

## **SANACIJA PO UJMI 2018 SLAP – JELENDOL – 2.FAZA ZAŠČITA BREŽIN V STRUGI TRŽIŠKE BISTRICE POD OBJEKTOM DOLINA 9**

Št. proj: P-18/20

### **T. TEHNIČNO POROČILO – VODNOGOSPODARSKE UREDITVE**

#### **T.1 OBSTOJEČE STANJE**

Območje obdelave zajema odsek pod lokalno cesto, LC 428031, Slap – Jelendol, in sicer območje treh usadov pod objektom Dolina 9. Predvidena je sanacija ekstremno erozijsko poškodovane struge Tržiške Bistrice in izvedba zaščitnih ukrepov, za zaščito brežin in preprečevanje erodiranja.

Obravnavan odsek lokalne ceste poteka v ozkem soteskastem koridorju vodotoka Tržiška Bistrice v njegovi neposredni bližini, tako da je brežina vodotoka istočasno tudi nasipna brežina ceste. Na spodnjem delu odseka v območju profilov P1 in P2 v strugo Tržiške Bistrice priteče levi pritok, ki cesto prečka preko BC cestnega prepusta fi 1200. Nad tem prepustom je manjša betonska kineta meteorne narave, ki odvaja vodo s ceste.



Slika 1: Levi pritok skozi betonski prepust, v vzadju betonska kineta (foto: Indihar, februar 2020)

Na območju urejanja cestnega odseka je Tržiško Bistrico in njene brežine potrebno urediti. Opise obstoječega stanja podajamo v protitočni smeri od P1 do P10.

Dobrih 30 m pod profilom P1 se nahaja stabilizacijska pregrada s stopnjo cca 5m in trapeznim prelivom.

Nad betonskim pragom je ob levi brežini večja skalna samica, ki ob večjih pretokih povzroča vrtinčenje vode in spodjedanje leve brežine.



Slika 2: Dolvodno spodjedanje leve brežine (foto: Indihar, februar 2020)

Na območju med profiloma P2 in P4 je na levi strani večji usad. Višina usada je ca 8 m (območje brez vegetacije), toda na približno 12 m od vodotoka se je pojavil večji odlomni rob. Usad se je pojavil na območju nasipane materiala, kjer je včasih potekala cesta. V primeru širjenja usada, bi ta resno grozil stabilnost ceste.

Desna brežina je na tem območju kamnita (večji skalni bloki) in poraščena z drevjem in koreninskimi sistemi.



Slika 3: Dolvodni usad (leva brežina) (foto: Indihar, februar 2020)





Slika 4: Odlomni rob usada (foto: Indihar, februar 2020)



Slika 5: Desna brežina (foto: Indihar, februar 2020)

Na območju P6 je na levi brežini večji skalni balvan (samica), ki ovira vodni tok in ga preusmerja v desno brežino. Voda spodjeda balvan, kar ogroža njegovo stabilnost. Zaradi preusmerjanja matice toka ob desno brežino se pojavlja večja erozija, ki povzroča plazenje zemljine. Usad visok ca 20 m ogroža stanovanjski objekt (Dolina 9), pred kratkim je odnesel tudi del učne poti v dolžini ca 20 m. Povečanje usada preprečuje provizorična lesena kašta, ki ščiti območje desne brežine dolvodno od profila P7.





Slika 6: Balvan na levem bregu in desno brežna lesena kašta (foto: Indihar, februar 2020)



Slika 7: Spodjedanje balvana (foto: Indihar, februar 2020)





Slika 8: Usad pod objektom Dolina 9 (foto: Indihar, februar 2020)

Na območju profilov P7, P8 in P9 je na desni brežini skalna samica, ki vrtnči tok v desno in spodjeda brežino pred leseno kašto, ki je v zelo slabem stanju. Že večji poplavni dogodek jo lahko odnese in povzroči plazenje zemljine.

V sredini pretočnega profila med P7 in P8 je velika skalna samica, ki ovira tok vode, predvsem je to opazno ob večjih pretokih, saj zavzema velik del pretočnega prereza. Na levem bregu je usad višine ca 10 m. Iz usada izvira zaledna voda, kar povečuje erozijo brežin. V primeru širjenja usada, bi tudi ta ogrozil stabilnost ceste.



Slika 9: Zajeda med skalno samico in leseno kašto (foto: Indihar, februar 2020)





Slika 10: Skalna samica na sredini pretočnega profila (foto: Indihar, februar 2020)



Slika 11: Usad z izvirom zaledne vode (foto: Indihar, februar 2020)



Za zaščito obravnavanega odseka pred erodiranjem ter zagotovitve varnosti stanovanjskih in cestnih objektov je potrebno desno in levo brežino zaščititi tako, da bo ta zavarovana pred spodkopavanjem, s čimer bo omogočena ustalitev nestabilnega pobočja nad brežino. Potrebno je predvideti ustrezen pretočni profil, dimenzioniran na obstoječo 100-letno visoko vodo z upoštevanjem podnebnih sprememb. Predvidena vzdolžna zavarovanja je potrebno pred spodkopavanjem temeljev zavarovati s primernimi prečnimi objekti. Na usadih je potrebno zavarovati in preprečiti erozijo z biotehnično sanacijo.

## T.2 IZRAČUN $Q_{vv}$ IN DIMENZIONIRANJE PRETOČNIH PROFILOV

Za prevero prevodnosti pretočnega profila so pričakovane visoke vode  $Q_{100}$  povzete po študiji «Hidrološka študija visokih voda na porečju Tržiške Bistrice za OPVP - Tržič», IZVRS, Ljubljana, december 2013, ter znašajo  **$Q_{100}=111.00 \text{ m}^3/\text{s}$** . Zaradi pričakovanih podnebnih sprememb smo vrednost visokih vod povečali za 10%, zato smo dimenzionirali na pretok  **$Q_{100} + 10\% = 122.10 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Pretočnost profilov pri dimenzionirani visoki vodi je izračunana s formulo Manning s Pintarjevo redukcijo. Pri izračunih so na odseku upoštevani odtočni koeficienti  $K = 32 - 37$ , kjer je za dno uporabljen  $K = 20$  (naravno dno; pesek, prod, kamni; zelo grobo s posameznimi balvani) in za brežine  $K = 40 - 45$  (kamnita zložba v betonu, groba izvedba s poglobljenimi fugami), kjer se brežine ohranjajo naravne je faktor manjši.

## T.3 GEOTEHNIČNE OSNOVE

Geološko zelo pestro dolino na lokaciji predvidene ureditve gradijo črni apnenci, zaledne stene pa svetlo sivi masivni apnenci ter pobočni grušči.

Slike s terena pričajo o apnenčasti hribinski osnovi, prekriti s plastjo pobočnega grušča. Predvsem na desni brežini je na nekaterih delih lepo vidna kompaktna apnenčasta hribina. Iz geološke karte je razvidno, da se na širšem območju pojavlja menjavanje skrilavca, peščenjaka in konglomerata. Na odseku lahko opazimo kar nekaj sledi erozijskega delovanja. Voda erodira predvsem pobočne grušče, ki jih je na odseku precej, tako na levem kot tudi na desnem bregu. Natančne lege matične hribine ne moremo določiti brez dodatnih raziskav.

V sami strugi je veliko skalnih samic iz svetlo sivega masivnega apnenca, nekaj pa je breče (trbiška breča) in konglomerata.







## T.4 SANACIJA STRUGE VODOTOKA

### T.4.1 TRASA STRUGE IN NIVELETA

**Trasa struge** se bo predvidoma v vseh treh območjih močnejših erodiranih odsekov, kjer se v pobočju nad brežino nahaja nestabilna preperina (med P2 in P4, med P2 in P6 ter med P7 in P9), prilagodila do te mere da bo os pomaknjena v sredino struge z oblažitvijo krivinskih radijev za zmanjšanje meandriranja. S tem bo omogočeno teren nad sanirano brežino oblikovati tako, da bo med vrhom brežine – zložbe in vznožjem nestabilnega pobočja oblikovan blag naklon do 1:1,5, kar bo pozitivno vplivalo na stabilnost na območju usada.

**Potek osi** je predviden z uporabo treh krivin z radiji od 35 m (dolvodni) do 10 m (oba zgornja), ki se v primerjavi z obstoječimi bistveno ne razlikujejo. Gorvodno je odsek navezan na obstoječi profil v P9 z uporabljenimi krivino z radijem  $R = 30$  m, dolvodno pa na obstoječo ureditev struge v P1 z radijem  $R = 27$  m.

**Padec nivelete** na obravnavanem odseku znaša 4,2%. Predviden padec, ki naj bi znašal  $i = 3,0\%$ , je potrebno ustaliti s tremi pragovi. Za dodatno stabilizacijo temeljev vzdolžnih zavarovanj je predviden talni prag iz kamna v betonu (Prag 1) med P1 in P2. Prag 2 in Prag 3 z iztekom v kamnito drčo sta namenjena predvsem za dvig nivelete in preprečevanje spodkopavanja brežin. Obravnavan odsek se dolvodno zaključi z betonskim pragom s stopnjo. Niveleta bo višinsko spreminjana za zagotavljanje stabilnosti brežin.

### T.4.2 OBREŽNA ZAVAROVANJA

#### T.4.2.1 ZAVAROVANJE DESNE BREŽINE

**Na odsekih, kjer se nad brežino nahaja nestabilna preperina oz. je brežina erodirana (območje P1 in P8), je predvidena vgradnja masivne kamnite zložbe v betonu C 16/20 na skupni dolžini  $l = 85,00$  m. Na spodnjem odseku** bo zložba na dolžini 45,00 m visoka 2,20 m nad niveleto, izvedena bo v naklonu 1:1,5. Na območju profila P5 in drče bo zložba na dolžini 12,00 m do profila P4 zvišana do višine 2,40 m nad niveleto. **Na zgornjem odseku** bo zložba na dolžini 40,00 m višine prav tako 2,20 m nad niveleto in izvedena v naklonu 1:1,2.

Zložba bo izvedena v naklonu lica od 1:1,5 do 1:1,2, v kroni bo debeline 0,80, temeljena pa bo 1,20 m pod niveleto. Temelj bo širine 1,00 m, na delih kjer je vlečna sila toka večja pa 2,00 m (na konkavnih delih krivin, med P4 in P7), v primeru kompaktne podlage se temelje kontaktno pozida. Uporabi se lomljenec premera  $d = 80 - 120$  cm. Temelji zložbe, širine 2,00 m, bodo sidrani z železniškimi tirnicami dolžine  $l = 3,00$  m/1,20 m, kar bo zagotavljalo večjo varnost zložbe proti zdrsu v primeru povečanih zalednih pritiskov (premiki nestabilne preperine). Po izdelavi temeljev se izdelajo preostali deli zavarovanja iz zložbe v betonu do predvidene višine, lica zložbe se izvede v grobi obliki s poglobljenimi regami. Del zaledja zložbe se zasuje z izkopanim materialom, ki se ga ustrezno utrdi – komprimira.



Obstoječo leseno kašto je potrebno rušiti po kampadah in sproti pozidati zložbo, da že med izvedbo prevzame geomehansko obremenitev. Dolžina kampade naj bo največ 3 m.

Nad predvideno krono zložbe se oblikuje novo **brežino oz. bermo**, ki se jo uredi v naklonu do 1:1,5. Površino berme se ustrezno izravna in ozeleni z intenzivno zatrativijo.

Na odseku je od predvidene masivne zložbe potrebno zavarovati spodkopano brežino, kjer obstaja nevarnost proženja preperine v strugo in zasipavanje profila. Na območju usada in gorvodnem območju, kjer je preperina vidno labilna se gosto sidra lahko pocinkano pletivo (rastra 2 x 2 m), položeno na setev v seneni nastilj. Preko mreže se zasadi vrbov poplet na razdalji 4 m v dolžini do  $l = 56.00$  m. Del poraščen z vegetacijo je potrebno očistiti in na novo vzpostaviti pokrovni vegetacijski sloj.

Vsa opisana zavarovanja s kamnito zložbo v betonu se izvede v **grobi obliki s poglobljenim regami na vidni strani zložbe, zložbe se izvedejo neporevnano, vendar zaklinjeno**.

Začetek in konec obrežnega zavarovanja se vkoplje v brežino, v dolžini 5 m.

V sklopu ureditve desne brežine se bo obnovila učna pot, na vrhu usada. Odsek dol 18,50 m bo stabiliziran z enostensko leseno kašto, sidrano z borovimi piloti in zavarovano z leseno ograjo.

#### **T.4.2.2 ZAVAROVANJE LEVE BREŽINE**

Zaradi delne prestavitve leve brežine proti osi struge je predvideno ustrezno zavarovanje le – te na celotnem obravnavanem odseku med profili P1 in P9. Ker je tudi ta brežina erozijsko večinoma izpostavljena, so predvidena zavarovanja z **masivno kamnito zložbo v betonu C16/20**.

- Na odseku med P1 in P5 (do balvana) je predvideno zavarovanje s kamnito zložbo v betonu C16/20. Zložba bo izvedena na dolžini  $l = 51.00$  m, visoka bo 2.20 m in v naklonu lica 1:1,5. Uporabi se lomljenec premera  $d = 80 - 120$  cm. Krona zložbe bo debeline 0.80, temeljena pa bo 1.20 m pod niveleto. Temelj bo širine 1.00 m, na delih kjer je vlečna sila toka večja pa 2.00 m (na konkavnih delih krivin, med P2 in P5), v primeru kompaktne podlage se temelje kontaktno pozida (v območju balvana). Uporabi se lomljenec premera  $d = 80 - 120$  cm. Temelji zložbe, širine 2.00 m, bodo sidrani z železniškimi tirnicami dolžine  $l = 3.00$  m/1.20 m, kar bo zagotavljalo večjo varnost zložbe proti zdrsu v primeru povečanih zalednih pritiskov (premiki nestabilne preperine). Po izdelavi temeljev se izdelava preostali del zavarovanja iz zložbe v betonu do predvidene višine, lice zložbe se izvede v grobi obliki s poglobljenimi regami. Del zaledja zložbe se zasuje z izkopanim materialom, ki se ga ustrezno utrdi – komprimira.



- Preostali del novooblikovane brežine med P6 (od balvana) in P9, ki prav tako poteka v konkavi, bo na dolžini  $l = 36.20$  m zavarovan s kamnito zložbo v betonu C16/20 višine  $h = 2.20$  m in v naklonu lica 1:1,2. Ostale lastnosti predvidenega obrežnega zavarovanja so identične zgoraj omenjenem odseku (med P1 in P5).

5.60 m gorvodno od obstoječega betonskega praga je potrebno manjši usad zaščititi s kamnito zložbo v betonu C16/20 dolžine 5.50 m in višine nad niveleto 2.20 m. Na zgornjem delu se kontaktno naveže na obstoječo skalno samico. Temelj bo širine 1.00 m in 1.20 m pod predvideno niveleto.

Med P1 in P2 se uredi iztok iz cevne prepusta (fi 1200) in iztok iz manjše betonske kinete. Potrebno je prilagoditi višino iztoka in urediti iztočno glavo. Iztok iz kamna v betonu se gladko fugira.

Nad predvideno krono zložbe se oblikuje novo **brežino oz. bermo**, ki se jo uredi v naklonu do 1:1,5. Površino berme se ustrezno izravna in ozeleni z intenzivno zatrativijo.

Na odseku je od predvidene masivne zložbe potrebno zavarovati spodkopano brežino, kjer obstaja nevarnost proženja preperine v strugo in zasipavanje profila. Na območju dveh usadov, kjer je preperina vidno labilna se gosto sidra lahko pocinkano pletivo (rastra 2 x 2 m), položeno na setev v seneni nastilj. Preko mreže se zasadi vrbov poplet na razdalji 4 m v dolžini do  $l = 20.00$  m (dolvodni usad) in do  $l = 30.00$  m (govodni usad). Dele poraščene z vegetacijo (grmičevjem in drevjem) je potrebno očistiti in na novo vzpostaviti pokrovni vegetacijski sloj.

Vsa opisana zavarovanja s kamnito zložbo v betonu se izvede v **grobi obliki s poglobljenim regami nad vidni strani zložbe**. Rege nad koto nizke vode K.N.V. se po izvedbi zložbe humuzira in ozeleni z zatrativijo.

Začetek in konec obrežnega zavarovanja se vkoplje v brežino, v dolžini 5 m.

#### T.4.3 UREDITEV NIVELETE (pragovi)

Večje vode poglabljajo niveleto, predvsem v območju brežin na konkavnih delih zavojev. Za stabilizacijo nivelete in zaščite temeljev predvidenih vzdolžnih zavarovanj smo predvideli tri ustalitvene pragove iz kamna v betonu C16/20.

- Prag 1 (med P1 in P2) je talni prag dolžine  $l = 19.00$  m, širine 1.50 m in globine 1.55 m, z licem v naklonu 5:1.
- Prag 2 (v profilu P5) je ustaliveni prag dolžine  $l = 22.60$  m, širine 2.00 m in globine 2.40 m, z licem v naklonu 5:1. Prag se nadaljuje v kamnito drčo, dolžine  $l = 9.30$  m v naklonu  $i = 15.00\%$ . Skale v drči je potrebno dobro zakliniti, da preprečimo odnašanje. V drčo se vgradijo le večje skale premera 100 – 150 cm. Na zaključku drče je zaključni prag iz kamna v betonu C 16/20,



dolžine  $l = 16.10$  m, širine  $1.00$  m in globine  $1.50$  m, z licem v naklonu  $5:1$ .  
Prag služi za stabilizacijo kamnite drče.

- Prag 3 (med P7 in P8) je ustaliveni prag dolžine  $l = 22.00$  m, širine  $2.00$  m in globine  $1.75$  m, z licem v naklonu  $5:1$ . Prag se nadaljuje v kamnito drčo, dolžine  $l = 10.30$  m v naklonu  $i = 15.00\%$ . Skale v drči je potrebno dobro zakliniti, da preprečimo odnašanje. V drčo se vgradijo le večje skale premera  $100 - 150$  cm. Na zaključku drče je zaključni prag iz kamna v betonu C 16/20, dolžine  $l = 16.50$  m, širine  $1.00$  m in globine  $1.50$  m, z licem v naklonu  $5:1$ . Prag služi za stabilizacijo kamnite drče.

Temelji pragov bodo sidrani z železniškimi tirnicami dolžine  $l = 3.00$  m/ $1.20$  m, kar bo zagotavljalo večjo stabilnost pragov v primeru visokovodnih dogodkov.

Vse večje skalne samice se ohranijo, razen večja skalna samica med profiloma P7 in P8, ki jo je zaradi zagotavljanja pretočnosti profila potrebno razbiti. Samice, ki ležijo na lokacijah pragov ali obrežnih zavarovanj se navežejo na predvideno ureditev in se jih v najboljši meri uporabi. Dno med drčami in pragovi se tlakuje razgibano za povečanje hrapavosti. Skale je potrebno dobro zakliniti, da ne bi prišlo do poglobljanja dna. V območju balvana (leva brežina) se kamnito drčo in dno struge v širini  $1.00$  m obloži s kamnom v betonu C16/20, za preprečevanje nadaljnega spodjedanja.

Dolvodno od praga in dveh drč se uredi  $5$  m dolgo podslapje, tako da se večje skale med seboj dobro zaklini ter se zaključek stabilizira z jeklenimi piloti.



## **T.5 ZAKLJUČEK**

Z načrtovano sanacijo brežin Tržiške Bistrice na obravnavanem odseku bo preprečeno spodkopavanje brežin in zagotovljen kontroliran odvod visokih voda. Za povečanje stabilnosti splazelih pobočij nad desno in levo brežino pa je potrebna izvedba biotehnične sanacije terena nad zložbo.

Pred gradnjo se je potrebno s pristojno ribiško družino dogovoriti o eventuelnem odlovu rib. Po zaključku del je potrebno vse prizadete površine izravnati in protierozijsko zaščititi z intenzivno zatravitvijo. Vse viške izkopanega materiala, ki se ne porabi za nasipavanje in dvigovanje terena, je potrebno odpeljati na ustrezno deponijo (po možnosti v dogovoru z občino).

Vse tehnične in izvedbene podrobnosti, ki niso zajete v tehničnem poročilu, so razvidne iz priloženih tehničnih prikazov, detajlov in popisa del. V primeru kakršnihkoli nejasnosti glede priloženih grafik ali izvedbe projekta, menjave materialov in podobno, izvajalec ne sme pričeti z deli, ampak mora predhodno konzultirati z investitorjem, nadzornim organom ali projektantom.

Morebitne spremembe se lahko izvedejo zaradi doseganja boljše rešitve z vednostjo odgovornega projektanta in soglasjem investitorja.

Ljubljana, marec 2020

Sestavil:

Rok Indihar, dipl. inž. ok. grad. (UN)

Žiga Jeriha, u.d.i.v.k.i.