

## TEHNIČNO POROČILO

### 1 Uvod

Vlada RS je izdala U R E D B O o državnem prostorskem načrtu za zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane in naselij v občini Dobrova - Polhov Gradec (Ur. list RS št. 72/2013 z dne 2.9.2013; v nadaljevanju: Uredba o DPN). S tem državnim prostorskim načrtom se načrtujejo naslednje prostorske ureditve:

- regulacija Malega grabna z vsemi objekti in pripadajočimi ureditvami;
- Razbremenilnik 6a s pripadajočimi ureditvami;
- suhi zadrževalnik Razori in območje znotraj zadrževalnika ter ureditve Gradaščice, Horjulke in Ostrožnika s pripadajočimi ureditvami;
- ureditve na območju Gradaščice in Kozarij;
- ureditev Božne in Male vode skozi Polhov Gradec z objekti in pripadajočimi ureditvami;
- spremljajoče ureditve: odstranitev objektov, krajinsko-arhitekturne ureditve, vključno z rekultivacijo zemljišč;
- prestavitve in ureditve objektov gospodarske javne infrastrukture;
- okoljevarstveni ukrepi.

V Uredbi o DPN je opredeljena izvedba prostorskih ureditev v dveh etapah. Posamezne funkcionalno zaključene celote v obeh etapah se lahko gradijo ločeno ali sočasno.

#### 1. etapa

Prva etapa obsega naslednje ureditve:

- ureditev Malega grabna;
- ureditve na hudourniških pritokih v zaledju Gradaščice in na Gradaščici od Dobrove do Polhovega Gradca, navedenih v drugem odstavku 40. člena uredbe;
- ureditev območja Kozarje;
- ureditev na območju Gradaščice;
- ureditev Božne in Male vode s pripadajočimi ureditvami;

- Razbremenilnik 6a s pripadajočimi ureditvami.

Naročnik, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje (v nadaljevanju MKO) - sedaj MOP, je aktivnosti, potrebne za pridobitev gradbenega dovoljenja za izvedbo:

**I. etape** vodne infrastrukture razdelil na:

- A.** Ureditve na območju Mestne Občine Ljubljana (v nadaljevanju MOL), in sicer ureditev Malega grabna, ureditev na območju Kozarij, ureditve na območju Gradaščice in na območju Horjulke na območju MOL ter Razbremenilnik 6a s pripadajočimi ureditvami. **(1.A. etapa)**,
- B.** Ureditve na območju Občine Dobrova Polhov Gradec, in sicer ureditve na hudourniških pritokih v zaledju Gradaščice in na Gradaščici od Dobrove do Polhovega Gradca, navedenih v drugem odstavku 40. člena uredbe, ureditev na območju Gradaščice v Občini Dobrova Polhov Gradec in ureditev Božne in Male vode s pripadajočimi ureditvami. **(1.B. etapa)**.

**V tem projektu PGD so prikazane hidrotehnične ureditve 1.A etape** na območju Mestne Občine Ljubljana za povečanje poplavne varnosti na JZ delu Ljubljane brez upoštevanja vpliva v DPN načrtovanih ureditev na območju Občine Dobrova – Polhov Gradec (zadrževanje dela visokih vod).

Projekt PGD sestavljajo naslednji objekti:

- Ureditev Malega grabna od Bokalskega jezua do izliva v Ljubljanico s povečanjem pretočnosti  $Q_{100}$ . Dolžina ureditve je 6030 m,
- Izvedba novega Razbremenilnika 6a na Barje z vtokom za odvod dela visokovodnega vala,
- Ureditve struge Šujice in Gradaščice ter preprečitev poplavnega toka na območju Kozarij zahodno od Zahodne obvoznice.

Projekt PGD je sestavljen iz naslednjih vsebin: vodnogospodarske ureditve na območju Kozarij in Malega grabna od Bokalc do izliva v Ljubljanico z vsemi objekti (visokovodni in obrežni zidovi, vtok v razbremenilnik 6a, vtok v Mestno Gradaščico), ureditev Razbremenilnika 6a, krajinske ureditve, ureditve prometnih površin z dostopi za čas gradnje in za vzdrževanje objekta, odstranitev obstoječih objektov ter ureditve gospodarske javne infrastrukture (vodovod, plinovod,

elektroenergetsko omrežje, omrežje javne razsvetljave, elektronsko komunikacijsko omrežje in kanalizacijsko omrežje).

**V tem načrtu so prikazane ureditve Malega grabna od Bokalškega jezua do izliva v Ljubljano.**

Te so razporejene na štiri odseke, in sicer (od Bokalc do izliva) odsek 4, ki poteka od Bokalc do Ceste Dolomitskega odreda, odsek 3 poteka od Ceste Dolomitskega odreda do Dolgega mostu, odsek 2 poteka od Dolgega mostu do Južne obvoznice ter odsek 1, ki poteka od Južne obvoznice do izliva v Ljubljano.

**OPOMBA:**

Ureditve treh premostitev na Malem grabnu (brv na Dolgem mostu, brv na Mokrški cesti in most na Opekarski cesti) vključno z vsemi potrebnimi rušitvami in ostalimi ureditvami, ki se navezujejo na te premostitve, niso predmet tega projekta in so obravnavane v treh ločenih projektih, katerih naročnik je MOL:

- Brv čez Mali graben na Dolgem mostu v Ljubljani, GB Zajc d.o.o., št. projekta 577/15,
- Brv čez Mali graben na Mokrški cesti, GB Zajc d.o.o., št. projekta 578/15 in
- Most čez Mali graben na Opekarski cesti, LUZ d.d., št. projekta 7914.

V projektu je upoštevana tudi med projektiranjem izvedena brv čez Mali graben pri Poštnem centru na Cesti v Mestni log. Brv je izdelana na podlagi projekta Most čez Mali graben – nadomestna gradnja, Konstat biro, št. projekta P05/14, september 2014.

## **2 Izhodišča**

Osnovna podlaga za izdelavo PGD je Uredba o državnem prostorskem načrtu za zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane in naselij v občini Dobrova - Polhov Gradec, ki je bila sprejeta 29.8.2013.

Pri izdelavi PGD so upoštevani projektni pogoji in smernice nosilcev urejanja prostora. Kljub sprejetju DPN smo v fazi pred začetkom projektiranja smernice obnovili.

Ključna pogoja, ki jih je bilo potrebno upoštevati kljub sprejetemu DPN, sta:

- Zaradi predvidene faznosti izvajanja ureditev je po projektni nalogi (PN) v PGD upoštevana polna hidravlična obremenitev na prerezu Bokalskega jezua  $Q_{100} = 243 \text{ m}^3/\text{s}$  namesto v DPN predvidene obremenitve  $Q_{\max} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ . V PN je podan pogoj, da morajo stalne in eventualne začasne ureditve zagotoviti projektno poplavno varnost, na območjih, kjer to ni možno, pa se poplavna varnost glede na današnje stanje ne sme zmanjšati.
- Na območju Malega grabna in Gradaščice je bila v vmesnem obdobju razglašena NATURA 2000, ki spreminja ključne pogoje oblikovanja struge Malega grabna na območju MOL. Po pogojih, ki so posledica razglasitve NATURE 2000, so posegi v vodno telo Malega grabna na območju nizkih in srednjih vod omejeni.

V rešitvah smo upoštevali oba, sicer diametralna nasprotujoča si pogoja.

### 3 Hidravlična shema urejanja 1A etape

V preglednici prikazujemo shemo hidravličnih ureditev (spreminjanje konice pretoka  $Q_{100}$  v osnovni strugi Malega grabna) in sicer za sedanje stanje, za projektno stanje po DPN in z upoštevanjem načrtovanih ureditve po PGD. Za fazo PGD sta prikazani 2 skupini pretokov in sicer projektni pretoki in dejansko pričakovani (izračunani) pretoki zaradi upoštevanja poplavljanja območij ob Malem grabnu (Dolgi most, Vrtnarija, Sibirija, odtok proti Cornovcu).

Prerez	Danes	Po DPN	PGD (proj)	PGD (dej)
Bokalski jez	243	200	243	243
Dolgi most	200	200	243	239
do Razbremenilnika 6a		200	243	239
pod Razbremenilnikom 6a	161	160	200	199
Barjanska cesta	129	160	200	187
Izliv v Ljubljano	123	160	200	187

Preglednica 1: Karakteristične vrednosti pretoka  $Q_{100} (\text{m}^3/\text{s})$  v strugi Malega grabna.

Gradnja (izvedba ureditev) bo trajala približno 3 leta. Ker se bo pretočnost posameznih odsekov neenakomerno povečevala in ker se bo povečevala v sotočni smeri zaradi zmanjševanja največje ogroženosti, je potrebno predlagati faznosti prilagoditi začasne ureditve v obliki »šibkih točk« za čas gradnje. Opis teh točk je podan pri opisu faznosti izvajanja.

## 4 Ureditve

Na splošno so na vseh štirih odsekih ureditve Malega grabna prevedene naslednje vrste ureditev:

- Širitev obstoječe struge Malega grabna na območju normalne gladine (do iznad  $Q_{sr}$ )

Širitev osnovne struge Malega grabna je predvidena le na mestih, kjer je to zaradi zagotovitve potrebne pretočnosti nujno potrebno. V DPN je bila sicer predvidena širitev celotne struge, vendar je zaradi razglasitve NATURE 2000 ta sedaj omejena le na hidravlično kritične odseke (Cesta Dolomitskega odreda, širše območje Dolgega mostu, odsek 2 od Dolgega mostu do Južne obvoznice, območje križanja z Mokrško cesto in območje križanja z Opekarsko cesto). Širitev, kjer ni predvidena izvedba obrežnih zidov (OZ), se izvaja z odkopom sedanjega obrežnega zavarovanja (skale), sledi odkop spodnjega dela brežine do načrtovane širine, vgradnjo novega obrežnega zavarovanja (deponirane skale, ki se dopolnijo z novimi s premerom  $d > 0,6$  m) v izrazito razgibani obliki (tlorisno in višinsko). Skale se vkopljejo v dno vsaj za debelino posameznih skal ali več (min. 0,80 m). Izpostavljene skale v strugi se sidrajo z lesenimi piloti Ø25 do 30 cm in dolžine 2,5 m. Po končani vgradnji zavarovanja se površina v celoti zasuje s humusom (preperino), posadi z grmovno obvodno vegetacijo (potaknjenci, grmovje) in zatravi.

Na območjih, kjer se ohranja sedanji spodnji del pretočnega prereza, se obnovi (dopolni) poškodovana obrežna zavarovanja s posameznimi skalami. Izpostavljene skale se sidra z lesenimi piloti. Območja, kjer je poškodovana vegetativna površina, se obnovi na zgoraj opisan način.

Razgiban stik med brežino in dnem je predviden zaradi ohranjanja dobrega stanja osnovnih značilnosti Malega grabna (morfologija, vegetacija).

Na prilogah s prečnimi prerezi so nova skalna zavarovanja izrisana v črni barvi, obstoječa pa v sivih tonih.

- Širitev visokovodnega profila Malega grabna nad gladino pogostih visokih vod

Na odsekih Malega grabna, kjer v bližini ni stanovanjskih objektov ali javne infrastrukture, je predvidena širitev zgornjega dela (visokovodnega dela) pretočnega prereza nad zgornjim robom sedanjega obrežnega zavarovanja (približno 1 m nad vodno gladino  $Q_{sn}$ ). Širitev se izvaja na način, da se najprej odstrani humusna plast debeline 0,1 do 0,2 m, nato izvede izkop pretočnega prereza

do načrtovane oblike, humus ponovno razgrne, poseje s travo in posadi z obvodno vegetacijo na način, kot je predvideno v načrtu KA. Pri tem se upošteva dopustno zaraščenost pretočnega prereza, ki je odvisna od izvedene etapnosti celotnega projekta Gradašnice in je določena s projektno hrapavostjo (projektno pretočnostjo struge). Zahtevana projektna pretočnost posameznih odsekov je opisana v nadaljevanju poročila (točka 5).

Odkopana zemljina se nalaga neposredno na kamione in odpelje na lokacijo viškov zemljine (Gameljne) ali na začasni deponijah in se nato vgradi v nasipe ali pa se odpelje na trajno deponijo. Pri tem je smeselno ločiti korenenske splete dresnika, ki se ločeno vozijo na deponijo.

- **Pragovi iz skal**

Po izvedbi regulacije Malega grabna v 70-ih letih preteklega stoletja se je na zahtevo ribičev vgradilo večje število pragov iz skal, ki ustvarjajo stopničasto gladino Malega grabna ob nizkih in srednjih vodah. Višinske razlike pragov so sorazmerno majhne (do 30 cm) in zaradi razgibanosti omogočajo prehodnost za ribe. Odseki za pragovi so relativno globoki (tudi do 1 m ob nizkih vodah). Na dolvodni strani pragov so nastale krajše brzice (pri širših pragovih) ali tolmoni v peščeno glinastih tleh.

V projektu je predvidena ohranitev obstoječih pragov in delno njihova obnova. Na mestih, kjer je zaradi zagotovitve hidravlične pretočnosti predvidena poglobitev dna ali širitev, je predvidena izvedba nadomestnih pragov na teh mestih. Na odseku nad Dolгим mostom je načrtovana izvedba dodatnih pragov. Detajla praga je prikazan v prilogi.

- **Poglobitve struge Malega grabna**

Poglobitve struge Malega grabna so predvidene le na kritičnih odsekih, kjer brez tega ukrepa ni bilo možno zagotoviti projektne pretočnosti in s tem poplavne varnosti. Na teh mestih se poglobi celotno dno do približno projektne nivelete. Ta je prikazano na prečnih prerezi in vzdolžnem profilu. Poglobitve dna so predvidene na območjih premostitev (Cesta Dolomitskega odreda, širše območje Dolgega mostu, odsek 2 med Dolгим mostom in Južno obvoznico, območje Mokrske ulice in območje mostu na Opekarski).

Na posameznih odsekih je predvidena dodatna poglobitev (do 0,5 m) na ožjem pasu (širine 4 do 5 m) in sicer na mestih, kjer je predvidena večja osenčenost pretočnega prereza in kjer ni pričakovati zasipavanja pretočnega prereza.

Obe vrsti poglobitev sta prikazani na situaciji s poudarjeno modro bravo.

Širitve in poglobitve se omejuje s pogojem ohranjanja volumna vode za pragovi in s tem ohranjanja temperature vode ob poletnih sušnih obdobjih.

- Visokovodni nasipi (VVN)

Visokovodni nasipi so predvideni na mestih, kjer globina struge Malega grabna ne omogoča dovolj velike pretočnosti in kjer je potrebno preprečiti otekanje poplavnih vod iz območja, kjer se lahko te vračajo nazaj v strugo. Nasipi so prevideni na tistih mestih, kjer razpoložljiv prostor dopušča izvedbo.

Nasipi se izvajajo na način, da se najprej odgrne humusna plast. Nato se vgradi izkopana in deponirana zemljina v plasteh po 30 cm s komprimacijo do zbitosti 95% po SPP (standardni Proctorjev postopek). Po GG analizah je izkopana zemljina primerna za vgradnjo v nasipe. Površina nasipa se humuzira in zatravi. Krona nasipov je praviloma široka 3 m (možnost vzdrževanja) in je povozna le z mehanizacijo, namenjeno vzdrževanju. Visokovodni nasipi so načrtovani na odsekih 3 in 4.

- Obrežni zidovi (OZ) na stiku struge in brežin Malega grbana

Obrežni zidovi so načrtovani na mestih, kjer je predvidena poglobitev in širitev dna in kjer je potrebno zagotoviti dovolj velik pretočni prerez s še sprejemljivo hidravlično pretočnostjo. Ta mesta se nahajajo predvsem na že opisanih območjih premostitev, odseka 2 in spodnjem delu odseka 3.

Obrežni zidovi so po sklepu recenzijske komisije izvajajo kot zložbe iz lomljenca v betonu („kamnita zložba“), ki je temeljena vsaj 1,3 m pod načrtovano niveleto (dno) Malega grabna. Večina zložb je temeljena 1,8 m pod koto nivelete (načrtovanega dna). Svetla višina obrežnih zidov – zložb je od 1,0 do 2,5 m. Višine na posameznih odsekih so podane pri opisu posameznih objektov. Vodna stran zložbe je načrtovana v nagibu 2:1. Širina zložbe v kroni je 0,7 m. Na stiku z gladino se izvede

v izrazito razčlenjeni obliki z globokimi fugami med skalami in izpostavljenimi posameznimi večjimi skalami. Zložba se izvaja v pred pripravljeno gradbeno jamo, ki jo je mestoma potrebno zavarovati z armaturo, cementnim obrizgom in sidri. Mesta potrebnega dodatnega varovanja so določena s pomočjo stabilnostnih analiz. Na splošno se sicer kamnite zložbe izvajajo z izkopom gradbene jame na krajših razdaljah, ki se takoj zapolnijo z betonom in skalami v predpisani obliki in se na tak način utrdi vznožje brežine, kjer je predvidena izvedba visokovodnega zidu. V naslednjih fazah (predvsem med izvedbo) bo potrebno ponovno preveriti stabilnost in posledično potrebnost dodatnih ukrepov pri varovanju gradbene jame. Projektno (načrti, stabilnosti) so obrežni zidovi obdelani v načrtih PNZ d.o.o.

- Visokovodni zidovi (VVZ)

Visokovodni zidovi so načrtovani na že opisanih kritičnih odsekih, kjer ni prosotorskih možnosti izvedbe široke ureditve in kjer je potrebno zagotoviti primerno gladkost struge.

Zid se izvaja kot kombinacija klasično grajenega temelja (odkop, podložni beton, opažanje, armiranje temelja) in postavitve montažnih elementov širine 2,2 m z vidno stranjo iz kamnitih plošč ("na eno lice"). Po postavitvi elementov se temelj zalije z betonom. Na zaledni strani sten so predvidena vertikalna rebra. Na odsekih, kjer zgornji del visokovodnega zidu sega nad okoliški teren po končanih delih, se ta nad horizontalnim rebrom obloži z vertikalno oblogo iz kamna in betona, ki je sidrana na montažni element.

Visokovodni zidovi, ki hkrati predstavljajo del brežine, so načrtovani v nagibu 5:1. Ti zidovi so relativno visoki. Izkopi za izvedbo teh zidov so prikazani v prečnih prerezi. Prav tako so po načrtih zidov (PNZ d.o.o.) povzete oblike gradbenih jam in varovanja le teh s pilotnimi stenami, sidranimi zagatnicami ali odprtimi izkopi.

Visokovodni zidovi, ki so temeljeni na vrhu brežine ali odmaknjeni od zgornjega roba brežine, so vertikalni in so prav tako obzidani z oblogo iz kamnitih plošč. Ti zidovi so namenjeni predvsem zagotavljanju poplavne varnosti in preprečitvi odtoka poplavnih vod (tokov) z območja Malega grabna. Ti zidovi s temeljem so načrtovani v obliki črke L ali obrnjene črke T.



Vse konstrukcije (zidovi, ostali objekti iz betona in AB ter masivne zgradbe iz lomljenca v betonu) so obdelani v načrtih PNZ d.o.o.

Izkopi za izvedbo obrežnih in visokovodni zidov so prikazani na prečnih prerezi in situaciji. Pri določitvi linij izkopov so upoštevane stabilnostne analize in potrebna varovanja gradbenih jam. Zasip za zidovi se izvaja z izkopano zemljino, le na območju tik na zidom na zgornjem delu zidu (drenažni sloj) se izvede zasip s nekoherentno zemljino – prodrom ali gruščem, ki bo delno pripeljan z območja gradbišča Polhovega Gradca. Površina odkopa za zidovi in drugimi objekti se po končanih delih povrne v stanje pred gradnjo (zelenice, poti, dostopne ceste). Prav tako se v primeru posegov v komunalno javno infrastrukturo ta obnovi.

- Kamnita terasa ob vznožju obrežnih zidov

Ob vznožju obrežnih zidov se izvede terasa iz grobe kamnite zložbe (skale  $d_{sr} > 0,8$  m), ki se sidra z lesenimi piloti. Širina terase je 1,0 do 2,0 m. Vrh terase iz skal sega nad gladino srednje nizke vode (gladina +10 do 20 cm). Gladino pogojujejo skalni pragovi. Tlorisno je terasa izrazito razgibane oblike in se oblikuje kot nadaljevanje kamnite zložbe. Na stiku obrežnega zidu in kamnite terase se izvedejo skrivališča za ribe po detajlu.

- Obrežna vegetacija

V izhodiščih in projektnih pogojih ter v tem načrtu je upoštevano, da se ohranja del vegetacije (dreves in grmovja) v visokovodnem profilu Malega grabna. Pri hidravličnih izračunih pri projektni hrapavosti je upoštevano, da se del grmovja na stiku osnovne struge in visokovodnega profila ter grmovje na robu visokovodnega profila ohrani. Prav tako se ohranjajo visoka drevesa na vseh mestih, kjer je to možno glede na predvidena zniževanja teras. Na stiku terase in osnovne struge se odstranijo predvsem tista drevesa, ki so delno poškodovana ali porušena. Pri odstranitvi teh dreves se ohrani šture s koreninskim popletom.

Katera drevesa se ohranijo, bo opredeljeno v PZI in s projektantskim nadzorom v fazi izvajanja del. V hidravličnih izhodiščih je upoštevano, da se lahko prepusti zaraščanju do 30% pretočnega prereza, vendar ne zvezno glede na potek struge. Grmovno zarast je potrebno ohranjati gibko (vsako letno

redčenje, odrez vej vsaki 2 leti). Dopustno zaraščanje profila je prikazano na karakterističnih prerezi, ki so obdelani v sklopu prečnih prerezov.

Pri tem je potrebno posebno vzdrževanje nameniti območjem, ki so zaraščena z japonskim dresnikom (redna košnja, visoka drevesna vegetacija).

Na območju odseka 2 je predvidena sprememba oblikovanja desne brežine glede na fazo IdZ in PGD pred recenzijo. V PGD po recenziji je prikazana rešitev, ki med obrežni in visokovodni zid umešča pas položnejše brežine s travnato površino in možnostjo posaditve grmovnic in drevesne vegetacije. V prvotnem predlogu je bil predviden prerez s povezanim visokovodnim in obrežnim zidom.

#### **4.1 Opis po odsekih**

V nadaljevanju so ureditve opisane v sotočni smeri od Bokalcev (Zahodne obvoznice) do izliva v Ljubljano. Ureditve so oštevilčene v obratnem vrstnem redu (od izliva proti Bokalcem). Oštevilčenja ureditev so povzeta po DPN.

##### **4.1.1 Mali graben od Bokalc do Ceste Dolomitskega odreda (odsek 4)**

Dolžina odseka 4 je 438 m.

Na odseku od Zahodne obvoznice do Ceste Dolomitskega odreda so predvidene naslednje ureditve:

- **Nasip VVNL.5**

Izvedba VV nasipa VVNL.5 na levem bregu Gradaščice med Zahodno obvoznico in Bokalškim jezom. Nasip je zemeljske izvedbe s širino krone  $b = 3,0$  m in naklonom brežin 1:2. Nasip se izvede po zgoraj opisanem postopku. Površina nasipa se humusira in zatravi. Po kroni nasipa se izvede peščena pot širine  $b = 1,0$  m (peščeno nasutje debeline 10 cm). Na območju jarka ob AC se v nasip vgradi cev  $\phi 80$  cm s protipovratno loputo za odtok meteornih vod z območja AC. Kote krone nasipa so med 300,25 in 300,50 m n.m. Nasip je prilagojen načrtovani širitvi AC odseka Koseze – Kozarje in predvideni gradnji zadrževalnega bazena.

Ob zaledni strani nasipa je načrtovan jarek širine dna  $b = 0,4$  m in globine do 0,6 m za odvod zaledni vod v strugo Mestne Gradaščice dolvodno od vtočnega objekta.

- **Vtok v strugo Mestne Gradaščice**

Vtok v strugo Mestne Gradaščice se izvede kot AB objekt v osi nasipa z mostičkom. Pretočna odprtina dimenzij 1/1,1 m v prečni steni vtoka se opremi s tablasto zapornico na ročni pogon, s katero se kontrolira dotok vode iz Gradaščice v Mestno Gradaščico. Objekt se izvede iz armiranega betona (C25/30). Dno preliwa je na koti 266,20. Vrh pohodne konstrukcije (mostovža) je na koti 300,25 m n.m. Konstrukcijo je AB objekt, zasnovan v obliki črke U (prečni prerez) z dnem, v katerega sta vpeti vertikalni steni. Debelina dna je 0,6 m. Debelina vertikalnih sten je 0,4 m, višina sten pa 4,05 m. Na vtoku in iztoku so predvidena AB krila dolžine 3,22 m, 4,81 m, 4,36 m in 4,81 m. In prekrijejo z lesenimi plohi (hrast debeline 8 cm) pritrjeni na tramiče 12/12 cm, ki so s sidrnimi vijaki pritrjeni v beton. Ograja višine 1,1 m je prav tako izvedena iz hrastovih tramov. Dimenzije stebričkov so 14/14 cm, ročaja 14/14 cm vmesnih horizontalnih prečk pa 8/8 cm.

Na vtočni strani objekta je predvidena tablasta zapornica dimenzij 1,12\*1,25 m. Konstrukcijsko je obdelana v načrtu Montavar projekt LJ d.o.o., št. MPGR---5S/01.

Vtočni objekt se izvede z delno porušitvijo sedanjega vtoka v Mestno Gradaščico dolvodno tik ob prodnem izpustu na jezu.

Sam objekt je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.30.

- **Ribja steza in drča za prehod vodnih organizmov**

Za izboljšanje prehodnosti za vodne organizme je predvidena odstranitev obstoječe ribje steze z rebrastimi prekat, izvedba nove s pravokotnimi prekat dimenzij 2,0\*2,0 m in globine tolmunov več kot 1m. Višinska razlika med prekat je 0,23 m ob srednji nizki vodi (čas meritev v sušnem obdobju). Pretok med prekat se kontrolira v prelivih širine 0,4 m, ki so višinsko nastavljeni (vodila

C10 s plohi). V dnu prekatov je za prehod predvidena dodatna odprtina dimenzij 20/20 cm. Dolžina steze je 14,30 m, skupna širina pa od 2,8 m do 5,7 m. Steza se izvede iz AB (C25/30).

Hidravlični izračun disipacije energije na ribji stezi je priložen v prilogi hidravličnih izračunov objektov, št. 5.1.

Ob ribji stezi je predvidena hrapava drča z vmesnimi tolmuni iz lomljenca v betonu, ki je namenjena prehodu preko jezua za manjše ribje vrste. Drča se izvede iz skal  $d_{sr} > 0,6$  m, tolmuni med prečnimi rebri so globoki do 0,5 m. Fuge med skalami so globoke vsaj  $\frac{1}{4}$  premera skal, na prelivnih mestih pa do  $\frac{1}{2}$  premera skale. Robovi drče proti jezua so nekoliko privzdignjeni. Spodnji (dolvodni) rob drče je nižji, kot je gladina nizke vode Malega grabna v sušnem obdobju. Drča je dolga  $\sim 18$  m in široka povprečno 3,0 m.

- Obloga površine Bokalskega jezua in izvedba prehoda za čolne (ni predmet PGD)

Na javnih razpravah in s strani zainteresirane javnosti je podana pobuda za izvedbo obloge Bokalskega jezua iz lesa in prehoda za čolne.

Oblogo je možno izvesti s pritrditvijo tramov na betonsko konstrukcijo (izdolbljenje ležišč) na katere se pritrdijo plohi debeline 8 cm. Ker je potrebno ohraniti koto krone jezua na gorvodni strani zaradi hidravličnih pogojev (jezua vpliva na poplavno varnost Kozarij – Žuleve vasi in na vodomerno postajo Bokalci), je potrebno oblogo prilagoditi tem pogojem.

Del preliava širine 1,5 m na desni polovici jezua je možno znižati za 0,2 m in na tem mestu predvideti prehod za čolne. Ta prehod omogoča izgradnjo steze za čolne na območju podslapja. Ta objekt ni predmet VGU. Eventualna gradnja teh objektov v bodočnosti ne sme (negativno) vplivati na hidravlične lastnosti jezua.



Slika 1: Bokalski jez

- Visokovodni nasip VVNL.4

Visokovodni nasip ob levem bregu je predviden za preprečitev odtoka poplavnih vod Malega grabna proti Vrhovcem. Poteka od vtoka v Mestno Gradaščico do profila P72, kjer preide v VV zid. Nasip poteka ob brežini Malega grabna in nadomesti sedanji, nelegalno grajen nasip. Gradi se po opisanem postopku, le da se upošteva, da je območje nasipa danes okuženo z japonskim dresnikom. Širina krone nasipa je 3 m, nagibi pa se prilagajajo reliefnim razmeram. Krona nasipa v pr. P72\_2 je na koti 299,60 m n.m., ob Bokalskem jezu pa na koti 300,0 m n.m. Na območju križanja z daljnovodom DV110 kV Kleče - Vič bo za zagotovitev dovolj velikega odmika krona nasipa oblikovno prilagojeno poteku verižnice najnižjih vodnikov in sicer se na zaledni strani ohranja višina nasipa na koti 299,88 m n.m. (kota enaka kot v pr. P-75), na vodni strani pa se nasip zniža za 20 cm (kota 299,68 m n.m. Od križanja nasipa z južnimi vodniki do vtoka v Mestno Gradaščico se krona izvede horizontalno glede na prečni prerez in v naklonu do načrtovane kote 300,00 m n.m. na območju vtoka. Dolžina nasipa je 246 m. Po izvedbi nasipa bo potrebno vse zaledne vode izza nasipa voditi proti strugi Mestne Gradaščice.

Na območju današnjega parkirišča pri objektu (SVAD d.o.o., Pod jezum) je predvidena ohranitev dela tega parkirišča. Visokovodni nasip se na tem mestu podpre z zložbo iz lomljenca v betonu

svetle višine (nad temeljem) do 1,0 m. Temelj zložbe sega 1,0 m pod koto terena. Teren je na koti 298,50 m n.n., krona zložbe pa na koti 299,50 m n.m. Na zračni strani se zložba izvede v naklonu 3:1. V kroni je zložba široka 0,4 m. Dolžina zložbe je 33,5 m.

- Obrežni zid OZL.6

Obrežni zid OZL.6 je načrtovan na območju zožitve na širšem območju prečkanja Ceste Dolomitskega odreda. Na tem območju je glede na današnje stanje, zaradi potrebne večje pretočnosti mostne odprtine in prehodnosti za vodni živelj, predvidena poglobitev dna Malega grabna. Zid poteka vzporedno z dnem Malega grabna. Krona zidu poteka od 2,5 m nad projektirano niveleto, oziroma 1,9 m nad minimalno vodno gladino. Gorvodni in dolvodni zaključek zložbe je visok 1,0 m (profil P72\_2 in do profila P71\_M). Temeljen je 1,8 m pod dno Malega grabna. Zid je zasnovan kot vsi ostali obrežni zidovi ob Malem grabnu in sicer kot “kamnita zložba” – zložba iz skal in betona. Krona obrežnega zidu nad mostom sega od kote 296,78 do kote 296,83 m n.n. Na območju mostu se zaradi stopenj (pragov) krona zniža na koto 295,26 m n.n. Dolžina obrežnega zidu – zložbe je 121 m. Skupna višina zidu s temeljem je ~4,3 m.

Zid je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.11.

- Visokovodni zid VVZL.4

Visokovodni zid je predviden za preprečitev poplavnega toka Malega grabna proti Vrhovcem. Poteka med visokovodnim nasipom VVNL.5 in mostom na Cesti Dolomitskega odreda. Krona zidu poteka med kotami 299,45 in 299,60 m n.n., na odseku pod samim mostom pa je na koti 299,00 m n.m. Skupna višina zidu s temeljem je ~3,75 m. Dolžina zidu je 111 m.

Zid (konstrukcija) je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.26.

- Terasa med obrežnim in visokovodnim zidom

Med zidovi se vzpostavi zatravljena terasa. Na območju kjer je terasa ozka (tik nad mostom na Cesti Dolomitskega odreda) se obrežni in visokovodni zid povežeta z zložbo iz lomljenca v betonu.



Najprej se položi plast betona C25/30, na katero se nato položi skale  $d_{sr}=0,40$  m. Med skalami se pustijo globoke fuge.

Na območju, kjer je pas širši, se posadi z vegetacijo, ki je opredeljena v načrtu KA.

- Visokovodni zid VVZD.6

Visokovodni parapetni zid je predviden za zagotovitev poplavne varnosti domačije Dolinar in nadomešča sedanjo provizorično ograjo ob objektu. Zid je predviden na vrhu brežine. Krona zidu poteka na koti 298,80 m n.m., višina zidu s temeljem je med 1,8 in 2,3 m (brez podloženega betona). Širina zidu z oblogo je 0,50 m. Širina temelja je 1,2 m. Dolžina zidu, ki poteka delno vzporedno z Malim grabnom, delno pa pravokotno na vodotok, je 171 m.

Zid je zasnovan kot AB konstrukcija, ki je obložena (obzidana) z zmrzlinško odpornim kamnom. Zid je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.28.

- Obrežni zid OZD.6

Obrežni zid iz lomljenca v betonu poteka ob desni brežini Malega grabna na območju mostu na Cesti Dolomitskega odreda dolvodno do profila P69. Dolžina zidu je 119 m in poteka na prehodu med odsekoma 3 in 4. Namenjen je podpori brežine zaradi poglobitve dna Malega grabna in potrebne večje hidravlične pretočnosti (manjša hrapavost brežine). Potek krone zidu se prilagaja poteku dna Malega grabna (niveleti). Svetla višina zidu je 1,0 m, skupna višina zidu s temeljem pa 2,75 m.

Zid je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.10.

Brežina med OZD.6 in VVZD.6 se zatravi in posadi z grmovno vegetacijo.

- Obloga brežin na območju mostu na Cesti Dolomitskega odreda

Na območju mostu na Cesti Dolomitskega odreda se obe brežini na OZD.6 oziroma OZL.6 obloži z oblogo iz lomljenca v betonu. Skale  $d_{sr} > 0,4$  se vgradijo v beton C25/30. Debelina sloja je 0,60 m. Obloga se izvaja na peščeni podlagi (10 cm).

- Niveletni potek, pragovi

Zaradi zagotovitve pretočnosti mostne odprtine in prehodnosti za ribe je na območju mostu predvideno znižanje dna Malega grabna. Poglobitev omogoča znižanje obeh skalnih pragov pod mostom za več kot 80 cm. Zaradi poglobitve je potrebno dodati dva pragova iz skal nad mostom in sicer v pr. P71\_1 in P72\_2. Pragovi se izdelajo kot razgibana zložba iz skal  $d_{sr} > 1,0$  m v maksimalnem nagibu 1:5 z vmesnimi tolmini. Krone pragov so višje na konkavni strani, nižje pa na konveksni strani krivine. Višinska razlika med robovoma naj bo 10 do 15 cm. Na izpostavljenih mestih se skale sidrajo z lesenimi piloti.

Obstoječi skalni prag se nahaja v profilu P75. Prag se dopolni s posameznimi skalami ob levi brežini.

Ostali objekti:

- Ribja skrivališča

Na območju obrežnih zidov se v skalno teraso ob dno vgradijo ribja skrivališča. Izvedejo se z izgradnjo vdolbin v obrežnem zidu – “kamniti zložbi”. Na vtoku se dno poglobi in dodatno zaščiti s po dvema lesenima pilotoma. Detajl ribjega skrivališča v “kamniti zložbi” je prikazan na grafični prilogi št. 7.8.

- Vložki posameznih skal

V dno struge se predvsem na konkavnih straneh vložijo skale  $d_{sr} > 1,0$  m, ki ustvarijo tolmine. Z vidika razgibanosti dna je najprimerneje, če so vložki skal v bližini spodnjih skalnih teras.



## **Ostali ključni objekti na Odseku 4**

Na odseku 4 so kritični naslednji objekti:

- Križanje z VN vodom pri profilu P75
- Križanje z NN vodom pri profilu J5 in
- Križanje s plinovodom pri profilu P71\_M.

Križanja so obdelana v posebnih elaboratih oziroma načrtih.

### **4.1.2 Mali graben od Ceste Dolomitskega odreda do Dolgega mostu (odsek 3)**

Odsek med Cesto Dolomitskega odreda in Dolгим mostom se ureja na način, ki preprečuje odtok poplavnih vod Malega grbana proti Viču (Viško pokopališče) in zagotovi maksimalno možna pretočnost struge glede na pretočnost sedanjega železniškega mostu na Dolgem mostu. Na zgornjem delu odseka od mostu na Cesti Dolomitskega odreda do profila P 54\_1 je predvidena širitev zgornjega dela pretočnega prereza. Na levi in desni strani se vzpostavijo travnate terase v okviru možnosti in v mejah hidravličnega pozitivnega vpliva. Površina teras se izvede v naklonu proti strugi Malega grabna (nagib od 1:5 do 1:50). Terasa se po odkopu humusirajo in zatravijo, v pas ob strugi se posadi grmovna vegetacija (vrbe). Opis posega je podan v uvodu točke 4. ureditve.

Dolžina odseka 3 je 1182 m.



Slika 2: Železniški most med poplavo 2010



Slika 3: Železniški most pri nizkih pretokih

- Visokovodni nasip VVNL.3

Visokovodni nasip poteka po levi strani prečno na tok Malega grabna od Ceste Dolomitskega odreda do rečne struge pri profilu P60. Normalni profil nasipa je opisan v uvodu. Po kroni nasipa se vzpostavi peščena pot, ki je namenjena dostopu do zemljišč in vzdrževanju ureditev. Širina poti je 2,5 m. Kota krone nasipa 298,25 m n.m. je enaka na vsej dolžini nasipa. Prečni nasip je dolg 85 m.

- Visokovodni nasip VVNL.2

Visokovodni nasip poteka po levi strani Malega grabna od profila P60 do stanovanjskih objektov ob levi brežini (P 52\_1). Nasip poteka vzporedno s strugo Malega grabna. Normalni profil nasipa je opisan v uvodu in na zgornjem odseku. Kota krone nasipa na gorvodni strani je 298,25 m n.m., na dolvodni strani ob priključku na VV zid pa 297,70 m n.m. Nasip je dolg 396 m.

- Obrežni zid OZL.4

Obrežni zid ("kamnita zložba") je načrtovan na območju, kjer je struga utesnjena med individualno pozidavo na levem bregu in športnim centrom Dolgi most na desnem bregu. Situacijsko poteka od profila P53 do profila P46\_1, tik pod Dolгим mostom. Predviden je že opisani tipski obrežni zid, svetle višine 2,5 m (skupne višine 4,15 m s temeljem). Izvede se obloga struge v liniji zidov iz lomljenca v betonu. Dolžina obrežnega zidu je 408 m.

Obrežni zid OZL.4 je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o. št. K-448.09.

- Visokovodni zid VVZL.3

Na zgornji strani leve brežine je ob naselju hiš predviden visokovodni zid. Trasa zidu je določena s potekom dostopne poti in obstoječih objektov. Na gorvodni strani se zid priključi na nasip VVNL.3, dolvodni zaključek pa je predviden na kamnitem oporniku železniškega mostu. Zid se prekine na opornikih AC viadukta Dolgi most. Na gorvodni strani je krona zidu na koti 297,50 m n.m. Med zidom in nasipom VVNL.2 je 20 cm višinska razlika zaradi pričakovanih deformacij nasipa in dodatne varnosti zaradi preprečitve prelivanj ob dogodkih daljše povratne dobe kot je  $Q_{100}$ . Na dolvodni strani je zaključek zidu ob mostnem oporniku na koti 297,07 m n.m. Dolžina zidu je 318 m.

(250+55+13). Temelj zidu se izvede na gradbišču (betoniranje) stena zidu pa sestavljena iz montažnih elementov (že opisano).

Zid VVZL.3 je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.24.

- Terasa med obrežnim zidom OZL.4 in visokovodnim zidom VVZL.3

Terasa med obrežnim in visokovodnim zidom se zatravi in posadi z vegetacijo po načrtu KA. Na območju železniškega mostu in pod nadvozom Dolgi most ( $l=33,7$  m) se terasa obloži z lomljencem v betonu. Prav tako se terasa obloži z lomljencem v betonu na območju profilov P50\_2 in P51. Dolžina obloge je 45 m. Debeline skal so do 0,4 m, debelina betona 0,4 m, skupna debelina obloge je 0,6 m. Obloga se polaga na peščeno podlago debeline 0,1 m.

- Visokovodni nasip VVND.1

VVND.1 je predviden za preprečitev poplavljanja objektov na desnem bregu Malega grabna na območja športnega centra Dolgi most. Na dolvodni strani se nasip priključi na visokovodni zid VVZD.5 (kota 297,24 m n.m.), na gorvodni strani pa se priključi na teren pri profilu P63\_1 (kota 297,61 m n.m.). Izvedba nasipa je opisana v uvodu točke 4. Dolžina nasipa, ki poteka ob desni brežini Malega grabna ter ob zahodnem robu starega rokava Malega grabna je 395 m.

- Obrežni zid OZD.5

Obrežni zid ob vznožju desne brežine poteka od profila P54\_1 do železniškega mostu (P47). Zid poteka višinsko vzporedno z niveleto Malega grabna. Višina zidu s temeljem je 4,15 m, višina zidu nad niveleto je 2,5 m, višina nad kamnito teraso pa približno 1,5 m. Dolžina zidu je 408 m. Zaradi stopnje v profilu P48\_1 je predviden zvezni prehod krone med P48\_1 in P48. Prav tako je zaradi zniževanja terase tik nad železniškim mostom med P47\_1 in P47 predvideno zvezno znižanje krone od brvi (predmet posebnega projekta MOL) do kote pohodnega podesta pod mostom. Zid je predviden kot "kamnita zložba". Izvedba je opisana v uvodu.

Zid OZD.5 je obdelan v projektu PNZ d.o.o., št. K-448.08.

- Visokovodni zid VVZD.5

Visokovodni zid VVZD.5 je načrtovan na območju športnega centra Dolgi most. Krona zidu sledi niveleti Malega grabna in je na gorvodnem zaključku pri P55\_2 na koti 297,14 m n.m., na dolvodnem zaključku v P48\_3 (steber AC nadvoza) pa 296,71 m n.m. Glede na potek visokovodnega zidu na levem bregu je krona zidu 0,5 m nižja (varnostni prelivanje). Na zgornjem delu od profila P55\_2 do P53\_1 je skupna višina zidu s temeljem 1,79 m do 2,0 m, pri profilu P53 je skupna višina 3,07 m. Na območju profila P52\_1 je skupna višina zidu 2,84 m. Pri profilu P51 je skupna višina zidu 2,76 m. Na območju profila P48\_3 je višina 2,31 m. Višina zidu je odvisna od odmaknjenosti od obrežnega zidu.

Za visokovodnim zidom poteka dostopna cesta do objektov Športnega centra. Med izvedbo bo del ceste odkopan. Zaradi bližine objektov je mestoma predvideno varovanje gradbene jame z zagatnicami (med P50\_2 in P53\_1). Po končanih delih se asfaltna cesta povrne v prvotno stanje. Predvidena je izdelava posteljice iz drobljenca debelina 40 cm – zasip za zidovi, drobno zrnat drobljenec debeline 25 cm, izdelava nosilne bitumizirane plasti AC 22 base B70/100 A3 v debelini 6 cm in izdelava obrabne zaporne bitumenske plasti AC 8 surf B70/100 Ar debeline 3 cm.

Projektno je VVZD.5 je obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.27.

- Montažna odprtina za odtok zalednih poplavnih vod

Med P49 in P49\_1 je predvidena v zidu odprtina dolžine 20 m. Odprtina je zaprta z montažnimi elementi protipoplavne stene, ki se ob poplavih, kadar Mali graben prelije desno brežino na gorvodnem odseku, odstranijo in s tem omogočijo odtok poplavnih vod nazaj v strugo Malega grabna.

- Visokovodni zid VVZD.4

Visokovodni zid je načrtovan na odseku od stebra AC viadukta v P48\_3 do železniškega mostu v P47. Do izpod brvi v profilu P47\_1 poteka vzporedno z zidom na levem bregu – 0,5 m. Kota krone v P48\_3 je 296,71, v P47\_1 pa 296,60 m n.m. Med P47\_1 in P47 je predviden zvezni prehod do

kote podesta (pohodne terase), ki je na koti 292,51 m n.m. Predviden je stopničasti potek temelja in prilagoditev montažnih elementov zveznemu poteku krone zidu. Skupna višina zidu se spreminja od  $h = 3,75$  m do  $h = 0,93$  m. Zid se izvaja iz montažnih elementov v nagibu 5:1.

Zid je projektno obdelan v načrtu PNZ številka K-448.25.

Med P47\_1 in P48 prečka Mali graben brv. Sedanja brv bo odstranjena, izvedena bo nova, ki je predmet posebnega projekta (naročnik MOL).

- Terasa med zidovi

Terasa med visokovodnim zidom in obrežnim zidom na zgornjem delu nad profilom P53\_1 se humusira in zatravi ter posadi v skladu z načrtom KA. Na območju od profila P47\_1 do P53\_1, kjer je razdalja med obrežnim visokovodnim zidom premajhna, se tlakuje s poravnano zložbo iz lomljenca v betonu (skale  $d_{sr} = 0,40$  m v betonu, skupna debelina 0,6 m, na peščeni podlagi debeline 0,1 m).

- Visokovodni zid VVZD.3 – zgornji odsek

Visokovodni zid VVZD.3 je sestavljen iz 2 delov. Spodnji del, dolvodno od železniškega mostu, poteka po Odseku 2 in je opisan v nadaljevanju. Zgornji del je načrtovan na odseku med brvjo in železniškim mostom. Situativno poteka po notranjem robu vrta med železniškim mostom in cesto proti brvi. Zid je načrtovan v opisani pol montažni izvedbi (na gradbišču betoniran temelj, montažne stene). Dolžina zidu 20 m, skupna višina zidu s temeljem pa 5,36 m. Med zidovima VVZD.4 in VVZD.3 bo potekala peščena pot do terase pod železniškim mostom.

- Terasa pod železniškim mostom

Terasa pod železniškim mostom se zniža z današnje kote  $\sim 294,0$  m n.m. na koto 292,50. Terasa se obloži na že opisan način z lomlencem v betonu debeline 0,6 m. Obloga se armira z mrežno armaturo. Na območju železniškega mostu se stikujeta oporna zidova OZD.4 in OZD.5. Zaradi višinske omejitve (železniški most) bo izvedba terase in zložbe iz lomljenca v betonu zahtevnejša, kot na odprti trasi. Tudi obloga ožje terase ob levi brežini se izvede na enka način.



Sidranje gradbene jame obrežnega zidu OZL.4 s pasivnimi sidri se zaključi na dolvodni strani železniškega mostu.

- Območje izboljšanja biotske raznovrstnosti med profili P57 in P62 (desni breg)

Na območju delno zasutega starega rokava Malega grabna je predvidena izvedba območja izboljšanja biotske raznovrstnosti v obliki zatoka (vzpostavitev starega rokava Malega grabna). Zatok se izvede z odkopom dna starega rokava do kote nivelete oziroma še 0,5 m globlje. Prehodi med rokavom in osnovnim terenom se izvedejo položno s spreminjajočimi nagibi. Širina vodnega zrcala je od 3 m na iztoku do 17 m na sredini zatoka. Poglobitve (niveleta -0,5 m) so predvidene na mestih največjih širin in so prikazane v prečnih prerezi in na situaciji. Območje se mestoma popestri z vložki skal (prikazano na situaciji). Zatok se polni po cevi Ø80 cm na območju profila P60, kjer desna brežina Malega grabna prehaja iz konvekse v konkavo in ni pričakovati zaprojevanja vtoka. Na vtoku in iztoku se izvede zavarovanje iz skal. Na zgornjem delu zatoka (med P60 in P61) cirkulacije vode ne bo (razen ob visokih vodah, ko bo preplavljen celotni zatok).

Območje zatoka se posadi skladno z načrtoma krajinske arhitekture J-9/15, ACER d.o.o.

- Struga Malega grabna na 3. odseku, ribja skrivališča

Struga med zidovi je široka 19 do 20 m. Na obeh straneh ob zidovih sta predvideni terasi iz skal širine 1,0 do 2,0 m, ki se mestoma posadijo z vrbovim grmovjem (opisano v uvodu točke 4). V teraso se na razdalji 15 do 20 m vgradi ribja skrivališča (po detajlu).

Odsek nad profilom P52\_1 oziroma P 54\_1 je predviden kot odprt odsek z relativno širokim visokovodnim profilom. Izvedba je opisana v uvodu točke 4. Na tem odseku se ribja skrivališča oblikujejo iz skal in pilotov (po detajlu).

- Niveletni potek, pragovi

Poglobitev sedanjega dna je predvidena na odseku od izpod železniškega mostu do profila P48\_3 na celotni širini. Prav tako je poglabljeno dno predvideno na območju mostu na Cesti Dolomitskega

odreda. Višinski potek poglobitve, nivelete in pragov je prikazan na prečnih prerezi in vzdolžnem prerezu.

Na območju 3. odseka so predvideni 3 pragovi (stopnje) na spodnjem delu odseku nad železniškim mostom in 2 praga (2 stopnji) na zgornjem delu odseka tik pod mostom na Cesti Dolomitskega odreda.

Ker je odsek Malega grabna na območju železniškega mostu zaradi potrebne pretočnosti poglavljen, je potrebno prag v profilu P48\_1 obnoviti (izvesti na nižjih kotah), v profilu 48\_3 pa izvesti dodatni prag iz skal. Način izvedbe pragov je že opisan v uvodu točke 4.

- Zaledne vode, jaški za zbiranje zalednih vod

Z izvedbo VV zidov in nasipov bo onemogočen odtok zalednih vod v strugo Malega grabna. Problematično bo predvsem območje Športnega centra Dolgi most severno od križanja z AC. Na tem delu je previdena že opisana odprtina širine 20 m za odtok poplavnih vod in 4 jaški z iztokom drenaž izza zidov. Jaški so predvideni med profiloma P49\_1 in P49\_2, v profilu P51\_1, med profiloma P53\_1 in P54 ter profiloma P55\_1 in P55\_2. Iztoki iz jaškov so predvideni s protipovratnimi loputami in možnostjo prečrpavanja v času visokih vod. Jaški so označeni na situaciji in vzdolžnem profilu. Detajl jaška je prikazan v grafični prilogi 7.5. Na zidom je med jaški načrtovana drenaža.

- Kritična mesta na območju odseka 3

Kritična mesta na odseku 3 so:

- območje železniškega mostu s poglobitvijo teras (podestov),
- preboj kanalizacije pod železniškim nasipom na desnem bregu Malega grabna med P46\_2 in P47,
- območje križanja s plinovodom med pr. P49,
- odsek ob objektih Športnega centra Dolgi most na desnem bregu,
- krajši odsek ob garažnem objektu na območju profila P51 na levem bregu,



- območje brvi nad železniškim mostom ter
- križanja s SN in VN vodi na območju nasipa VVNL.3

#### **4.1.3 Mali graben od Dolgega mostu do Južne obvoznice (odsek 2)**

Na odseku med Dolgim mostom in križanjem z Južno obvoznico, Mali graben teče po južni strani obvoznice. Zato je razbremenjevanje dela visokih vod proti Barju možno le na tem odseku. Na podlagi prehodno izdelanih analiz je izbrana varianta razbremenjevanja na odseku tik pred križanjem z Južno obvoznico.

Za zagotovitev pretočnosti je na tem odseku potrebno povečati pretočni prerez in preprečiti nekontrolirano razbremenjevanje proti jugu.

Struga Malega grabna je v celoti razširjena in delno poglobljena. Zaradi pričakovanih visokih gladin po izvedbi ureditve na odsekih 3 in 4 je potrebno preprečiti nekontrolirano poplavljanje Malega grabna proti jugu, delno severu (na območju zahodno od Lipahove ulice). Zaradi utesnjenosti in potrebne gladkosti (pretočnosti) je na celotnem odseku predvideno varovanje z visokovodnimi zidovi. Prav tako je na tem odseku predviden kontroliran odtok proti Barju na vtočnem objektu v razbremenilnik R6a, ki je predmet posebnega načrta.

Dolžina odseka 2 je 690 m.

- **Visokovodni nasip in zid VVZL.2**

Poplavna varnost dveh objektov na levem bregu med nadvozom Dolgi most in Cesto v Gorice (Lipahova cesta) se zagotovi z visokovodnim zidom. Zid se izvede na koti 296,52 na gorvodnem zaključku (P46\_1) in 296,25 m n.m. na dolvodnem zaključku v P43\_2. Dolžina zidu je 178 m. Višina zidu s temeljem je 3,3 m. Oblika zidu s temeljem je v obliki črke L. Debelina zidu je 0,5 m. Vidni del je z obeh strani obzidan z oblogo iz kamnitih plošč. Prav tako je obzidana krona zidu v obliki „kape“ z odkapom. Gradbena jama pred temeljem zidu se na vodni strani zasuje s skalami  $d_{sr} > 0,4$  m (preprečitev erozije) Na gorvodnem zaključku zidu (P46\_1) se v nasip vgradi cev Ø60

cm s protipovratno loputo za odtok meteornih vod z območja Dolgega mostu v Mali graben. Jarek (mulda) med zidom in brežino Malega grabna se obloži s kamnito oblogo (skale  $d_{sr} = 0,40$  m v peščeni podlagi). Na dolvodnem zaključku zidu v P43\_2 se izvede jašek  $\varnothing 120$  cm z izpustom  $\varnothing 40$  cm. Na vodni strani cevi je predvidena protipovratna loputa ali TIDEFLEX. V jašku se zbirajo tudi drenažne vode za zidom (DK cevi  $\varnothing 180$  mm). V času poplave je v jašek možno postaviti mobilno črpalko za prečrpavanje zalednih vod z območja obeh objektov. Jašek se prekrije s kovinsko rešetko. Iztok iz cevi po brežini Malega grabna se izvede v obliki mulde in izvede iz skal  $d_{sr} = 0,40$  m na peščeni podlagi. Na območju obeh objektov je potrebno prilagoditi odvod meteornih sanitarnih vod (prevezava).

Visokovodni zid VVZL.2 je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.29.

- Visokovodni zid VVZD.3

Visokovodni zid je predviden na delu odseka 3 od železniškega mostu do Lipahove ulice. Zaradi potrebne varnostne višine, krona zidu poteka nad terenom (približno do 1,0 do 1,5 m). Skupna višina zidu s temeljem je 3,2 m, le na območju tik nad Lipahovo cesto je višina 3,76 m in na območju pod železniškim mostom 5,36 m. Zid je predviden v opisani obliki, z montažno steno in na mestu betoniranim temeljem. Zaledna stran zidu, ki je vidna, se obzida z lomljencem v betonu. Temelj zidu na vodni strani se zaščiti s skalami  $d_{sr} > 0,4$  m.

Pri železniškem mostu je kota krone zidu 296,65, pri Lipahovi ulici pa 296,37 m n.m. Dolžina zidu od železniškega mostu do mostu na Cesti v Gorice je 254+20 m.

Med profilom P46\_2 in železniškim mostom je predvidena izvedba stopnic za ohranitev komunikacije pod železniškim mostom. Stopnice se izvedejo iz AB. Širina stopnišča je 2,1 m, debelina stena pa 0,35 m. Višinska razlika med podestom in vrhom VV zid je 4 m. Kota podesta je 292,68 m n.v., kota dostopa pa 296.80 m n.v. Višina stopnice je 17 cm, širina pa 35 cm.

Na vrhu stopnic je predvidena varnostna ograja. Konstrukcija stopnišča je prikazana v načrtu PNZ d.o.o. št. K-448.23.

Na zgornjem delu VVZD.3 je predvidena ena širša odprtina širine 8,84 m in višine 1,35 m. Odprtina je stalno zaprta z montažnimi elementi (AL elementi - enak detajl, kot na odseku 3). Odprtina je namenjena dostopu za vzdrževanje in eventualnemu razbremenjevanju dela visokih vod ob izrednih dogodkih.

Na območju profilov P43\_2 in P44\_1 sta v VV zidu predvidena dostopa do struge Malega grabna. Odprtina širine 1,0 m se zapira z vodotesnimi vrati.

V bližini objektov se gradbena jama varuje z zagatnicami (prikazano v profilih).

Projektno je zid obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.23.

- Drenaža za VVZD.2 in VVZD.3

V zasip zaledne starni zidu VVZD.3 se vgradi drenaža DK180. Drenaža se vgradi ~ 1 m pod končni (zasut) teren za zidovi. Cev se obsuje z prodromom  $d = 0,004$  do  $0,035$  m. Izpust drenaže je predviden v dveh jaških Ø60 cm z izpustom Ø40 cm v strugo Ljubljance. Jaška sta predvidena pri profilu P.43\_2 in P45.

Na odseku pod Lipahovo cesto je predvidena drenaža DK 180 do jaška pri profilu P40. Način vgradnje je opisan v prejšnjem odstavku. Na drenaži je potrebno izvesti revizijske jaše Ø30 cm na razdalji ~50 m. Na drenažo se ne sme priključevati druge kanalizacije.

- Visokovodni zid VVZD.2

VVZD.2 predstavlja nadaljevanje gorvodnega zidu do vtoka v Razbremenilnik 6a oziroma nadvoza Južne obvoznice. Kote krone zidu so od 296,38 m n.m. na Cesti v Gorice do 295,71 m n.m. pri vtoku v Razbremenilnik. Skupna višina zidu je od 3,2 m (na večini trase) do 4,3 m pri vtoku v Razbremenilnik. Zid se izvede po opisanem postopku z na mestu betoniranim temeljem in montažno steno, ki se na zgornji strani obzida z lomljencem v betonu. Temelj zidu proti Malemu grabnu se zaščiti z lomljencem  $d_{sr} > 0,40$  m.

Na območju profila P42\_3 je predvidena montažna odprtina za dostop do struge Malega grbana (vzdrževanje). Dolžina odprtine je 8,84m, višina pa 1,35 m. Opis je enak, kot pri VVZD.3.

Pri profilu P40 je predviden jašek za zajem zalednih vod in iztokov iz drenaž. Jašek dimenzij 1,2 m/2,0 m je zasnovan kot dvoprekatni jašek s protipovratno loputo med obema prekatoma. Debelina sten je 0,25 m, svetla širina jaška je 0,90 m. Prekrit je z montažno pohodno kovinsko rešetko. Vtočni (zaledni) prekat se izvede z vrhom na koti terena, prednji prekat pa s stenami na koti VV zidu (295,77 m n.m.). Izpust iz jaška je BC Ø40 cm. Vtok jarka v jašek se obloži s skalami  $d_{sr} = 0,40$  m na peščeni podlagi na dolžini 2 m. V času visokih vod jašek omogoča prečrpavanje zalednih vod v strugo Malega grabna z mobilno črpalko. Statični izračun jaškov je priloga tega načrta.

Projektno je zid obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.22.

- Obrežni zid OZD.4

Obrežni zid OZD.4 je načrtovan kot „kamnita zložba“ iz lomljenca v betonu, od železniškega mostu do Lipahove ulice. Skupna višina zidu s temeljem je 3,25 m, svetla višina nad niveleto pa 1,5 m, oziroma nad kamnito teraso ~1,0 m. Krona zidu pri železniškem mostu je na koti 292,80 m n.m., na območju mostu Ceste v Gorice pa 292,40 m n.m. Dolžina zidu je 269 m.

Obrežni zid se izvede po opisanem postopku. V zid se vgradijo ribja skrivališča po detajlu.

Projektno je zid obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.07.

- Obrežni zid OZD.3

Zid predstavlja nadaljevanje OZD.4 do nadvoza Južne obvoznice. Značilnosti so enake, kot pri gorvodnem zidu, le da je kota krone na dolvodnem zaključku na koti 291,71 m n.m. Projektno je zid obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.07.

Terasa med zidovi

Pas brežine med obrežnim in visokovodnim zidom na odprti trasi z dovolj veliko razdaljo med zidovima se oblikuje v naklonu 1:2, humusira in zatravi ter posadi z grmovnicami po načrtu KA. Na območju pod železniškim mostom (med P46\_2 in 47) ter na območju mostu na Lipahovi ulici ter na vtoku v razbremenilnik R6a se brežina obloži z lomljencem v betonu (debelina obloge 0,60 m na peščeni podlagi). Obloga se armira z armaturno mrežo Q454. Dolžine obloge na območju železniškega mostu je 34 m (leva brežina) oz. 25 m (desna brežina), na območju mostu na Lipahovi ulici je 13 m, na območju vtoka v R6a pa 26 m.

- Območje mostu na križanju z Južno obvoznico

Odsek Malega grabna na območju križanja z Južno obvoznico je utrjen. Brežine so obložene z betonskimi ploščami. Zaradi poglobitve struge (poglobitev dna in dodatna poglobitev ob desni brežini) se prilagodi spodnji del pretočnega prereza. Stik brežine in dna Malega grabna se obloži s skalami  $d_{sr} > 0,60$  m, ki se sidrajo z lesenimi piloti.

- Ureditev struge

Zaradi potrebne hidravlične pretočnosti odseka je predvidena širitev dna Malega grabna na širino  $b \sim 15$  m. Ob desni brežini (temelju obrežnega zidu) je načrtovana skalna terasa z ribjimi skrivališči. Leva odkopana brežina se ob vznožju utrdi z razgibano kamnito zložbo ( $2,0$  do  $3,0$  m<sup>3</sup> skal na tekoči meter), ki se sidrajo z lesenimi piloti dolžine  $2,0$  in premera  $0,3$  m. Razdalja med izpostavljenimi in zalednimi skalami naj bo vsaj  $1$  m. Zložba se posadi z grmovno vegetacijo (vrba). Brežina nad zložbo se izvede v povprečnem naklonu 1:2 do sedanjega roba pretočnega prereza. Površina se zatravi in se redno vzdržuje.

Zaradi poglobljenega dna (nivelete) je potrebno obstoječe pragove odstraniti in jih nadomestiti z novimi, katerih krone so približno  $0,5$  m nižje od sedanjih. Predvidena je odstranitev 6-ih pragov, ki se jih obnovi, višinsko razliko praga pri vtoku v Razbremenilnik se nadomesti z novim pragom v P48\_3 (že opisano pri odseku 3). Ob južni strani (ob zidu) je predvidena dodatna poglobitev dna struge. Velikost poglobitve je do  $0,6$  m, širina poglobitve pa do  $5$  m. Poglobitev sega od P37\_2 do P48\_1 (prag). Dodatna poglobitev se pod pragom razširi na celoten profil Malega grabna (podslapje globine  $\sim 0,9$  m).

Brežine struge se uredijo skladno z opisom v uvodu točke 4.

Na območju gostinskega objekta (paviljona) se izvede brežina v večjem nagibu (1:1,5). Prav tako se v večjem nagibu izvede brežina na območju med profili P40\_3 in P41\_1 zaradi bližine priključka Ljubljana – zahod. Brežina na tem odseku se v celoti obloži s skalami  $d_{sr} > 0,60$  m, ki se dodatno sidrajo s piloti.

Obloge jarkov na levem bregu se izvedejo na opisan način (lomljenec  $d_{sr} = 0,40$  m na peščeni podlagi).

#### **4.1.4 Odsek od Južne obvoznice do izliva v Ljubljanico (odsek 1)**

Odsek predstavlja spodnji tok Malega grabna, ki je v preteklosti predstavljal ločnico med urbanim mestom in Barjem. Hidravlične obremenitve odseka ob visokih vodah se zaradi odtoka v Razbremenilnik 6a pri  $Q_{100}$  zmanjšajo za  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ . Na odprti trasi (izven vplivnega območja mostov) se ohranja današnji spodnji del profila Malega grabna vključno z dnom in skalnatimi pragovi. Pretočni profil se povečuje s širitvijo zgornjega dela profila do prostorskih omejitev (Pot, stanovanjski objekti in podobno). Nagibi brežin ne presegajo naklona 1:2, vmesne travnate terase pa se izvedejo v nagibih od 1: 20 do 1:5. Nagib se prilagaja razpoložljivi širini in višinski razliki med osnovnim terenom in spodnjim delom struge. Oblikovanje je razvidno iz prečnih prereзов.

Dolžina odseka 1 od izliva v Ljubljanico do križanja z Južno obvoznico je 3720 m.

- Prodišče med P33\_1 in P35\_2

Na odseku med profilom P35\_2 in P33\_1 je na mestu desne brežine predvidena razširitev z oblikovanjem prodišča. Brežina se odkoplje v naklonu 1:10. Na stiku s sedanjo strugo sega vsaj 0,3 m pod gladino, ki jo ustvarjajo kamniti pragovi. Na odkopano brežino se razprostre prod, ki se odkoplje na zgornjem delu (Odsek 4). Prodišča bodo pogosto preplavljena in verjetno se bodo po nizu visokih vod zamuljila. Dolžina prodišča je 225 m širina pa do 23 m.

- **Zatok**

Na odseku med P31\_3 in 30\_3 je predvideno območje za izboljšanje biotske raznovrstnosti – Zatok. V desno brežino se izkoplje rokav brez dotoka, ki ob visokih vodah deluje kot del pretočnega prereza. Dno Zatoka sega pod današnje dno Malega grabna, širina zatoka (omočenega dela profila) je do 10 m. Zatok je dolg 85 m. Greben med zatokom in strugo naj sega največ 1 m nad gladino srednje nizke voda (normalna gladina Malega grabna). Brežine zatoka se posadijo po načrtu KA (št. J-9/15, ACER d.o.o.). Na stiku vodne gladine z brežinami se vgradi posamezne skale in lesene pilote.

- **Melioracijski jarki**

Z območja Vrtnarije se v Mali graben steka več melioracijskih jarkov. Zaradi pomika brežine proti jugu bo potrebno skrajšanje iztokov, ki se na prehodu na brežino obložijo s kamni s premerom do 0,4 m, vgrajenih na peščeno podlago. Ponovno bo potrebno urediti 15 iztokov.

- **Območje mostu na Cesti v Mestni log**

Na območju mostu na Cesti v Mestni log je predvidena manjša poglobitev struge Malega grabna in povečanje pretočnosti. Prav tako bo potrebno prestaviti oziroma obnovi skalni prag pod mostom.

- **Obrežni zid OZL.3**

Na območju mostu je na stiku struge in terase, po kateri poteka Pot, potrebno izvesti nižjo podporno konstrukcijo – zid višine 1,7 m in dolžine 57 m. Zid se izvede po že opisanem postopku z na mestu betoniranim temeljem in montažno steno. Skupna višina zidu s temeljem je 2,7 m. Pred zidom se izvede terasa iz skal, katerih krona sega nad gladino ob srednjih nizkih vodah.

Projektno je zid obdelan v načrtu PNZ d.o.o., št. K-448.06

- **Nova brv v profilu P25**

V profilu P25 je bila v času izdelave projekta izvedena nova brv. Brv je načrtovana in izvedena v skladu z načrtovanim oblikovanjem pretočnega prereza Malega grabna po DPN (širitev profila) na



tem območju. Pri ureditvi brežin na območju brvi je potrebno prilagoditi izpust kanalizacijske cevi na desnem bregu.



Slika 4: Nova brv med gradnjo

- Požarna ploščad v P21\_1 in načrtovana brv

Ploščad za požarno črpališče v P21\_1 se odstrani.

Dolvodno od ploščadi je načrtovana izvedba nove brvi v podaljšku Koperske ulice. Brv je potrebno načrtovati skladno s hidravličnimi in oblikovnimi izhodišči te dokumentacije. Brv ni predmet DPN in tega PGD.

- Odsek Malega grabna med Cesto v Mestni log in območjem Mokrske brvi

Odsek je načrtovan s širitvijo zgornjega dela pretočnega prereza. Širitev je določena z objekti ob desni brežini (vrtne ograje, po liniji katerih poteka parcelacija). Ob levi brežini je ključni pogoj predpisan odmik od Poti, in sicer 3 m od linije dreves ob Poti. Odkop visokovodnega profila se izvaja z upoštevanjem rastišč japonskega dresnika. Postopki so opisani pri zemeljskih delih v nadaljevanju poročila in v elaboratu Ureditve gradbišča, št H34/UG-FR/15.



## Območje Mokrške brvi

Za zagotovitev dovolj velike pretočnosti je potrebno zamenjati Mokrško brv in bistveno povečati pretočnost struge na vplivnem območju brvi. Današnja pretočnost je okoli  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , potrebna projektna pretočnost pa  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  po etapi 1A brez varnostne višine ob zidovih ter  $160 \text{ m}^3/\text{s}$  po izgradnji etape 2.



Slika 5: Obstoječa brv zajezuje visoke vode Malega grabna (ena od poplav v zadnjih 20-ih letih)

Zamenjava brvi je načrtovana v sklopu investicij MOL. Na območju brvi so predvideni naslednji objekti:

- Obrežni zid OZL.2

Ob stiku dna in brežine na širšem območju Mokrške ulice je predviden obrežni zid dolžine 355 m. Obrežni zid se izvaja na že opisani način kot „kamnita zložba“ iz lomljenca v betonu. Skupna višina zidu je 3,26 m, svetla višina nad niveleto 1,5 m, višina nad podestom (kamnito teraso) pa 1,0 m. Ob zidu je načrtovana skalna terasa, v katero se vgradijo ribja skrivališča.

Obrežni zid je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o. št. 448.04.

- Visokovodni zid VVZL.1

Nad spodnjo teraso je predviden visokovodni zid skupne višine 4,3 m (svetla višina ~ 3,3 m vključno z robnikom). Kote krone zidu so od 291,35 m n.m. na dolvodnem koncu do 291,80 m n.m. na gorvodnem koncu. Zid se izvede po enakem postopku kot ostali visokovodni zidovi s klasično betoniranim temeljem in montažnimi elementi. Dolžina zidu je  $184+175 = 359$  m. Zaradi ožine pasu za zidom, dostopne ceste do stanovanjskih objektov, poteka kanalizacije v cesti in slabe geomehanske podlage je potrebno za izvedbo predvideti posebne pogoje varovanja gradbene jame (zagatnice, dodatni piloti in podobno).

Na kroni VVZL.1 je predvidena izvedba robnega venca iz AB, v katerega je pritrjena odbojna ograja. Višina venca in ograje je 1,2 m nad Mokrško cesto.

Visokovodni zid je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o. št. 448.21.

Na odseku je predviden izpust kanalizacije, ki je obdelana v načrtu Hidrosvet d.o.o št. 139/15. Pri dosedanjih poplavih in visokovodnih dogodkih, ko je bil pretočni prerez Malega grabna na območju Mokrške brvi poln, so na kanalih na Mokrški ulici nastali izviri. Na kanalu je predvidena zapora pred iztokom.

Gradbena jama za izvedbo obrežnega zidu OZL.2 in visokovodnega zidu VVZL.1 bo potrebno delno odstraniti pas asfaltirane Mokrške ulice ob Malem grabnu širine do 1,5 m. Po končanih delih (izvlečenju zagatnic) se površina cestišča povrne v prvotno stanje (izdelava posteljice iz drobljenca debelina 40 cm – zasip za zidovi, drobno zrnat drobljenec debeline 25 cm, izdelava nosilne bitumizirane plasti AC 22 base B70/100 A3 v debelini 6 cm in izdelava obrabne zaporne bitumenske plasti AC 8 surf B70/100 Ar debeline 3 cm ).



Slika 6: “Izvir” iz kanala na Mokrški ulici med poplavo septembra 2010 .

- Podest (terasa) med obrežnim zidom OZL.2 in VVZL.1

Podest (terasa) med obema zidovoma je zaradi pričakovanih večjih hitrosti vodnega toka ob gladkih oblogah zidov potrebno utrditi z oblogo. Predlagamo, da se prostor med zidovoma zapolni s skalami, katerih vrh sega 10 cm pod krono obrežnega zidu. Preostanek se zasuje z zemljino in zatravi. Na terasi lahko poteka pot, ki zaradi prevelike višinske razlike med strugo in krono obrežnega zidu ni varna (višinska razlika je večja kot 1 m).

- Obrežni zid OZD.2

Kot ob levi brežini je tudi ob desni brežini predviden obrežni zid z višino 1,0 m v pr. P13\_1, do 1,5 m nad niveleto Malega grabna na preostalem delu trase. Skupna višina zidu s temeljem je 2,66 oziroma 3,16 m Izvede se na enak način, kot obrežni zid ob levem bregu (“kamnita zložba”). Dolžina zidu je 321 m.

Obrežni zid je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o. št. 448.03.

- Visokovodni zid VVZD.1

Zgornji del desne brežine se utrdi z visokovodnim zidom skupne višine 3,75 m (vidna višina 2,5 m). Le na območju tik nad brvjo, kjer je zaradi bližine stanovanjskega objekta predvidena pilotna stena,

je svetla višina zidu 3,09 m. Krona zidu poteka 0,5 m nižje, kot krona na levem bregu. Dolžina zidu je 319 m. Pri gradnji je potrebno upoštevati podobne pogoje, kot pri zidu na levem bregu. Na kroni VV zidu je potrebno izdelati varnostno ograjo (tipska ograja).

Visokovodni zid je projektno obdelan v načrtu PNZ d.o.o. št. 448.20.

Nižji višinski potek zidu, ki je ob levi brežini, omogoča razbremenjevanje poplavnih vod proti jugu ob ekstremnih situacijah, ko so pretoki oziroma gladine v Malem grabnu na tem odseku večji od projektnih zaradi različnih vzrokov (preprečeno razbremenjevanje na gorvodnih odsekih v kombinaciji s slabim vzdrževanjem).

Prizidek v profilu P15\_1 se za čas gradnje odstrani pomožni objekt zaradi izvedbe pilotne stene, ki bo varovala gradbeno jamo in stanovanjski objekt Mokrška ulica 80. Po izvedbi pilotne stene obrežnega zidu OZD.2 in visokovodnega zidu VVZD.1 se objekt obnovi.

- Podest (terasa) med obrežnim zidom OZD.2 in VVZD.1

Terasa med zidovi je relativno ozka (od 1,8 do 2,0 m). Ker sta temelj VVZD.1 in krona OZD.2 povezana, se prostor zapolni z lomljencem v betonu C25/30. Ozelenitev zgornjega zidu se zagotovi z grmovnicami z zgornje terase, v kamniti zložbi in podestu pa se izvede kaverne, v katere se mestom posada grmovnice.

- Poglobitev struge Malega grabna

Z namenom preprečitve prelivanja visoke vode nad Mokrško brvjo je potrebno dno struge razširiti in delno poglobiti. Širina poglobitve med zidovi na koti projektirane nivelete je med 15 in 16 m. Poglobitev je predvidena na odseku dolžine 360 m. Poleg tega je ob desni brežini predvidena dodatna poglobitev širine ~4 m in globine 0,6 m za zagotovitev večje globine v času nizkih pretokov. Zoženi pas poglobitve sega v protitočni smeri še do iznad profila P17. V sotočni smeri poglobitev sega do mostu na Opekarski cesti. Gladina ob srednjih nizkih vodah se vzdržuje s sistemom pragov, ki se obnovijo na mestih sedanjih pragov. Za vzpostavitev ustreznega vodnega zrcala se vzpostavijo 3 novi pragovi in sicer v P15\_4, P17 in P17\_2. Ostali pragovi se obnovijo, višine so določene v vzdolžnem prerezu.

- Terasa ob kamniti zložbi

Na obeh straneh ob obrežnih zidovih sta predvideni terasi iz skal širine 1,0 do 2,0 m, ki se mestoma posadijo z vrbovim grmovjem (opisano v uvodu točke 4). V teraso se na razdalji 15 do 20 m vgradi ribja skrivališča (po detajlu).

- Podporna konstrukcija med P9\_5 in P10\_1 na levem bregu ob objektu 95e

Za zaščito objekta na levem bregu Malega grabna je predvidena podporna konstrukcija iz lomljenca v betonu C25/30 ("kamnita zložba") dolžine 53 m. Skupna višina kamnite zložbe s temeljem je 3,4 m, svetla višina zložbe je 2,4 m. Temelj je širok od 1,47 do 2,1 m. Debelina v kroni je 0,6 m. Zračna stran se izvede v nagibu 2:1, zaledna stran pa v nagibu 3:1. Zaledna stran konstrukcije se armira z MA Q 454.

- Širitev pretočnega prereza na odseku med območjem Mokrške ulice in Opekarke ceste

Na območju odprte trase med pr. P7\_2 in P13 je predvidena širitev zgornjega dela pretočnega prereza. Širitev se izvaja na že opisan način v uvodu točke 4. in v opisu gorvodnega odseka. Širitev je predviden znotraj razpoložljivega prostora med Cesto dveh cesarjev na desnem bregu in objekti na levem bregu. Način izkopa teras je odvisen od prisotnosti dresnika.

Na območju pod Barjansko cesto do črpališča odpadnih vod nad mostom na Opekarski cesti je zaradi oblikovanja terase potrebno izvesti prestavitev kanalizacije, kar je obdelano v načrtu Hidrosvet d.o.o., št. načrta 139/15.

- Izliv starega melioracijskega jarka pri profile P12\_2 in P12\_1

Na nepozidanem območju med Potjo in strugo Malega grabna poteka star melioracijski jarek, ki odvaja zaledne vode s tega območja. Na izlivnem odseku je po brežini in terasi VV profila predvidena izvedba obloge iz skal  $d_{rs} = 0,40$  m na peščeni podlagi. Širina obloge je 1,5 m. Podobna ureditve v manjšem obsegu je predvidena pri iztoku jarka v profilu P12\_1, vendar je obseg oblaganja manjši (širina 1 m).

- **Območje mostu na Barjanski cesti**

Na območju mostu na Barjanski cesti je predvideno znižanje brežin, tako da nastaneta dve visokovodni terasi. Po terasi ob levem bregu je možno urediti pot za vzdrževanje in pešpot. Zaradi slabe osončenosti in sušnosti se terasa pod mostom obloži z gladko oblogo iz lomljenca v betonu po opisanem detajlu (skale 40 cm v betonu C25/30 debeline 40 cm – skale potopljene do polovice v beton, beton armiran s Q454 na 10 cm peščene podlage). Zaradi potrebne pretočnosti mora biti obloga gladka.

- **Izliv meteornega jarka v profilu P9\_M**

Tik nad mostom na Barjanski cesti se v Mali graben izliva meteorni jarek. Zaradi izvedbe terase je na območju izliva predvidena mulda, ki se tlakuje z lomljencem  $d_{sr} \sim 0,4\text{m}$ .

**Območje mostu na Opekarski cesti**

Sedanji most na Opekarski cesti zaradi dveh opornikov, zožitve prereza pod mostom in relativno nizkim spodnjim robom konstrukcije ne zagotavlja pretočnosti visokih vod  $Q_{100}$ . Ob zamenjavi mostu (načrt mostu je predmet ločenega projekta – naročnik MOL) je potrebno na območju mostu vzpostaviti dovolj velik pretočni prerez, da konstrukcija ne ogroža ostalih objektov. Izbrana širina dna je 16 m.





Slika 7: Obstoječi most na Opekarski cesti.

Po DPN in ostalih strokovnih podlogah dokumentaciji, se je predvidevala izvedba nove premostitve po obstoječi trasi Opekarske ceste oziroma Poti na Rakovo jelšo ter izvedba novega križišča s Cesto dveh cesarjev. Pri tem je bila predvidena rušitev objekta Pot na Rakovo jelšo 2 na desnem bregu Malega grabna tik nad Opekarskim mostom. Na pobudo MOL (2017) je bila predstavljena nova rešitev priključevanja Opekarske ceste na Barjansko cesto z rušitvijo starega objekta Opekarska 54. S to rešitvijo je možna izvedba novega, zaradi primernejše tlorisne oblike manjšega mostu preko Malega grabna, katerega potek je situativno podoben današnjemu mostu. Z manjšo poševnino se je stanjšala debelina plošče mostne konstrukcije ob ohranjeni projektirani svetli odprtini. Z upoštevanjem te rešitve ni potrebno porušiti stanovanjskega objekta Pot na Rakovo jelšo 2 na desni brežini Malega grabna.

Sprememba rešitve je povzročila premik osi Malega grabna proti SZ (levem bregu). Pri tem bo potrebno porušiti in ponovno zgraditi črpališče odpadnih vod v profilu P7\_0.1 (dodatni profil, prikazan na situaciji). Vse ureditve komunalnih vodov in ostalih infrastrukturnih objektov (cesta, el. in drugi vodi), bodo obdelani v projektu MOL. V tem projektu so prikazane samo vodnogospodarske ureditve.

Leva brežina Malega grabna na območju objekta Opekarska c. 55 je izvedena kot s piloti podprta zložba iz lomljenca v betonu. Ker bi zamenjava te konstrukcije z novo ogrozila stabilnost tega stanovanjskega objekta (oceno podala geolog in statik), je predvideno, da se na območju tega objekta ohrani sedanja podporna konstrukcija. Posledica te odločitve je zoženje pretočnega prereza pod mostom in dvig gladin do 7 cm.

Obe spremembi sta upoštevani v temu načrtu VGU.

Pri izvedbi ureditve je potrebno odstraniti obstoječe zidove na desnem bregu ter del podpornih konstrukcij na levem bregu. Prav tako je potrebno zamenjati most (kot omenjeno predmet posebnega projekta MOL).





Slika 8: Obstoječi visokovodni zidovi in obrežne utrditve ob desni brežini pod mostom na Opekarski cesti.

Na območju mostu na Opekarski cesti so predvidne naslednje ureditve ob strugi Malega grabna:

- Zložba iz lomljenca v betonu in visokovodni zid ob desni brežini OZD.1 (združeni obe konstrukciji)

Ob dnu desne brežine je predvidena izvedba razgibane zložbe iz lomljenca v betonu s svetlo višino 2,0 m (skupna višina s temeljem je 3,77 m). Temelj je širok 2,1 m, krona pa 0,7 m. Zložba se na stiku z vodno gladino izvede izrazito razgibano (z izgradnjo manjših ribjih skrivališč). Fuge med skalami naj bodo globoke vsaj 0,3 m (več kot 1/3 premera skal). Ob desni brežini je zložba dolga 116 m in poteka od izpod profila P6\_3 do iznad profila P7\_2. Zložba poteka kontinuirno tudi na območju novega mostu na Opekarski cesti.

Nad kamnito zložbo je načrtovan obrežni zid kot kombinacija na mestu betoniranega temelja in montažnih AB zgornjih elementov. Zid nadomešča obstoječ zid iz lomljenca v betonu in obdaja parcele z objekti na severni strani Ceste na Mesarico. Zid poteka od profila P5\_5 do načrtovanega mostu na Opekarski cesti. Dolžina zidu je 200 m. Krona zidu poteka med kotami 289,80 in 290,17 m n.m. Skupna višina zidu je 3,75 m, svetla pa 2,5 m.

Terasa med zložbo in zidom se zapolni z lomlencem v betonu.

Obe konstrukciji sta projektno obdelani v načrtu PNZ d.o.o. št. K-448.01.

Pred izvedbo obeh zidov bo potrebno odstraniti obstoječi VV zid iz lomljenca v betonu in masivno zložbo ob vznožju desne brežin. Predvideno je zahtevno varovanje gradbene jame z zagatnicami in sidri.

- Obrežni zid OZL.1

Obrežni zid iz lomljenca v betonu je razdeljen na dva dela. Spodnji del je načrtovan med profili P6\_1 in P6\_3+11 m in je dolžine 63 m. Svetla višina zidu je 1,5 m, skupna s temeljem pa 3,27 m. Na območju objekta Opekarska 55 je predvidena prekinitev zidu. Obrežni zid je ponovno načrtovan na območju mostu na Opekarski cesti od profila P6\_4.1 do iznad črpališča odpadnih vod med profilom P7\_0.1 in P7\_02. Dolžina tega odseka je 57 m. Svetla višina tega zidu 2,00 m, skupna višina s temeljem pa 3,77 m. Enak profil zložbe poteka tudi pod načrtovanim mostom.

Obe konstrukciji sta projektno obdelani v načrtu PNZ d.o.o. št. K-448.02.

- Terasa ob kamniti zložbi

Na obeh straneh ob obrežnih zidovih sta predvideni terasi iz skal širine 1,0 do 2,0 m, ki se mestoma posadijo z vrbovim grmovjem (opisano v uvodu točke 4). V teraso se na razdalji 15 do 20 m vgradi ribja skrivališča (po detajlu).

- Širitev profila, pragovi

Kot je omenjeno, je širitev profila pri dnu predvidena na vplivnem območju mostu na Opekarski cesti (od P6\_2 do P7\_3). Med P6\_4 in P7\_2 je predvidena poglobitev struge in vzpostavitev dodatne poglobitve, ki se naveže na gorvodno poglobitev. Vodno zrcalo se ustvarja z obnovljenim kamnitim pragom (v obliki daljše drče) v P6\_5. Vsi pragovi do izliva se ohranjajo. Na izlivu je predviden nov (dodatni) prag iz skal. Umetna zajeza Ljubljanice ob nizkih vodostajih sega do Barjanske ceste.

Na območju prodišča tik pod mostom na Opekarski cesti je po evidencah ZZRS drstišče lipana. Kljub poglobitvi se pričakuje, da se bo na območju obnovljenega praga prodišče ponovno vzpostavilo.

### **Odsek od P5\_5 do izliva v Ljubljano**

Na izlivnem odseku pod P5\_5 se ohranja sedanja struga in obstoječa leva brežina (predvidena je samo poravnava površine s ponovno zatravitvijo med P5\_6 in P5). Na desni brežini se vzpostavi visokovodni del profila, in sicer z znižanjem terase tik nad stikom brežine in vodnega prereza. Postopek je opisan v uvodnem delu točke 4. Razširitev je predvidena na celotnem območju, razen na območju bazne postaje in mostu na Hladnikovi cesti. Po končanem odkopu se terasa humusira in posadi z obvodno vegetacijo po načrtu KA.

- Ribja skrivališča

Dolvodno od profila P5\_5 je Mali graben pod vplivom zajeze Ljubljanice. Kljub temu so predvidena ribja skrivališča, oblikovana s piloti in skalami po detajlu odrte trase ureditve. Skrivališča se izvedejo samo na mestih, kjer se vlaga dodatne skale in lesene pilote. Na podlagi ogleda je določeno, da se na tem odseku izvede 15 skrivališč.

- Vložki posameznih skal

V dno struge se predvsem na konkavnih straneh vložijo skale  $d_{sr} > 1,0$  m, ki ustvarijo tolmane. Z vidika razgibanosti dna je najprimerneje, če so vložki skal v bližini spodnjih skalnih teras.

- Kritične točke na odseku 1

Na odseku 1 so kritične naslednje točke:

Območje Mokrške brvi na celotnem odseku izvedbe podpornih konstrukcij (ohranjanje stabilnosti brežin in objektov med gradnjo) in

Območje mostu na Opekarski cesti (enak vzrok)

## 5 Hidravlične presoje

V okviru izdelave PGD je bilo izdelano večje število hidravličnih analiz, ki so bile podlaga za prilagajanje ureditve glede na spremenjena projektna izhodišča in preverjanje učinkovitosti ureditve.

- Hidravlične presoje ureditve Malega grabna

Pri analizi so uporabljeni kombinirani modeli 1D+2D MIKE FLOOD, ki dovolj natančno opisuje vplive razbremenjevanja oziroma odtekanja vode po poplavnih območjih in koridorjih ter 1D model HEC-RAS, ki je bil uporabljen predvsem za določitev varnostnih višin nad izračunanimi gladinami ter hkrati za določitev občutljivosti ureditev na hrapavost.

Hidravlične analize Malega grabna in vplivnega območja so obdelane v posebnem elaboratu.

Pri računih z 1D modelom so bile upoštevane 3 hrapavosti in sicer:

- Manj hrapava struga (»ng+«) brez velikega vpliva obrežne vegetacije. To stanje je pričakovati takoj po izvedenih delih in ob rednem vzdrževanju predvsem dela visokovodnega profila Malega grabna.
- Projektna hrapavost (»ng0«), ki upošteva delno zaraščanje pretočnega prereza (do 30% prečnega prereza) z grmovno in drevesno vegetacijo). Stanje se ohranja z vsaj 3 košnjami letno, prebiralnim redčenjem pregoste grmovne zarasti in ohranjanja visokih debel dreves na območju visokovodnega profila. Na območju med zidovi se ohranja sorazmerno gladka struga. Ta območja so hidravlično najbolj kritična (Dolgi most – železniški most, Mokrška ulica, Opekarska cesta).

- Hrapava struga (»ng-«), ki upošteva ne vzdrževano zaraščenost (na primer ne vzdrževano stanje v bližnji preteklosti).

Iz analiz je ugotovljeno, da je razlika med posamezno stopnjo zaraščenosti približno takšna, kot je vpliv zadrževanja ali vpliv razbremenilnika ( $40 \text{ m}^3/\text{s}$  pri pretoku, oziroma 30 do 60 cm pri globini visoke vode  $Q_{100}$ ).

Po izvedeni 1A etapi (brez 2. etape) je potrebno ohranjati manj hrapavo – redno vzdrževano strugo. Po izvedbi 2. etape pa je potrebno ohranjati projektno hrapavost. Ob ne vzdrževanju sistem ureditve ne bo na vseh mestih zagotavljal projektne varnosti.

Oznaka tipa prereza	ugodni koeficient hrapavosti – $n_{g+}$ [ $\text{m/s}^{-1/3}$ ]	Vmesne vrednosti koef. hrapavosti med $n_{g+}$ in $n_{g0}$	srednji koeficient hrapavosti – $n_{g0}$ [ $\text{m/s}^{-1/3}$ ]	Vmesne vrednosti koef. hrapavosti med $n_{g0}$ in $n_{g-}$	neugodni koeficient hrapavosti – $n_{g-}$ [ $\text{m/s}^{-1/3}$ ]]
<b>BZ</b>	0.040	0.045	0.050	0.055	0.060
<b>1Z</b>	0.035	0.030	0.045	0.050	0.055
<b>2Z</b>	0.027	0.032	0.037	0.042	0.047
<b>Etapa 1a</b>					
<b>Etapa 1 in 2</b>					

*Preglednica 2:* Uporabljeni koeficienti hrapavosti osnovne struge v modelu HEC-RAS (po Manningu). Izbrani so različni koeficienti hrapavosti glede na vrsto (tip) prečnega prereza in sicer: BZ – prerez brez obrežnih in visokovodnih zidov, 1Z – prerez z enostranskim obrežnim in/ali visokovodnim zidom ter 2Z – prerez z obojestranskim obrežnim in/ali visokovodnim zidom.

V preglednici 2 so podane vrednosti hrapavosti, ki jih je z rednim vzdrževanjem potrebno ohranjati po izgradnji etape 1a in po izgradnji etape1 in etape2. Zelena barva pomeni primerna hrapavost, oranžna pogojno primerna hrapavost, rdeča pa, da je zaradi ne vzdrževanja pričakovati poplave, rušitve visokovodnih nasipov, prelivanja kron VV zidov na desni brežini in podobno.

Na podlagi teh analiz so bile določene tudi višine nasipov, visokovodnih zidov in premostitev. Na posameznih odsekih je zaradi različnega potenciala ogroženosti ter posledic poteka poplav izbrana



različna varnostna višina načrtovanih ureditev (nasipi in zidovi na odseku 3 ter zidovi na območju Mokrške ulice).

- Odpornost na pričakovane spremembe podnebja

Ob normalnem vzdrževanju in po izgradnji etape 2 bo sistem ureditve zmožen prevajati dodatne vodne količine zaradi vpliva spreminjanja podnebja. Glede na gradivo ARSO (dopis št. 35901-12/2018-2 z dne 7.3.2018 *Podnebni scenarij za pojav ekstremnih pretokov s povratno dobo 100 let (Q100) za obdobje 2041 -2070 za zmerno optimističen scenarij RCP4.5.* je podana ocena spremembe pretoka (povečava) za 13% (mediana) in maksimalno do 40 % (porazdelitvena funkcija Log Person III). Zagotovljena varnost večine ureditev upošteva do 20% možno povečanje pretokov (razen na območju načrtovanih »šibkih točk« razbremenjevanja in železniškega mostu). Pri teh ocenah je potrebno upoštevati tudi spremembe volumnov poplavnih tokov.

- Hidravlične analize posameznih objektov

Poleg analiz celotnega območja obdelave so izdelane hidravlične presoje posameznih objektov, ki jih ni možno obravnavati z zgoraj naštetima modeloma.

Po posebnih (klasičnih) metodah hidravlike so preverjeni naslednji objekti:

- Vtok v Mestno Gradaščico (tok izpod zapornice)
- Ribja steza na Bokalcih (račun prelivov in disipacije gostote energije)
- Vtok v Razbremenilnik 6a (ta izračun je prikazan v načrtu Razbremenilnika).

Izračuni, opisi upoštevanih pogojev in izbranih metod so podani v prilogah.

## 6 Popis del s predizmerami in predračunom

Za vodnogospodarske ureditve, ki so prikazane v tem načrtu, so izdelane predizmere in okvirni popisi del s projektantskim predračunom. V okviru predizmer in popisa del so pri zemeljskih delih poleg izkopov za povečanje struge Malega grabna in izvedbo nasipov upoštevana tudi zemeljska dela za izvedbo obrežnih zidov in visokovodnih zidov. V popisih VGU niso upoštevani začasni in trajni elementi za varovanje gradbenih jam (zagatnice, sidra betonski piloti). Prav tako v popisu del



Prav tako v popisu del niso upoštevane ureditve na območju zamenjave Opekarskega mostu in brvi na Mokrški ulici in Dolgem mostu.

Popisi so narejeni za posamezne odseke od 1 do 4. Količine na posameznem odseku so določene za celoten odsek.

Na znatnem delu območja, kjer se bodo izvajali izkopi, raste invazivna vrsta japonski dresnik. Iz rezultatov naloge *Ravnanje z zemljino, v kateri je prisoten japonski dresnik pri odlaganju na lokaciji bivše GRAMOZNICE GAMELJNE za vzhodni del ŠG-471, št. 2555-17-430018*, november 2017, ki jo je izvedla UL, Biotehniška fakulteta (nosilec naloge prof.dr. Marina Pintar), je ugotovljeno, da zaenkrat ni znanih metod, s katerimi bi lahko brez negativnih vplivov na okolje in ekonomsko sprejemljiv način odstranili to invazivno vrsto v večjih količinah.

Na obravnavanem območju se bodo z odkopom materiala v precejšni meri, vendar ne v celoti, odstranile tudi korenine dresnika. Zemljina s koreninami dresnika se naklada na kamione, ki se ob izvozu iz delovišča očistijo (kolesa), zemljina pa se prekrije s ponjavo. Zemljina se prepelje neposredno na trajno deponijo, kjer se z bagrom razplanira na predvideno površino deponije. Glede na predizmere je te zemljine približno 80.000 m<sup>3</sup>. Čez leto se morebitno vznikli dresnik pred nasipanjem nove plasti redno mulči vsaj enkrat mesečno na višino 10 cm, da se prepreči njegovo semenenje in doseže šibenje korenik. Predvidoma bodo košnje potrebne od meseca aprila do septembra.

Zemljina, ki je manj okužena z dresnikom, se prav tako odvaža na podoben način, kot najbolj okužena zemljina (tovor prekrit s ponjavami), le da se razgrnjena zemljina ne freza.

Zemljina, ki ni okužena z dresnikom, se uporabi predvsem za zasipe in nasipe.

Na vseh površinah, kjer raste dresnik, je pričakovati ponovno rast te invazivne rastline. Vendar, ker bodo odstranjeni skupki korenin z največjim potencialom, bo možno z redno košnjo (1 krat na 14 dni) ohranjati manj intenzivno rast ali postopoma dresnik celo odstraniti.

Na območju trajne lokacije odlaganja viškov zemljin, ki je predmet posebnega projekta, je predviden postopek redne košnje ali mulčenja in s tem izčrpavanje dresnika.

- Začasne lokacija odlaganja viškov zemljin

Ob trasi ureditve Malega grabna je predvidenih več začasnih deponij s skupno prostornino 221.410 m<sup>3</sup>. Lokacije in dostopi do deponij so prikazane v elaboratu gradbišča. Deponije so namenjene predvsem začasnemu deponiranju izkopane zemljine pred transportom ob konicah in s tem ublažitev konic transportov v času najintenzivnejših gradbenih del.

Na območju Gradbišča so predvidne naslednje začasne lokacije odlaganja viškov zemljin :

Mali graben

Oznaka	Površina	Pov-zg	višina	volumen
Dz-D1	3100	1320	4	8840
Dz-L1	1000	110	3	1665
Dz-D2	3000	890	4	7780
Dz-D3	1300	250	2	1550
Dz-D4	1000	223	4	2446
Dz-D5	2000	755	4	5510
Dz-D6	21500	15780	5	93200
Dz-L3	2800	950	4	7500
Dz-L4	4000	1980	4	11960
Dz-D7	11000	6143	5	42858
Dz-D8	7000	3318	5	25795
Dz-L5	5500	500	3	9000
Dz-L6	1400	253	4	3306
				221.410

V elaboratu gradbišča je podana tudi faznost izvajanja del, ki je usklajena s smernicami in pogoji, ki časovno omejujejo poseganje v ožji del struge Malega grabna.

## 7 Faznost izvajanja del

Glede na navedena izhodišča je predvidena naslednja faznost del:

Leto izvedbe:		
1	2	3
Kozarje		
Odsek 4		
Odsek 3	Odsek 3	
	Razbremenilnik 6a	Razbremenilnik 6a
	Odsek 2	Odsek 2
	Odsek 1	Odsek 1

Faznost del je kljub drugačim temeljnim strokovnim usmeritvam (povečevanje pretočnosti v protitočni smeri) zaradi posebnosti obravnavanega območja (iztekanje poplavne vode iz sistema Malega grabna) in velikega škodnega potenciala na zgornjem delu območja, predvidena v sotočni smeri. V prvem letu je predvidena gradnja visokovodnih nasipov in zidov na območju Kozarij. S tem bo prekinjen poplavni tok proti Kosovem polju. Zaradi povečanja vodnih količin na območju Bokalskega jezua je potrebni preprečiti poplavni tok preko Vrhovcev (poplavni tok 1) z izvedbo VV nasipov in zidov ob levem bregu na območju odseka 4. Prav tako je potrebno v tem letu gradnje izvesti VV nasipe in delno VV zidove ob levi brežini na odseku 3.

- Začasno razbremenjevanje ob visokih vodah na odseku 3

Ker bi se z izvedbo teh ukrepov povečal dotok vode na območju železniškega mostu, se do zaključka izvedbe spodnjih dveh odsekov in predvsem Razbremenilnika 6a tik nad železniškim mostom ne zaključi izvedba VV zidov (VVZL.3). Preliv omogoča zasilno razbremenjevanje dela visokih vod proti Viču, vendar bi bil ta dotok manjši, kot pri poplavah 2010 in 2014.



Slika 9: Obstoječi visokovodni zidovi in obrežne utrditve ob desni brežini pod mostom na Opekarski cesti.

- Izvedba odseka 2 in začasno razbremenjevanje ob visokih vodah na odseku 2

Izvedba teh dveh odsekov je predvidena v 2. in 3. leti gradbenih del. Ker se bo z izvedbo VV zidov ob desni brežini Malega grabna preprečilo stihijsko prelivanje vode proti Barju, je potrebno do zaključka gradnje Razbremenilnika 6a in odseka 1 ohraniti dve lokaciji začasnega razbremenjevanja in sicer skozi odprtino na območju profila P\_45 (širina 8,8m) in na območju vtočnega objekta v Razbremenilnik 6a.

- Izvedba odseka 1 in začasno razbremenjevanje ob visokih vodah na odseku 1

Gradnja tega odsek je predvidena v 2. in 3. letu izvedbe gradbenih del. Ključni oviri sta območju brvi na Mokrški ulici in mostu na Opekarski ulici. Povečevanje pretočnega prereza na odseku od Južne obvoznice do brvi na Mokrški ulici naj se ne izvaja pred izvedbo novih premostitev. S tem bo ohranjeno razbremenjevanje proti Sibiriji (kar se že sedaj dogaja pri poplavnih dogodkih nad visoko vodo Q5). V ta namen so predvideni 4 koridorji in sicer eden na območju Vrtnarije med Cesto v Mestni log in Južno obvoznicco, 3 pa na območju od Ceste v Mestni log do Mokrške ulice. Prelite vode se zadržujejo v trikotniku med Barjansko cesto, Južno obvoznicco in Cesto dveh cesarjev. Ti trije koridorji so opredeljeni tudi v OPN MOL.

- Izvedba Razbremenilnika 6a

Kljub temu, da je izgradnja Razbremenilnika 6a ločen objekt v prostoru, je to eden ključnih objektov. Gradnja razbremenilnika je predvidena v 2. in 3. letu izvedbe. Dela je potrebno izvajati v protitočni smeri od Cornovca proti Malemu grabnu. Vzporedno z izvedbo jarka je potrebno izvesti obe premostitvi na Cesti dveh cesarjev in pri podjetju PRIT d.o.o. Še po zaključku te del je možno izvesti vtočni objekt. V drugačnem sosledju bi se poplavna ogroženost objektov ob Razbremenilniku 6a za čas gradnje bistveno povečala.

## 8 Sklep

V tem načrtu so prikazane samo vodnogospodarske ureditve na območju Malega grabna. Pri tem so upoštevane ostale vzporedne ureditve, ki so prikazane v drugih načrtih (konstrukcije, komunala, načrt krajinske arhitekture in podobno). Načrt VGU je prav tako usklajen z načrti premostitev, ki jih pripravljajo izvajalci po naročilu MOL.

V načrtu so upoštevane dodatne pobude MOL pri umeščanju novi ureditev v prostor (brv v podaljšku Koperske, sprememba ureditev na območju križanja s Opekarsko cesto).

Načrt je izdelan skladno sprejetimi smernicami in projektnimi pogoji. Vendar je zaradi ohlapnosti projektnih pogojev nekaterih nosilcev urejanja prostora v fazi pridobivanja soglasij pričakovati manjše dopolnitve, ki po naših ocenah ne bodo vplivale na ureditve, ki so predstavljene v tem načrtu.

Ljubljana, januar 2016, dopolnjeno marec 2018

mag. Rok Fazarinc, univ.dipl.inž.grad.