

HIDROLOŠKO HIDRAVLICNA ŠTUDIJA ZA OPPN ZA POSLOVNO CONO SLOVENSKA VAS, EUP SLV-01

KONČNO POROČILO

Ljubljana, april 2025

HIDROLOŠKO HIDRAVLIČNA ŠTUDIJA ZA OPPN ZA POSLOVNO CONO SLOVENSKA VAS, EUP SLV-01

KONČNO POROČILO

Interna številka poročila: **1448**

Izvod poročila številka: 1 2 dig.

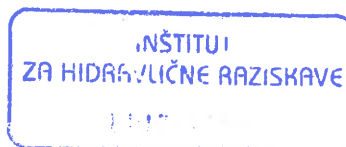
Vodja raziskave:

dr. Martin BOMBAČ, univ. dipl. inž. grad.



Direktorica:

dr. Tanja PREŠEREN, univ. dipl. inž. grad.



Ljubljana, april 2025

Pregledni list

Interna številka poročila: **1448**

Naročnik: **INFINITI INVEST, upravljanje s premoženjem, d.o.o., Slovenska vas 2C, 8261 Obrežje**

Naslov poročila: **Hidrološko hidravlična študija za OPPN za poslovno cono Slovenska vas, EUP SLV-01**

Faza študije: **končno poročilo**

Ključne besede: **Slovenska vas, Bregana, OPPN, hidrologija, hidravlični model, predhodna študija, analiza vpliva, karte poplavne nevarnosti, karte razredov poplavne nevarnosti**

Kratka vsebina: **S hidrološko hidravlično študijo (HHŠ) je bil preverjen vpliv predvidene izgradnje poslovno skladiščnega objekta v poslovni coni Slovenska vas (OPPN za poslovno cono Slovenska vas, EUP SLV-01) na vodni režim in stanje poplavne nevarnosti. Za obravnavano območje je bila v preteklosti že izdelana HHŠ »Nadgrajena hidrološko hidravlična študija območja Bregane, Inštitut za hidravlične, št. poročila 1170-rev.1, oktober 2021«, ki je obravnavala obstoječe stanje poplavne nevarnosti. V predmetni študiji so bila uporabljena enaka hidrološka izhodišča in isti hidravlični model, kot v predhodni študiji. Hidravlični model se je na območju umeščanja detajlno nadgradil. Za obravnavano območje OPPN so bile izdelane poplavne karte za obstoječe in načrtovano stanje.**

Mesec in leto izdelave: **april 2025**

Vodja raziskave: **dr. Martin BOMBAČ, univ. dipl. inž. grad.**

Sodelavci: **Simon LESJAK, mag. inž. ok. grad.**

Kazalo vsebine

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | UVOD | 1 |
| 2 | HIDROLOŠKA IZHODIŠČA..... | 1 |
| 2.1 | Hidrološki model | 1 |
| 2.2 | Visokovodni valovi..... | 3 |
| 3 | HIDRAVLICNA ANALIZA | 4 |
| 3.1 | Hidravlični model | 4 |
| 3.1.1 | Enodimenzijski model struge Bregane | 4 |
| 3.1.2 | Dvodimenzijski model poplavnih območij | 5 |
| 3.1.3 | Povezava 1D in 2D hidravličnega modela | 6 |
| 3.1.4 | Umerjanje in verifikacija | 7 |
| 3.2 | Rezultati hidravličnih izračunov..... | 8 |
| 3.2.1 | Novelirano obstoječe stanje | 8 |
| 3.2.2 | Načrtovano stanje | 9 |
| 4 | KARTE POPLAVNE NEVARNOSTI IN KARTE RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI | 12 |
| 5 | EROZIJSKA NEVARNOST | 13 |
| 6 | ZAKLJUČKI | 13 |
| | VIRI IN LITERATURA..... | 15 |

Kazalo preglednic

| | |
|---|----------|
| <i>Preglednica 3.1: Vrednosti koeficienta hrapavosti na poplavnih površinah</i> | <i>7</i> |
|---|----------|

Kazalo slik

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| <i>Slika 2.1:</i> | <i>Shematična predstavitev hidrološkega modela (vir: HEK, 2020).....</i> | <i>2</i> |
| <i>Slika 2.2:</i> | <i>Prikaz visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v računskem profilu Bregana pod sotočjem z neimenovanim potokom (ARSO ID 1-00004)</i> | <i>3</i> |
| <i>Slika 3.1:</i> | <i>Mreža 1D modela slovenskega dela porečja Bregane.....</i> | <i>5</i> |
| <i>Slika 3.2:</i> | <i>Batimetrija 2D hidravličnega modela Bregane na območju obrtne cone. Z belo barvo so označeni obstoječi objekti, zelena črta pa prikazuje mejo OPPN</i> | <i>6</i> |
| <i>Slika 3.3:</i> | <i>Prikaz povezave med 1D in 2D hidravličnim modelom v skupni "couple" 1D/2D hidravlični model.....</i> | <i>7</i> |
| <i>Slika 3.4:</i> | <i>Območje obrtne cone s predvidenim posegom (meja OPPN – rdeča črta) z obstoječimi objekti (rdeča šrafura) ter prikazano tokovno sliko pri Q100 za obstoječe stanje</i> | <i>8</i> |
| <i>Slika 3.5:</i> | <i>Območje obrtne cone s predvidenim poslovno skladiščnim objektom (vijolična črta) in pripadajočo zunanjo ureditvijo ter mejo OPPN (rdeča črta). Obstoječi objekt znotraj OPPN se odstrani</i> | <i>9</i> |
| <i>Slika 3.6:</i> | <i>Izračunan doseg poplav v načrtovanem stanju pri Q100 z varnimi kotami ob načrtovanem poslovno skladiščnem objektu.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Slika 3.7:</i> | <i>Primerjava izračunanih hidrogramov Bregane v karakterističnem prerezu pod industrijsko cono v Slovenski vasi za obstoječe stanje in za načrtovano stanje</i> | <i>11</i> |
| <i>Slika 3.8:</i> | <i>Razlika rastrov gladin pri Q100 med načrtovanim in obstoječim stanjem</i> | <i>12</i> |

1 UVOD

Za mejno Bregano in njene pritoke na slovenski strani državne meje je bila predhodno že izdelana nadgrajena hidrološko hidravlična študija obstoječega stanja »Nadgrajena hidrološko hidravlična študija območja Bregane, Inštitut za hidravlične, št. poročila 1170-rev.1, oktober 2021« (v nadaljevanju predhodna študija). V sklopu predhodne študije so bile izdelane poplavne karte za obstoječe stanje za celoten slovenski del porečja Bregane. Študija je bila s strani Direkcije RS za vode potrjena, karte pa so objavljene na Integralni karti poplav.

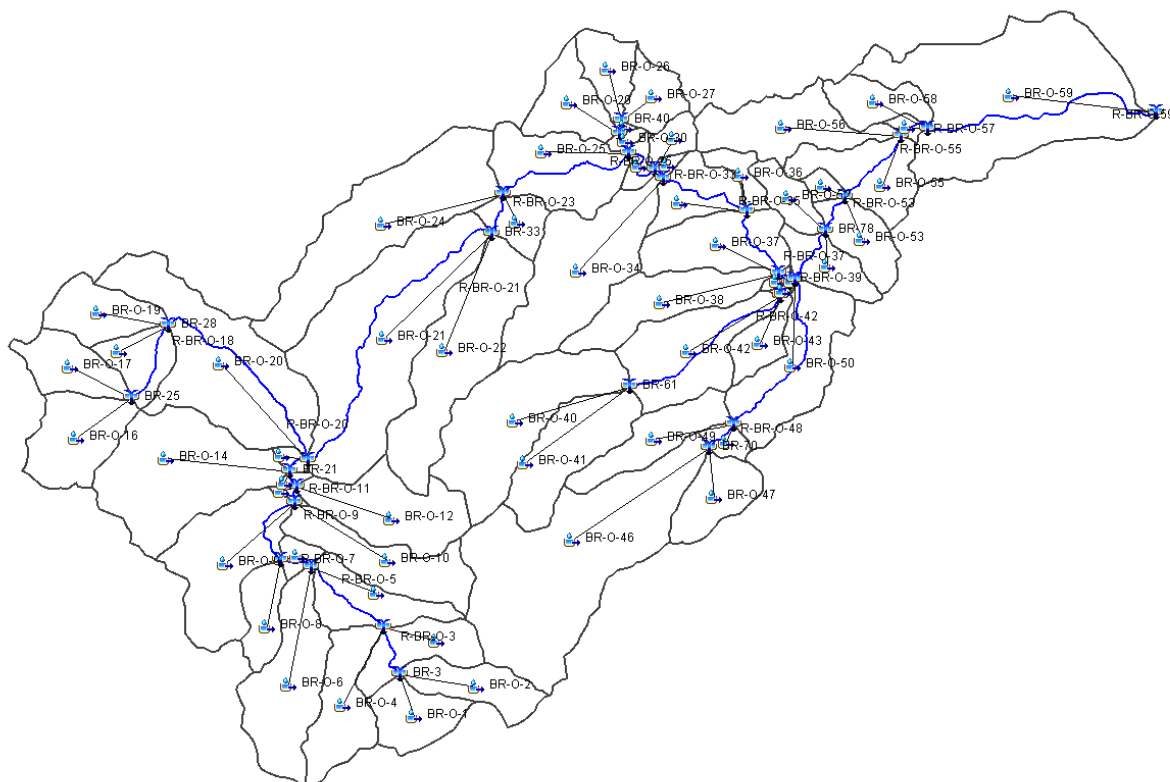
V predmetni študiji so se uporabila enaka hidrološka izhodišča in isti hidravlični model kot v predhodni študiji. Hidravlični model se je znotraj obrtne cone Slovenska vas detajlno dopolnilo z upoštevanjem objektov v sami batimetriji modela. Objekti tako predstavljajo fizično oviro v toku. Na ta način je bilo mogoče detajlno primerjati rezultate hidravličnih izračunov za obstoječe in načrtovano stanje in ovrednotiti vpliv načrtovanih posegov.

2 HIDROLOŠKA IZHODIŠČA

V hidravličnih izračunih so bili uporabljeni rezultati hidrološke študije celotnega porečja Bregane (HEK, 2020). Na tem mestu podajamo zgolj bistvene povzetke predhodne študije.

2.1 Hidrološki model

Na podlagi podatkov o padavinah na dežemernih postajah in fizičnih karakteristik porečja (relief, pokrovnost, pedološke in hidrogeološke lastnosti zemljine) je bil s hidrološkim modelom HEC-HMS izračunan odtok iz porečja. Celotna površina porečja Bregane je bila v hidrološkem modelu razdeljena na 59 računskih območij. Izhodni val iz enega računskega območja predstavlja vhodni val v sosednje računsko območje.



Slika 2.1: Shematična predstavitev hidrološkega modela (vir: HEK, 2020)

Na podlagi analize podatkov iz vodomernih postaj so se določile 24 urne projektne padavine s točkovno vrednostjo. V naslednjem koraku se je z metodo simetral (metoda Thiessen) določila prostorska porazdelitev padavin. Na ta način so bile za vsako računsko enoto hidrološkega modela Bregane določene 24 urne projektne padavine (HEK, 2020, priloga 10).

Pri prostorskem vrednotenju padavin je potrebno za porečje Bregane upoštevati tudi tako imenovani redukcijski faktor padavin, saj je višina padavin obratno sorazmerna s površino, ki jo padavine zajamejo. Za porečje Bregane je bil upoštevan redukcijski faktor ARF (Areal Reduction Factor), kot ga za povodja/porečja nad 25 km² priporoča Svetovna meteorološka organizacija (WMO) in je podan za različna trajanja padavin v obliki krivulj.

Pri določitvi časovne razporeditve padavin znotraj določenega trajanja so bile uporabljene tako imenovane Huffove brezdimenzijske krivulje. Na osnovi podanih izhodišč za časovno porazdelitev padavin so bili določeni histogrami za trajanja padavin 90, 180, 360, 540, 720 in 1440 minut (24 ur).

Upoštevane so bile učinkovite padavine po metodi SCS z uporabo koeficienta CN. Upoštevana je bila običajna predhodna vlažnost zemljine. Za transformacijo učinkovitih padavin v odtok je bila v hidrološki študiji uporabljena metoda SCS. Za izračun propagacije odtoka znotraj hidrološkega modela je bila uporabljena poenostavljena hidrološko – hidravlična metoda Muskingum – Cunge.

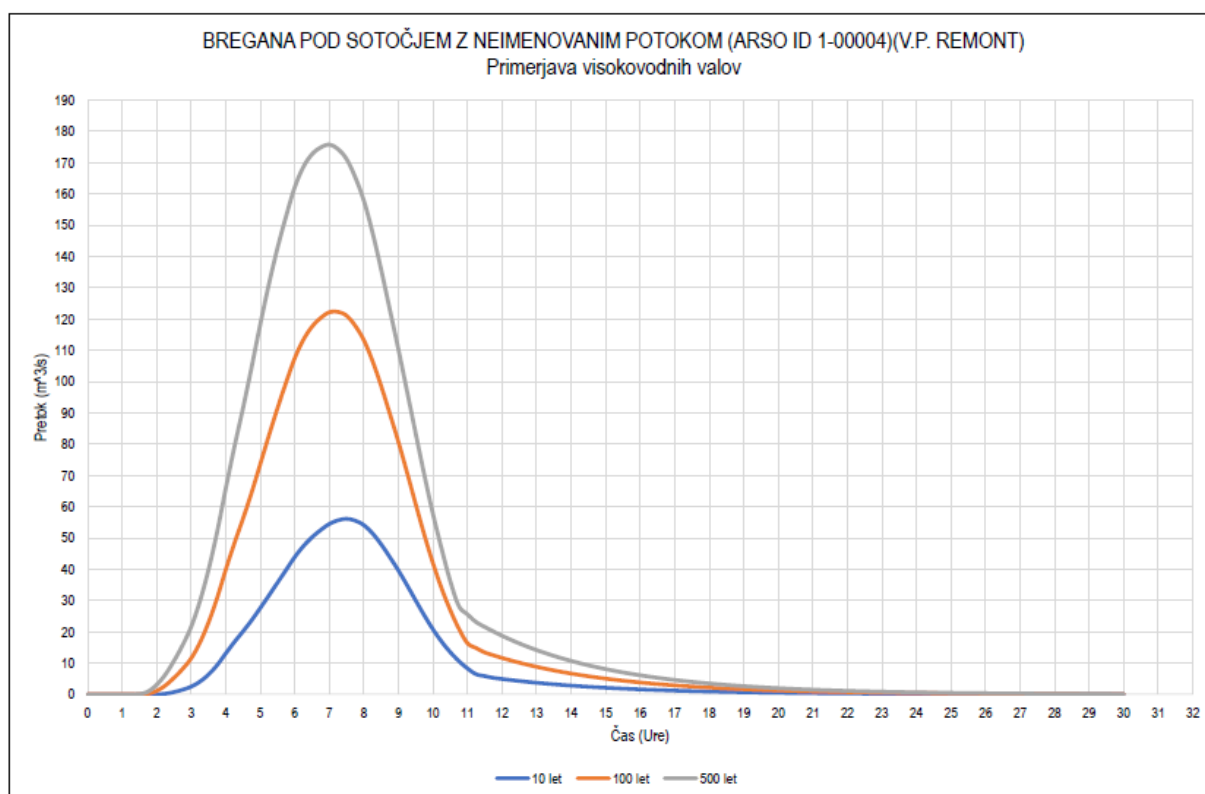
Visokovodni valovi na porečju Bregane so določeni za dve padavinski situaciji. V prvem primeru nastopijo padavine na celotnem porečju Bregane in se vrednost padavin zmanjšuje od izvira proti izlivu skladno s

redukcijskimi faktorji, ki jih podajajo krivulje ARF. V tem primeru se pojavljajo 10, 100 in 500 letne visoke vode samo v računskih profilih na Bregani.

V drugem primeru pa nastopijo 10, 100 in 500 letne padavine nad porečji posameznih pritokov Bregane in so omejene več ali manj na posamezni pritok. V tem primeru seveda redukcijski faktor ARF ni upoštevan, rezultati izračuna pa so 10, 100 in 500 letne visoke vode pritokov.

2.2 Visokovodni valovi

Izdelani so bili visokovodni valovi Bregane vzdolž njenega toka za posamezne pomembne računske profile za povratne dobe 10, 100 in 500 let in različna trajanja padavin (od 1,5 h do 24 h). V predhodno izdelani hidrološko hidravlični študiji za obstoječe stanje (Hidroinštitut, 2021) je bilo ugotovljeno, da so s stališča poplavljanja Bregane na območju obrtne cone Slovenska vas najbolj neugodni scenariji z 9 urnimi padavinami, zato so bili v nadaljevanju izvedeni hidravlični izračuni za te scenarije. Kot primer je na Slika 2.2 podana primerjava maksimalnih 10, 100 in 500 letnih visokovodnih valov Bregane pod sotočjem Bregane z neimenovanim potokom/pritokom (ARSO ID 1-00004), ki se nahaja cca 670 m gorvodno od obravnavanega območja OPPN.



Slika 2.2: Prikaz visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v računskem profilu Bregana pod sotočjem z neimenovanim potokom (ARSO ID 1-00004)

Čeprav bi lahko hidravlični model iz predhodne študije bistveno skrajšali tako na gorvodnem, kot tudi dolvodnem delu, smo se odločili ohraniti celoten model. Tako so bili v model vneseni hidrogrami posameznih manjših prispevnih območij, ki po hidrološkem modelu rezultirajo v hidrograme, kot so

prikazani na Slika 2.2. Zaradi natančnejše propagacije poplavnih valov vzdolž porečja izkazuje hidravlični model malenkost drugačne hidrograme.

3 HIDRAVLIČNA ANALIZA

Hidravlična analiza umeščanja poslovno skladiščnega objekta v obrtni coni Slovenska vas je bila izvedena s hidravličnim modelom, ki je bil uporabljen za hidravlično analizo obstoječega stanja in je podrobno opisan v »*Nadgrajena hidrološko hidravlična študija za Bregano, končno poročilo. Hidroinštitut, Ljubljana, oktober 2021*«. Hidravlični model se je znotraj obrtne cone Slovenska vas detajlno dopolnilo z upoštevanjem objektov v sami batimetriji modela. Objekti tako predstavljajo fizično oviro v toku. V nadaljevanju je podan opis glavnih značilnosti uporabljenega hidravličnega modela.

3.1 Hidravlični model

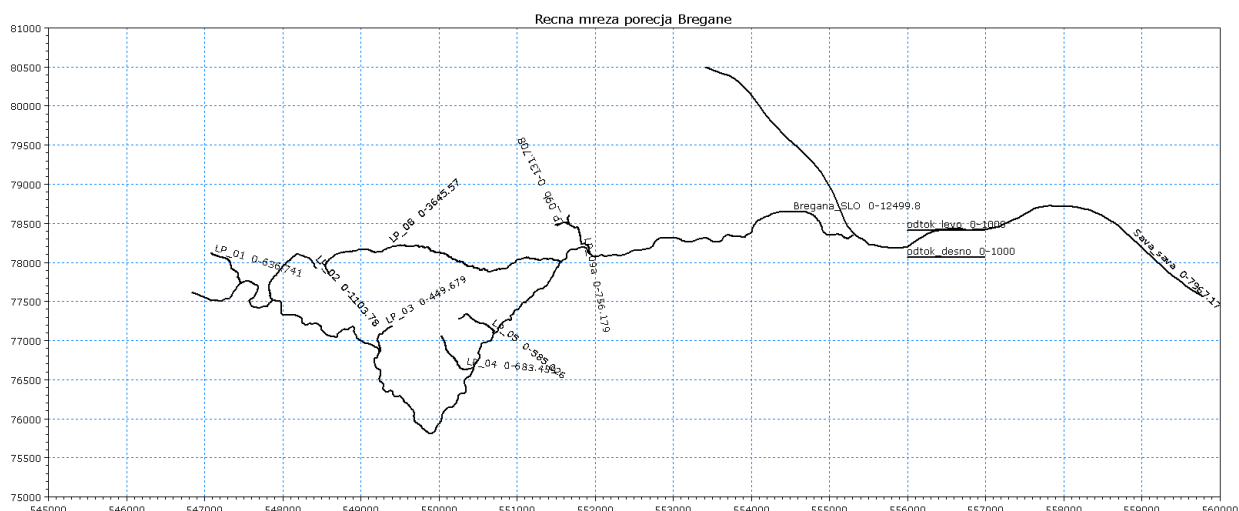
Hidravlična analiza je bila izdelana v programskem okolju MIKE FLOOD (DHI) z uporabo fiksne mreže računskih celic. Model skozi aktivno izmenjavo toka kombinira enodimenzijski (1D) tok po strugi vodotoka z dvodimenzijskim (2D) tokom po poplavnih površinah. Na ta način se izkoristi prednosti posameznega hidravličnega orodja. Z enodimenzijskim modelom MIKE 11 se natančno modelira tok v strugi, z dvodimenzijskim modelom MIKE 21 pa se na območjih, kjer prihaja do prelivanja vode iz struge, natančno modelira tok vode po poplavnih področjih. Za povezavo med obema modeloma se uporablja bočno povezavo (Lateral link), ki preko prelivnih enačb izračuna prelivanje med točkami 1D in 2D modela. Za ponazoritev konfiguracije reliefa modeliranega območja je model na poplavnem območju sestavljen iz pravokotne fiksne mreže računskih celic, katerih velikost je prilagojena konfiguraciji in velikosti ciljnega območja.

Hidravlični model je izdelan v državnem koordinatnem sistemu za Slovenijo D96/TM (EPSG: 3794) in višinskem sistemu z izhodiščem v Kopru. Vsi uporabljeni podatki so transformirani in usklajeni v zgoraj opisanem koordinatnem sistemu.

3.1.1 Enodimenzijski model struge Bregane

Enodimenzijski model struge Bregane je sestavljen iz 610 prečnih profilov, ki so med seboj oddaljeni v povprečju cca. 20 m. Prečni profili so bili pridobljeni v okviru projekta FRISCO1 (l. 2018) in v okviru predhodne študije (Hidroinštitut, 2021). Geodetsko izmerjeni so bili tudi vsi mostovi na mejnem odseku Bregane in tudi mostovi na pritokih. Za pridobitev geometrijskih podatkov o strugi Bregane so bile izvedene klasične geodetske meritve ter izris prečnih profilov na podlagi posnetkov LIDAR. Uporabljeni prečni profili Bregane in njenih pritokov so podrobno predstavljeni v prilogi poročila »*Nadgrajena hidrološko hidravlična študija za Bregano, končno poročilo. Hidroinštitut, Ljubljana, oktober 2021*«.

Enodimenzijski model struge Bregane in njenih pritokov na slovenski strani predstavlja osnovo združenega (1D+2D) hidravličnega modela Bregane. Mreža 1D modela je prikazana na Slika 3.1.



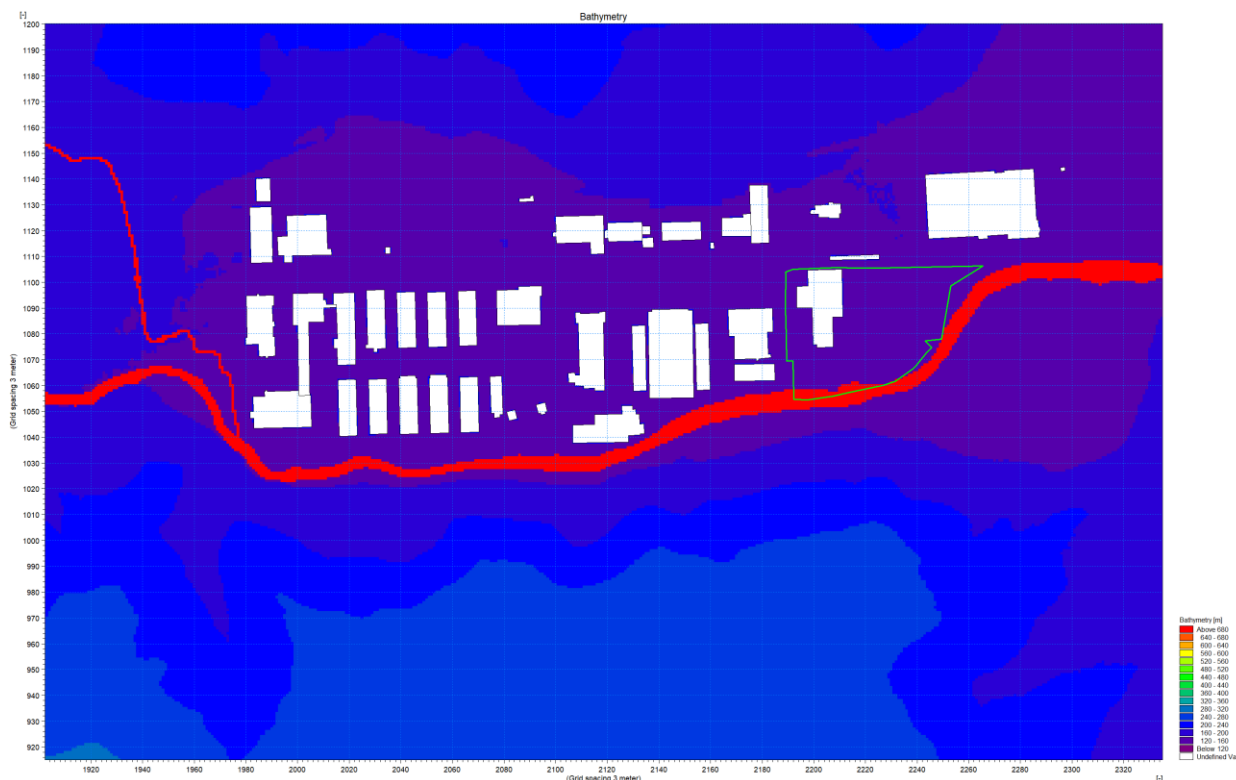
Slika 3.1: Mreža 1D modela slovenskega dela porečja Bregane

V hidravličnem modelu računska stacionaža narašča od gorvodnega začetka 1D modela (0 m) do izliva Bregane v Savo. Za potrebe definiranja spodnjega robnega pogoja Bregane je bil modeliran tudi daljši odsek reke Save od Jesenic do vodomerne postaje Medsave na hrvaški strani. V tako pripravljeno mrežo vodotokov so se vgradili prečni profili strug vodotokov. V 1D hidravlični model so bili vgrajeni tudi vsi mostovi.

3.1.2 Dvodimenzijski model poplavnih območij

2D hidravlični model poplavnih območij je bil izdelan na osnovi LIDAR podatkov (datum snemanja marec 2014) ter DMV 12,5 m na območjih na hrvaški strani porečja, kjer ni bilo na voljo LIDAR podatkov. Hidravlično pomembni linijski objekti znotraj modeliranega območja kot so nasipi in ceste so v 2D hidravlični model dodani naknadno, po vzpostavitvi digitalnega modela površja. Velikost računskih celic znaša 3 m x 3 m, njihovo število pa je 8.885.778.

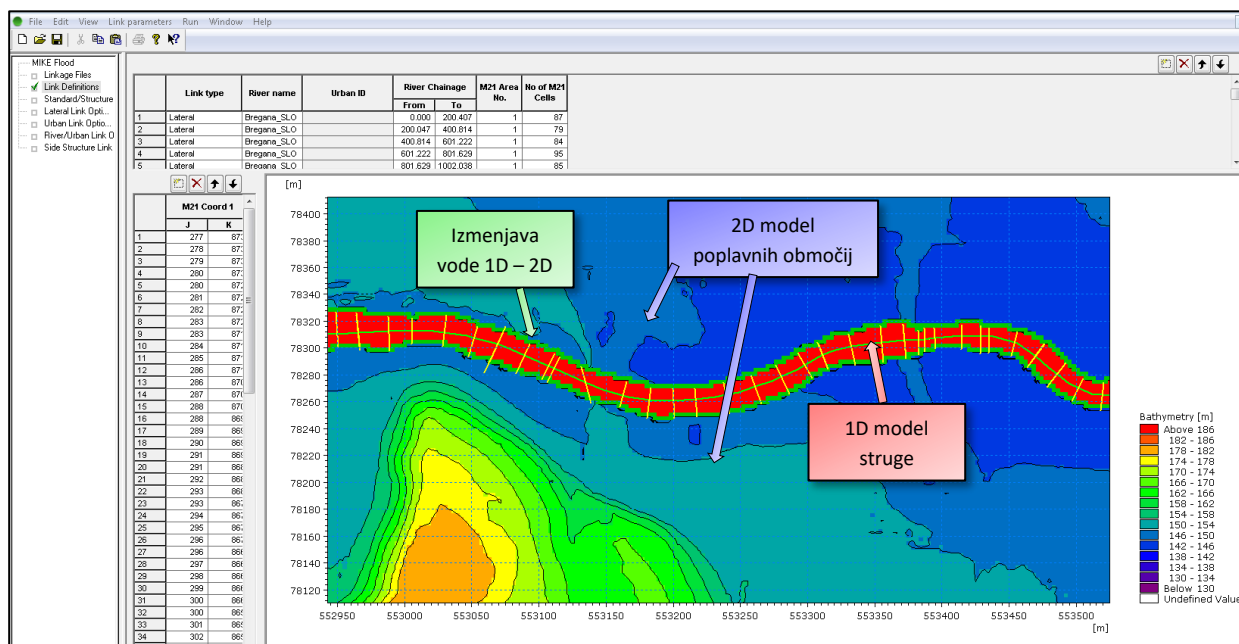
Za potrebe te naloge je bil hidravlični model obstoječega stanja na območju obrtne cone detajlno dopolnjen z vsemi obstoječimi objekti, na način, da se je računske celice batimetrije pod objekti dvignilo nad teren, ki je bil posnet z LIDAR-jem (Slika 3.2).



Slika 3.2: Batimetrija 2D hidravličnega modela Bregane na območju obrtne cone. Z belo barvo so označeni obstoječi objekti, zelena črta pa prikazuje mejo OPPN

3.1.3 Povezava 1D in 2D hidravličnega modela

1D in 2D hidravlična modela sta preko bočnih povezav (*lateral link*), ki omogočajo izmenjavo vode med njima, povezana med seboj v skupen hidravlični model.



Slika 3.3: Prikaz povezave med 1D in 2D hidravličnim modelom v skupni "couple" 1D/2D hidravlični model

3.1.4 Umerjanje in verifikacija

V predmetni študiji je bil uporabljen hidravlični model za obstoječe stanje iz predhodne študije »Nadgrajena hidrološko hidravlična študija za Bregano, končno poročilo. Hidroinštitut, Ljubljana, oktober 2021«. Hidravlični model je bil umerjen na poplavni dogodek med 12. in 14. septembrom 2014 in na podatke iz v.p. Remont.

Z izračuni so bili določeni Manningovi koeficienti hrapavosti vzdolž strug posameznih vodotokov. Za Bregano se vrednosti Manningovega koeficienta hrapavosti gibljejo med $n_g = 0,050 \text{ sm}^{-1/3}$ in $n_g = 0,022 \text{ sm}^{-1/3}$. Največje vrednosti Manningovega koeficienta hrapavosti so bile določene na izvirnih delih vodotokov, kjer je struga močno zaraščena z drevjem in grmičevjem, najnižje pa na območjih regulirane struge.

Na poplavnih površinah v 2D modelih so bile vrednosti koeficienta hrapavosti na slovenskem delu porečja določene na podlagi podatkov o rabi tal (2020), za hrvaški del porečja pa so bile vrednosti koeficienta hrapavosti določene na podlagi podatkov o pokrovnosti tal (Corine Land Cover, 2018). Vrednosti Manningovega koeficienta hrapavosti v odvisnosti od pokrovnosti tal je podana v Preglednica 3.1.

Preglednica 3.1: Vrednosti koeficienta hrapavosti na poplavnih površinah

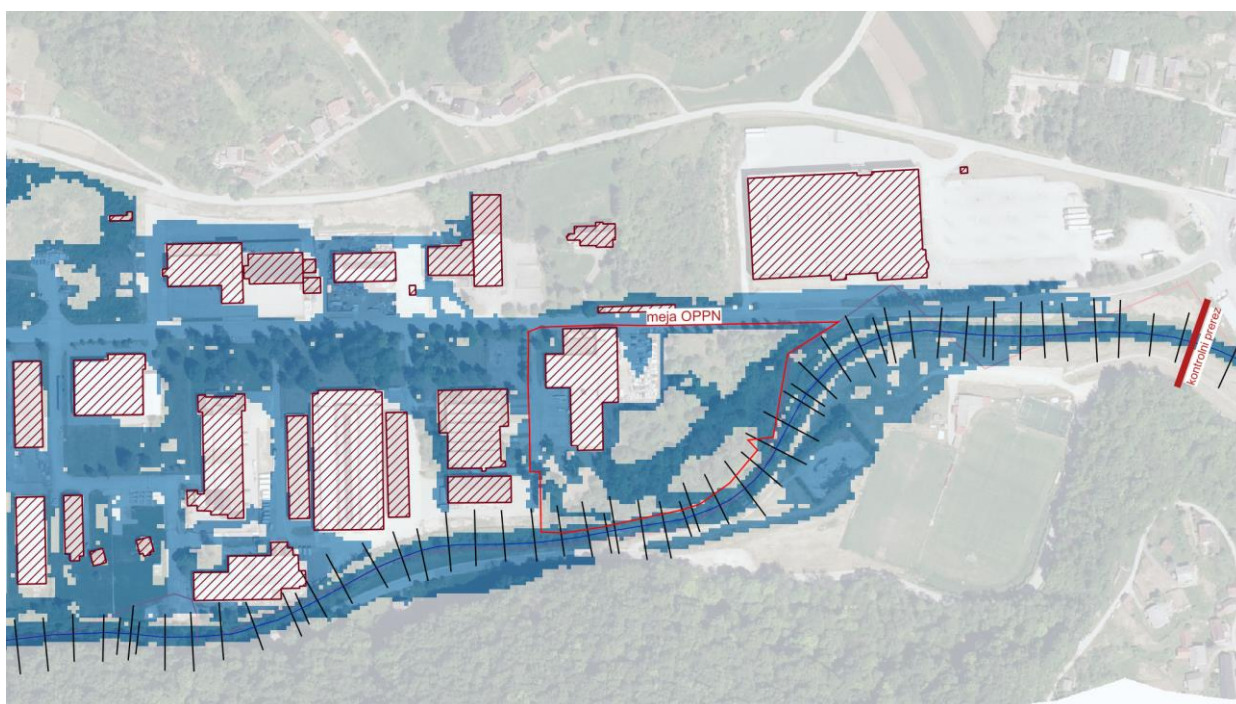
| Vrsta rabe tal | Manningov koeficient hrapavosti n_g [$\text{sm}^{-1/3}$] |
|-----------------------|--|
| njive, travniki | 0,035 |
| grmičevje, sadovnjaki | 0,070 |
| gozd | 0,100 |
| pozidana zemljišča | 0,150 |

3.2 Rezultati hidravličnih izračunov

V predhodno izdelani hidrološko hidravlični študiji za obstoječe stanje (Hidroinštitut, 2021) je bilo ugotovljeno, da so s stališča poplavljanja Bregane najbolj neugodni scenariji z 9 urnimi padavinami, zato so bili hidravlični izračuni izvedeni za te scenarije.

3.2.1 Novelirano obstoječe stanje

Kot je bilo že omenjeno, se je za potrebe vrednotenja vpliva predvidene izgradnje poslovno skladiščnega objekta znotraj OPPN na poplavni režim, nadgradilo hidravlični model obstoječega stanja iz predhodne študije. V batimetrijo 2D hidravličnega modela se je vgradilo obstoječe objekte, ki so na ta način predstavljali fizično oviro toku poplavne vode na levi poplavni površini. Rezultat je detajlna tokovna slika na območju predvidenega posega (Slika 3.4).



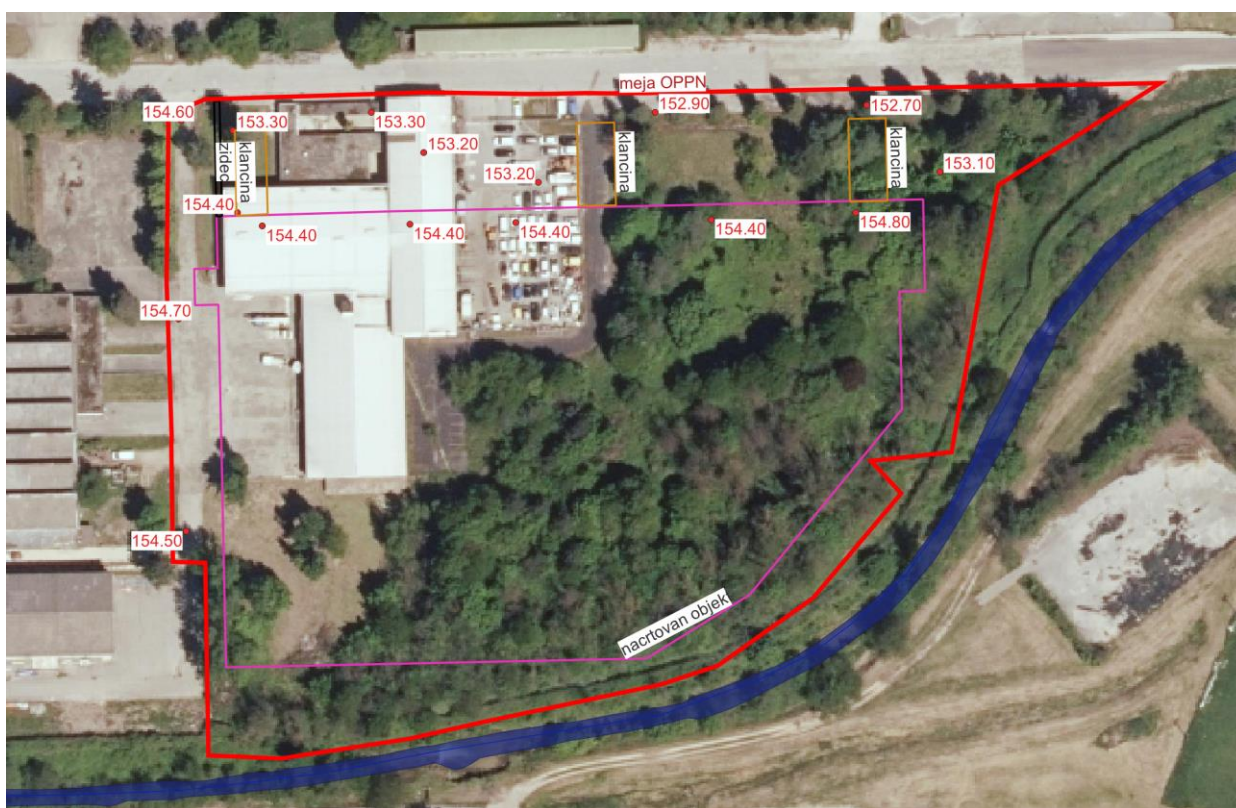
Slika 3.4: Območje obrtne cone s predvidenim posegom (meja OPPN – rdeča črta) z obstoječimi objekti (rdeča šrafura) ter prikazano tokovno sliko pri Q100 za obstoječe stanje

Pri pretoku z 10 letno povratno dobo Bregana na območju industrijske cone Slovenska vas ne poplavlja. Pri 100 letni povratni dobi se po levi poplavni površini vzpostavi vodni tok, ki teče po cesti skozi cono in med obstoječimi objekti. Na obravnavanem območju OPPN voda obteka obstoječi objekt na severni strani po cesti, deloma pa tudi po južni strani objekta. Vodni tok je plitek, globina vode znaša do cca 20 cm. Vsa poplavna voda se z leve poplavne površine vrne v Bregano cca 220 m dolvodno od meje OPPN, kjer je tudi kontrolni profil za vrednotenje vpliva predvidenega posega na hidrološki režim (primerjava hidrogramov). Pri pretoku Bregane s 500 letno povratno dobo je poplavna slika podobna. Pretok po poplavni površini je nekoliko večji, globine gorvodno in severno od obstoječega objekta so višje za cca 15

cm, južno od objekta pa zgolj 5 cm. Poplavna voda se, enako kot pri Q100, vrača v Bregano cca 220 m dolvodno od meje OPPN.

3.2.2 Načrtovano stanje

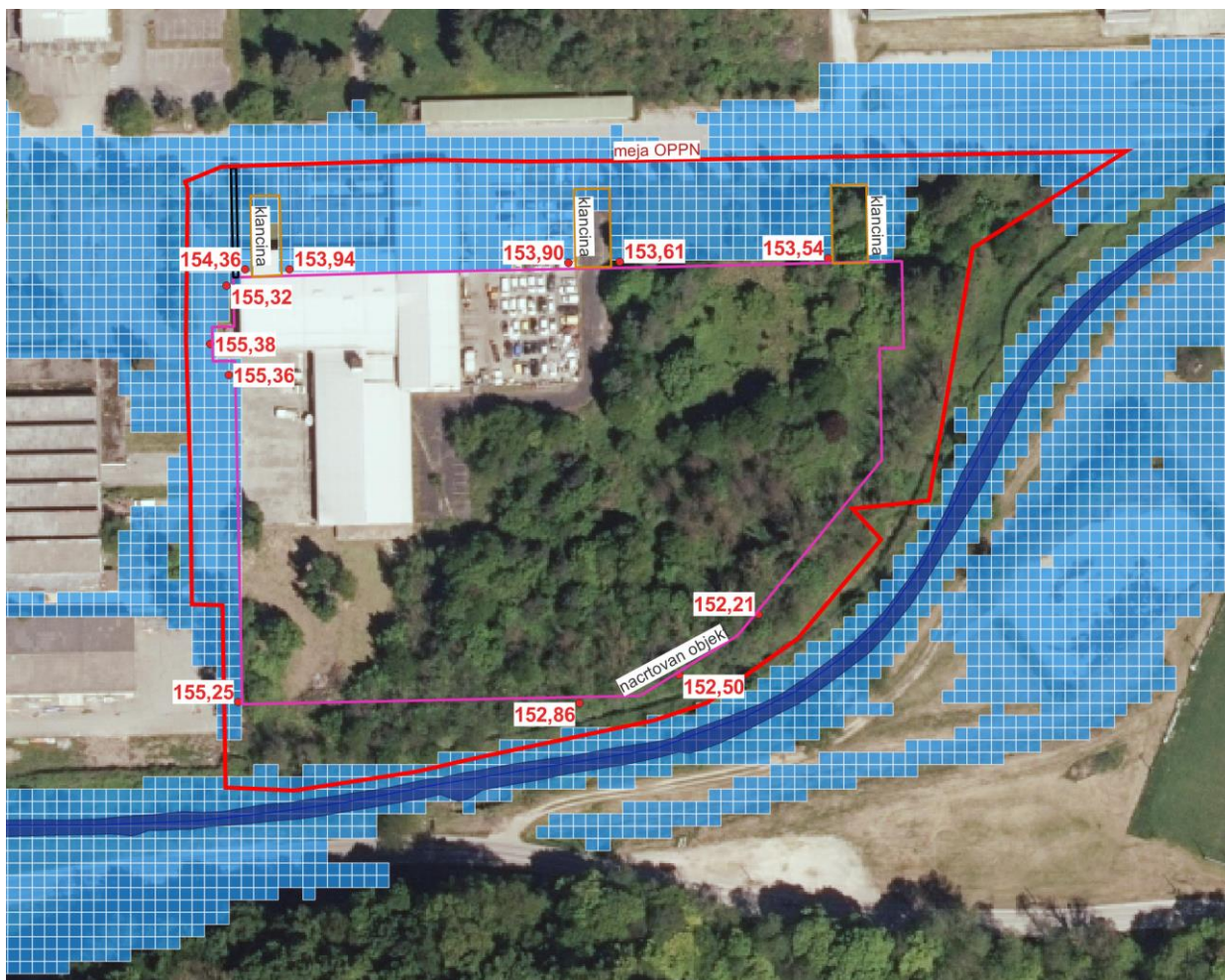
Za vrednotenje vpliva predvidene izgradnje poslovno skladiščnega objekta znotraj OPPN na poplavni režim se je v hidravličnem modelu dvignilo teren na mestu objekta. Poleg tega se je v batimetriji modela upoštevalo predvidene zunanje ureditve, vključno s tremi klančinami na severni strani objekta in zidcem na SZ vogalu OPPN, ki ločuje teren zahodno od objekta na koti cca 154.70 mn.m. od terena na severni strani pred klančino na koti cca. 153.30 mn.m. (Slika 3.5). Hkrati se je v analizi načrtovanega stanja odstranilo obstoječi objekt znotraj OPPN. Upoštevane ureditve do del elektronske oddaje (shp format).



Slika 3.5: Območje obrtne cone s predvidenim poslovno skladiščnim objektom (vijolična črta) in pripadajočo zunanjo ureditvijo ter mejo OPPN (rdeča črta). Obstoječi objekt znotraj OPPN se odstrani

Na podlagi rezultatov hidravličnih izračunov smo določili varne kote načrtovanega objekta. Varne kote smo določili kot rezultat izračunane gladine pri poplavi s 100 letno povratno dobo + 0,5 m varnostne višine (Slika 3.6). Najvišje gladine se pojavijo na zahodni strani objekta, kjer je varna kota 155,38 mn.m. Gladina poplavnega toka, ki prelije zidec na SZ strani objekta in teče po severni strani objekta je bistveno nižja, zato je varna kota na S strani v SV vogalu objekta 154,36 mn.m, vzdolž objekta pa v smeri proti vzhodu pada vse do kote 153,54 mn.m. Na južni in vzhodni strani poplavna voda pri Q100 objekta ne

dosega. Pri Q500 voda na JV delu sega do objekta, zato so varne kote tam določene na koti izračunane gladine pri Q500 (med 152,86 mn.m. in 152,21 mn.m.).

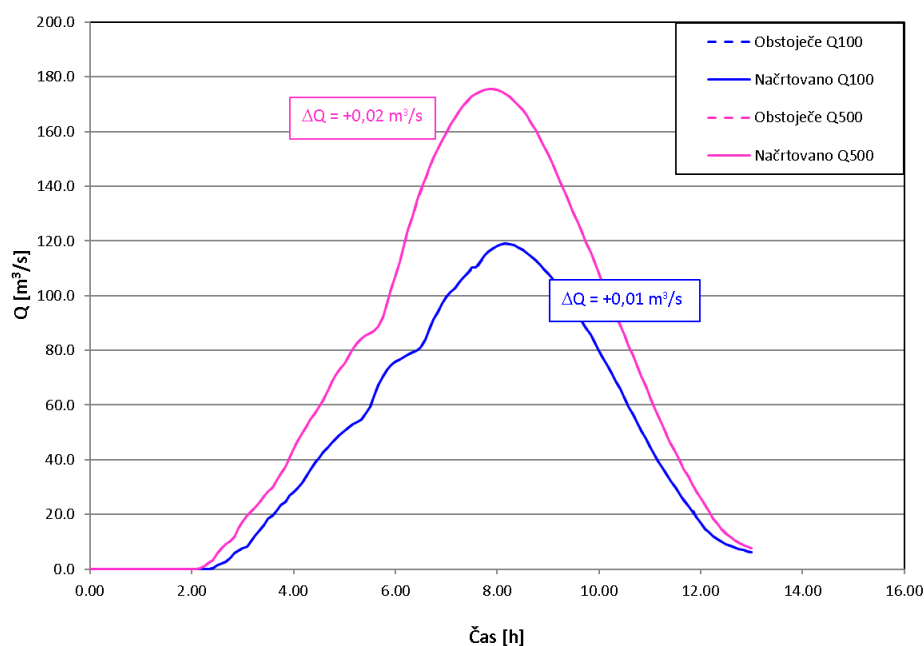


Slika 3.6: Izračunan doseg poplav v načrtovanem stanju pri Q100 z varnimi kotami ob načrtovanem poslovno skladiščnem objektu

Preverili smo, da so kote pri poplavi s 500 letno povratno dobo znotraj OPPN povsod nižje od gladine pri $Q100 + 0,5$ m. Objekt je potrebno načrtovati tako, da bo do predpisanih varnih kot vodotesen (vse odprtine morajo biti načrtovane višje, fasada objekta mora biti vodotesna). Na ta način se znotraj OPPN zmanjša stopnja poplavne ogroženosti, saj je obstoječi objekt, ki je predviden za rušitev, v obstoječem stanju poplavno ogrožen, načrtovan objekt pa ne bo, saj bo načrtovan v skladu s podanimi varnimi kotami. Izračunane kote glavin v posameznih računskih celicah za Q100 in Q500 so tudi del elektronske oddaje rezultatov (shp format).

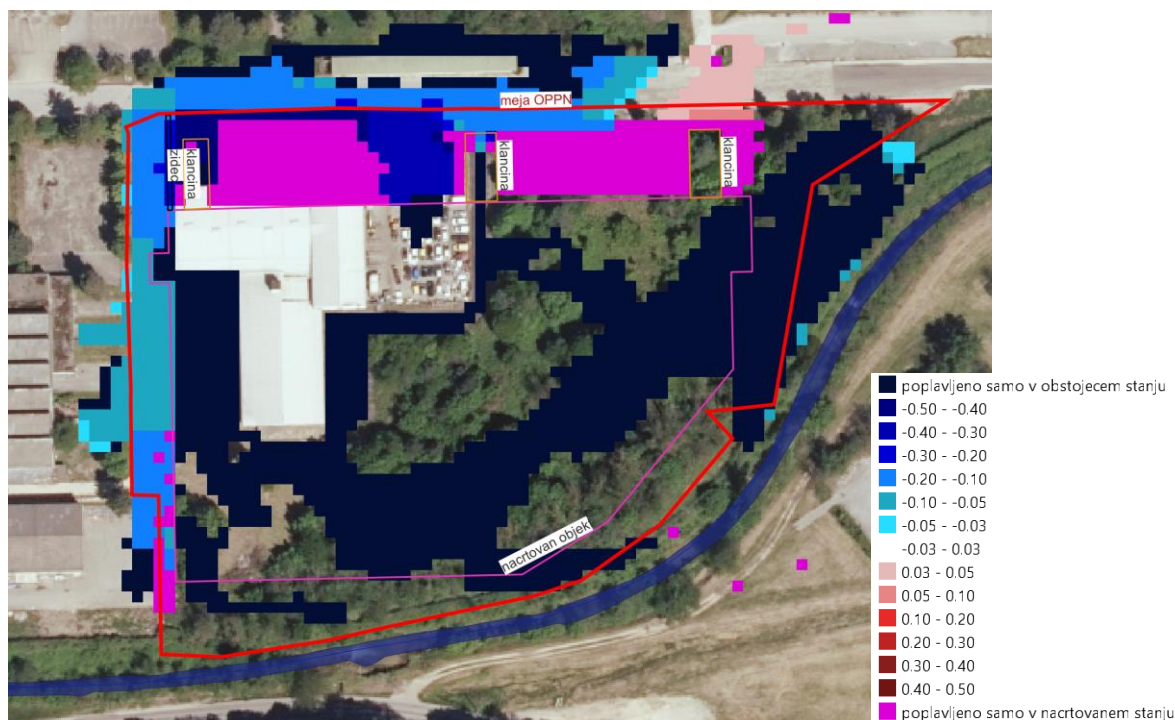
Poleg izkazane odpornosti načrtovanih ureditev proti poplavam je treba s hidravličnimi izračuni dokazati, da se s predvidenimi posegi ne poslabša poplavne ogroženosti na širšem območju. V nadaljevanju je prikazan ovrednoten vpliv vseh predvidenih ureditev na odtočni režim. Vpliv predvidenih ureditev na odtočni režim je bil izvrednoten v kontrolnem profilu Bregane, ki se nahaja cca 250 m dolvodno od OPPN. Na lokaciji kontrolnega profila je vsa voda v strugi Bregane, saj se poplavni tok s poplavnih površin gorvodno vrne v strugo. Primerjava hidrogramov je pokazala, da je vpliv načrtovanega posega

zanemarljiv. Pri Q100 se konica iztočnega hidrograma poveča za $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ (0,01 %), pri Q500 pa za $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ (0,01 %) (Slika 3.7).



Slika 3.7: Primerjava izračunanih hidrogramov Bregane v karakterističnem prerezu pod industrijsko cono v Slovenski vasi za obstoječe stanje in za načrtovano stanje

Vpliv predvidenih ureditev na gladinsko stanje znotraj OPPN in v njegovi okolici je prikazan na Slika 3.8. Analiza je bila izvedena za poplavo s 100 letno povratno dobo. Slika 3.8 prikazuje razliko rastrov gladin med načrtovanim in obstoječim stanjem. Raster razlik gladin je tudi del elektronske oddaje (tiff format).



Slika 3.8: Razlika rastrov gladin pri Q100 med načrtovanim in obstoječim stanjem

Sklop predvidenih ureditev izkazuje pretežno pozitiven vpliv na gladinska stanja, saj se gladina vode na vplivnem območju posega skoraj povsod znižajo. To je v največji meri posledica odstranitve obstoječega objekta, ki zaradi večjega tlora na severni strani poplavni tok »odriva« na cesto, medtem ko v načrtovanem stanju poplavni tok teče po manipulativnih površinah severno od objekta. Zato je, za razliko od obstoječega stanja, v načrtovanem stanju poplavljenost območja obstoječega objekta in manipulativne površine dolvodno (vijolična barva na Slika 3.8). V načrtovanem stanju niso več poplavljenostne površine, kjer je predviden objekt in površine južno in vzhodno od njega (temno modra barva na Slika 3.8). Gladine zahodno (gorvodno) in severno od objekta se znižajo za povprečno cca 10 cm (modri odtenki na Slika 3.8). Večina vpliva se pojavi znotraj OPPN, manjši pozitiven vpliv se kaže tudi na zahodni strani objekta in na severni strani na cesti skozi cono, kjer so izračunane gladine v načrtovanem stanju v večjem delu nižje od obstoječih. Zgolj na manjšem območju ceste na vzhodu se gladine dvignejo za manj kot 5 cm (rdeči odtenki na Slika 3.8). Gre za lokalno izkazan manjši negativen vpliv, kjer globina poplavne vode pri Q100 za načrtovano stanje ne presega 20 cm.

4 KARTE POPLAVNE NEVARNOSTI IN KARTE RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI

Po Pravilniku (Ur. l. RS, št. 60/07) se območja poplavne nevarnosti na podlagi meril, ki razvrščajo moč poplavnega toka pri enaki verjetnosti nastanka dogodka, razvrstijo v razrede poplavne nevarnosti, pri čemer je odločujoče tisto merilo, ki izkazuje največji razred nevarnosti.

Na podlagi rezultatov hidravličnih modelov smo izrisali karte poplavne nevarnosti na obravnavanem območju za vse tri variante protipoplavnih ukrepov skladno z metodologijo določeno v Pravilniku.

Pravilnik določa, da se na karti globin izriše:

- Pri pretoku Q_{100} :
 - območja, kjer je globina poplavne vode manjša od 0,5 m,
 - območja, kjer je globina poplavne vode med 0,5 m in 1,5 m,
 - območja, kjer je globina poplavne vode večja od 1,5 m.
- Doseg poplave pri pretoku Q_{10} .
- Doseg poplave pri pretoku Q_{500} .

Območja produkta globin in hitrosti se na karti izriše tam, kjer so hitrosti večje ali enake 1,0 m/s.

Karta globin in karta produkta globine in hitrosti predstavljata podlago za določitev razredov poplavne nevarnosti. Tako smo na podlagi teh kart določili razrede poplavne nevarnosti kakor jih definira Pravilnik, in so določeni na sledeč način:

- Razred velike poplavne nevarnosti: območja kjer globina poplavne vode pri pojavu Q_{100} presega 1,5m ali kjer je produkt globine in hitrosti večji ali enak 1,5 m²/s.
- Razred srednje poplavne nevarnosti: območja kjer je globina poplavne vode pri Q_{100} med 0,5 m in 1,5 m ali kjer je produkt globine in hitrosti 0,5-1,5 m²/s ali kjer se območja nahajajo znotraj dosega poplavnih voda pri Q_{10} .
- Razred majhne poplavne nevarnosti: območja kjer globina poplavne vode pri Q_{100} ne presega 0,5m ali kjer je produkt globine in hitrosti manjši od 0,5 m²/s.
- Razred preostale poplavne nevarnosti: doseg poplav pri pretoku Q_{500} .

Karte so bile izdelane znotraj območja OPPN, katerega meja predstavlja območje veljavnosti rezultatov (OVR). Predvideni poseg vpliva zgolj lokalno na distribucijo vodnega toka v okolici načrtovanega objekta, globalne slike poplavne nevarnosti znotraj industrijske cone pa ne spreminja, zato predlagamo, da se predmetnih poplavnih kart ne vključi v Integralno karto poplav.

5 EROZIJSKA NEVARNOST

Predvidene ureditve na vplivajo na stopnjo obstoječe erozijske nevarnosti. Ocenjujemo, da na obravnavanem območju ni večjih erozijskih žarišč in s poplavami povezane erozijske nevarnosti.

6 ZAKLJUČKI

Za mejno Bregano in njene pritoke na slovenski strani državne meje je bila predhodno že izdelana nadgrajena hidrološko hidravlična študija obstoječega. V sklopu predhodne študije so bile izdelane poplavne karte za obstoječe stanje za celoten slovenski del porečja Bregane. V predmetni študiji so se uporabila enaka hidrološka izhodišča in isti hidravlični model kot v predhodni študiji. Hidravlični model se je znotraj obrtne cone Slovenska vas detajlno dopolnilo z upoštevanjem zgrajenih objektov v sami batimetriji modela. S hidravličnimi izračuni se je preverilo vpliv predvidene izgradnje poslovno

skladiščnega objekta znotraj OPPN in odstranitev obstoječega objekta na poplavni režim. Ustreznost načrtovanega posega glede poplavne nevarnosti in njegov vpliv na vodni režim sta v študiji detajlno analizirana in prikazana.

Na podlagi hidravličnih izračunov so bile določene varne kote načrtovanega objekta, ki so bile določene kot modelna kota s povratno dobo 100 let z varnostnim odmikom v višini 0,5 m. Predlagana varna kota je tudi višja od izračunane modelne kote s povratno dobo 500 let. Na ta način se znotraj OPPN zmanjša stopnja poplavne ogroženosti, saj je obstoječi objekt, ki je predviden za rušitev, v obstoječem stanju poplavno ogrožen, načrtovan objekt pa se nahaja izven dosega poplav vsaj do Q500.

Analiza vpliva načrtovanih ureditev na odtočni režim je pokazala, da je vpliv zanemarljiv, saj povečanje konic hidrogramov znaša 0,01 %. Sklop predvidenih ureditev izkazuje pretežno pozitiven vpliv na gladinska stanja, saj se gladina vode na vplivnem območju posega skoraj povsod znižajo. Zgolj na manjšem območju ceste na vzhodnem delu (severno od OPPN) se gladine dvignejo za manj kot 5 cm. Gre za lokalno izkazan manjši negativen vpliv, kjer globina poplavne vode pri Q100 za načrtovano stanje ne presega 20 cm.

V nadaljnjih fazah projektiranja je treba upoštevati v tej študiji določene varne kote in vse odprtine objekta načrtovati nad njimi. V kolikor bo prišlo do sprememb projekta, je treba končne rešitve preveriti s hidravličnimi izračuni.

VIRI IN LITERATURA

DRSV eVode, 2025. Različni prostorski sloji. Direkcija Republike Slovenije za vode.

Državni hidrometeorološki zavod, Agencija Republike Slovenije za okolje, Hrvatske Vode, 2017. Hidrografski atlas rijeke Bregane (projekt FRISCO1, bilateralni program Interreg V-A).

GIS, 2014. Izvedba laserskega skeniranja Slovenije. Blok 14 – tehnično poročilo o izdelavi izdelkov. Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana.

GURS, 2025. Različni prostorski sloji. Geodetska uprava Republike Slovenije.

GURS, 2012. Digitalni modeli višin. Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije.

GZS, 2005. Atlas Slovenije 1 : 50 000, četrta, prenovljena izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga.

HEK, 2020. Hidrološka študija Bregane, št. načrta 3/2020 – HŠ. Ljubljana, december 2020.

Hidroinštitut, 2021. Nadgrajena hidrološko hidravlična študija za Bregano, končno poročilo. Št. poročila 1170-rev.1, Ljubljana, oktober 2021.

Seznam prilog

Priloga 1: Pregledna situacija

Priloga 2: Karta poplavne nevarnosti (KPN) za obstoječe stanje – globine

Priloga 3: Karta poplavne nevarnosti (KPN) za obstoječe stanje – produkt globin in hitrosti

Priloga 4: Karta razredov poplavne nevarnosti (KRPN) za obstoječe stanje

Priloga 5: Karta poplavne nevarnosti (KPN) za načrtovano stanje – globine

Priloga 6: Karta poplavne nevarnosti (KPN) za načrtovano stanje – produkt globin in hitrosti

Priloga 7: Karta razredov poplavne nevarnosti (KRPN) za načrtovano stanje