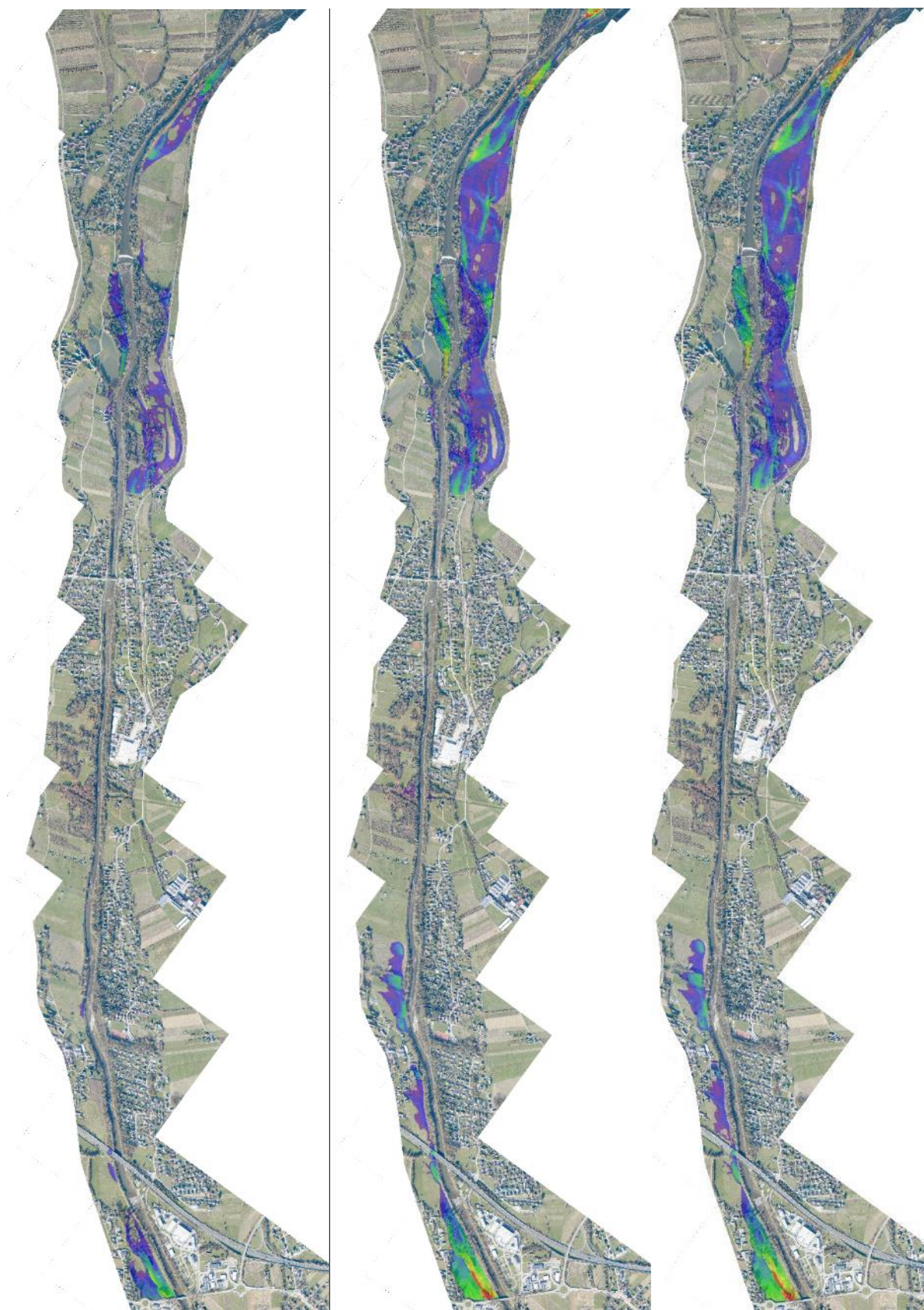
Poplavno ogroženost Roj in Gmajne bi bilo možno še dodatno zmanjšati v primeru, če bi se lahko viški vod, podobno, kot pri varianti 1, v izjemnih primerih prelivali preko desnega brega Savinje v zadrževalni prostor. Ta pristop zahteva izvedbo zelo obsežnih evakuacijskih organov na zadrževalniku. Zadrževalnik se trenutno načrtuje v okviru DPN in odločitev o tovrstni možnosti preliivanja še ni bila sprejeta, zato je v predmetnem izdelku nismo upoštevali.



Slika 15: primerjava gladin v primeru ponovitve pojava 4.8..

Kot gorvodno navedeno, ima izvedba predmetne ureditve pozitiven vpliv na zmanjšanje visokovodne konice dolvodno.

V primeru 100-letnih visokih vod se gladine na odseku Ločica – Letuš (ob upoštevanju ureditev Savinje po NOO projektu) toliko znižajo, da ostanejo poplavna le nekatera manjša, lokalno omejena območja ob strugi Savinje. Z večanjem pretokov se obseg poplav sicer povečuje, vendar ostaja znotraj za to predvidenih površin – poplavnih območij. Tudi v primeru ponovitve dogodka 4.8. bi se visoke vode ne razlile preko načrtovanih protipoplavnih ureditev (slika 16).



Slika 16: poplavnost Savinje na odseku med malimi Braslovčami in Ločico za pojave Q100 (levo), Q500 (na sredini) in Q4.8. (desno)

Pozitiven vpliv zadrževanja na območju nad Malimi Braslovčami se kaže tudi na odseku med Ločico in Celjem. Na tem odseku se v primeru 100-letnega pojava tako zmanjša območje preplavitve, za 20 – 50 cm pa se znižajo tudi gladine na poplavnem območju (ki vključuje tudi poseljena območja) (Slika 17). Učinek na tem odseku je znaten.



Slika 17: razlika v dosegu in višini poplave pri 100-letnem pojavu na odseku med Ločico in Celjem; bela območja so območja, ki niso več poplavljena

Pri 500-letnem pojavu se gladinsko stanje v obravnavanemu prostoru zniža v povprečju za 5-10 cm (Slika 18), obseg poplave pa se bistveno ne zmanjša, ker je razlika v gladinah med obstoječim in načrtovanim stanjem sorazmerno majhna, poplavljen pa je praktično že širše dolinsko dno.



Slika 18: razlika v dosegu in višini poplave pri 500-letnem pojavu na odseku med Ločico in Celjem

Ob morebitni ponovitvi dogodka 4.8. bi se gladinsko stanje (ob predhodni izvedbi ukrepov po varianti 2 na območju Letuša) na območju nad Celjem znižalo za 10 – 30 cm (Slika 19). Na območju protipoplavnih ukrepov nad Špico v Celju, kjer je 4.8. do prelitja manjkalo slabih 10 cm, bi se varnostna višina povečala za 30 cm.



Slika 19: razlika v dosegu in višini poplave pri ponovitvi dogodka 4.8 na odseku med Ločico in Celjem

Vpliv variante 2 na odseku do Celja je pri ponovitvi dogodka 4.8. večji, kot pri pojavu Q500. To je posledica oblike poplavnega vala 4.8., ki je bil strm, kratek, z visoko konico in podpovprečnim volumnom, ki je na območju Braslovč presegal 500-letni pojav, na prehodu proti Celju pa se je zaradi razlivanja in zadrževanja preoblikoval v približno 100-letni pojav.

Iztočni hidrogrami (*Diagram 12 – 14*) imajo v konici oblikovano grbo, ki je posledica kombinacije toka po strugi (hitrejši) in toka po poplavnem območju (počasnejši), ki se nad Špico v Celju združita.

V primeru 100-letnega pojava in izvedbe ukrepov po Varianti 2 na območju Letuša se konica poplavnega vala iz 1174 m³/s zniža na 1072, t.j. za 102 m³/s.

Pri 500-letnem pojavu se konica iz 1613 m³/s zniža na 1584 m³/s, t.j. za 29 m³/s.

Pri ponovitvi pojava 4.8. bi se konica iz 1303 m³/s znižala na 1189 m³/s, t.j. za 114 m³/s.

Manjši vpliv zadrževalnika Letuš na konico pri 500-letnem pojavu je posledica bistveno daljšega poplavnega vala, kot je bil pri dogodku 4.8. in večjega volumna, na katerega ima zadrževalnik Letuš le omejen vpliv. Realni vpliv zadrževalnika Letuš na 500-letni pojav bo po izgradnji celotnega sistema zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini pomembno večji, ker bo z velikim razpoložljivim volumnom imel pomemben delež (15-20%) skupne zadrževalne kapacitete, ki bo optimalno uravnavana.

Glede na iz vrednotene vplive lahko ugotovimo, da bi imeli ukrepi, izvedeni na območju Letuša, po varianti 2 največji vpliv pri 100-letnem pojavu, saj v tem primeru pride do največjega znižanja gladin in dosegov poplave v primerjavi z obstoječim stanjem. V primeru izvedbe obravnavanega zadrževalnika v Letušu pri Q100 ne bi več prišlo do prelitja visokih vod Savinje na območje mesta Celje.

Zadrževanje na območju Letuša ima pomemben vpliv na znižanje poplavnih gladin in posledično zmanjševanje poplavne ogroženosti Savinje praktično do izliva v Savo.

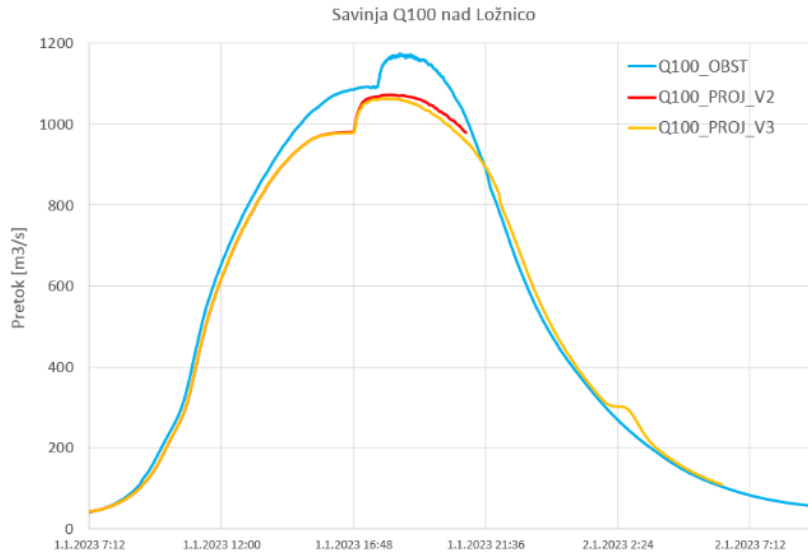


Diagram 12: prikaz vpliva zadrževanja v zadrževalniku Letuš na režim Savinje (nad Ložnico) pri Q100

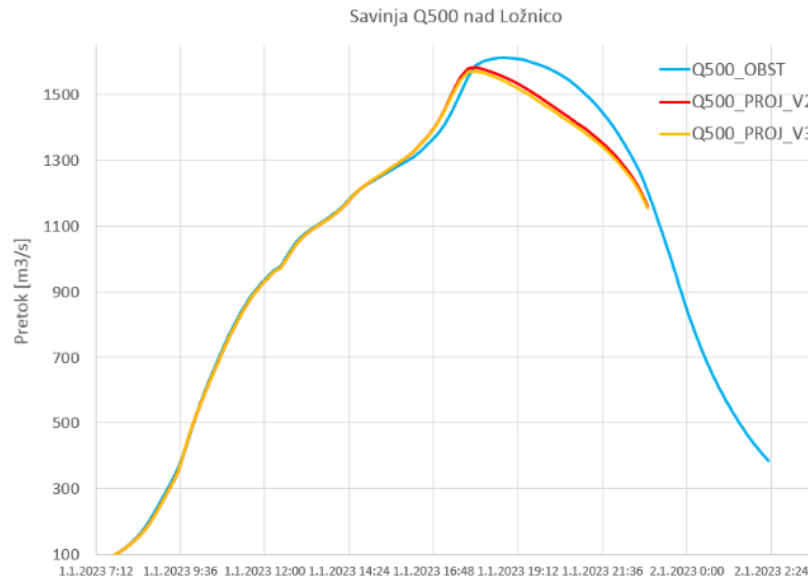


Diagram 13: prikaz vpliva zadrževanja v zadrževalniku Letuš na režim Savinje (nad Ložnico) pri Q500

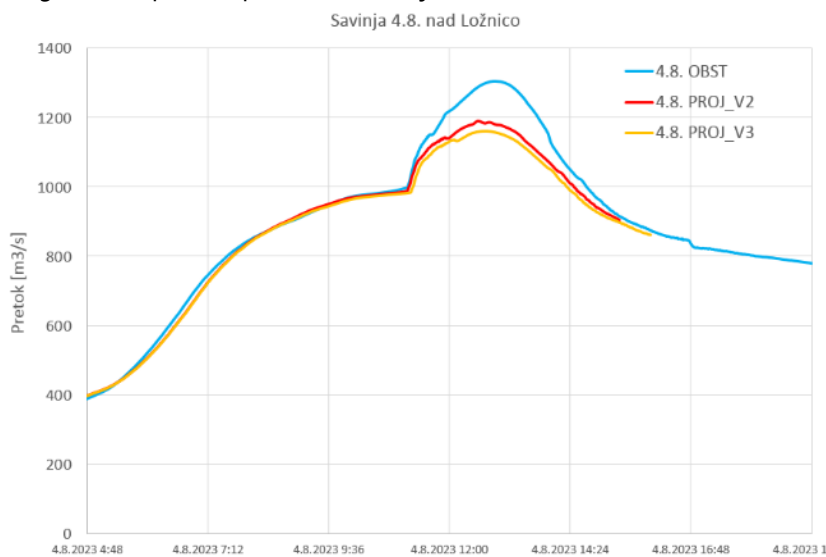


Diagram 14: prikaz vpliva zadrževanja v zadrževalniku Letuš na režim Savinje (nad Ložnico) pri ponovitvi dogodka 4.8.

4 VARIANTA 3 – VEČJI ZADRŽEVALNIK LETUŠ (IZSELITEV GMAJNE, OHRANITEV ROJ IN PODGORE)

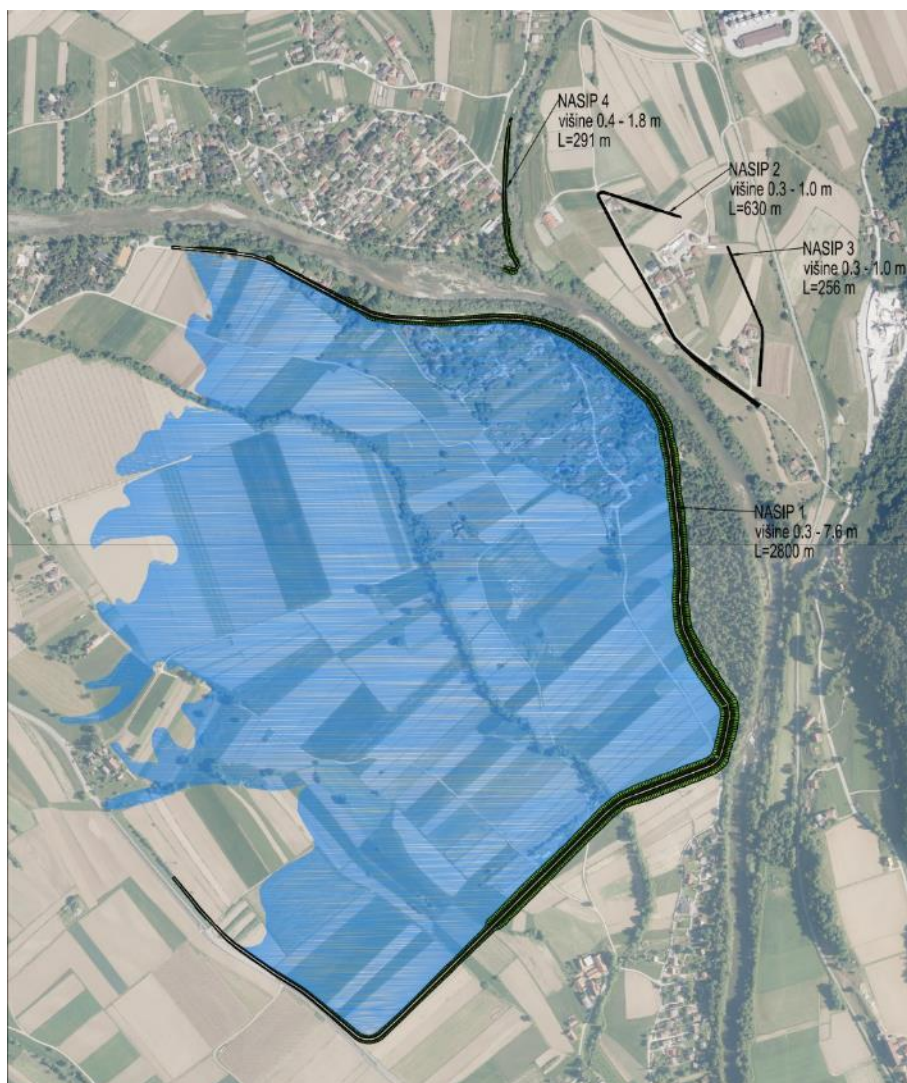
Varianta 3 predvideva izvedbo večjega zadrževalnika Letuš, naselje Gmajna se izseli, Roje in Podgora pa se ohranijo in za nasipi ščitijo na $Q_{100} + 75$ cm (Slika 20). Zadrževalnik Letuš ima ob projektni koti gladine 306.5 m n.m. kapaciteto zadrževanja 2.3 M m^3 vode.

Pri analizi učinka delovanja zadrževalnika smo, zaradi realno možnih odklonov od optimalnega obratovanja, pri vseh variantah upoštevali 90% izkoristek efektivnega volumna, kar za predmetni primer zadrževalnika znaša $V_{\text{efekt.}} = 2.07 \text{ M m}^3$.

Izračun vpliva delovanja zadrževalnika se je izvedel po principu maksimalnega možnega učinka, kar pomeni, da smo za vsaki razpoložljivi volumen določili pretok Savinje, pri katerem bi ob razbremenjevanju v zadrževalniku dosegli efektivni volumen zadržane vode. Obratovanje torej ni definirano po nekem predhodno določenem protokolu, temveč je prilagojeno vsaki situaciji posebej. Realno bo za sistem zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini definiran protokol obratovanja, ki bo primarno vezan na pretok v strugi, aktiviranje zadrževalnikov pa bo z določenimi zaporednimi procesi vplivalo na visokovodno krivuljo. Za primer samo enega zadrževalnika, ki sam nima bistvenega (ciljnega) vpliva na vodni režim do Celja, je uporaba posebnih predhodno definiranih protokolov neprimerna – obratovanje se prilagaja aktualni visokovodni situaciji.

V primeru variante 3 bi bilo možno 100-letni poplavni val s konico $768 \text{ m}^3/\text{s}$ znižati na val s konico $614 \text{ m}^3/\text{s}$ (za $154 \text{ m}^3/\text{s}$; Diagram 9), pri 500-letnem pojavu je možno znižanje iz $1107 \text{ m}^3/\text{s}$ na $934 \text{ m}^3/\text{s}$ (za $173 \text{ m}^3/\text{s}$; Diagram 10).

Kot dodatni projektni pogoj, ki je prišel do izraza šele pri pretokih nad Q_{500} , pa je bil upoštevan tudi maksimalni možni dotok v zadrževalnik preko vtočnega objekta v višini $250 \text{ m}^3/\text{s}$. Tako bi lahko ob ponovitvi pojava 4.8. z zadrževalnikom Letuš zmanjšali konico iz 1383 na $1133 \text{ m}^3/\text{s}$ (za $250 \text{ m}^3/\text{s}$; Diagram 11).



Slika 20: prikaz ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti po varianti 3

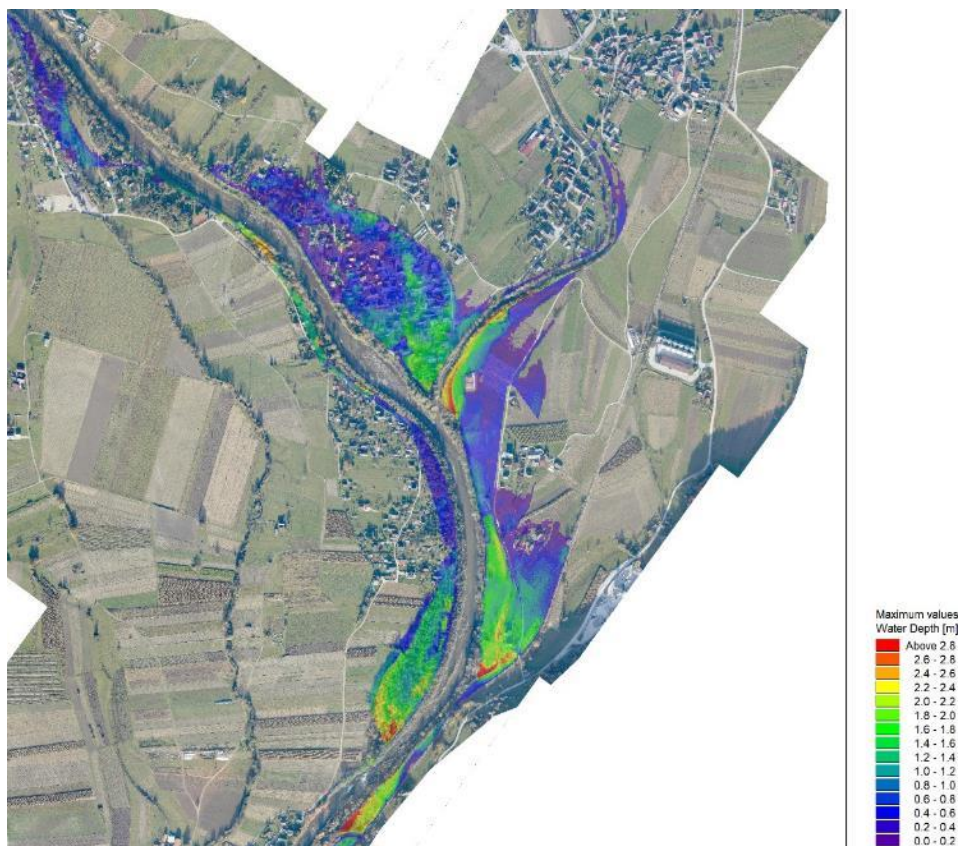
V primeru 100-letnega visokovodnega dogodka sta naselji Roje in Podgora varovana pred poplavo Savinje s 75 cm varnostne višine. Zaradi optimalnejšega razlivanja v zadrževalni prostor v primerjavi s prvo varianto (prosto prelivanje preko kmetijskih površin na desnem bregu) so gladine v Savinji v primerjavi s prvo varianto približno 35 cm nižje, posledično so nižje tudi načrtovane ureditve (pri ekonomski oceni smo, kljub 5 cm nižjim gladinam, upoštevali enak obseg protipoplavnih ukrepov, kot pri varianti 2). Pri 500-letnem pojavu se gladine, podobno, kot pri varianti 1 in 2, vzpostavijo približno na nivoju krone/vrha protipoplavnih ureditev in modelno še ne prelivajo na varovana območja (Roje).

Ob ponovitvi dogodka 4.8. bi vode, kljub zadrževanju, lahko prelile na območje Roj. Vzpostavljene gladine bi bile v povprečju 0.1-0.5 m nižje od gladin, ki so se pojavile ob dogodku 4.8. (Slika 21, 22).

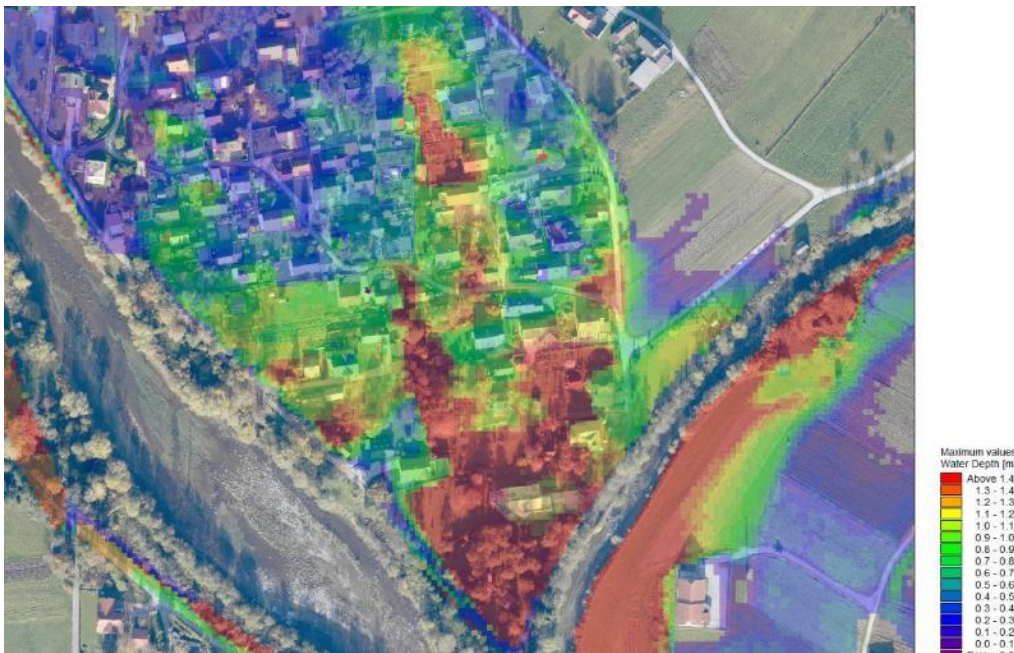
Zaradi možnosti preplavitve poseljenih območij, bi bilo potrebno, kot varovalni ukrep, predvideti tudi evakuacijo. Način evakuacije ter pomen sprožilnih pretokov in evakuacijskih časov je opisan

že pri varianti 1 in se generalno ne spreminja – sprožilni mehanizem za začetek evakuacijskega postopka je, kot je pri varianti 1 opisan za Roje.

Ob začetku evakuacije Roj je potrebno najprej pristopiti k izselitvi območja, kjer je v primeru prelitja nasipov pričakovati največje globine poplavne vode (Slika 22). To je območje najnižjega terena, kamor bi se v primeru prelitja nasipov vode začele najprej akumulirati. Zaradi omejene velikosti območja naselja obdanega z nasipi, bi gladine akumulirane vode lahko hitro naraščale, kar bi v primeru morebitne neuspešne/nepravočasne predhodne evakuacije prebivalcev zelo hitro preprečilo možnost njihovega varnega umika s poplavnega območja. Območje, kjer bi bilo v Rojah najprej potrebno zagotoviti evakuacijo (možnost pojava globin vode v povprečju nad 1.5 m), je območje objektov s hišnimi števkami: Rečica ob Paki 48, 49H, 49I, 49J, 49K, 49M in Letuš 105, 174, 174A. Druga prioriteta evakuacije so objekti, kjer se v primeru prelitja nasipa lahko pojavijo globine vode v povprečju nad 0.8 m: Rečica ob Paki 48A, 48B, 48C, 49, 49A, 49B, 49C, 49D, 49E, 49F, 49G, 51B in Letuš 149, 151, 158A, 170, 171, 171A, 171B, 171C, 171D, 175A. Tretja prioriteta objekti Letuš 114, 114B, 114C, 114D, 168, 172A, 173 in 175. Predhodno omenjene pričakovane globine vode ne pomenijo, da so objekti preplavljeni s tako globino vode (nekateri imajo dvignjena pritličja ali so izvedeni na nekoliko dvignjenemu terenu), temveč, da so obdani s tako globoko vodo, kar jim v primeru preplavitve onemogoča evakuacijo. Enako priporočilo za fazno evakuacijo velja za vse obravnavane variante, pri katerih je območje Roj lahko ob izjemnih primerih prelitja varovalnih nasipov poplavljen.



Slika 21: poplavnost območja v primeru izvedbe ukrepov po varianti 3



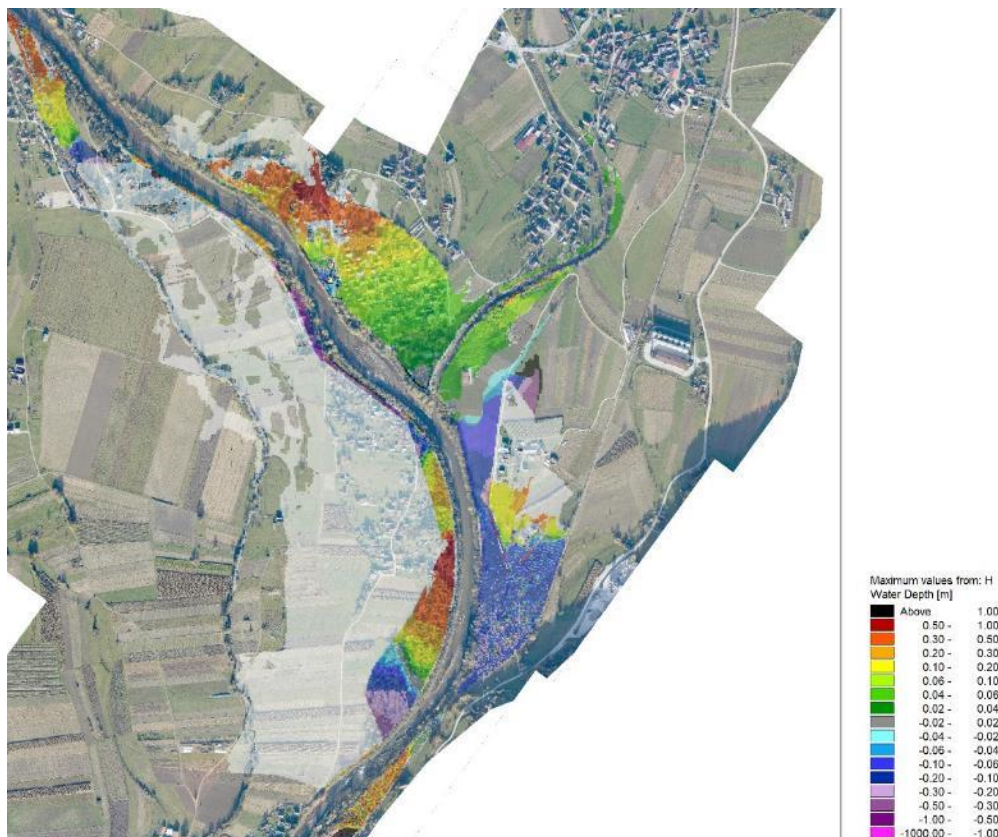
Slika 22: območje največjih globin poplavne vode na območju Roj v primeru preplavitve nasipa



Slika 23: Prikaz prioritete v primeru evakuacije – rdeča barva, prva prioriteta – ob ponovitvi dogodka 4.8. možnost pojava globine vode nad 1.5 m, oranžna barva, druga prioriteta – možnost pojava globin med 0.8 in 1.5 m, rumena barva, tretja prioriteta – možnost pojava globin med 0.5 in 0.8 m, modra barva - preostala območja (globine do 0.5 m, neposeljena območja, kjer evakuacija ni potrebna)

Poplavno ogroženost Roj bi bilo možno še dodatno zmanjšati v primeru, če bi se lahko viški vod, podobno, kot pri varianti 1, v izjemnih primerih prelivali preko desnega brega Savinje v zadrževalni prostor. Ta pristop zahteva izvedbo zelo obsežnih evakuacijskih organov na zadrževalniku. Zadrževalnik se trenutno načrtuje v okviru DPN in odločitev o tovrstni možnosti prelivanja še ni bila sprejeta, zato je v predmetnem izdelku nismo upoštevali.

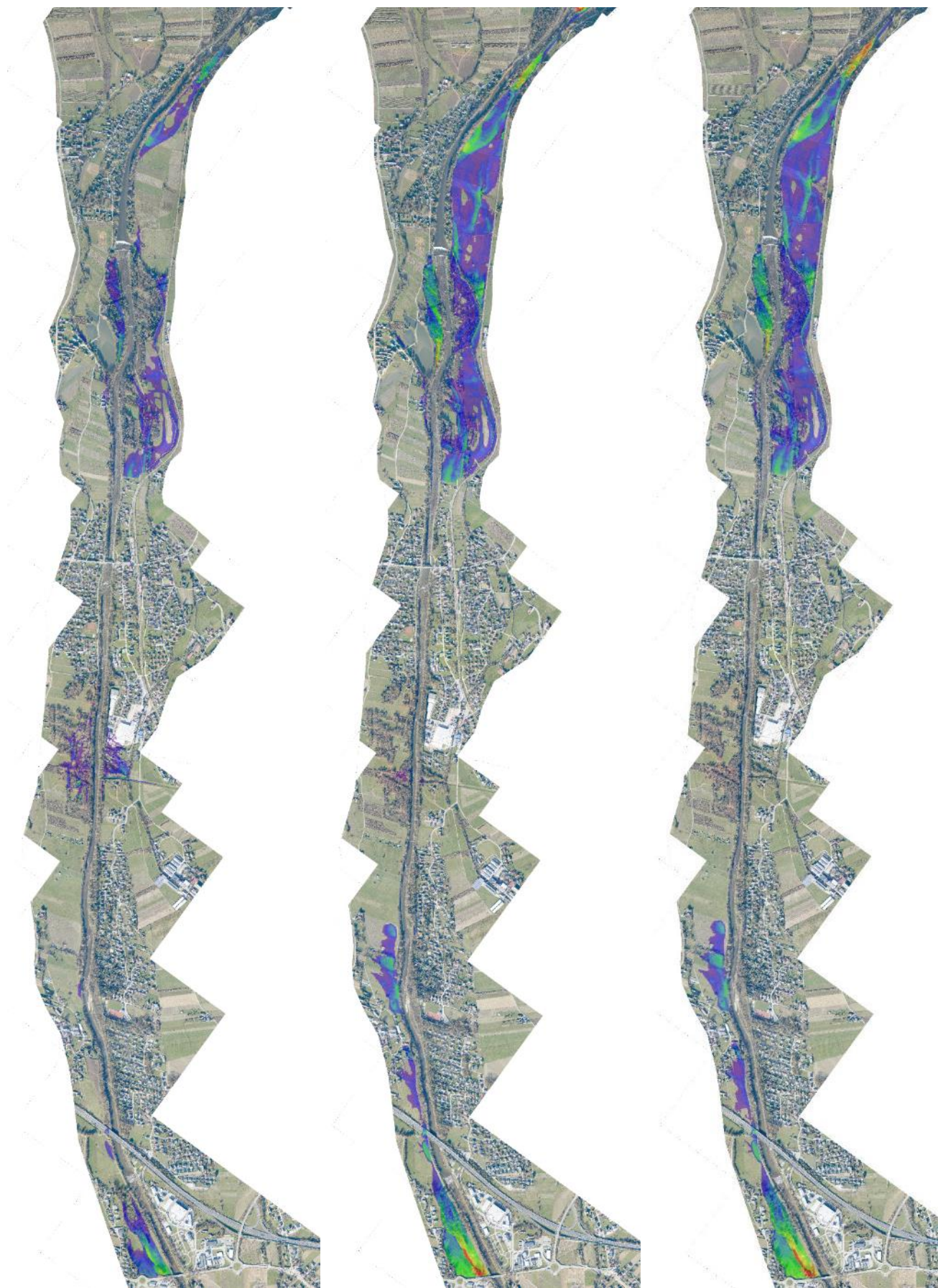
V primeru odločitve o izselitvi nekaterih prebivalcev in odstranitvi objektov (najbolj potencialno ogroženi so na območju sotočja) bi bilo smiselno teren ohraniti na obstoječih kotah, saj bi ta depresija lahko služila kot podporno območje za obvladovanje dotokov podtalnice in lastnih površinskih vod (akumulacijski bazen). Tudi sicer predlagamo, da se lokalne depresije znotraj naselja ne zasipavajo. V primeru delne izselitve, bi se število prebivalcev na poplavno ogroženem območju zmanjšalo, kar bi po drugi strani skrajšalo potrebne evakuacijske čase in s tem naredilo evakuacijo bolj obvladljivo, aktivacije evakuacijskega načrta pa bi bile redkejše.



Slika 24: primerjava gladin v primeru ponovitve pojava 4.8. ob izvedbi ukrepov po varianti 3

Kot gorvodno navedeno, ima izvedba predmetne ureditve pozitiven vpliv na zmanjšanje visokovodne konice dolvodno.

Glede na dokaj podobno znižanje konice Savinje, kot bi bilo v primeru Variante 2 (razlika med V2 in V3 pri Q100 znaša 18 m³/s, pri Q500 16 m³/s in v primeru 4.8. brez razlike v konici), se prikazi poplavnosti na odseku do Celja bistveno ne razlikujejo od variante 2. V primeru 100-letnih visokih vod se gladine na odseku Ločica – Letuš (ob upoštevanju ureditev Savinje po NOO projektu) toliko znižajo, da ostanejo poplavna le nekatera manjša, lokalno omejena območja ob strugi Savinje. Z večanjem pretokov se obseg poplav sicer povečuje, vendar ostaja znotraj za to predvidenih površin – poplavnih območij. Tudi v primeru ponovitve dogodka 4.8. bi se visoke vode ne razlile preko načrtovanih protipoplavnih ureditev (Slika 25).



Slika 25: poplavnost Savinje na odseku med malimi Braslovčami in Ločico za pojave Q100 (levo), Q500 (na sredini) in Q4.8. (desno) v primeru izvedbe ukrepov na območju Letuša po varianti 3

Pozitiven vpliv zadrževanja na območju nad Malimi Braslovčami se kaže tudi na odseku med Ločico in Celjem. Na tem odseku se v primeru 100-letnega pojava tako zmanjša območje preplavitve, za 20 – 50 cm pa se znižajo tudi gladine na poplavnem območju (ki vključuje tudi poseljena območja) (Slika 26). Razlika v gladinah med varianto 2 in 3 je (zaradi majhne razlike v petoku) 3 cm. Učinek na tem odseku je znaten.



Slika 26: razlika v dosegu in višini poplave pri 100-letnem pojavu na odseku med Ločico in Celjem; bela območja so območja, ki niso več poplavljen

Pri 500-letnem pojavu se gladinsko stanje v obravnavanemu prostoru zniža v povprečju za 5-10 cm (Slika 27), obseg poplave pa se bistveno ne zmanjša, ker je razlika v gladinah med obstoječim in načrtovanim stanjem sorazmerno majhna, poplavljen pa je praktično že širše dolinsko dno. Razlika v gladinah med varianto 2 in 3 je 1 cm.



Slika 27: razlika v dosegu in višini poplave pri 500-letnem pojavu na odseku med Ločico in Celjem ob upoštevanju variante 3 ukrepov v Letušu

Ob morebitni ponovitvi dogodka 4.8. bi se gladinsko stanje (ob predhodni izvedbi ukrepov po varianti 2 na območju Letuša) na območju nad Celjem znižalo za 10 – 30 cm (Slika 28). Na območju protipoplavnih ukrepov nad Špico v Celju, kjer je 4.8. do prelitja manjkalo slabih 10 cm, bi se varnostna višina povečala za 30 cm. Razlika v gladinah med varianto 2 in 3 je 3 cm.



Slika 28: razlika v dosegu in višini poplave pri ponovitvi dogodka 4.8 na odseku med Ločico in Celjem

Vpliv variante 2 na odseku do Celja je pri ponovitvi dogodka 4.8. večji, kot pri pojavu Q500. To je posledica oblike poplavnega vala 4.8., ki je bil strm, kratek, z visoko konico in podpovprečnim volumnom, ki je na območju Braslovč presegal 500-letni pojav, na prehodu proti Celju pa se je zaradi razlivanja in zadrževanja preoblikoval v približno 100-letni pojav.

Iztočni hidrogrami (*Diagram 12 – 14*) imajo v konici oblikovano grbo, ki je posledica kombinacije toka po strugi (hitrejši) in toka po poplavnem območju (počasnejši), ki se nad Špico v Celju združita.

V primeru 100-letnega pojava in izvedbe ukrepov po Varianti 3 na območju Letuša se konica poplavnega vala Savinje nad Ložnico iz 1174 m³/s zniža na 1063, t.j. za 111 m³/s.

Pri 500-letnem pojavu se konica iz 1613 m³/s zniža na 1571 m³/s, t.j. za 42 m³/s.

Pri ponovitvi pojava 4.8. bi se konica iz 1303 m³/s znižala na 1162 m³/s, t.j. za 141 m³/s.

Manjši vpliv zadrževalnika Letuš na konico pri 500-letnem pojavu je posledica bistveno daljšega poplavnega vala, kot je bil pri dogodku 4.8. in večjega volumna, na katerega ima zadrževalnik Letuš le omejen vpliv. Realni vpliv zadrževalnika Letuš na 500-letni pojav bo po izgradnji celotnega sistema zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini pomembno večji, ker bo z velikim razpoložljivim volumnom imel pomemben delež (15-20%) skupne zadrževalne kapacitete, ki bo optimalno uravnavana.

Glede na iz vrednotene vplive lahko ugotovimo, da bi imeli ukrepi, izvedeni na območju Letuša, po varianti 3 največji vpliv pri 100-letnem pojavu, saj v tem primeru pride do največjega znižanja gladin in dosegov poplave v primerjavi z obstoječim stanjem. V primeru izvedbe obravnavanega zadrževalnika v Letušu pri Q100 ne bi več prišlo do prelitja visokih vod Savinje na območje mesta Celje.

Zadrževanje na območju Letuša ima pomemben vpliv na znižanje poplavnih gladin in posledično zmanjševanje poplavne ogroženosti Savinje praktično do izliva v Savo.

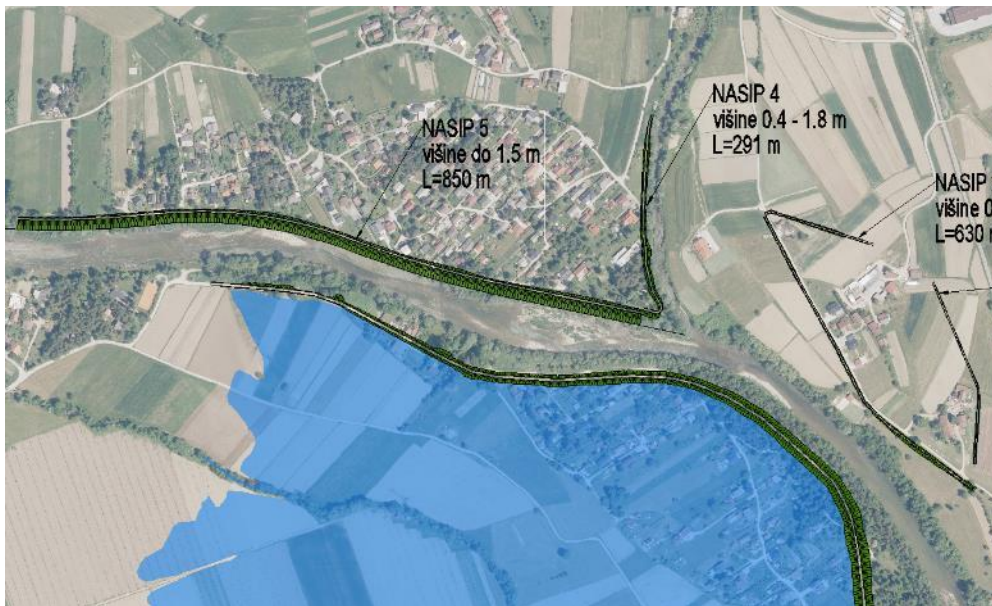
5 VARIANTA 3.1 – VEČJI ZADRŽEVALNIK LETUŠ (IZSELITEV GMAJNE IN PODGORE, (DELNA) OHRANITEV ROJ, DODATNO VAROVANJE ROJ)

Varianta 3.1 ob popolni izselitvi Gmajne in Podgore predvideva možnost izvedbe levobrežnega nasipa ob Savinji v dolžini 850 m, ki bi (ob sočasni izvedbi zadrževalnika Letuš) preprečeval razlivanje visokih vod Savinje v primeru morebitne ponovitve dogodka 4.8.. Nasip bi bil na območju najnižjega terena visok 1.5 m, sicer pa bi bila njegova povprečna višina do 1 m. Sočasno z izvedbo nasipa bi se nekoliko tlorisno modificiralo tudi potek struge Savinje, ki bi jo na odseku mimo Roj nekoliko izravnali, da ne bi več prihajalo do prekomernih bočnih hidrodinamičnih obremenitev in neobvladljivih erozijskih procesov na brežinah (*Slika 29*).

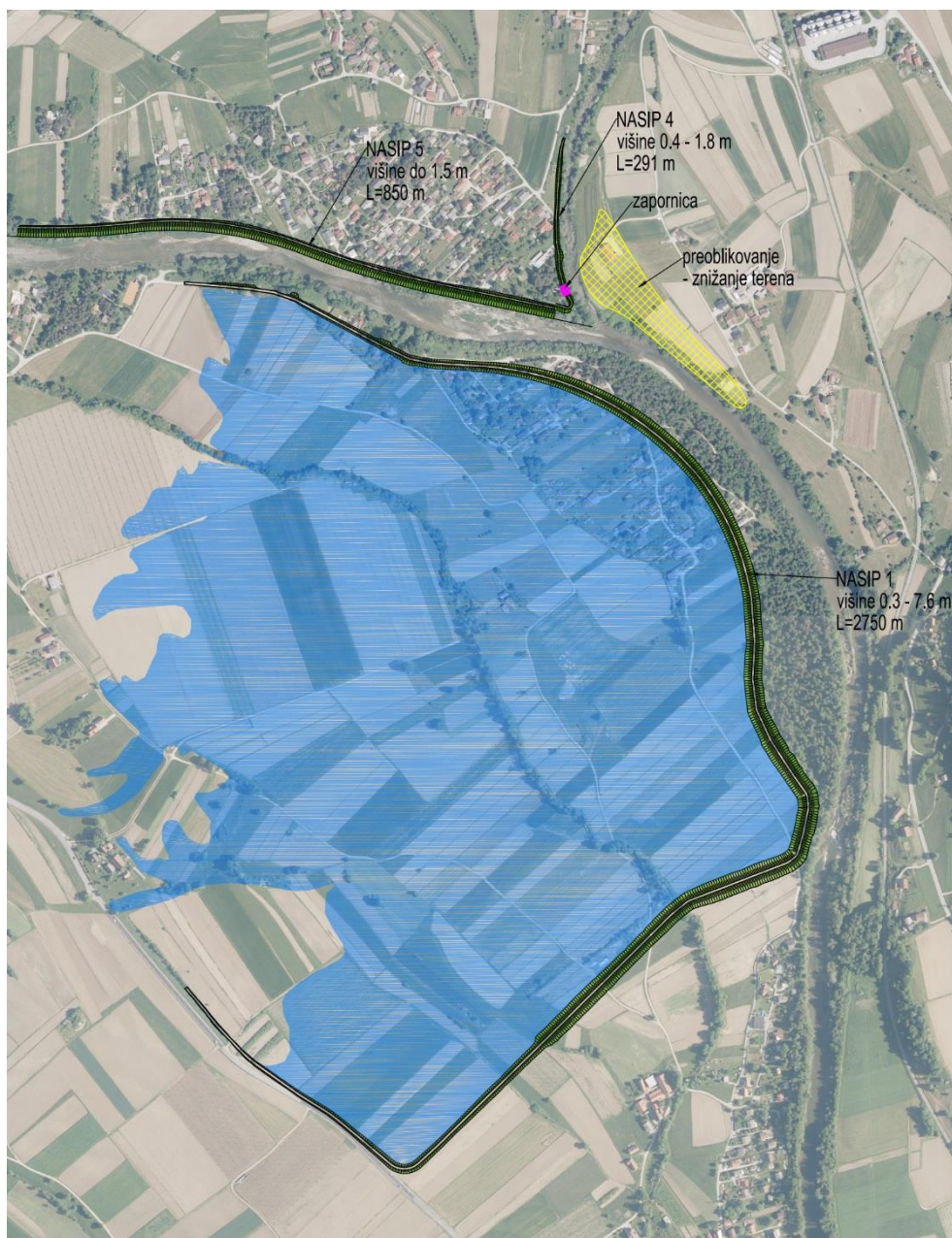
Nasipi ob Paki bi bili izvedeni, kot po osnovni varianti 3, t.j. Q100 + 75 cm, pri čemer bi bila v nasipu na območju sotočja izvedena zapornica okvirne dimenzije 2 x 2 m, ki bi, ob nižjem nivoju

Savinje, omogočala evakuacijo morebitnih izcednih in lastnih vod, ki bi se nabirale v depresijskem delu Roj v Pako/Savinjo.

V primeru delne izselitve Roj in poglobitve najnižjega območja danes urbaniziranega področja, bi lahko v zaledju nasipov predvideli tudi vzpostavitev vodnega biotopa, ki bi se napajal s povratno vodo iz Pake. V primeru dviga gladine Savinje/Pake, bi se zapornica avtomatsko zaprla in preprečila vdor vod iz reke v zaledje. V primeru vzpostavitve višje gladine lastnih/izcednih vod od gladine na Paki, bi se zapornica zopet odprla in omogočila gravitacijski odtok akumuliranih lastnih/izcednih vod.

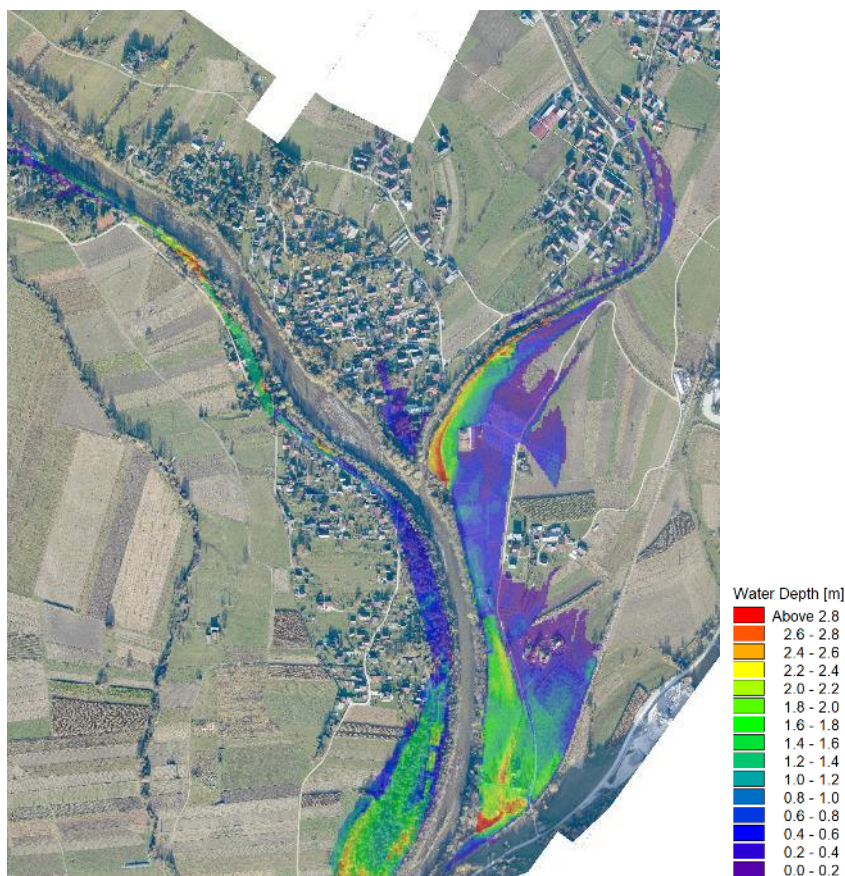


Slika 29: Osnovna varianta 3.1 (gradivo z dne 5.6) – možnost dodatne zaščite Roj z levobrežnim nasipom ob Savinji (nasip 5)



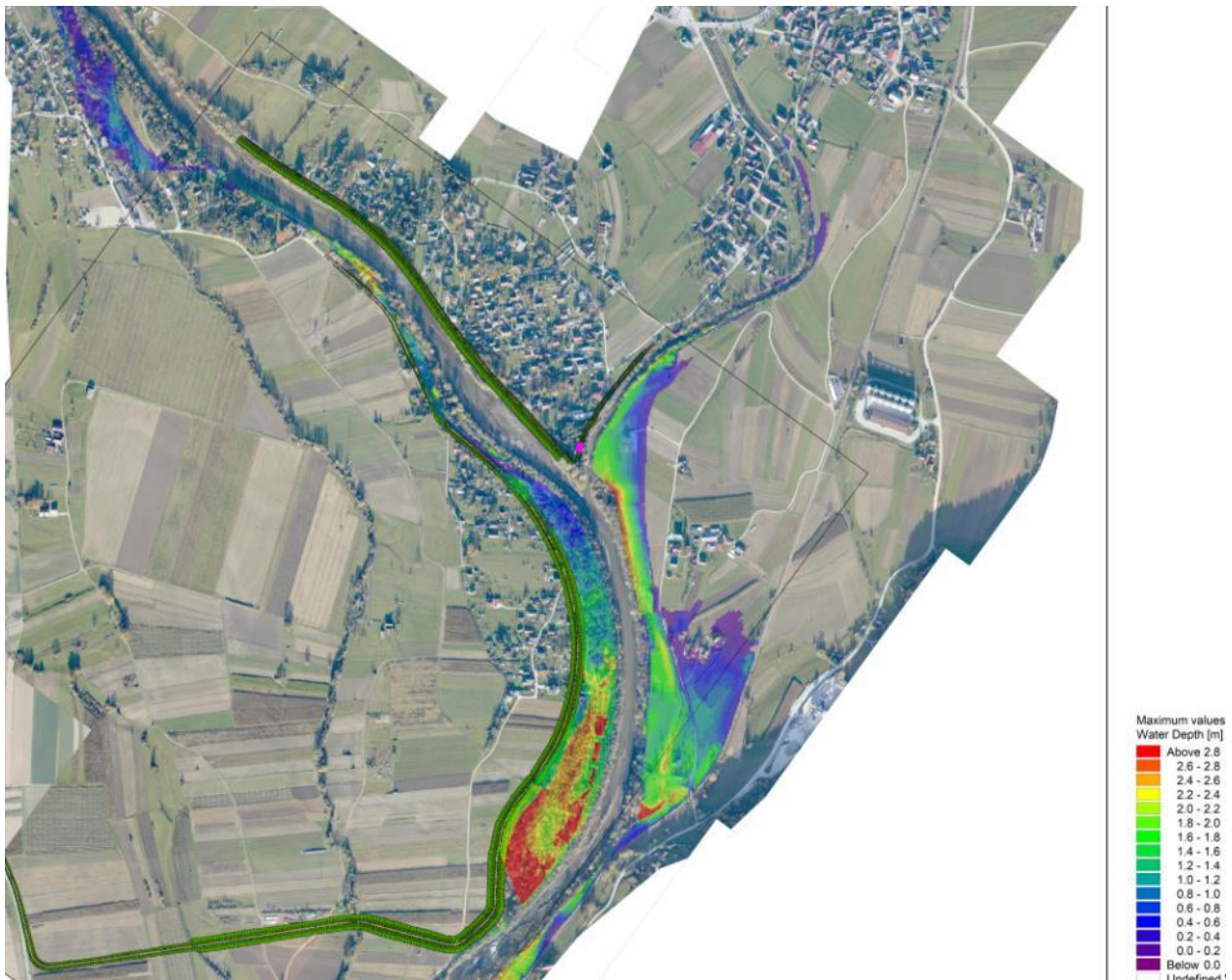
Slika 30: Optimizirana varianta 3.1 – možnost dodatne zaščite Roj z levobrežnim nasipom ob Savinji (nasip 5), izvedbo zapornice na nasipu ob Paki, znižanje terena ob levem bregu Pake/Savinje na sotočju ter odmik nasipa zadrževalnika Letuš v zaledje

Hidravlična preveritev prve variante možne ureditve (gradivo z dne 5.6.; Slika 29) je pokazala, da bi ob ponovitvi dogodka 4.8. in optimalnem delovanju zadrževalnika Letuš z znižanjem konice za $250 \text{ m}^3/\text{s}$, visoke vode komajda zatele na območje Roj. Dodaten nasip ob Savinji bi tako preprečil zatekanje poplavnih vod iz Savinje na območje Roj, kot je to izkazovala predhodna varianta 3.



Slika 31: Poplavnost po osnovni varianti 3.1 (5.6.2024) ob ponovitvi dogodka 4.8. in optimalnem delovanju zadrževalnika Letuš

Z optimizacijo osnovne projektne rešitve (Slika 29), kot je prikazana na Sliki 30 (odstranitev zaščite Podgore in odstranitev zaselka Podgora, razširitev pretočnega prereza Savinje in Pake na levem bregu na območju njenega sotočja in odmikom nasipa zadrževalnika Letuš v notranjost (povečanje prelivnega koridorja, ohranitev obvodnega – poplavnega gozda), pa ob ponovitvi dogodka 4.8. in delovanju zadrževalnika Letuš ni več pričakovati zatekanja poplavnih vod na območje Roj (Slika 32). Gladine v strugi na sotočju so za primer 4.8. ob upoštevanju dodatnih optimizacij približno 60-70 cm nižje, kot v prvotnem primeru variante 3.1 (brez optimizacij) ter v enakem rangu tudi nižje od računskih gladin, ki bi se vzpostavile ob ponovitvi dogodka pri obstoječem stanju geometrije (brez izvedbe kakršnihkoli ukrepov).



Slika 32: Poplavnost po optimizirani varianti 3.1 ob ponovitvi dogodka 4.8. in optimalnem delovanju zadrževalnika Letuš

Smiselno bi tudi bilo, da je zadrževalnik Letuš načrtovan na način, da je desnobrežni nasip ob Savinji nižji od levega in da bi ob izjemnih primerih dopuščal prelivanje visokih vod Savinje na območje zadrževalnika (pasovno, ne samo skozi vtočni objekt).

V vmesnem času med odstranitvijo Gmajne in izgradnjo ukrepov za zaščito Roj ter izgradnjo zadrževalnika Letuš, bi bilo smiselno tudi odstraniti nasipe na desnem bregu Savinje, ki so bili namenjeni varovanju Gmajne. S tem se bo aktivirala možnost razbremenjevanja visokih vod preko desnega brega na celotnem odseku med Letušem in Malimi Brasovčami in s tem razbremenila hidravlični pritisk na levi breg. Nad Malimi Brasovčami bo prelite vode nazaj v Savinjo usmerjal prečni nasip, ki je načrtovan v sklopu NOO Projekta Ločica – Letuš.

Varianta 3.1 je torej smiselna in jo je možno strokovno utemeljiti – nasipe nad siceršnjim projektnim izhodiščem (Q100 + 75 cm) je priporočljivo izvesti zaradi raznovrstnih možnih načinov upravljanja z zadrževalnikom, npr. tudi (začasno) neodprtje v določenih primerih, kar bi se neposredno izkazalo z gladinskim stanjem na odseku Savinje mimo Roj.

Ne glede na ureditve, s katerimi bi še zmanjšali poplavno nevarnost na širšem območju sotočja, pa bi območje Roj še vedno ostalo kot poplavno potencialno ogroženo območje.

Dolvodni vpliv variante 3.1 do Celja ni bil posebej analiziran, je pa vpliv enakega ranga (pozitiven), kot pri osnovni varianti 3.

6 VARIANTA 4 – ZADRŽEVALNIKA LETUŠ IN ROJE (IZSELITEV GMAJNE, ROJ IN PODGORE)

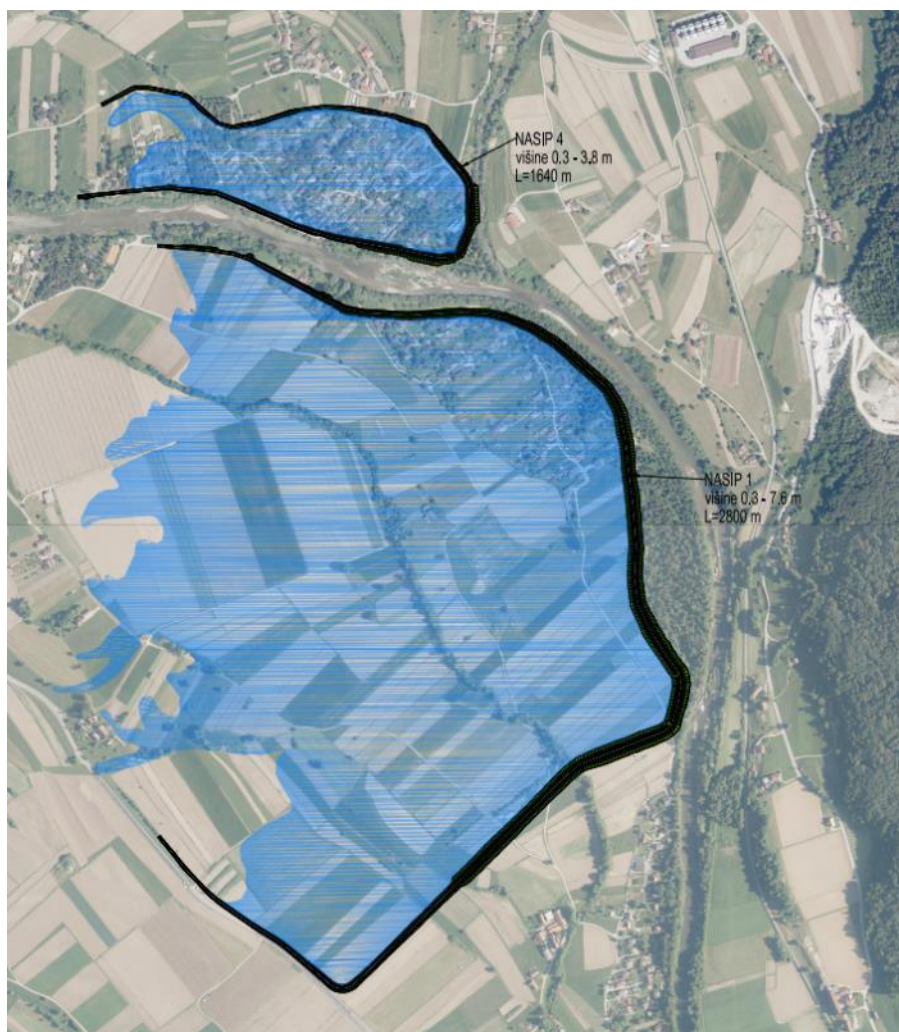
Varianta 4 predvideva izvedbo večjega zadrževalnika Letuš in dodatnega zadrževalnika na območju Roj. Naselja Gmajna, Roje in Podgora se odstranijo. Zadrževalnik Letuš ima ob projektni koti gladine 306.5 m n.m. kapaciteto zadrževanja 2.3 M m³ vode, zadrževalnik Roje pa ob enaki projekti višini in upoštevani dodatni optimizaciji prostora (poglobitvi terena) 150,000 m³. Skupno imata kapaciteto 2.45 M m³.

Pri analizi učinka delovanja zadrževalnika smo, zaradi realno možnih odklonov od optimalnega obratovanja, pri vseh variantah upoštevali 90% izkoristek efektivnega volumna, kar za predmetni primer zadrževalnika znaša $V_{\text{efekt.}} = 2.2 \text{ M m}^3$.

Izračun vpliva delovanja zadrževalnika se je izvedel po principu maksimalnega možnega učinka, kar pomeni, da smo za vsaki razpoložljivi volumen določili pretok Savinje, pri katerem bi ob razbremenjevanju v zadrževalniku dosegli efektivni volumen zadržane vode. Obratovanje torej ni definirano po nekem predhodno določenem protokolu, temveč je prilagojeno vsaki situaciji posebej. Realno bo za sistem zadrževalnikov v Spodnji Savinjski dolini definiran protokol obratovanja, ki bo primarno vezan na pretok v strugi, aktiviranje zadrževalnikov pa bo z določenimi zaporednimi procesi vplivalo na visokovodno krivuljo. Za primer samo enega zadrževalnika, ki sam nima bistvenega (ciljnega) vpliva na vodni režim do Celja, je uporaba posebnih predhodno definiranih protokolov neprimerna – obratovanje se prilagaja aktualni visokovodni situaciji.

V primeru variante 4 bi bilo možno 100-letni poplavni val s konico 768 m³/s znižati na val s konico 607 m³/s (za 161 m³/s; *Diagram 9*), pri 500-letnem pojavu je možno znižanje iz 1107 m³/s na 926 m³/s (za 181 m³/s; *Diagram 10*).

Kot dodatni projektni pogoj, ki je prišel do izraza šele pri pretokih nad Q500, pa je bil upoštevan tudi maksimalni možni dotok v zadrževalnik preko vtočnega objekta v višini 250 m³/s. Tako bi lahko ob ponovitvi pojava 4.8. z zadrževalnikom Letuš zmanjšali konico iz 1383 na 1133 m³/s (za 250 m³/s; *Diagram 11*).



Slika 33: prikaz ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti po varianti 4

Glede na ugotovitve hidravlične analize vpliva zadrževanja na območju Letuša na dolvodna območja za varianti 2 in 3, kjer je bilo ugotovljeno, da so na območju nad Celjem razlike v vplivu med variantama v rangu od 1 do 3 cm za vse obravnavane primere, lahko ugotovimo, da bi bil dolvodni vpliv variante 4 na vodni režim praktično enak, kot vpliv variante 3. Varianta 3 je glede na varianto 2 imela 8 – 16 m³/s nižje pretoke v Savinji in 1-3 cm vpliv nad Celjem. Varianta 4 ima glede na varianto 3 7-8 m³/s nižje pretoke, kar bi se (glede na rezultate analize variante 3) rezultiralo z 0-2 cm vpliva. Zaradi zanemarljivega dodatnega vpliva variante 4 nismo posebej računali do Celja, za potrebe ekonomske analize se lahko uporabijo podatki variante 3.

Iz podanih parametrov lahko ugotovimo, da izvedba dodatnega zadrževalnika Roje (poleg Letuša) nima bistvenega vpliva na dolvodna območja in ga s hidrotehničnega vidika, glede na druga, primernejša, neposeljena območja, ne priporočamo.

7 ZAKLJUČEK

Na osnovi načrtovanja ukrepov ter njihove hidravlične preverbe lahko povzamemo sledeče zaključke:

Varianta 1:

- Območje Gmajne, Roj in Podgore je možno varovati pred Q100, rešitev je tudi odporna na pričakovane podnebne spremembe.
- Pri pojavu Q500 bi bile predvidene ureditve na meji preplavitve; modelno (teoretično) tudi pri Q500 preplavitev varovanih območij še ni izkazana.
- Ob ponovitvi dogodka 4.8. bi bili območji Roj in Gmajne sicer preplavljeni – v manjšem obsegu in z manjšimi globinami poplavne vode, kot ob dejanskem dogodku, vendar pa se pomembno zmanjša pogostost preplavljanja tega območja (danes Roje že nad Q10, Gmajna pri Q100).
- Optimalna izvedba predlaganih ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti zahteva izselitev objektov Letuš 176, 177, 179 in 180.
- Objekta Letuš 111 in 112 se nahajata znotraj inducirane poplavne koridorja, kjer se pojavijo večje globine toka, kot pri obstoječem stanju, sočasno pa sta tudi na območju bodočega zadrževalnika Letuš, zato se predlaga njuna odstranitev.
- Ker se v primeru preplavitve Roj v zaledju nasipov lahko pojavijo globine vod preko 2 m ter ker bi se ob poplavnem dogodku prekinila tudi cestna povezava med Gmajno in Malimi Braslovčami (evakuacijska pot), je potrebno definirati evakuacijske načrte za umik ljudi s poplavnega območja in zaščito njihovih življenj. Za območje Roj je na str. 32 poročila opisana prioritetenost posameznih faz evakuacije naselja. Glede na odziv Občine Braslovče na tovrstni ukrep (daljši evakuacijski časi od prvotno ocenjenih) bi se morali evakuacijski postopki – vsaj aktivacija kriznega štaba in odločevalcev, izvajati tudi večkrat na leto.
- Predvsem za območje Roj je pred morebitnim nadaljevanjem načrtovanja protipoplavnih ukrepov potrebno pridobiti podatke o podtalnici, njenih tokovih, nivoju ter geološki sestavi tal na širšem območju obravnave. Na osnovi teh podatkov bo lahko izbrana ustreznost rešitev za zaščito Roj pred visoko talno vodo ter znana potreba po kapaciteti črpališč padavinskih, morebiti tudi izcednih vod.
- Projektne rešitve, prikazane v predmetnem izdelku bo možno v kasnejših fazah izdelave dokumentacije prilagajati in nadgrajevati (zaščita Roj pred zalednimi vodami, ureditev izlivnega odseka Pake).

Varianta 2:

- Območje Gmajne, Roj in Podgore je možno varovati pred Q100, rešitev je tudi odporna na pričakovane podnebne spremembe.
- Pri pojavu Q500 bi bile predvidene ureditve ob Savinji na meji preplavitve; modelno (teoretično) tudi pri Q500 preplavitev varovanih območij še ni izkazana.
- Zadrževalnik Letuš ima pomemben vpliv na znižanje visokovodnih konic praktično do izliva Savinje v Savo. Zmanjšanje konice do Celja znaša od 136 pri Q100 do 250 m³/s v primeru ponovitve dogodka 4.8.

- Območji naselij Gmajna in Roje (Podgora je manj poplavno ogrožena) bi v izjemnih primerih visoke vode še vedno lahko preplavile (ponovitev pojava 4.8.). Gladine bi bile sicer nižje od gladin pri dejanskem dogodku 4.8..
- Zaradi možnosti preplavitve ob izjemnih dogodkih, je potrebno definirati evakuacijske načrte za umik ljudi s poplavnega območja in zaščito njihovih življenj. Glede na odziv Občine Braslovče na tovrstni ukrep (daljši evakuacijski časi od prvotno ocenjenih) bi se morali evakuacijski postopki – vsaj aktivacija kriznega štaba in odločevalcev, izvajati tudi večkrat na leto. Za območje Roj je na str. 32 poročila opisana prioritetenost posameznih faz evakuacije naselja, na območju Gmajne ni pričakovati tako velikih globin vode v primeru prelitja, zato za to območje prioritete niso definirane.

Varianta 3:

- Območje Roj in Podgore je možno varovati pred Q100, rešitev je tudi odporna na pričakovane podnebne spremembe.
- Pri pojavu Q500 bi bile predvidene ureditve ob Savinji na meji preplavitve; modelno (teoretično) tudi pri Q500 preplavitve varovanih območij še ni izkazana.
- Zadrževalnik Letuš ima pomemben vpliv na znižanje visokovodnih konic praktično do izliva Savinje v Savo. Zmanjšanje konice do Celja znaša od 154 pri Q100 do 250 m³/s v primeru ponovitve dogodka 4.8.
- Območje naselja Roje (Podgora je manj poplavno ogrožena) bi v izjemnih primerih visoke vode še vedno lahko preplavile (ponovitev pojava 4.8.). Gladine bi bile sicer nižje od gladin pri dejanskem dogodku 4.8..
- Zaradi možnosti preplavitve ob izjemnih dogodkih, je potrebno definirati evakuacijske načrte za umik ljudi s poplavnega območja in zaščito njihovih življenj. Glede na odziv Občine Braslovče na tovrstni ukrep (daljši evakuacijski časi od prvotno ocenjenih) bi se morali evakuacijski postopki – vsaj aktivacija kriznega štaba in odločevalcev, izvajati tudi večkrat na leto. Za območje Roj je na str. 32 poročila opisana prioritetenost posameznih faz evakuacije naselja.

Varianta 3.1:

- V osnovi enaki učinki in ugotovitve, kot pri varianti 3, pri čemer pa je preplavitev Roj, ob ponovitvi dogodka 4.8. in izvedbi dodatnih ukrepov na sotočju, preprečena.
- Ker bi bilo območje Roj še vedno potencialno poplavno ogroženo (pojav dogodka večje jakosti, kot 4.8.), bi bili evakuacijski postopki v določeni meri še vedno potrebni.

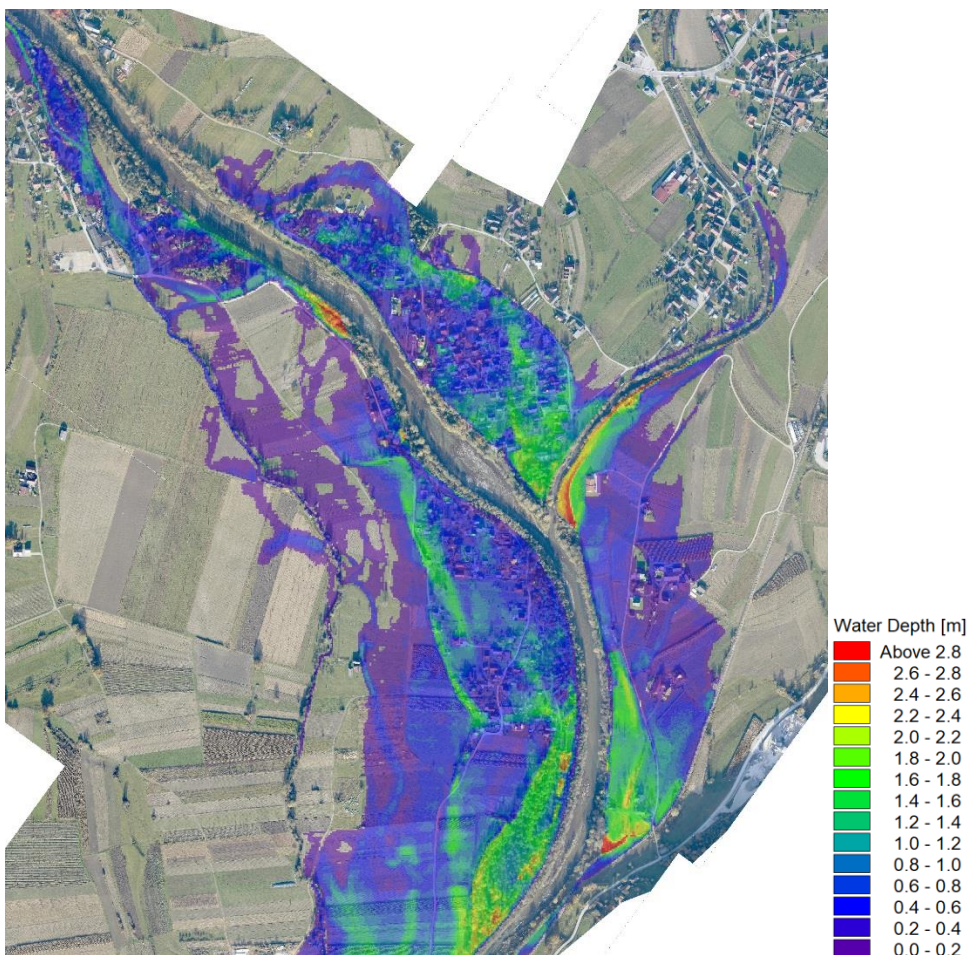
Varianta 4:

- Doprinos morebitnega dodatnega zadrževalnika na območju Roj k zmanjšanju poplavne ogroženosti v širšem prostoru je marginalno majhen, zato njegova izvedba s hidrotehničnega vidika ni smiselna.

Splošno

Ne glede na izbrani scenarij ureditve območja Letuša, se je potrebno v predmetnem gradivu ozreti tudi v prihodnost. Poleg podnebnih sprememb, ki nam prinašajo še intenzivnejše pojave in večje visokovodne pretoke rek, je po drugi strani v načrtu države predvidena tudi izvedba dodatnih protipoplavnih ureditev v zgornjem toku Savinje s pritoki. Kot pomembni so bili med drugim identificirani ukrepi, ki predvidevajo zadrževanje predvsem na Dreti s pritoki ter Paki na območju Velenja in Šoštanja. Zadrževanje je sicer predvideno tudi še vsaj na Lučnici. Ocenjuje se, da bi bilo možno, z aktivacijo zadrževanja gorvodno, visokovodne konice Savinje na območju Letuša znižati za 100-200 m³/s, v določenih specifičnih (a hidravlično ne merodajnih primerih) pa tudi več. Z izvedbo ukrepov gorvodno se bo torej, kljub danes poznanim in pričakovanim podnebnim spremembam, poplavna ogroženost Letuša dolgoročno še zmanjšala.

V kolikor se na območju Letuša ne izvedejo ukrepi za zmanjšanje poplavne nevarnosti, območji Roj in Gmajne ostajata poplavno ogroženi pri pojavih nad Q10 (Roje) in nad Q100 (Gmajna). Ob morebitni ponovitvi dogodka 4.8. bi se na najnižjih območjih Roj lahko pojavile globine vode nad 2 m.



Slika 34: poplavnost na območju Roj in Gmajne v primeru ponovitve dogodka 4.8. in neizvedbe ukrepov za zmanjšanje poplavne nevarnosti

Pripravil:
Miha Zidarič, u.d.i.g





REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA NARAVNE VIRE IN PROSTOR

DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE

Mariborska cesta 88, 3000 Celje

T: 01 478 31 00
E: gp.drsv@gov.si
www.dv.gov.si

Republika Slovenija
Služba vlade RS za obnovo
po poplavih in plazovih

Državna tehnična pisarna
Dimičeva ulica 12
1000 Ljubljana

Številka: 45500 -25/2022 – 219
Datum: 17. 6. 2024

Zadeva: Mnenje DRSV na vloge DTP – naselji Roje (Letuš)in Podgora v občinah
Braslovče in Šmartno ob Paki

Spoštovani,

Direkcija RS za vode (DRSV) je na podlagi Strokovnega mnenja Letuš in mnenja Strokovne posvetovalne skupine, ki jo je s Sklepom št. 012-1/2024-2560/8 imenoval minister za naravne vire in prostor, pod št. 45000-25/2022- 154 dne 14. 3 2024, izdala mnenje, ki se nanaša na pet (5) vlog Državne tehnične pisarne (DTP), z dne 20. 12. 2023 in 26. 1. 2024, za izdajo strokovne ocene za območje Roj in Gmajne v Letušu v občinah Braslovče in Šmartno ob Paki, dveh (2) samostojnih objektov v občini Braslovče.

Na podlagi dodatnih analiz in pridobljenih podatkov, sta bili dne 24. 4. 2024 in 24. 5. 2024, izdani še dve dodatni mnenji. Dne 16. 6. 2024 je bilo izdano ločeno mnenje za naselje Gmajna v občini Braslovče.

Posredujemo vam elaborat »Prostorska – urbanistična, krajinska in hidravlična preveritev možnih ureditev naselij Roje in Podgora v občinah Braslovče in Šmartno ob Paki«, LUZ d.d. s partnerji in podizvajalci, junij 2024, v katerem sta podrobneje razdelani dve varianti ureditve na levem bregu Savinje na območju sotočja Savinje in Pake, ki sta obdelani s hidravličnega, urbanističnega, krajinskega in ekonomskega vidika.

Obe varianti zadostita izhodišču, da obravnavani objekti v naseljih Roje in Podgora v primeru ponovitve dogodka 4. 8. 2023, ne bi bili poplavno ogroženi in sicer:

- Varianta A – odstranijo se vsi objekti
- Varianta B – odstrani se del objektov naselja Roje in v celoti naselje Podgora, del objektov naselja Roje se ščiti z ukrepi

Pripravila :
Alenka Zupančič

Mag. Neža Kodre
DIREKTORICA

Vročiti:

1. Naslovníku – zgoraj - po e-pošti (dtp@gi-zrmk.si),
2. Državna tehnična pisarna (DTP), vodja Blaž Dolinšek, Mitja Pekeč– po e- pošti, s prilogami

Priloge :

1. Elaborat »Prostorska – urbanistična, krajinska in hidravlična preveritev možnih ureditev naselij Roje in Podgora v občinah Braslovče in Šmartno ob Paki« (junij 2024)
2. Elaborat »Hidravlična analiza možnih protipoplavnih ukrepov na območju Letuša« (junij 2024)