

Obrana od poplave i biciklističko - pješačka staza uz rijeku Plitvicu u Varaždinu

Ipša, Renato

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:691094>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



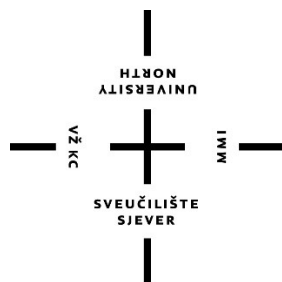


**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 35/GRD/2021

**OBRANA OD POPLAVE I BICIKLISTIČKO –
PJEŠAČKA STAZA UZ RIJEKU PLITVICU U
VARAŽDINU**

Renato Ipša, 0824/336D



Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br. 35/GRD/2021

OBRANA OD POPLAVE I BICIKLISTIČKO – PJEŠAČKA STAZA UZ RIJEKU PLITVICU U VARAŽDINU

Student

Renato Ipša, 0824/336D

Mentor

Božo Soldo prof.dr.sc.

Zahvala:

Veliko hvala mojem mentoru prof. dr. sc. Boži Soldo koji je sa svojim znanstvenim i stručnim savjetima puno pomogao u izradi ovog diplomskog rada i svim drugim profesorima na ugodnoj suradnji kroz sve godine studiranja.

Zahvaljujem svojoj obitelji, prijateljima i kolegama koji su me podupirali tijekom cijelog studija.

Renato Ipša

Sažetak

U radu su obrađena različita poglavlja hidrotehničkih građevina koja su vezana uz pasivnu i aktivnu zaštitu od voda, a koje nastaju kao potreba za korištenjem prostora ugroženih djelovanjem voda (velike vode, bujice, područja podložnih vodnoj eroziji, led, suvišak vode na poljoprivrednim površinama, odvodnja naselja i prometnica i sl.). Nadalje u radu je prikazana multifunkcionalnost hidrotehničkih građevina u korist javne namjene (sportsko – rekreacijske namjene).

Tema rada je obrađena kroz primjer sustava obrane od poplave uz rijeku Plitvicu u Varaždinu u vidu izrade obrambenog nasipa i zidova, obaloutvrda te zapornica, gdje je na vrhu nasipa predviđena izvedba servisnog puta u funkciji biciklističko – pješačke staze sa popratnim sadržajem u vidu odmorišta (nadstrešnice, pametne klupe, pumpe sa stalkom za bicikle, ...).

Ključne riječi: hidrotehničke građevine, pasivna i aktivna zaštita od voda, multifunkcionalnost, biciklističko - pješačka staza

Summary

The paper deals with various chapters of hydrotechnical structures related to passive and active water protection, which arise as a need to use areas endangered by the action of water (high waters, torrents, areas subject to water erosion, ice, excess water on agricultural land, drainage settlements and roads, etc.). Furthermore, the paper presents the multifunctionality of hydraulic structures in favor of public use (sports and recreational purposes).

The topic of the paper is discussed through the example of flood protection system along the river Plitvice in Varaždin in the form of a defensive embankment and walls, embankments and gates, where at the top of the embankment is a service road in the function of a bicycle – pedestrian trail with accompanying content , smart benches, pumps with bicycle stand,...).

Key words: hydrotechnical structures, passive and active water protection, multifunctionality, bicycle – pedestrian trail

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Renato Ipša

MATIČNI BROJ 0824/336D

DATUM 14. IX. 2021.

KOLEGIJ Suvremena geotehnologija i geotecnika

NASLOV RADA "OBRANA OD POPLAVE I BIKIKLISTIČKO – PJEŠAČKA STAZA UZ RIJEKU PLITVICU
U VARAŽDINU"

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU FLOOD DEFENSE AND BIKE & WALKING TRAIL ALONG THE PLITVICA RIVER
IN VARAŽDIN

MENTOR dr. sc. Božo Soldo

ZVANJE red. prof.

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. izv. prof. dr. sc. Milan Rezo
2. prof. dr. sc. Božo Soldo
3. izv. prof. dr. sc. Bojan Đurin
4. doc. dr. sc. Danko Markovinović
5. _____

V Ž K C

M M I

Zadatak diplomskog rada

BROJ 35/GRD/2021

OPIS

Pod temom Diplomskog rada:

"OBRANA OD POPLAVE I BIKIKLISTIČKO – PJEŠAČKA STAZA UZ RIJEKU PLITVICU U
VARAŽDINU"

u radu je potrebno prikazati tehničko - arhitektonsku i tehničko- građevinsku analizu zahvata u prostoru uz pregled literature o hidrotehničkim građevinama i biciklističko-pješačkim stazama, te prikaz podloge za natječajnu dokumentaciju i procjenu troškova. Načelni sadržaj rada sastojao bi se od poglavlja:

- SADRŽAJ
- UVOD
- OPĆENITO O PREDMETNOM ZADATKU
- OPĆENITO O ELEMENTIMA PREDMETNOG ZADATKA
- TEHNIČKO - ARHITEKTONSKA ANALIZA
- TEHNIČKO - GRAĐEVINSKA ANALIZA
- PODLOGA ZA NATJEČAJNU DOKUMENTACIJU I PROCJENA TROŠKOVA
- ZAKLJUČAK
- LITERATURA

ZADATAK URUČEN

02.11.2021.

POTPIS MENTORA





SVEUČILIŠTE
SJEVER

Sadržaj

1.	Uvod.....	9
2.	Općenito o lokaciji i predmetnom zadatku	11
2.1.	Postojeće stanje	15
3.	Općenito o elementima predmetnog zadatka	21
3.1.	Građevine na vodotocima.....	21
3.1.1.	Građevine za obranu od poplava.....	21
3.1.2.	Građevine za uređenje vodnog toka.....	25
3.2.	Hidrotehničke građevine korištene u primjeru	28
3.2.1.	Obrambeni zid i nasip	28
3.2.2.	Obaloutvrda.....	31
3.2.3.	Zapornica	36
3.3.	Općenito o biciklističko – pješačkim stazama	40
3.3.1.	Invacije u svijetu	41
4.	Tehničko – arhitektonska analiza.....	43
4.1.	Prostorno planska dokumentacija.....	43
4.2.	Opis lokacije zahvata	43
4.3.	Oblik i veličina zahvata u prostoru.....	44
4.4.	Namjena građevine.....	44
4.5.	Smještaj građevine unutar obuhvata zahvata	44
4.6.	Oblikovanje građevine	45
4.7.	Način priključenja građevine na infrastrukturu.....	45
4.8.	Koncept rješenja izgradnje	48
5.	Tehničko – građevinska analiza.....	59
5.1.	Nasip za obranu od poplave	59
5.2.	Stabilizacija pokosa.....	64
5.3.	Zapornice na pritokama.....	69
5.4.	Rješenje od mosta do mlina u Jalkovcu	73
5.5.	Biciklističko – pješačka staza sa stajalištima i pratećom infrastrukturom	75
6.	Podloga za natječajnu dokumentaciju i procjena troškova	79
6.1.	Troškovnik radova – Nasip za obranu od poplava	79
6.2.	Troškovnik radova – Stabilizacija pokosa korita	82
6.3.	Troškovnik radova – Zapornice na pritokama	84
6.4.	Troškovnik radova – Rješenje od mosta do mlina u Jalkovcu	86
6.5.	Troškovnik radova – Stajalište s nadstrešnicama i solarna rasvjeta.....	87
7.	Zaključak.....	90
8.	Literatura.....	91
9.	Popis slika	93
10.	Popis tablica	97

1. Uvod

U vodno gospodarskom smislu obrana od poplava spada u područje zaštite od štetnog djelovanja voda. To područje, osim obrane od poplava, obuhvaća i uređenje vodotoka i drugih voda (građenje, održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracijsku odvodnju, održavanje vodotoka i sl.), obranu od leda, zaštitu od erozije i bujica, uklanjanje posljedica i melioracijsku odvodnju. Kroz izgradnju hidrotehničkih građevina rješavaju se potrebe zaštita od voda.

Za planiranje hidrotehničkih građevina i uređenje tokova koriste se podloge koje sadrže raspoložive materijale prikupljene, obrađene i pohranjene od strane različitih službi i institucija.

Za potrebe izrade predmetnog rješenja prvenstveno su korištene podloge: geodetske uprave (osnovni kartografski materijali o Hrvatskoj, katastar), Hrvatskih voda (karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, te vodostaji i protoci), Državnog hidrometeorološkog zavoda Hrvatske (osnovni meteorološki i hidrološki podaci).

Uslojenost, rasprostranjenost i mehaničke osobine temeljnog tla definirane su geomehaničkim i geološkim podlogama koje se utvrđuju geomehaničkim i geološkim istražnim radovima. Ako se građevina temelji na koherentnom i/ili nekoherentnom tlu uvijek su obvezni istražni radovi u tlu.

Na temelju geodetske izmjere zemljišta izrađuju se podloge (tlocrtni prikazi i poprečni profili različitih mjerila) koje prikazuju neophodne informacije o konfiguraciji terena. Geodetske podloge se koriste za smještaj hidrotehničkih građevina na terenu u pogledu preglednih situacija.

Geodetske karte se prvenstveno koriste kao podloge za izradu tlocrta velikih hidrotehničkih građevina, dok se geodetski planovi koriste kao podloge za izradu malih hidrotehničkih građevina. Nadalje geodetske podloge još se koriste za hidrološke, hidrauličke i geotehničke proračune, kao na primjer: profil terena, protočni profil vodotoka te definiranje slivnog područja.

Osnovni parametri koji se koriste kod planiranja, izgradnje i korištenja hidrotehničkih građevina su vodostaji i protoci, a kod nekih građevina i hidrološke podloge te je neophodno poznavanje zakonitosti prostorne i vremenske promjene veličina tih parametara. Ti parametri se u prostoru mjere i obrađuju točkasto sa podacima prikupljenim sa vodomjernih stanica postavljenih duž nekog vodotoka.

Hidrotehničke građevine imaju dodatan potencijal u vidu oplemenjivanja dodatnim namjena u korist društva. Predmetnim rješenjem predviđena je izvedba biciklističko – pješačke staze sa popratnim sadržajem i infrastrukturom na kruni nasipa, kao dodatne funkcionalne cjeline uz primarnu funkciju servisnog puta.

Krajnji korisnici predmetnog rješenja su: stanovnici grada Varaždina (46.946), stanovnici Varaždinske županije (171.320), poduzetnici koji se nalaze na širem području nove biciklističko – pješačke staze, turisti i turistički djelatnici.

Postoji niz čimbenika koji govore da je sada velika prilika za jačanje uloge biciklističkog prometa, ali natjecanje s ulaganjima u druge vidove prijevoza zahtijeva snažan dokaz o učincima i koristima ulaganja u biciklističku infrastrukturu.

Razvoj biciklističkog prometa planiran je u strateškim dokumentima Republike Hrvatske i Europske unije, koji određuju dugoročne razvojne ciljeve te mjere i aktivnosti za ostvarivanje tih ciljeva, kao jedne od mjera za očuvanje zdravlja stanovništva i okoliša urbanih sredina.

Prijevoz ima bitan utjecaj na gospodarstvo i društvo. Mobilnost ima vitalni značaj za razvoj unutarnjeg tržišta te bitno utječe na kvalitetu života građana. Prijevoz omogućava gospodarski rast i stvaranje poslova te mora biti održiv u svjetlu izazova kojima se današnji svijet susreće.

Slijedom navedenog izgradnja prometne infrastrukture u koju se ubrajaju i biciklističko - pješačke staze predstavlja nužan preduvjet za podizanje kvalitete života lokalnog stanovništva i rasta gospodarske aktivnosti što vodi k socio – ekonomskom napretku područja pod utjecajem projekta u ovom slučaju Grada Varaždina i Varaždinske županije.

2. Općenito o lokaciji i predmetnom zadatku

Rijeka Plitvica izvire u sjeveroistočnim brežuljcima Maceljskog gorja, a ulijeva se nizvodno od naselja Veliki Bukovec u rijeku Dravu. Ukupna duljina rijeke Plitvice je 67,7 km, a površina slivnog područja iznosi 258 km² s pripadajućim pritocima. Rijeka Plitvica je pretežito nizinski vodotok ustrojen u šljunčanim aluvijalnim nanosima s malim uzdužnim padom i kod velikih voda dovodi do poplave zaobalja.

Na stacionaži 28,7 km rijeke Plitvice iskopan je rasteretni kanal Plitvica – Drava koji se upotrebljava kod velikih voda za rasterećenje nizvodnog dijela rijeke Plitvice. Rijeka Plitvica teče južnim dijelom grada Varaždina, a kod velikih voda pogođena su naselja Črnc, Jalkovec, Poljana, Brezje i Biškupec. Posljednjih godina jednim dijelom je uređeno korito rijeke Plitvice izgradnjom zapornica na ušćima kanala Potok, Brezje i Dvor te potoka Gojančice (slika 2.1) [1].



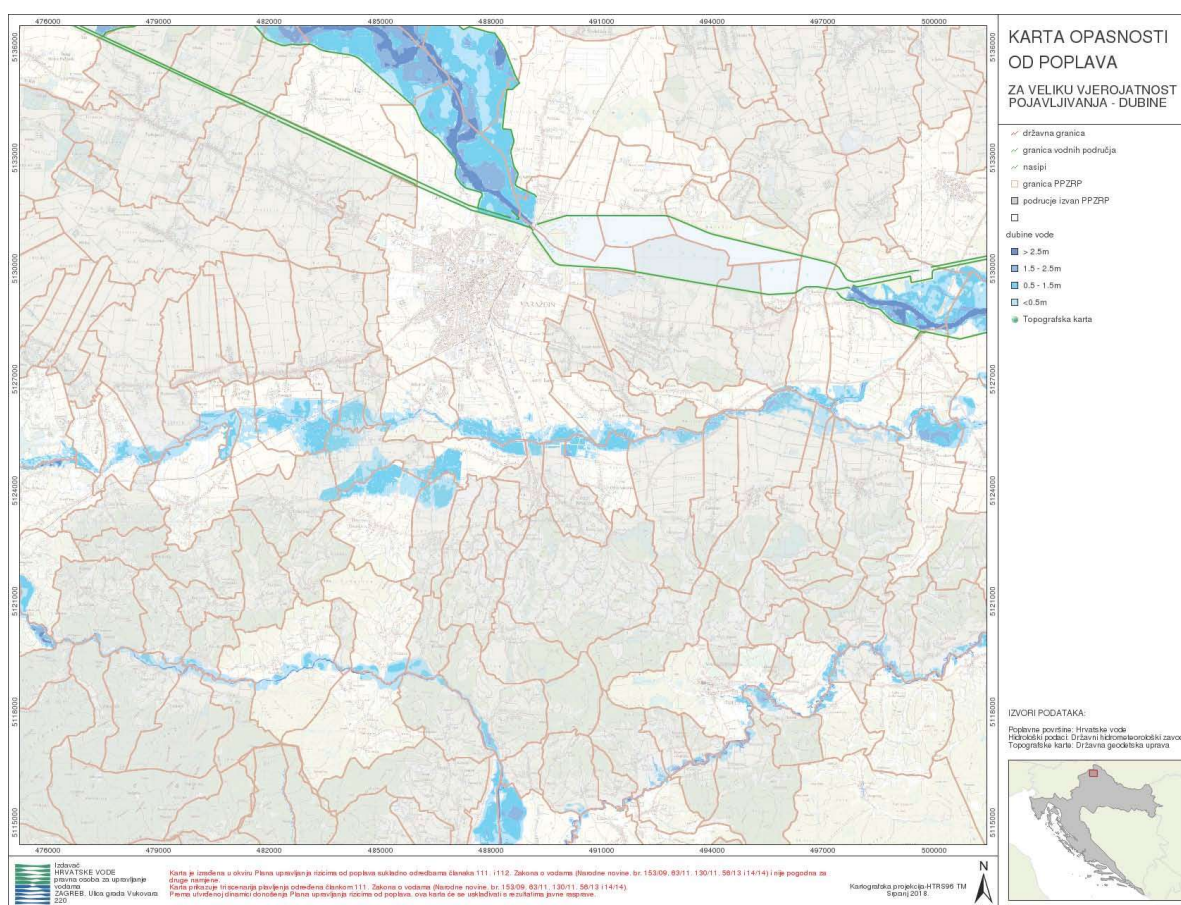
Slika 2.1 Pritoke rijeke Plitvice [13]

Uz lijevu obalu područja rijeke Plitvice, od mosta u Zagrebačkoj ulici u Varaždinu do mosta u Gojancu na dionici brze ceste D2, tj. od rkm 37+690 m do 43+075 m jednim dijelom je zaštićeno od poplava neprekidnom linijom nasipa ukupne duljine 5385 m, sa prekidima na ušćima manjih desnih i lijevih pritoka rijeke Plitvice koji su u većini slučajeva kanalskog sustava. Uz ušća desnih i lijevih pritoka rijeke Plitvice nisu napravljeni usporni nasipi. Usporni nasipi bi definirali prirodne funkcionalne cjeline u zaobalju rijeke Plitvice i po njima bi se odvijala zaštita od poplava. Na slici

2.1 prikazane su pritoke rijeke Plitvice. Na spomenutoj dionici u trenutnom stanju izgrađenosti nema prirodno poplavljenih površina koje se koriste za rasterećenje velikih voda.

Zadnjih pet godina je povećana incidencija pojave velikih voda na slivu rijeke Plitvice. Poplave u proteklih nekoliko godina ukazuju na potrebu provedbe dogradnje nasipa na desnoj i lijevoj obali rijeke Plitvice za 100 godišnje visoke vode. Izgradnja zahtjeva rekonstrukciju vodnog korita i pozdizanje trenutnih nasipa na visinu 50 cm od linije vodnog lica 100 godišnje visoke vode.

Na slici 2.2 kartografski je prikazana opasnost od poplava na rijeci Plitvici za veliku vjerojatnost pojavljivanja. Izrazom velikih vjerojatnosti može se uključiti 10 godišnje visoke vode. Gledajući kartu uzvodno od Zagrebačke ulice u Varaždinu, se uočava da su uključene površine desno i lijevo od vodotoka rijeke Plitvice u širini cca 500 m; sjeveroistočno do naselja Brezje i jugozapadno do brze ceste DC2 te uzvodno do granice s naseljem Jalkovec [1].

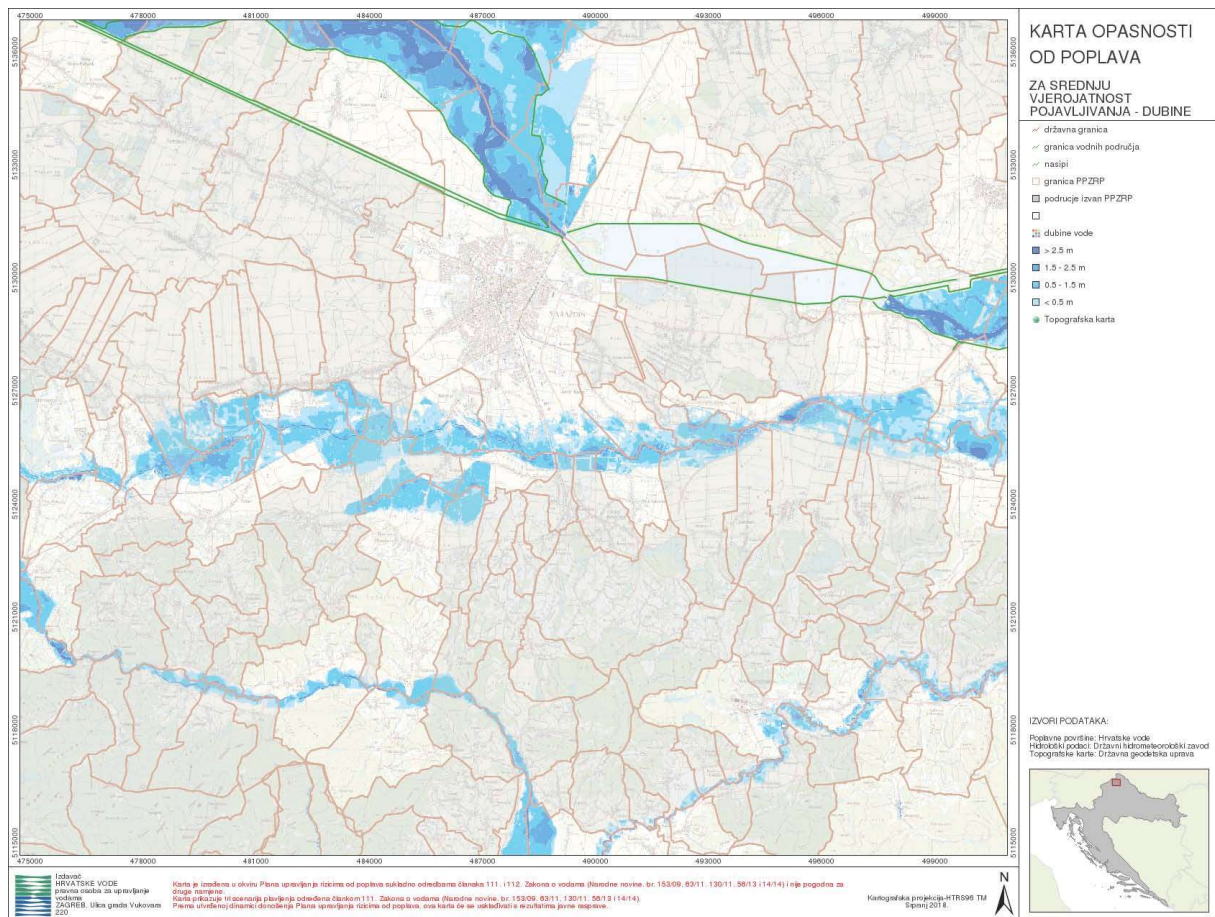


Slika 2.2 Karta opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za veliku vjerojatnost pojavljivanja [3]

Od granice naselja Jalkovec (zapornica na Varteksovu i Potoku kanalu) na jugoistoku do ulice Stjepana Radića u Jalkovcu, uslijed konfiguracije terena ispuštanje vode većinom je na desnoj obali (južna strana) vodotoka rijeke Plitvice, te u širini do 200 m. U naselju Jalkovec izljevne vode su između Plitvičke ulice i kuće s južne strane u ulici Stjepana Radića. Na izlazu naselja Jalkovec prema državnoj cesti DC2 opet su vidljive površine koje su prekrivene vodom za vrijeme poplava na rijeci Plitvici te imaju veliku vjerojatnost pojavljivanja.

Naselja Črnc, Jalkovec, Poljana, Brezje i Biškupec su predmet nadolazećih obrana od poplava, od vodnih količina iz rijeke Plitvice do zaobalnih koje su nastale na pritocima manjih vodotoka (kanala i potoka). Važno je istaknuti da prostor izvan spomenutih naselja od rijeke Plitvice do trupa brze ceste DC2 može se koristiti kao prirodna poplavna površina u smislu rasterećenja velikih voda [1].

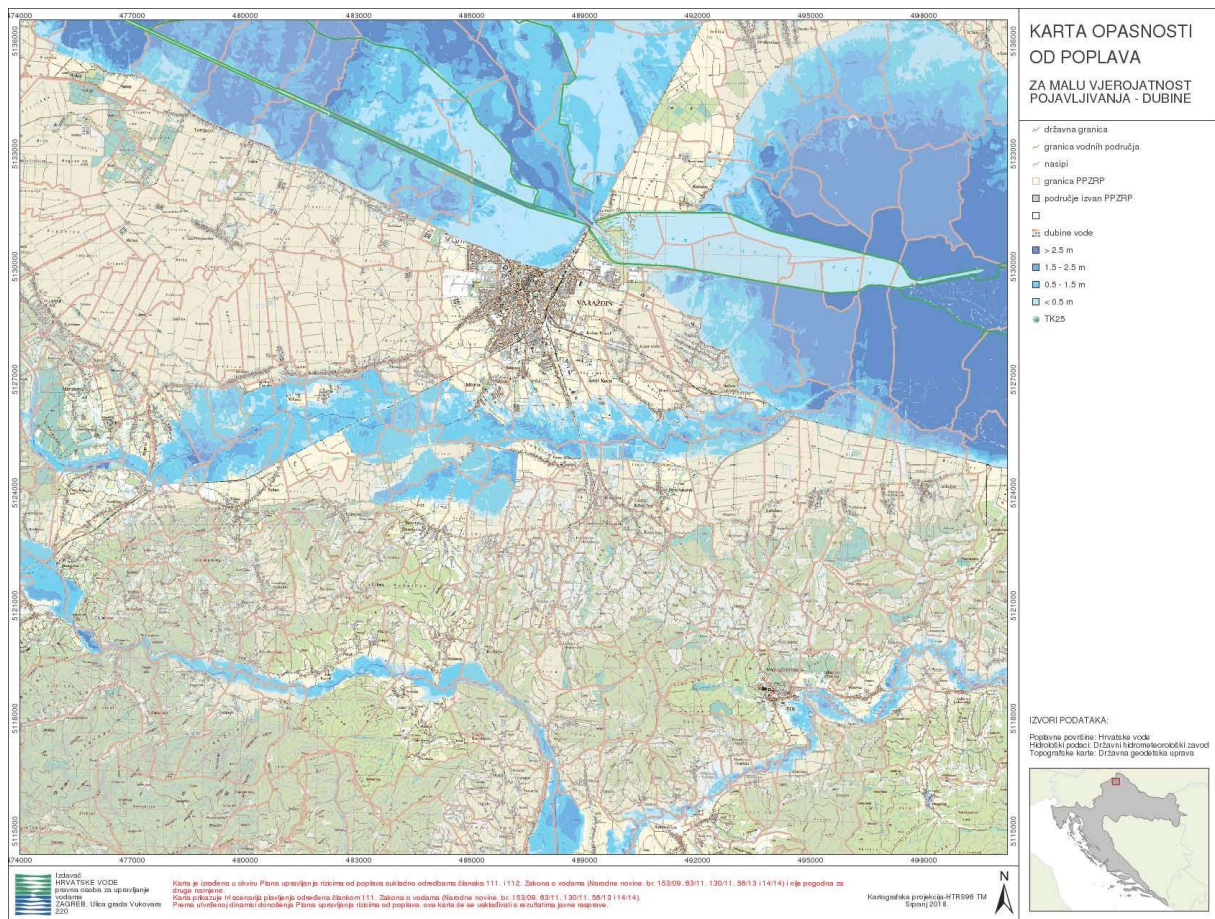
Na slici 2.3 kartografski je prikaz opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za srednju vjerojatnost pojavljivanja. Pojam srednjih vjerojatnosti možemo se podrazumijeva 50 godišnje visoke vode.



Slika 2.3 Karta opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za srednju vjerojatnost pojavljivanja [3]

Na slici 2.4. kartografski je prikaz opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za malu vjerojatnost pojavljivanja. Pojmom malih vjerojatnosti možemo uključivsti 100 godišnje visoke vode gdje se poplavno područje proširuje te obuhvaća naselje Brezje i prelijeva u naselju Jalkovec.

Predmetom ovog rada su 100 godišnje visoke vode u pogledu osiguranja protoka vode kroz rekonstruirani profil. Visinu nasipa treba projektirati 50 cm više od lica 100 godišnje vode.



Slika 2.4 Karta opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za malu vjerojatnost pojavljivanja [3]

Rijeka Plitvica pripada crnomorskom slivnom području, porječja Dunava i Drave. U vodotoka rijeke Plitvice su zabilježeni povijesno značajni veliko vodni događaji. Iako, veliko vodni događaji iz rujna 2014. godine uvelike nadpremašuje sve povijesno evidentirane veliko vodne događaje.

Ekstremni veliko vodni događaj u rujnu 2014. godine skrenuo je pozornost na probleme u funkcioniranju trenutnog sustava obrane od poplava. Najveći problemi su nedovoljna visina krune nasipa koja nije prilagođena visokim vodama i nepristupačnost svim dionicama nasipa za vrijeme primjene mjera obrane od poplava u vodozaštitnom području.

Projekt uređenja obala i korita Plitvice za izgradnju biciklističko – pješačke staze na dionici Gojanec – Zagrebačka ulica u Varaždinu ukupne duljine 5385 m predlaže hitne mjere za izdizanje nasipa na postojećem nasipu te izgradnju biciklističko – pješačke staze. Funkcija biciklističko – pješačke staze uz sportsko – rekreativnu stazu je u smislu modernizacije lijevo – obalnih plitvičkih nasipa i omogućavanje pristupa koritu rijeke za uređenje korita. Realizacija spomenutih mjera ima poprilično mali trošak s obzirom na prednosti koje su vezane uz redovito održavanje nasipa, pristup mehanizaciji i ljudima za vrijeme obrane od poplava. Provedba spomenutih mjera je efikasni prvi korak u konačnom rješenju sustava obrane od poplava [1].

2.1. Postojeće stanje

Analiza koja je provedena temelji se na dosadašnjim rezultatima, mjerenja vodostaja visokih voda na vodomjernim stanicama Plitvica – Kneginec i Plitvica – Vidovićevo mlin te fotografijama snimljenih na predmetnoj dionici (slika 2.5. i 2.6.) od Zagrebačke ulice u Varaždinu do mosta u naselju Gojanec, nasip velikim dijelom trase se nalazi ispod visina 100 godišnjih velikih voda za 50 – 70 cm [1].



Slika 2.5 Poplavljeno područje naselja Brezje – rujan 2014. [14]



Slika 2.6 Poplavljeno područje naselja Brezje - rujan 2014. [14]

Vizualno stanje se prikazuje kroz fotografije u nastavku na rijeci Plitvici s opisom stanja prostora i korita oko rijeke u području zahvata projektnog zadatka (slike 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 i 2.13).



Slika 2.7 Pogled nizvodno – lijevo i most „Gojanec“ rkm 43+075 m – desno [1]



Slika 2.8 Most preko rijeke Plitvice na zaobilaznoj cesti [1]



Slika 2.9 Građevina starog mlina, kupališta i ilegalni most preko rijeke [1]



Slika 2.10 Pješački most – lijevo, Most preko pritoke/potoka – desno [1]



Slika 2.11 Erozijske pokose u meandrima [1]



Slika 2.12 Ušće lijeve i desne pritoke; zapornica [1]



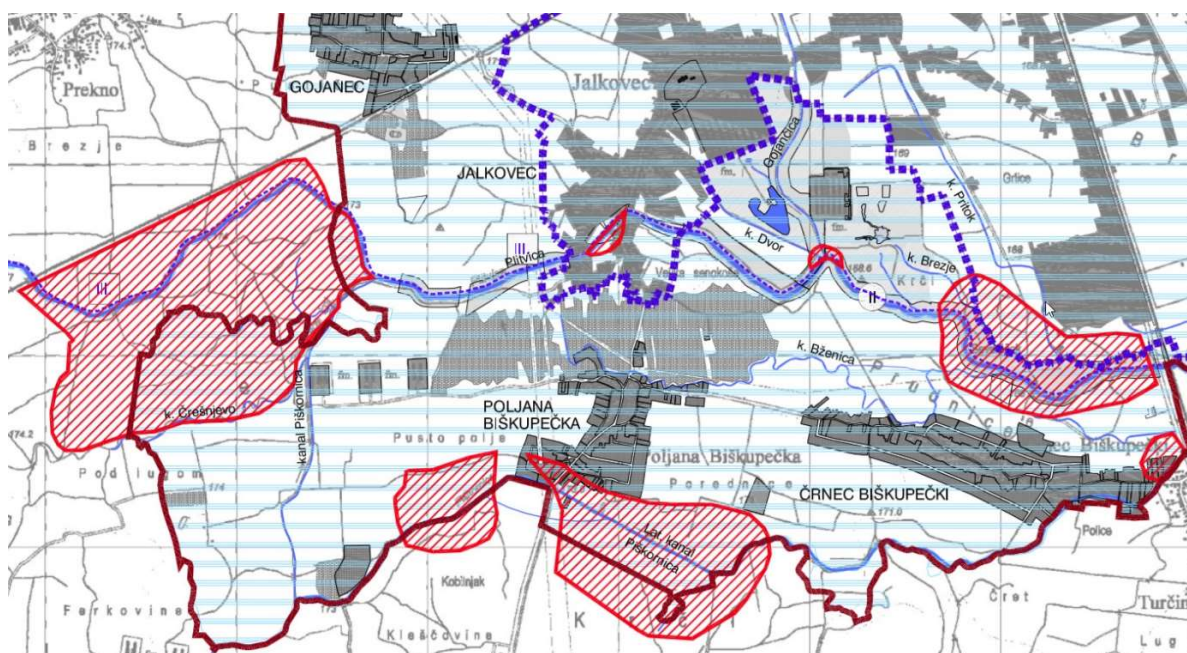
Slika 2.13 Most „Brezje“, rkm 37+690 m, Zagrebačka ulica; Vodovi preko rijeke u blizini mosta [1]

Uz spomenutu trasu nasipa nema servisnih puteva za potrebe obrane od poplava nego se trenutni putevi koriste u pojasu samog nasipa širine cca 5 m.

Uzvodno od stacionaže rkm 37+69 m predmetnog zahvata u prostoru uređenja obala i korita rijeke Plitvice za izgradnju biciklističko – pješačke staze od Zagrebačke ulice u Varaždinu do mosta u naselju Gojanec, na stacionaži 43+075 m rijeka Plitvica prihvaća količine zaobalnih voda sa svoje lijeve obale potok Gojančicu i kanale: Dvor, Brezje i Pritok.

Na slici 2.14 prikazan je isječak karte izvornog mjerila 1:25000 koja je preuzeta iz prostornog plana uređenja grada Varaždina. Na kartografskom prikazu „Uvjeti korištenja i zaštite prostora – područja posebnih ograničenja u korištenju – vode“ poligonima i ispunom crvene boje (kose linije 45°) označena su područja mogućih poplavnih površina na području grada Varaždina.

Nizvodno od mosta u Gojancu od stacionaže 0.0+00.0 m do stacionaže 0.4+40.00 m s desne strane obale rijeke Plitvice gdje se ulijeva kanal Piškornica označeno je poplavno područje. Iduća poplavna površina nalazi se u naselju Jalokovec od stacionaže 1.6+40,00 m do stacionaže 1.9+20,00 m koja je u visini mosta u naselju Jalkovec. Na ušću kanala Dvor i potoka Gojančice su označene površine poplavnog dijela, od stacionaže od 3.1+00 m do 3.3+40,00 m. Ispod naselja Brezje na vodotoku rijeke Plitvice od stacionaže 3.9+20,00 m do 5.3+75,00 m (most u Zagrebačkoj ulici u Varaždinu) iscrtane su poplavne površine koje se prostiru sjeverno do naselja Brezje, a južno do brze ceste (varaždinske zaobilaznice) [1].



Slika 2.14 Kanali i pritoci Plitvice unutar obuhvata zahvata [15]

U povijesti su se provodila mjerenja na rijeci Plitvici, na vodomjernim postajama Vidovića Mlin i Kneginec (slika 2.15). Na vodomjernoj stanici Kneginec je izmjerena ekstremna vrijednost vodostaja 19. veljače 1987. godine je dosegla 298 cm, a 20. studenog 1979. godine je dosegla 17,14 m³/s.

Na vodomjernoj stanici Vidovića Mlin izmjerena ekstremna vrijednost vodostaja 14. rujna 2014. godine je dosegla 260 cm, a 14. rujna 2014. godine je dosegla 30,76 m³/s.

Mjerenja postaje	
Vrsta mjerenja	Info
VODOSTAJ	Ekstremi
	Razdoblje: 1975. - 2015. Kota nule: 162,990 m n/m Minimum: 31. 8. 1980. 0 cm Maksimum: 19. 2. 1987. 298 cm
	Godine mjerenja: 1975-1988 1990-2015
PROTOK	Ekstremi
	Razdoblje: 1975. - 1984. Minimum: 26. 6. 1982. 0,076 m ³ /s Maksimum: 20. 11. 1979. 17,14 m ³ /s
	Godine mjerenja: 1975-1984
VODOMJERENJA	Broj mjerenja: 175
PROFILI	Broj mjerenja: 5

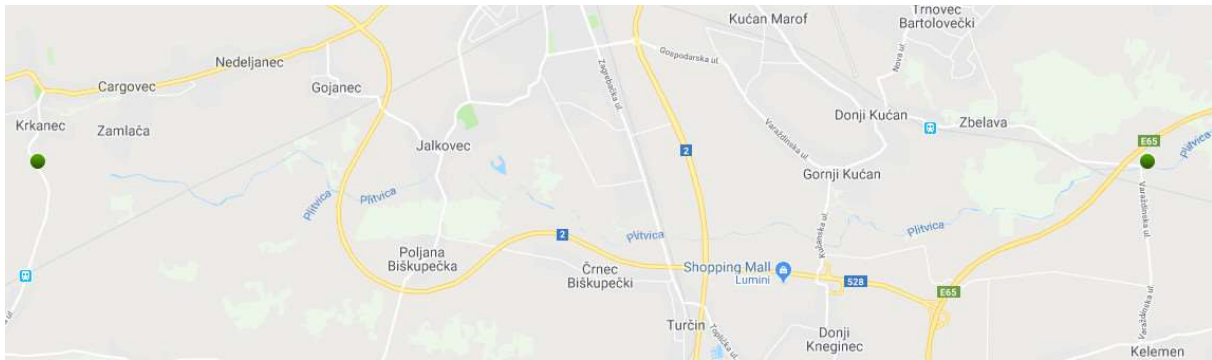
a)

Mjerenja postaje	
Vrsta mjerenja	Info
VODOSTAJ	Ekstremi
	Razdoblje: 2002. - 2016. Kota nule: 159,105 m n/m Minimum: 1. 10. 2011. 10 cm Maksimum: 14. 9. 2014. 260 cm
	Godine mjerenja: 2002-2016
PROTOK	Ekstremi
	Razdoblje: 2003. - 2016. Minimum: 1. 10. 2011. 0,488 m ³ /s Maksimum: 14. 9. 2014. 30,76 m ³ /s
	Godine mjerenja: 2003-2016
VODOMJERENJA	Broj mjerenja: 160
PROFILI	Broj mjerenja: 5

b)

Slika 2.15 Mjerenja na postajama Gornji Kneginec (a) i Vidovića Mlin (b) [16]

Službeni podaci za mjerenja protoka i vodostaja na rijeci Plitvici usko su vezna za vodomjernu postaju Vidovića Mlin i u naselju Krkanec, na lokaciji kod prelaza autoceste preko rijeke Plitvice (slika 2.16).



Slika 2.16 Lokacija vodomjernih postaja Vidovića Mlinu (desno) i Krkanec (lijevo) - označene zelenim ispunjenim kružnicima [16]

3. Općenito o elementima predmetnog zadatka

3.1. Građevine na vodotocima

3.1.1. Građevine za obranu od poplava

Građevine za obranu od poplava imaju veliki utjecaj na okoliš i ljude, svaka od država u današnje vrijeme sve više investira u zaštitu obrane od poplava. Danas imamo puno ljudski žrtava, golemih šteta za građevine i okoliš uslijed neadekvatnog pristupa i ozbiljnosti tijekom projektiranja, upravljanja i održavanja te građenja hidrotehničkih sustava.

Području zaštite od štetnog djelovanja voda pripadaju uređenje vodotoka, obrana od poplava, obrana od leda, zaštita od bujica i erozije, melioracijska odvodnja te uklanjanje posljedica.

Hidrotehnički sustavi se grade ovisno o pristupu zaštite od poplava, koji mogu biti aktivni i pasivni. Aktivnim sustavima djelujemo na glavni razlog pojave poplave, a razlog je vodni val. Na vodni val se utječe različitim intervencijama kao na primjer promjena oblika koji se mijenja vremenskom i/ili prostornom regulacijom količine vode. Pasivnim sustavima djelujemo na zaštitu pojave poplave da se spriječe posljedice koje prouzrokuju pojavu velikog vodnog vala, ukoliko do toga dođe, mora ga se propustiti koritom vodotoka da ne dođe do poplave [7].

U trenu kad nastane poplava dolazi do izlivanja vode iz korita vodotoka. Problem poplava je vezan uz volumen vode koja ugrožava maksimalni protok i određeno područje. Aktivnosti obrane od poplava podrazumijevaju održavanje, izgradnju i upravljanje sustavom, sakupljanje hidroloških pokazatelja te realizacija plana za obranu od poplava [7].

Planom obrane od poplava se definiraju mjere koje se odrađuju prije ili u slučaju obrane od poplava, vodostaje na mjerodavnim vodomjerima u pojedinim sektorima u kojima počinje pripremno stanje obrane od poplava, detalje o opremi i materijalu koji su potrebni i mjere koje se poduzimaju za obranu od leda [7].

Provođenje obrane od poplava obuhvaća mjere i radnje na vodnim građevinama, uklanjanje uzoraka koji ograničavaju protok, osposobljava objekte za smanjenje velikih količina voda i izgradnju novih građevina kao zamjenske ukoliko dođe do propusta prvotnih građevina [7].

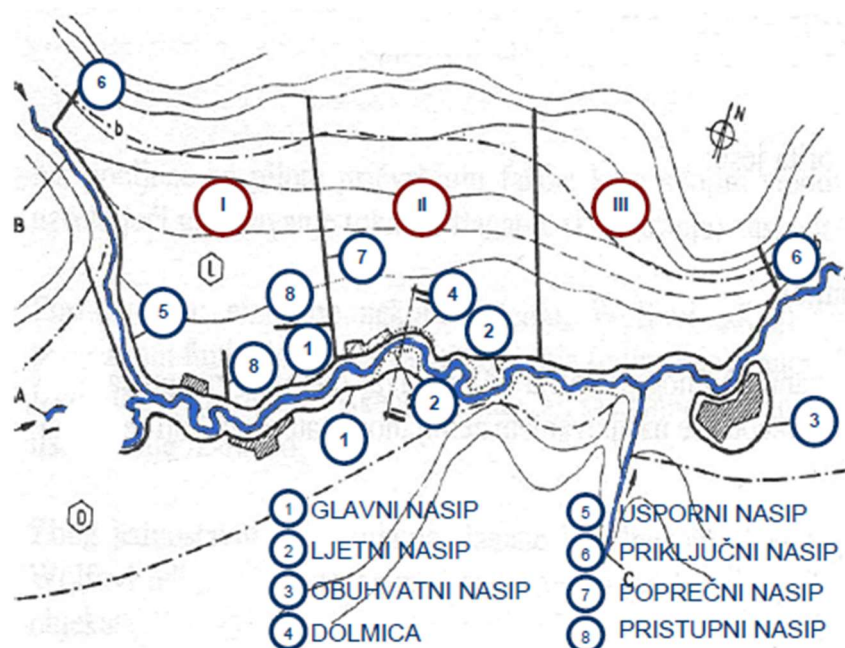
GRAĐEVINE SUSTAVA PASIVNE ZAŠTITE OD POPLAVA

NASIPI

Hidrotehnički nasipi su osnovne građevine za pasivnu zaštitu od poplava koji kao regulacijske građevine imaju glavnu ulogu da štite područje od velikih voda.

Gledajući s tehničkog stajališta nasipi se dijele na regulacijske i obrambene melioracijske. Regulacijskim se formira korito za velike vode i vodi se briga da nasip ima ispravan pronos nanosa i protjecanje, a obrambenim se sprječava poplavljanje područja tako da voda može teći nesmetano [7].

Ovisno o položaju nasipa dijeli se na: glavni, ljetni, dolmicu, obuhvatni, usporeni, pristupni, poprečni i priključni (slika 3.1).



Slika 3.1 Podjela nasipa s obzirom na položaj [7]

GRAĐEVINE SUSTAVA AKTIVNE ZAŠTITE OD POPLAVA

VODNI REŽIM

Vodni režim je konstantna ukupna dinamika promjena kvantitativnih i kvalitativnih osobina voda i odnos voda prema okolini koja ju okružuje. Reguliranjem vodnog režima međusobno utječemo na izmjenu uzroka pojave poplave i njegovu izmjenu.

Vodni režim može biti neregulirani i regulirani; neregulirani je prirodni kojim se može upravljati, teško se upravlja ili se ne želi upravljati; a regulirani je moguć ako u sustavu postoje izgrađene građevine koje omogućuju promjenu količine vode u vremenu i prostoru.

Reguliranje vodnog režima ima namjenu ostvarivanja mogućnosti korisnijeg gospodarenja vodnim resursima, zaštitu od štetnog djelovanja i onečišćenja voda. To se postiže usklađivanjem

srednje vrijednosti protoka u vodotoku s dinamikom potrebnih korisnika, suzbijanjem velike i povećanjem malih voda [7].

Vrijede četiri razine reguliranja vodnog režima koje su ovisne o stupnju izgrađenosti vodnog sustava:

Zaštita od velikih voda sprječava štetu na slivnom području.

Osiguranje biološkog minimuma omogućava svim biološkim korisnicima količinu vode koja je potrebna za opstanak i život biocenoze.

Osiguranje vodnogospodarskog minimuma osigurava zahtjevanu kvalitetu vode za potrebe korisnicima i umjerenu potrošnju količine vode po korisniku da bi svi imali dovoljnu količinu vode.

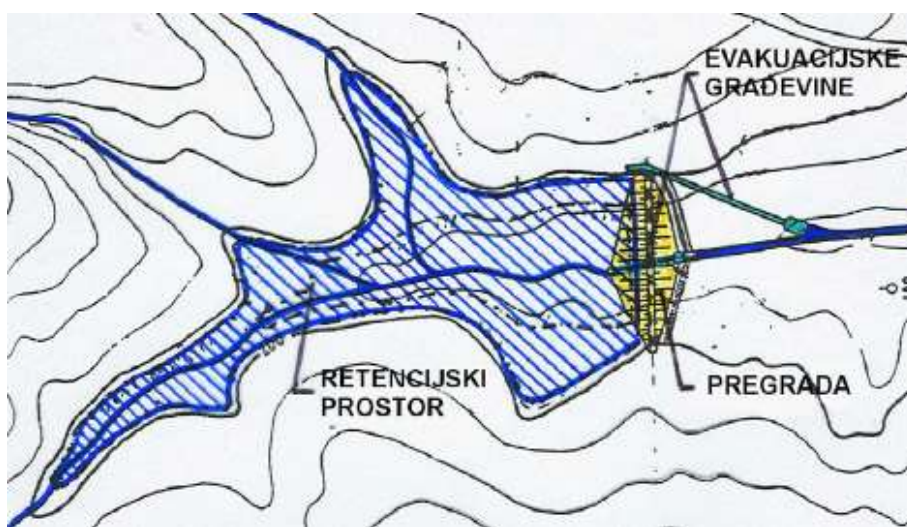
Optimizacija vodnog sustava definira pojedini element u sustavu i pronalazi rješenje koje donosi najveću korist.

U okviru vodnogospodarskih radova na preinaku vodnog režima utječe se:

Uređenjem sliva na dulji vremenski interval zadržavanja vode izvan vodotoka, vodi do ravnomjernijeg režima. Uređenje ima veliki utjecaj na promjenu režima i s njime se ostvaruje uređenje korita bujica, izgradnju konturnih građevina, pošumljavanje i drugo.

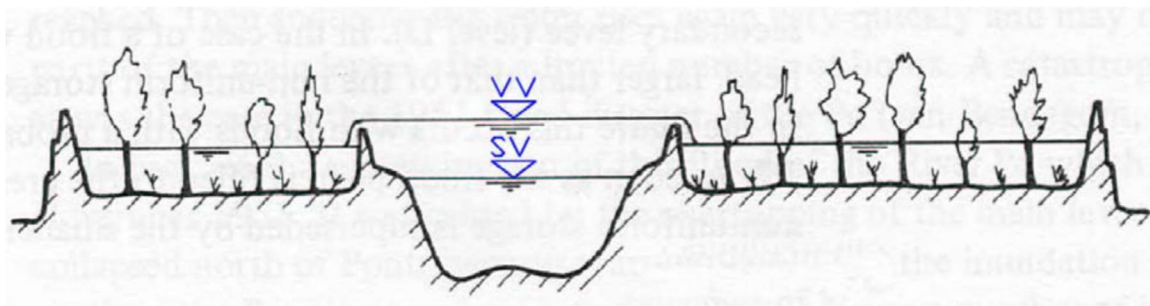
Uređenjem korita vodotoka se potiče izgradnja klasičnih regulacija vodotoka, povećava se propusnost maksimalnog protoka, vremensko smanjenje valova i minimalnih protoka nizvodno od postupka.

Izgradnjom retencija se dobivaju uređena područja u slivu vodotoka koje služe za kraće zaustavljanje vode da bi smanjili maksimalni protok i područje zaštitili od poplava. Čelične retencije nadziru jedino izlaz vode iz retencijskog prostora. Nadzor se postiže uz pomoć pregrade te se s njom regulira najveći protok koji se ispušta iz retencije i najčešće se izvodi u gornjem dijelu sliva (slika 3.2) [7].



Slika 3.2 Shema čelične retencije [7]

Bočne retencije nadziru izlaz i ulaz vode, izvode se paralelno s vodotokom u srednjem i donjem dijelu sliva. Punjenje bočnih retencija se izvodi prelijevanjem preko otvaranja zapornica na branama, bočnog preljeva na nasipu ili rušenjem privremenih nasipa (slika 3.3). Nakon što prođe opasnost od poplave nizvodno se voda otvaranjem zapornica iznova vraća u vodotok [7].

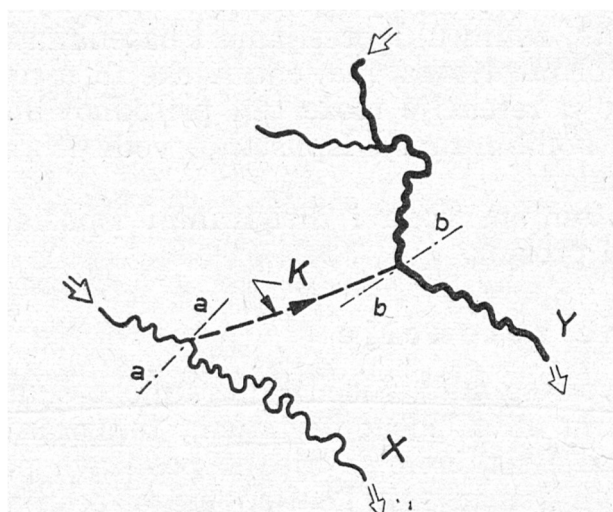


Slika 3.3 Shema bočne retencije [7]

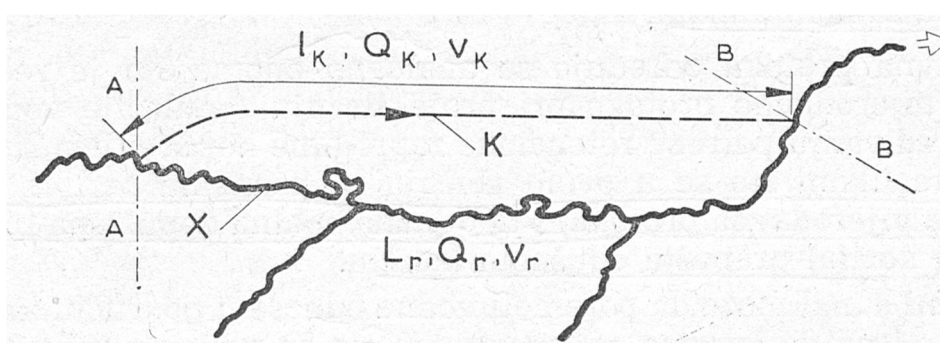
Veličina retencija ovisi o veličini prostora, maksimalnom protoku i hidrološkim prilikama koji vodotok treba prihvatiti.

Izgradnjom akumulacija koje se koriste za dulji period zadržavanja vode u prostoru i imaju najefikasnije reguliranje vodnog režima. Sistemom za ispuštanje vode se pruža više razina reguliranja vodnog režima te osim što zaštićuju područje od poplava, mogu oplemeniti područja malih voda, osigurati vodnogospodarski i biološki minimum. Osiguranjem dovoljno velikog prostora za prihvatanje velikih voda utjecaj je identičan kao kod retencija. Veličina akumulacije ovisi o nizvodnom kapacitetu korita, hidrološkim značajkama, potrebama korisnika i raspoloživog prostora.

Izgradnjom oteretnih kanala koji se koriste za zaštitu područja od velikih voda i izvode se na području korita koji ne mogu propustiti velike vode. Osnovni cilj oteretnih kanala je da u nizvodnom području količina maksimalnog protoka bude vremenski istovjetna prirodnom protoku. Donji dio vodotoka iza ušća kanala treba biti sposoban prihvatiti ukupno izmijenjeni vodni val, a postoji mogućnost da se poveća maksimalni protok i da više nije jednak prirodnom (slika 3.4 i 3.5) [7].



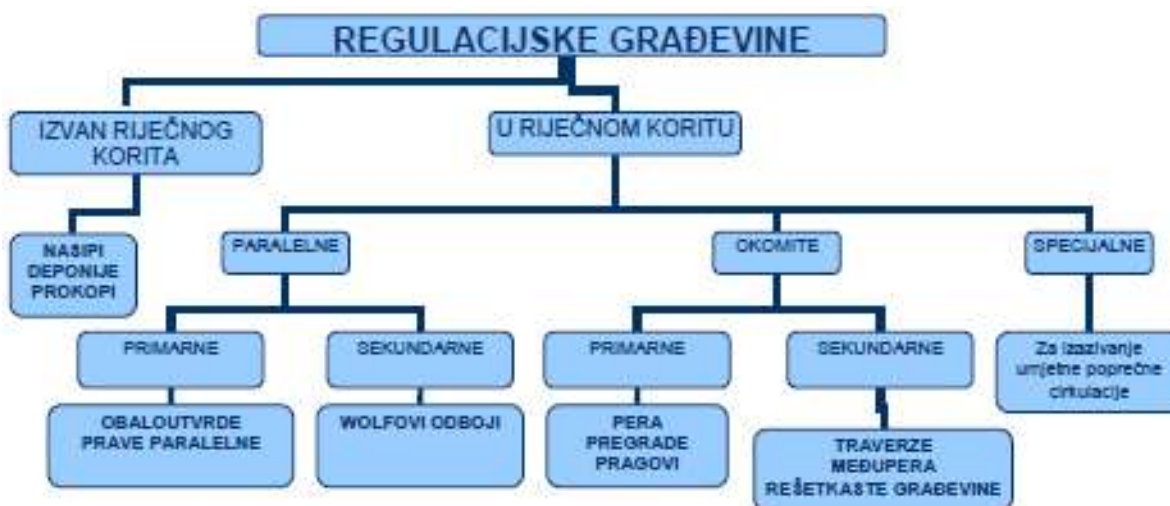
Slika 3.4 Shema poprečnog oteretnog kanala [7]



Slika 3.5 Shema paralelnog oteretnog kanala [7]

3.1.2. Građevine za uređenje vodnog toka

Regulacijske građevine promatramo kao dio vodotoka koji u sustavu poprima uz nove kriterije nova svojstva. Proračunima se predviđaju novi kriteriji. Novi kriteriji mogu biti: način toka vode, izmjena oblika korita vodotoka i kretanje nanosa da bi krajnji utjecaj bio što učinkovitiji. Tijekom izvođenja veliki dio građevina se izvodi u vodi prilikom tečenja, a mali dio se izvodi na suhom području tamo gdje se može preusmjeriti tok vode. Na slici 3.6 je prikazana podjela regulacijskih građevina pomoću kojih reguliramo tok vode.



Slika 3.6 Podjela regulacijskih građevina [7]

Regulacijske građevine se koriste da bi utjecali na štetne uzročnike u koritu, a ne da se sanira trenutno stanje. Osnovne svrhe regulacijskih građevina su:

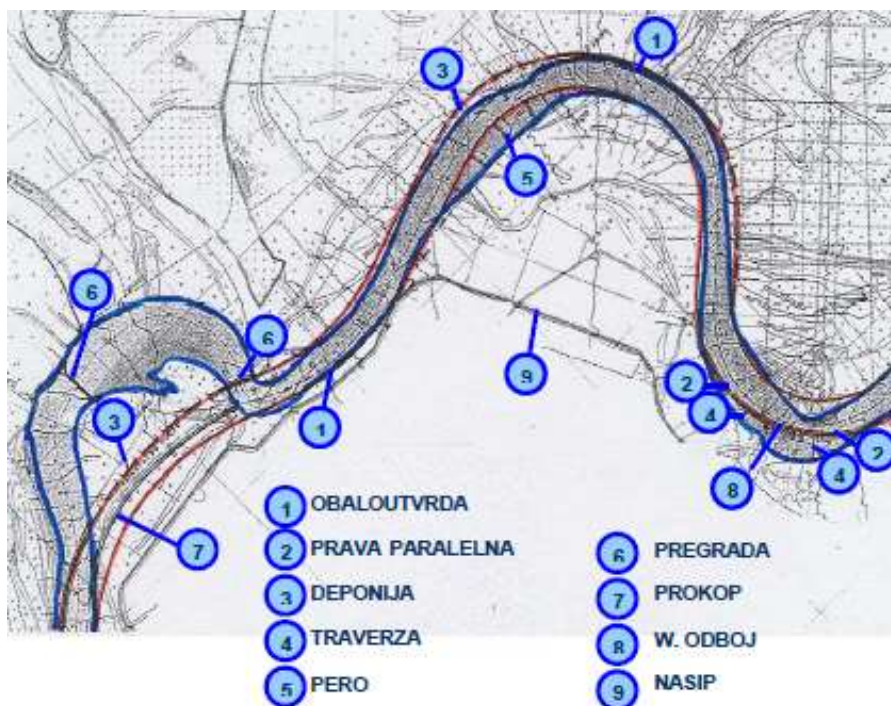
Povećanje erozije korita i njegovo produbljivanje se postiže suženjem protoka u presjeku i povećanjem uzdužnog pada.

Pravilan pronos nanosa se postiže pravilnim trasiranjem regulacijskih linija i održavanjem definiranih brzina toka.

Smanjenje erozije i izazivanje taloženja na definiranim mjestima se postiže proširenjem protočnog presjeka, smanjenjem uzdužnog pada i povećavanjem otpora tijekom tečenja, u slučaju da se spriječi lokalnu eroziju treba se odmaknuti matica vodotoka.

Povećanje protočnosti korita se postiže otklanjanjem iznenadnih promjena presjeka u koritu, povećanjem uzdužnog pada i protočnog profila.

Kombinacijama prethodnih namjena se postiže usklađivanje više namjena, ponekad su sve uključene (slika 3.7) [7].



Slika 3.7 Primjena različitih tipova građevina za uređenje korita [7]

Obaloutvrda je regulacijska građevina koja se nalazi u koritu vodotoka, namjena je usmjeravati vodni tok uz obalu i zaštititi obalu od erozije.

Prava paralelna je regulacijska građevina koja se nalazi u riječnom koritu, namjena je premještati obalu u korito rijeke, često na konkavnim stranama, veliki su troškovi i skupo ispravljanje propusta.

Deponija je regulacijska građevina koje se nalazi izvan korita, namjena je spriječiti moguću eroziju obale.

Traverza je regulacijska građevina koje se nalazi u konkavnom dijelu riječne krivine, grade se okomito na paralelnu građevinu koju spaja s obalom.

Pero je regulacijska građevina koja se nalazi u riječnom koritu, namjena je premještati obalu u korito rijeke, troškovi izgradnje su manji i lako ispravljanje propusta.

Pregrada je pomoćna regulacijska građevina i njome se pregrađuju nepotrebno napuštena korita i vodotoci.

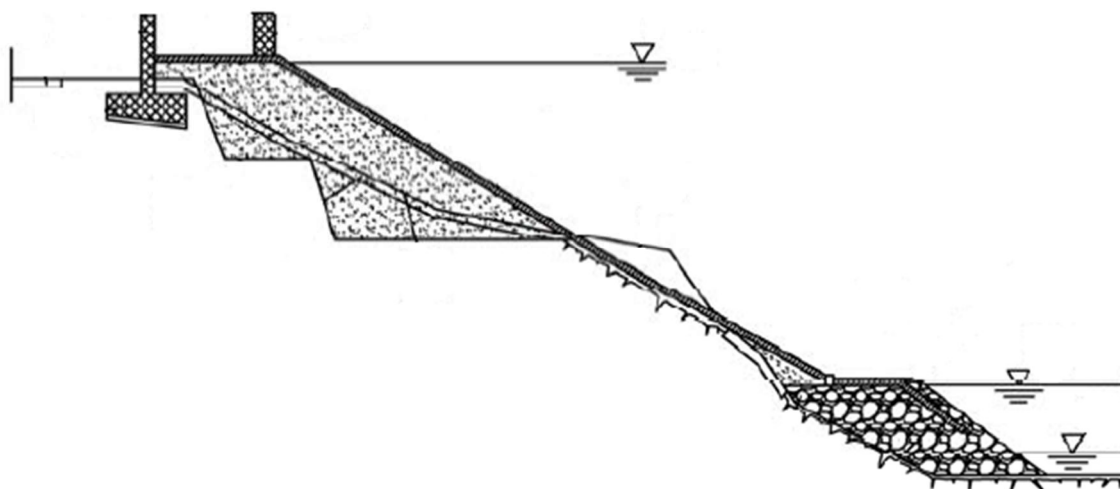
Prokop je regulacijska građevina kojom se presijecaju meandri i tako se smanjuje tok rijeke.

W. Odboj je pomoćna regulacijska građevina i njome vodni tok jednim dijelom skreće sa svoje standardne trase [8].

3.2. Hidrotehničke građevine korištene u primjeru

3.2.1. Obrambeni zid i nasip

Obrambeni zid je armirano – betonska građevina koja štiti urbano ili poljoprivredno područje od poplava. Izvodi se ako ne postoji mogućnosti da se osigura potreban prostor za izvedbu nasipa i kad su svi prostorni i sigurnosni uvjeti zadovoljeni. Proteže se uzduž potoka i često se izvodi uzduž prometnice na uređenoj obali i stabiliziranom pokosu. Na slici 3.8 je prikazan poprečni presjek obrambenog zida [7].



Slika 3.8 Poprečni presjek obrambenog zida [8]

Nasip se dijeli prema funkcionalnim kriterijima za koje je potrebno odrediti trasu, profil i presjek.

Trasa nasipa ovisi o puno faktora koji se mogu razvrstati po kategorijama:

Tehnička kategorija – hidrološko – hidraulički, geodetski, geološki, namjena nasipa i drugo.

Prostorno – planska kategorija – namjena prostora za razne aktivnosti.

Ekonomska kategorija – vrijednosti zemljišta koje se brani i žrtvuje, cijene za održavanje i izgradnju i drugo.

Profilom nasipa su određene njegove osnovne značajke: vanjski oblik, širina krune, visina, nagib pokosa, širina i položaj berme. Ovisi o namjeni, presjeku nasipa, vrsti materijala, hidrauličkom proračunu za optimalne velike vode i procjeđivanja, pojavi valova i drugo.

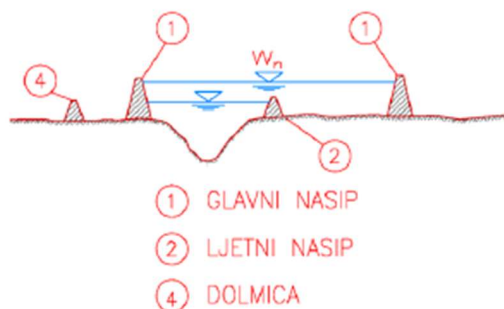
Presjekom nasipa se određuje vrstu materijala koja se koristit kod izvedbe, njegova kvaliteta i debljine slojeva ostalih materijala. Mora se zadovoljiti na način da se može konstrukcijom odolijevati hidrodinamičkim i hidrostatičkim utjecajima vode [7].

Obrambeni nasip je građevina napravljena od odgovarajućeg zemljanog materijala koja štiti urbano ili poljoprivredno područje od poplava. Glavni regulacijski nasip se pruža uzduž potoka,

melioracijski nasip se pruža po priobalnom obodu poljoprivrednog zemljišta, a obuhvatni nasip se pruža po obodu urbanog područja.

Ljetni nasip je melioracijski nasip koji štiti poljoprivredno područje od velikih voda koje se pojavljuju tijekom vegetacijskog razdoblja.

Dolmica je nasip koji štiti područje od podvirnih i podzemnih voda. Na slici 3.9 su prikazani spomenuti nasipi u presjeku [7].

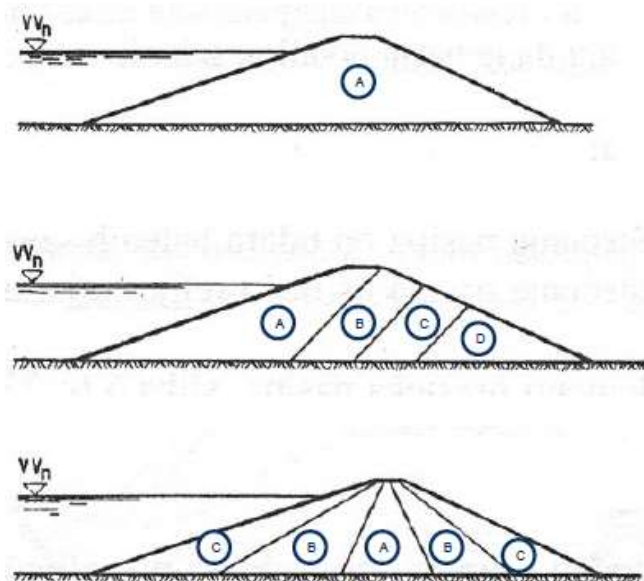


Slika 3.9 Presjek nasipa [7]

Hidrostatsko djelovanje na nasip ponekad može izazvati pojavu kliznih ploha, procjeđivanje vode kroz temeljno tlo i tijelo nasipa, slijeganje nasipa i drugo. Hidrodinamičko djelovanje na nasip ponekad može uzrokovati štetu nastalu fluvijalnom erozijom, prilikom pojave valova, sudara santi leda i prilikom prelijevanja.

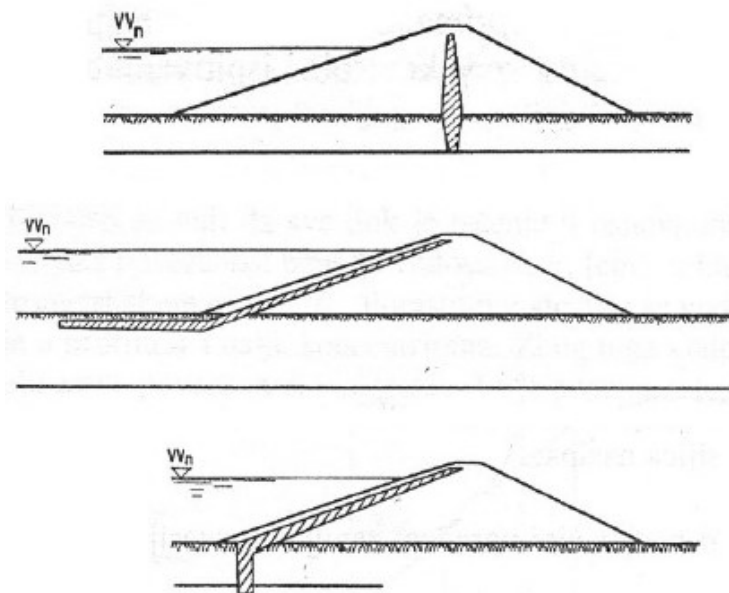
Nasipima je potrebna velika količina materijala kako bi se izgradili, materijal se može nabaviti na mjestima gdje se trajno iskopa i odveze. Obično se nalazi na mjestima koja su ponekad poplavljena i taj materijal nije dobar te se mora dodatno obratiti da bi se iskoristio.

U idealnim uvjetima i dovoljna blizina materijala od kojih se može izvesti kvalitetan nasip homogenog presjeka i on će izgledati kao na slici 3.10.



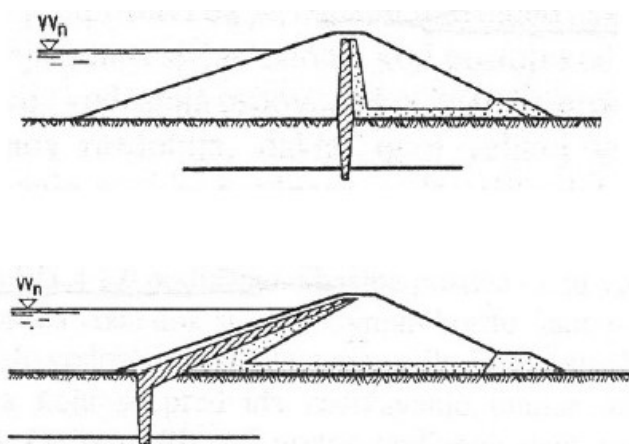
Slika 3.10 Tipovi presjeka nasipa od najnepropusnijeg A do najpropusnijeg D materijala [7]

Kada nema povoljnih uvjete i materijal je teško dostupan, nasip je jako propusan, a nepropusan se mora dopremiti i izvesti nasip s ekranom ili nepropusnom jezgrom kao što je na slici 3.11. Spomenuti nasip u tom trenu se koristi za postupke gdje je pojava velikih voda kratkog trajanja i nasip nije pod stalnim opterećenjem vode.



Slika 3.11 Tipovi presjeka nasipa s nepropusnom jezgrom i ekranima [7]

Kada je potrebno nasipe projektirati uz pretpostavku da su pod konstantnim opterećenjem vode. Dodatno uz tijelo nasipa koji ima ulogu se oduprijeti hidrostatskom opterećenju kao uporni dio konstrukcije, nepropusnu jezgru da spriječi procjeđivanje vode kroz tijelo nasipa, tu je i drenažni sustav koji ima ulogu da odvodi procjednu vodu tako da tijelo nasipa ostane suho (slika 3.12).

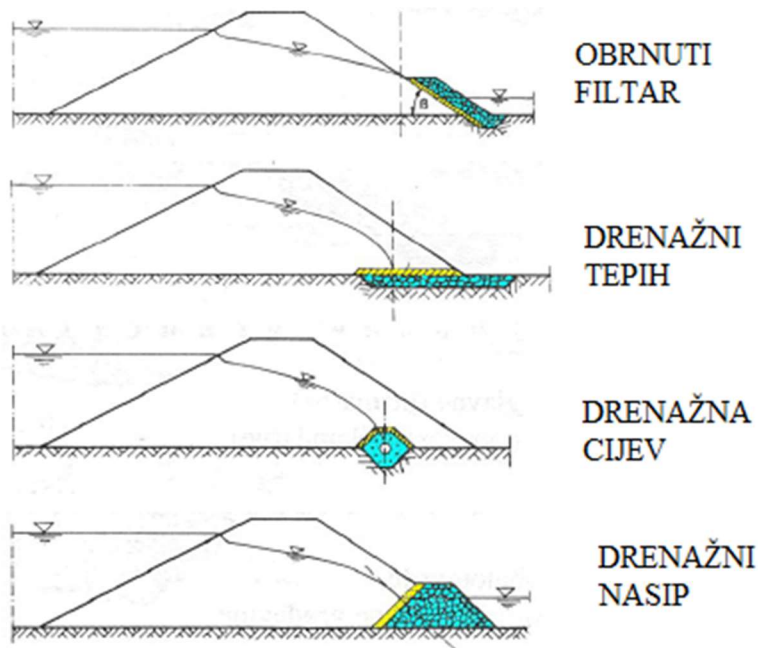


Slika 3.12 Tipovi presjeka nasipa u slučaju dugotrajnog djelovanja vode [7]

Voda koja zaostaje u trupu nasipa uzrokuje povećanje pornih tlakova i najčešće dolazi do pojave kliznih ploha na uzvodnim pokosima, procjeđivanja vode kroz tijelo nasipa i pojave vrelnih ploha na nizvodnom pokosu. Spomenuto stanje nije dopušteno zbog opasnosti od hidrauličkog

loma tla i samim tim se ugrožava stabilnost nasipa. Ako se proračunom dokaže takva opasnost riješiti se može jednom od konstruktivnih rješenja sa slike 3.13 [7].

Konstruktivnim rješenjima se povećava propusnost i procjedna voda se privlači u odabranom pravcu na dren te se tako može izbjeći pojava vrelnih ploha na pokosu. Posebnu ulogu ima filter koji se treba konstruktivno pretpostaviti na prijelazu iz tijela nasipa u dren, uloga mu je da spriječi ispiranje materijala tijela nasipa što može uzrokovati oštećenje nasipa ili začepljenje filtra.



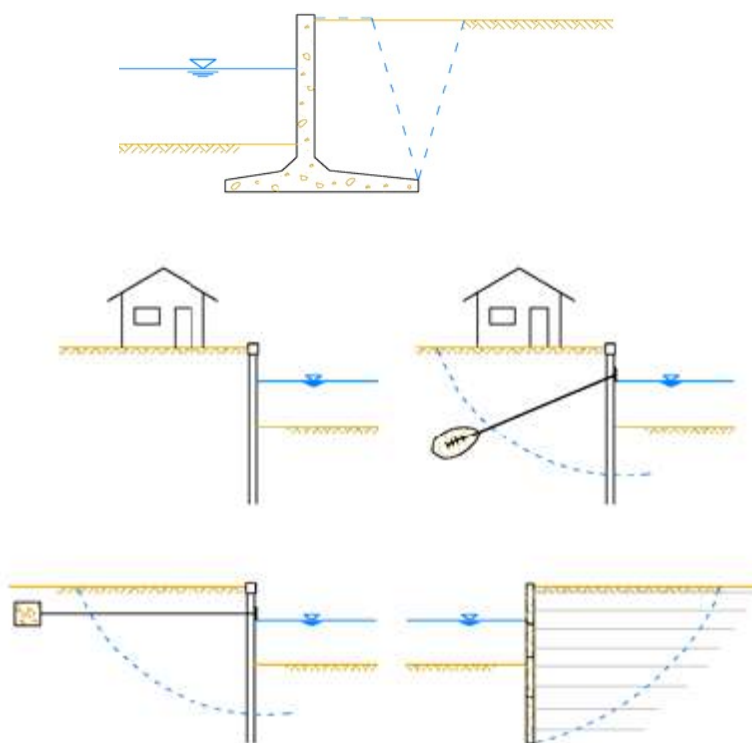
Slika 3.13 Mogućnosti dreniranja nasipa [7]

3.2.2. Obaloutvrda

Obaloutvrda je najraširenija regulacijska građevina. Izvodi se na mjestima gdje su projektirana i postojeća obala po trasi jako blizu, tako se smanjuje količina zemljanih radova na nasipavanju ili iskopu. Obaloutvrde dijelimo na kose i vertikalne konstrukcije. Razlika između obaloutvrda je u konstruktivnom smislu u prijenosu horizontalnih opterećenja. Vertikalne konstrukcije prenose horizontalna opterećenja u tlo, dok kod kosih konstrukcija tlo preuzima opterećenja. Vertikalne konstrukcije se dijele na:

Gravitacijske konstrukcije horizontalna opterećenja prenose na tlo vlastitom težine građevine, a u konstrukciji se ne pojavljuju vlačna naprezanja. Najčešće se koriste u regulacijama vodotoka zbog vodopropusnosti i lagane prilagodljivosti. Dobro se prilagodi neravninama temeljnog tla i deformacijama prilikom eksploatacije. Izrađuju se od madraca i košara koje se ispunjavaju kamenim materijalom (slika 3.14). Mogu se izraditi od armiranog betona, betona, gabiona i armirane zemlje [7].

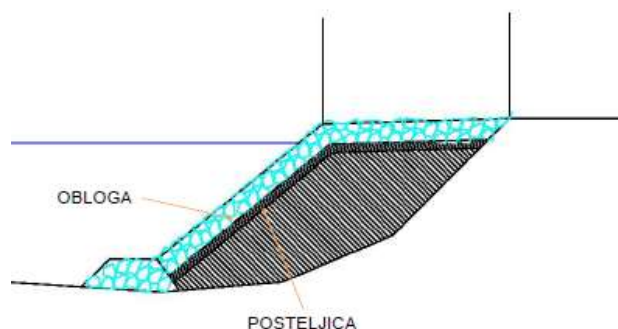
AB L-zidovi, dijafragme i žmurje horizontalna opterećenja prenose u tlo pomoću unutarnjih sila u konstrukciji gdje se javljaju vlačna naprezanja. Mogu biti čelična i armiranobetonska žmurja te armiranobetonska dijafragma (slika 3.15).



Slika 3.15 Shema vertikalnih konstrukcija obaloutvrde tipa AB L-zida, korištenjem dijafragmi, žmurja i armirane zemlje [7]

Kose konstrukcije se dijele na:

Zaštitu obala prirodnim materijalima kod kojih je obloga zaštitna konstrukcija od izravnih erozijskih sila vode (valovi, strujanje). Ima dobru fleksibilnost i vodopropusnost (prilagodba deformacijama). Posteljica ima dobru filtraciju i dreniranje, zaštitu od ispiranja tokom paralelno s pokosom, poravnavanje temeljnog tla, razdvajanje konstrukcije od temeljnog tla, sporednu zaštitu u slučaju gubitka dijela obloge i provodljivost energije unutrašnjeg toka vode (slika 3.16) [7].

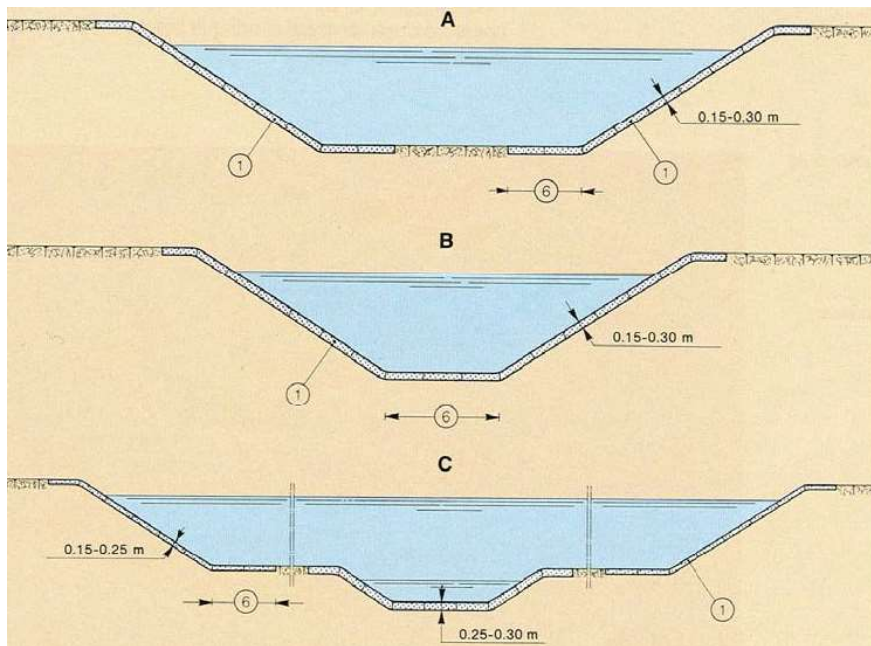


Slika 3.16 Presjek obaloutvrde [7]

Konstrukcije od kamena i gabiona se dijele na kamenomet, ručno složena obloga, zidana obloga u mortu, kameni blokovi povezani asfaltnim mastiksom i gabionski madraci. Na slikama 3.17, 3.18 i 3.19 su prikazani primjeri izrade obalotvrde od spomenutih kombinacija [7].



Slika 3.17 Kosa obaloutvrda s oblogom od lomljenog kamena [7]



Slika 3.18 Shematski prikaz gabionskih madraca [7]



Slika 3.19 Kosa obaloutvrda s oblogom od gabionskih madraca [7]

Betonske konstrukcije se izrađuju od montažnih, povezanih i uklještenih betonski blokova. Prikazani su primjeri na slici 3.20.



Slika 3.20 Kose obaloutvrde s oblogom od betonskih blokova [7]

Geotekstil i geomembrane se izrađuju od zatravljenih kompozitnih madraca, trodimenzionalnih mreža i madraca te dvodimenzionalnih mreža (slika 3.21). Postoje još i asfaltne konstrukcije koje se izrađuju od asfalt betona.



Slika 3.21 Kose obaloutvrde s oblogom od sintetskih materijala ispunjenih zemljom [7]

Osnovni konstruktivni elementi obaloutvrda su:

Tijelo obaloutvrde je osnovni dio konstrukcije obaloutvrde. Postoje različita inženjerska rješenja koja ovise o hidrauličkim, hidrološkim i riječno – morfološkim karakteristikama vodotoka te drugim građevinsko – ekonomskim uvjetima. Obično se izvode od betona, kamena, fašina, punjenih valjaka, drveta, gabiona, čelika i drugo.

Temelj obaloutvrde ili temeljni jastuk je temeljni dio konstrukcije na kojem leži tijelo obaloutvrde i postoji mnogo konstruktivnih rješenja. Koriste se isti materijali kao i prilikom gradnje tijela obaloutvrde.

Temeljni jastuk je sloj ispod temelja građevine ili umjesto njega, uloga mu je da prihvati težinu građevine i ostala opterećenja te ih prenosi na slabo nosivo tlo. Izrađuje se kao jastuk od fašina ili kombinacije prirodnih i sintetičkih materijala.

Zaštitna obloga obale je obloga kojom se štiti obala od erozivnog djelovanja tekuće vode. Ovisi o konstruktivnom rješenju koji se može podijeliti na: biološku zaštitu, oblogu od betona ili betonskih prefabrikata, asfalta, kamena, sintetskih materijala i drugo.

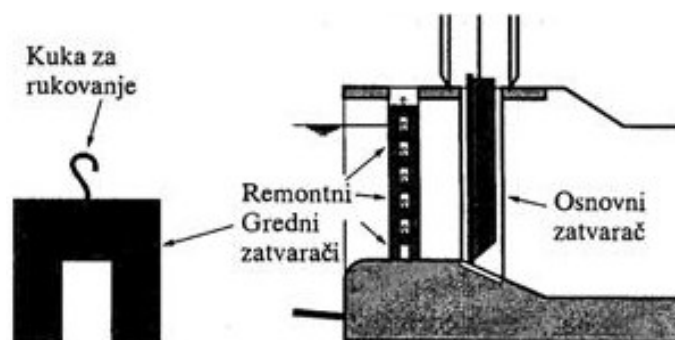
Posteljica je tamponski sloj sitnog materijala koji najčešće ugrađujemo, a to su šljunak ili pijesak. Koristi se kao podloga obaloutvrde građevine ili zaštitna obloga na strani obalnog tla [8].

3.2.3. Zapornica

Zapornica se koristi za regulaciju i zaustavljanje protoka vode na preljevu kod vodenih tokova, industrijskih postrojenja, elektrana, obrane i odvodnje od poplava. Inženjer strojarstva projektira, izrađuje, montira i održava zapornice.

Zapornice se oslanjaju na bokove brane i dijelimo ih na:

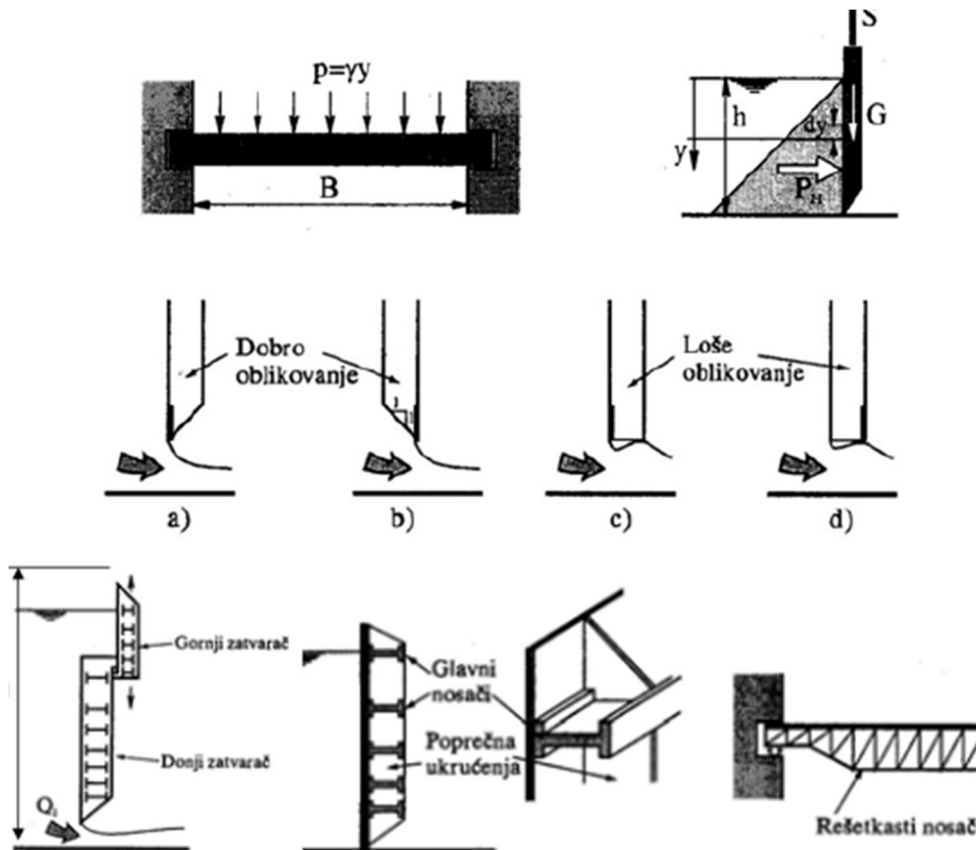
Gredna zapornica se izvodi prvenstveno kao pomoćni zatvarač (slika 3.22). Budući da se sporo rukuje pri dizanju i spuštanju danas se upotrebljavaju samo kod manje značajnih objekata ili kod velikih objekata samo kao pomoćne zapornice. Gredne zapornice su napravljene od vodoravnih greda koje su međusobno spojene na pero i utor ili s brtvama. Obično se rade od hrastovog drva istih debljina ako su otvori manjih dimenzija, također kod većih dimenzija rade se od čeličnih I – nosača s oblogama od drveta.



Slika 3.22 Skica gredne zapornice [7]

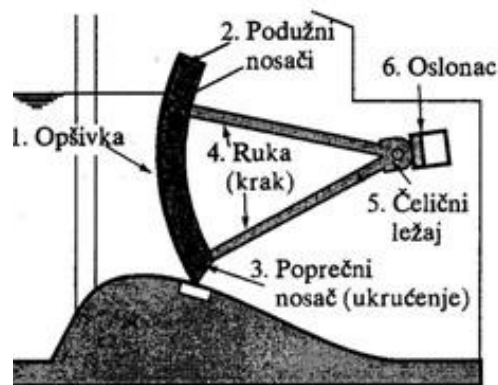
Pločasta zapornica se montira u utor tako da se kotrlja ili klizi. Vodoodrživost u utorima omogućava se gumenim brtvama. Koriste se za otvore površine do 50 m², a prosječna visina zapornice iznosi 4 – 5 m. Uslijed nedostatka nužna je duplo veća visina da bi smjestili podignutu

zapornicu i uređaj za njezino podizanje. Uređaj za podizanje treba biti podešen tako da se zapornica podigne minimalno 0,5 m iznad najveće razine vode, da mogu ispod zapornice proći plivajući predmeti. Obično se koriste na temeljnim ispustima, a često i na preljevima. Mora se osigurati stabilan položaj mlaza na donjem bridu zapornice. Zapornice se izrađuju od čeličnih ploča i profila za veća opterećenja i raspone, a gibanje se vrši po kotačima zbog velikog trenja (slika 3.23) [7].



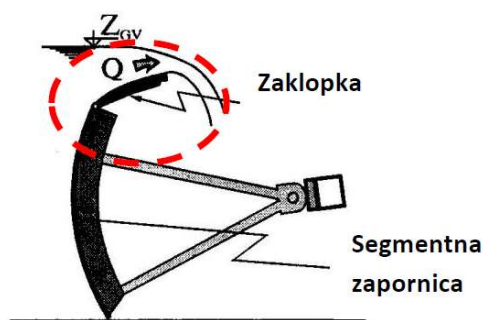
Slika 3.23 Skice pločaste zapornice [7]

Segmentne zapornice se koriste na preljevima velikih objekata. Zatvaraju površine do 56 m^2 , imaju raspon $L = 15 - 40 \text{ m}$, a visina je u rasponu $H = 12 - 18 \text{ m}$. Prednost zapornica je velika krutost budući da su kružnog oblika vanjske površine, manja sklonost vibracijama i vitoperenju te treba manje materijala. Budući da stupovi nemaju utore po liniji dodira sa zapornicom, imaju bolju strujnu sliku i izbjegnuta je mogućnost urušavanja utora plutajućim objektima ili nanosom. Vrlo male sile i niska konstrukcija su potrebne za njihovo podizanje. Segmentne zapornice ne dozvoljavaju prelijevanje nego voda protječe ispod njih. Prednost je položaj ležaja koji su iznad razine vode i stalno su dostupni, a nedostatak su izuzetno opterećeni okretni zglobovi o kojima ovisi trajanje zapornice. Na slici 3.24 prikazani su svi dijelovi segmentne zapornice [7].



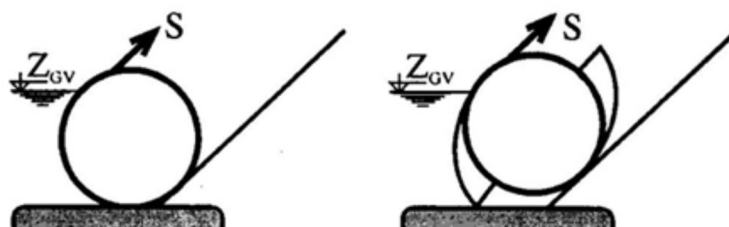
Slika 3.24 Skica segmentne zapornice [7]

Mana je da uslijed velikih koncentracija naprezanja u osloncu (slika 3.25) potreban je zahtjev za složenim skupom stupova i prednaprežanjem. Između ostalog imaju jako složenu konstrukciju ležišta i zapornica, stupovi za krakove zapornica značajno su duži nego kod pločastih zapornica.



Slika 3.25 Skica segmentne zapornice – prikaz naprežanja [7]

Valjkaste zapornice su šuplji cilindri koji se spuštaju i podižu pomoću zupčanika po kosoj ravnini (slika 3.26). Zapornice mogu biti visine do 10 m i dužine do 50 m. Prednosti su velika krutost, zatvaranje širokih otvora, kvalitetna sanacija leda, nanosa i plutajućih objekta, a velika mana je visoka cijena obzirom da su kompleksne. Danas se valjkaste zapornice rijetko koriste jer imaju stupove velikih dimenzija [7].

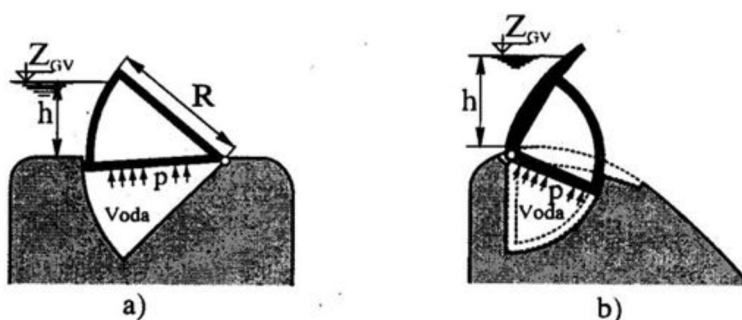


Slika 3.26 Skica valjkaste zapornice – različitost cilindra; lijevo – običan valjkasti, desno – sa gornjim i donjim štitom [7]

Zapornice koje se oslanjaju na krunu brane:

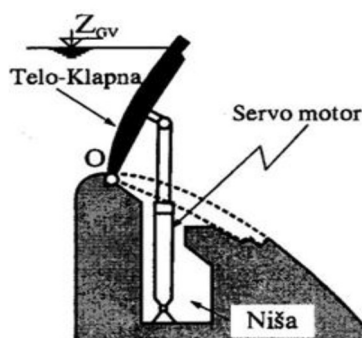
Sektorske zapornice su segment kružnog valjka koji se okreće oko pokretne osovine učvršćene za masivni donji dio brane, u koji se da posve upustiti spuštenom položaj. Pogon zapornice je obično hidraulički, a prostor za spuštanje je vezan za donju i gornju vodu. Zapornica je premalo napregnuta sa savijanjem i izvijanjem [7].

Vratilo zapornice može se smjestiti s uzvodne ili nizvodne strane (slika 3.27). Nizvodni položaj je jeftiniji zbog lakše kontrole i održavanja. Ne preporučaju se kod brana većih visina uspora i gdje voda pronosi mnogo nanosa. Karakteristike sektorskih zapornica su oslonjenost cijelom dužinom na krunu objekta, upuštanje u otvor same brane, vrlo su krute i mogu zatvoriti raspone preko 50 m. Prednosti su velika razine vode i preciznost regulacije protoka, velika brzina rukovanja te krutost. Nisu potrebni visoki stupovi i prostor za smještaj uređaja za podizanje, dobra sanacija za pronos leda i plivajuće predmete [7].



Slika 3.27 Skica sektorske zapornice; a) nizvodno i b) uzvodno [7]

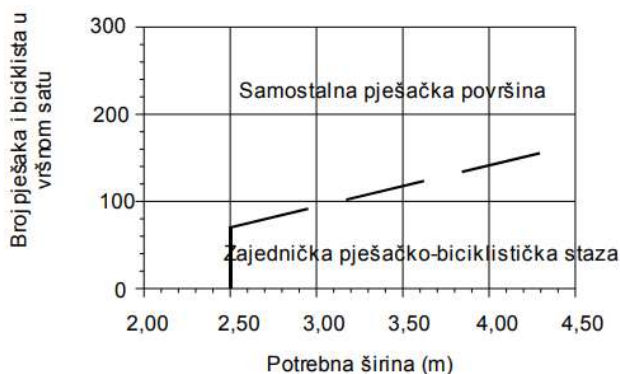
Zaklopne zapornice su čelične konstrukcije koje su učvršćene u ležajevima duž cijele granice protočnog polja i pokreću se jednostrano ili obostrano. Zaklopke su zglibno povezane s krunom na uzvodnoj strani i aktivira ih servo uređaj (slika 3.28). Obično se nalaze u kombinaciji s drugim zapornicama. Ne koriste se za visine veće od 5 m, ali se mogu koristiti kao gornji dio podiznih zapornica što omogućava preljev. Prednosti su preciznost prilikom reguliranja razine vode i protoka, brzina rukovanja, stupovi se ne koriste, kvalitetni uvjeti za pronošnje leda i plutajućih predmeta. Mane zaklopke su potreba za redovitim čišćenjem otvora za servo uređaj, velika osjetljivost na vibracije, potrebna značajna visina tj. dubina za ugradnju [7].



Slika 3.28 Skica zaklopne zapornice [7]

3.3. Općenito o biciklističko – pješačkim stazama

Biciklističko – pješačka staza se koristi za zajedničko kretanje biciklista i pješaka. Minimalna širina od 1,5 m kod izgrađenih površina, te 2,0 m kod rekonstruiranih i novih površina. Širinu staze se određuje uz pomoć dijagrama (slika 3.29), ovisno o broju biciklista i pješaka u dijelu dana kada je najveći promet. Minimalni poprečni nagib staze je 1,50 % [10].



Slika 3.29 Dijagram za određivanje širine biciklističko – pješačke staze [9]

Trake koje se zajednički koriste se označavaju pripadnim prometnim oznakama i znakovima na kolniku čime daje upozorenje vozačima motornih vozila. Širina rubne trake na kolniku za biciklističko – pješačke staze iznosi 10 cm [10].

Staza se može označiti crvenom bojom ili rubnim bijelim crtama premda u tom slučaju se iscertava piktogram bicikla na početku prijelaza (slika 3.30). Na stazi se mora osigurati neometano kretanje slabovidnih i slijepih osoba sukladno posebnim propisima [9].



Slika 3.30 Primjeri označavanja biciklističko – pješačkih staza [12]

Biciklističko – pješačka staza se može izgraditi kao zajednička prometna površina u istoj razini, bez razdjelne crte samo sa prometnim znakom ili zajednička prometna površina u istoj razini s odvojenim dijelom za pješake i bicikliste, označena na kolniku s razdjelnom crtom i prometnim znakom sukladno propisima (slika 3.31) [9].



Slika 3.31 Prometni znak za biciklističko – pješačku stazu [11]

Staze se mogu izgraditi s obje ili jedne strane ceste. Varijanta dvosmjernog ili jednosmjernog prometa za bicikliste i jednosmjernog prometa za pješake, s razdjelnom crtom (slika 3.32) [9].

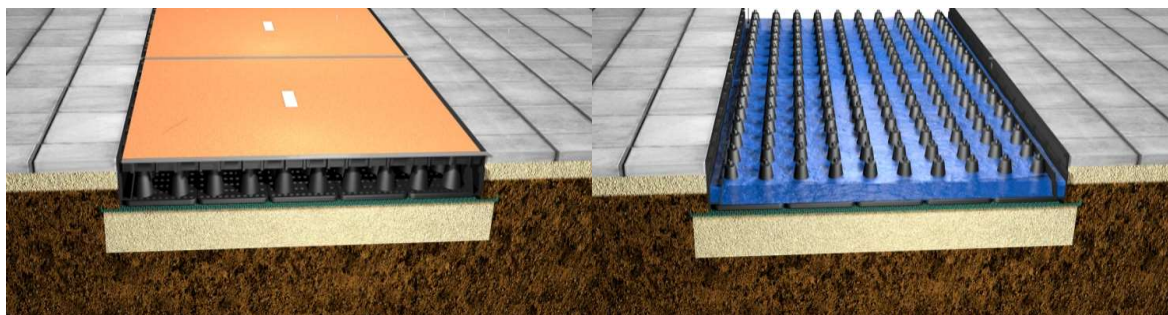


Slika 3.32 Primjer biciklističko – pješačke staze sa jednosmjernim kretanjem biciklista i pješaka [9]

3.3.1. Inovacije u svijetu

U duhu recikliranja, smanjenja otpada i održivog načina prijevoza, u svijetu su pokrenute inicijative proizvodnje staza i puteva od upotrebe 100 % reciklirane plastike (slika 3.33). Staze su opremljene sensorima koji prate temperaturu, broj prolazaka bicikla i izdržljivost staze, što znači da su to i prve pametne biciklističke staze na svijetu.

Ovim pristupom predstavljen je novi način korištenja plastičnog otpada visoke vrijednosti s manjim utjecajem na okolinu i manje emisija CO₂. Također, modularni elementi i šuplja konstrukcija omogućava bolji odvod kišnice u slučaju velikih padalina [21].



Slika 3.33 Staza od 100% reciklirane plastike [21]

Također pri nastojanju postizanja klimatske neutralnosti korištenjem održivog načina prijevoza i održivih izvora energije nastoji se u što većoj mjeri koristiti solarnom energijom i ugradnjom solarnih panela na prometnicama (slika 3.34).

Ova staza ima dvostruku namjenu – osim što služi kao biciklistička staza, njome se proizvodi čista energija, i to bez korištenja poljoprivrednog zemljišta i drugih prirodnih površina za postavljanje solarnih panela, a pravi cilj projekta je osiguravanje dovoljne količine čiste energije koja se, primjerice, može koristiti za osvjetljenje cesta i/ili grijanje njihovih površina [22].



Slika 3.34 Staza od solarnih panela [22]

4. Tehničko – arhitektonska analiza

4.1. Prostorno planska dokumentacija

Prema važećem teritorijalnom ustrojstvu lokalne samouprave, planirani zahvat nalazi se na području Grada Varaždina u Varaždinskoj županiji.

Lokacija zahvata obuhvaćena je sljedećom prostorno – planskom dokumentacijom:

Prostorni plan uređenja Grada Varaždina I. I i D ("Službeni vjesnik Grada Varaždina ", broj 2/05 i 13/14) ,

Generalni urbanistički plan Grada Varaždin IV. I i D ("Službeni vjesnik Grada Varaždina", broj 1/07, 6/08, 3/12, 7/16, 5/19).

4.2. Opis lokacije zahvata

Planirani zahvat prostorno gledano je smješten u sjevernom kontinentalnom dijelu Hrvatske, područje Varaždinske županije, na području grada Varaždina. Katastarske općine koje su obuhvaćene: K.O. Črnc Biškupečki, K.O Biškupec, K.O. Jalkovec, K.O. Poljana Biškupečka i K.O Gojanec tj. katastarske čestice broj: 1084, 1620, 1720, 1261 i 751, tj. prolazi naseljima: Črnc Biškupečki, Biškupec, Jalkovec, Poljana Biškupečka, Brezje i Gojanec (slika 4.1).

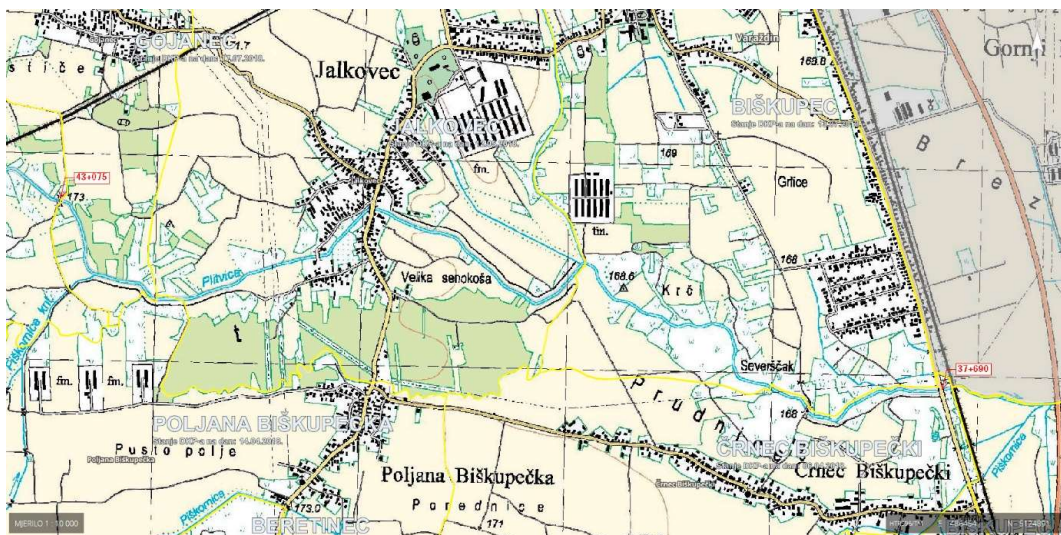


Slika 4.1 Obuhvat planiranog zahvata u području vodotoka rijeke Plitvice od Zagrebačke ulice u Varaždinu (istočno) do naselja Gojanec (zapadno) [17]

Postojeće stanje trase zahvata uz postojeći lijevo – obalni plitvički nasip je pokrivenost šljunkom (prilazni put za održavanje korita i nasipa), u vrijeme provedbe aktivnih mjera obrane od poplava spomenutom dionicom nije omogućen adekvatan pristup nasipu, tj. nema servisnog puta. Trasa nasipa se nalazi izvan urbanog dijela grada Varaždina.

4.3. Oblik i veličina zahvata u prostoru

Spomenuta dionica se nalazi u gradu Varaždinu između stacionaža 37+690 m koja je definirana mostom u Zagrebačkoj ulici u Varaždinu do stacionaže 43+075 m koja je definirana mostom u naselju Gojanec (slika 4.2). Dužina dionice uređenja korita obala rijeke Plitvice i izgradnje biciklističko – pješačke staze u kruni lijevo – obalnog nasipa iznosi 5385 m [2].



Slika 4.2 Oblik i veličina zahvata u prostoru vodotoka rijeke Plitvice od Zagrebačke ulice u Varaždinu (37+690 m) do naselja Gojanec (43+075 m) [17]

4.4. Namjena građevine

Svrha predmetne građevine je biciklističko – pješačka staza, a prije svega u svrhu provedbe mjera obrane od poplava tj. povećanje količine protoka za 100 godišnje visoke vode. Staza će se koristiti za hitni pristup nasipu pri provedbi aktivnih mjera obrane od poplava, održavanje nasipa i korita i za javnu namjenu biti će samo u funkciji biciklističko – pješačke staze.

4.5. Smještaj građevine unutar obuhvata zahvata

Obuhvat zahvata se proteže dužinom rijeke Plitvice, od Zagrebačke ulice u Varaždinu (37+690 m) do naselja Gojanec (43+075 m). Šljunak koji je potreban za dogradnju nasipa i biciklističko – pješačke staze dopremio bi se iz postojećih šljunčara i kamenoloma na području dravskog sliva. Formirani obuhvat s vodne i zaobalne strane prati granicu katastarskih čestica postojećeg nasipa, tj. vodotoka rijeke Plitvice [2].

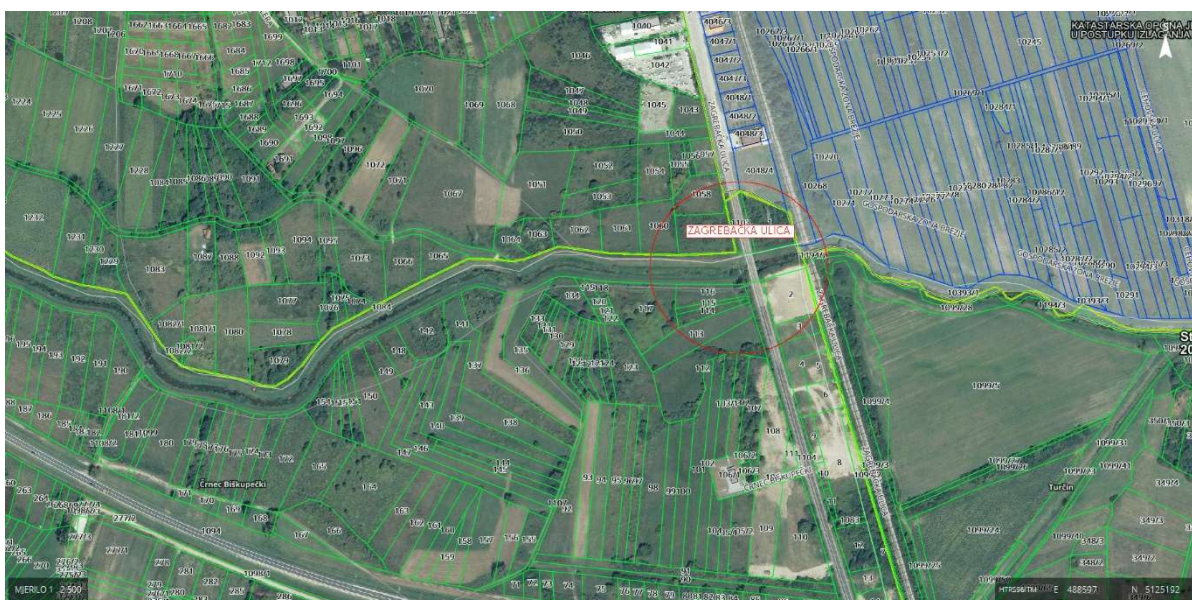
4.6. Oblikovanje građevine

Kod prostornog oblikovanja korišten je trenutni koridor vodenog toka rijeke Plitvice s nasipima na desnoj i lijevoj obali da se postigne usklađenost sa prostornim planovima i minimizira potreba za otkupom novog zemljišta.

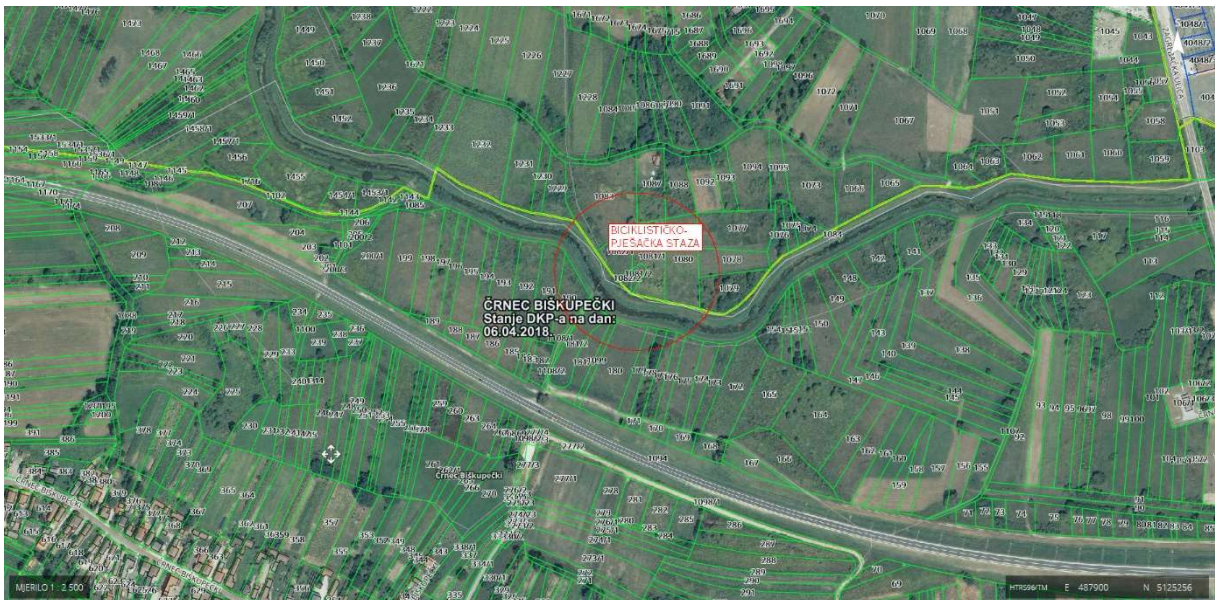
Određivanjem uvjeta da visina nasipa bude 50 cm iznad 100 godišnje razine vode $Q_{100} = 32\text{m}^3/\text{s}$ napravljen je hidrološko – hidraulički proračun vodnih lica prikazan u posebnom poglavlju ovog rada [2].

4.7. Način priključenja građevine na infrastrukturu

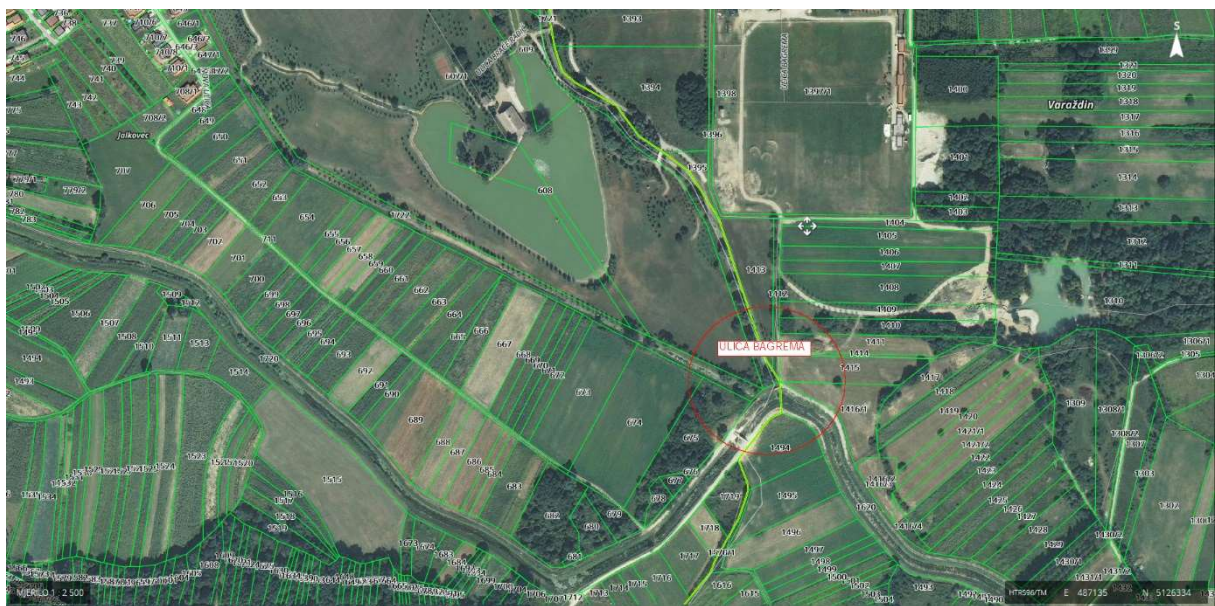
Pristup zahvatu je omogućen s gradskih prometnica, postojećih lokalnih i nerazvrstanih cesta (slike 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 i 4.8).



Slika 4.3 Pristup iz Zagrebačke ulice u Varaždinu [17]



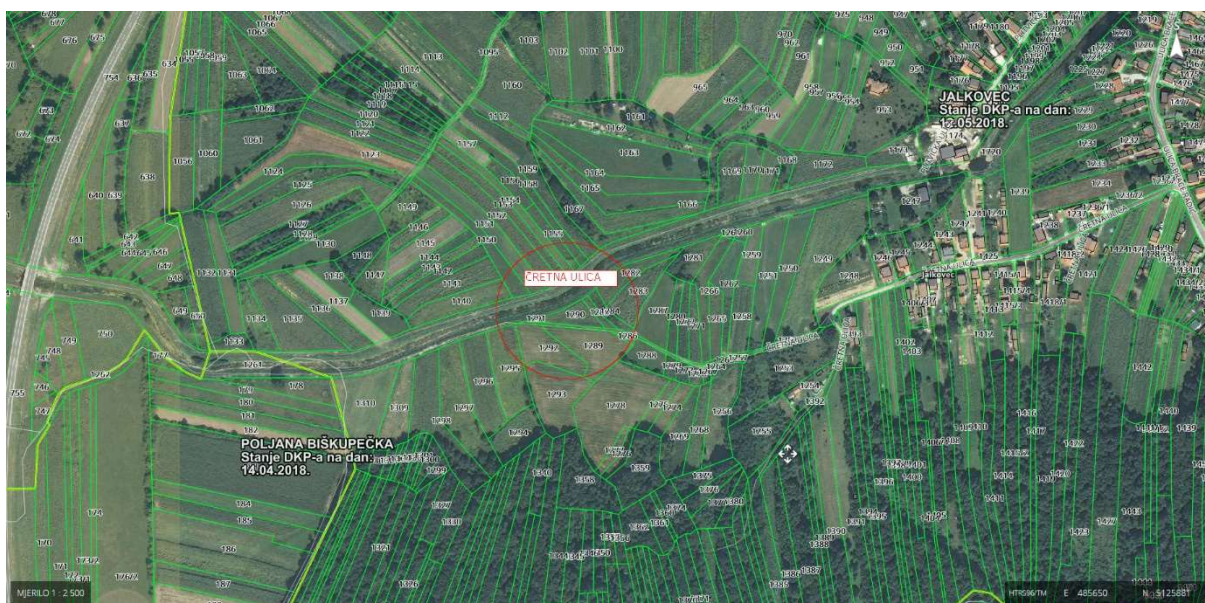
Slika 4.4 Pristup s postojće biciklističko – pješačke staze – spoj na biciklističko – pješačku stazu prema naselju Črnc [17]



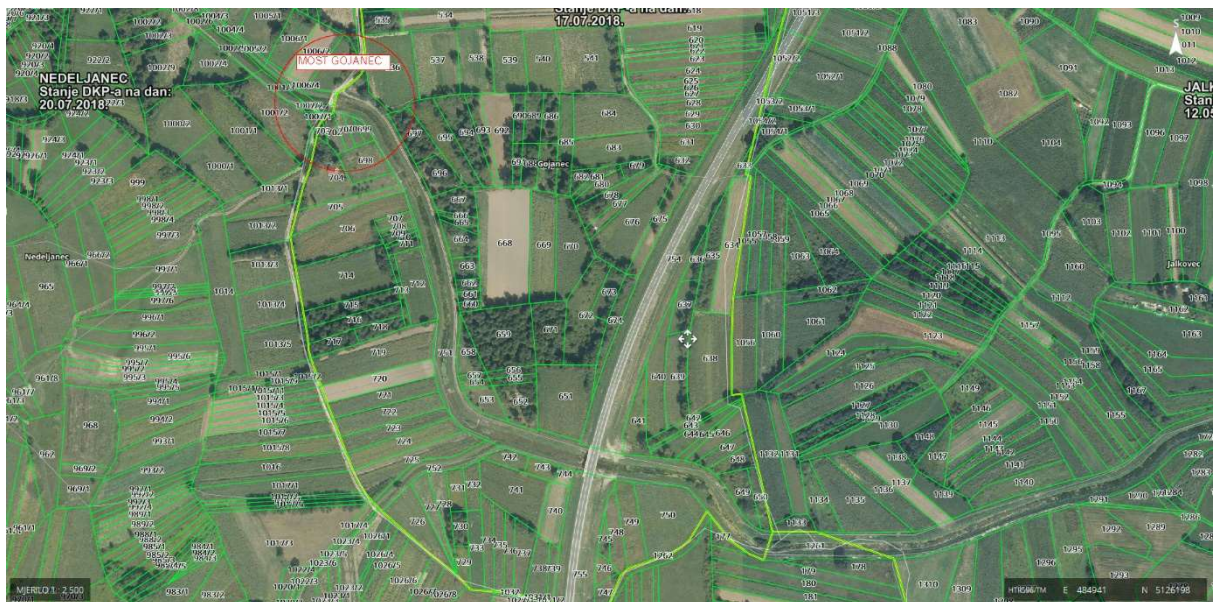
Slika 4.5 Pristup s postojćeg poljskog puta u nastavku ulice Bagrema (katastarske čestice: 1396 i 1412) [17]



Slika 4.6 Pristup s postojećeg poljskog puta u nastavku Nove ulice u Jalkovcu (katastarske čestice: 711 – potrebno je parcelacijskim elaboratom formirati parcelu do rijeke Plitvice) i s ulice Braće Radića u Jalkovcu kod mosta [17]



Slika 4.7 Pristup s postojećeg poljskog puta u nastavku Čretne ulice u Jalkovcu (katastarske čestice: 1425) – priključak s desne obale u funkciji obrane od poplave [17]



Slika 4.8 Pristup s postojećeg poljskog puta na mostu preko rijeke Plitvice u naselju Gojanec (katastarske čestice: 1425) [17]

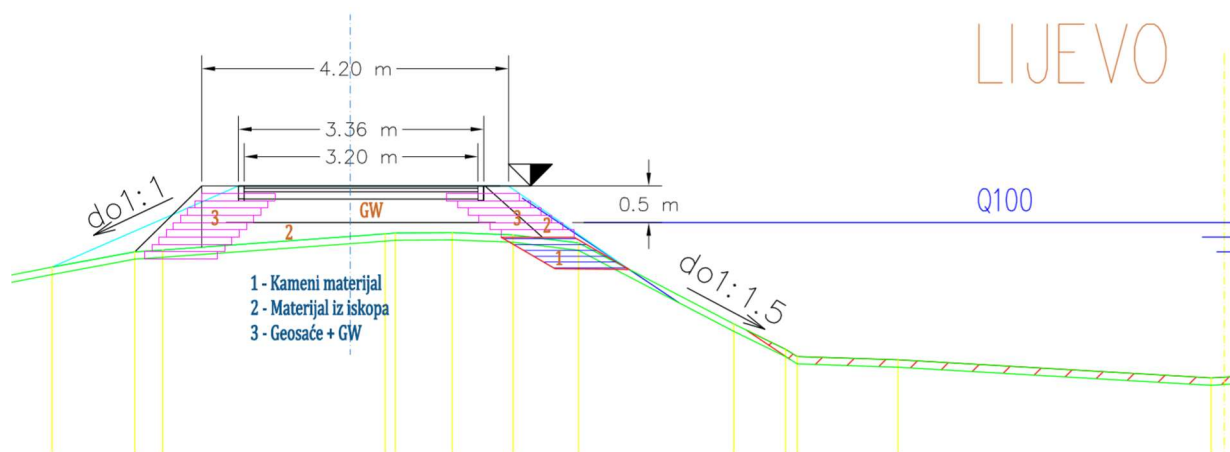
Planirani servisni put po nasipu neće imati karakteristike javnog puta, koristit će se za hitni pristup nasipu kod provedbi aktivnih mjera obrane od poplava, održavanje nasipa i korita, odnosno prvenstveno javne namjene i biti će u funkciji pješačko – biciklističke staze [6].

Prilaz teškim prijevoznim strojevima s građevinskim materijalima treba osigurati s pristupnih cesta iz Zagrebačke ulice u Varaždinu, ulice Braće Radića u Jalkovcu i pristupnog poljskog puta u Gojancu [6].

4.8. Koncept rješenja izgradnje

NASIP

Izgradnja obrambenog nasipa na spomenutoj predmetnoj dionici lijeve obale rijeke Plitvice od rkm 37+690 m do 43+075 m (most Brezje – most Gojanec). Obrambeni nasip je nasuta građevina od prikladnog zemljanog materijala koja štiti lijevu obalu rijeke od poplava. Niveleta nasipa je 0,5 m iznad 100 godišnje razine vode. Nasip se može izvesti nasipavanjem zemljanog materijala koji je također prikladan za izradu tamponskog sloja (slika 4.9). S obzirom da nasipi trebaju biti što uži zbog prostora unutar katastarske čestice, postupak se može izvoditi pomoću geosintetika po provjerenom i kvalitetnom principu, npr. kombinacija geosaća, geotekstila i stabiliziranog nekoherentnog i koherentnog materijala [2].



Slika 4.9 Normalni poprečni presjek korita rijeke i nasipa na lijevoj obali od rkm 37+690 m do 43+075 m [2]

Ovim radom prikazujemo rješenje izgradnje (zaštita rubova nasipa/biciklističko – pješačke staze), ide se za tim da se stabiliziraju rubovi, tj. erodiranje pokosa prema koritu rijeke i susjednim česticama.

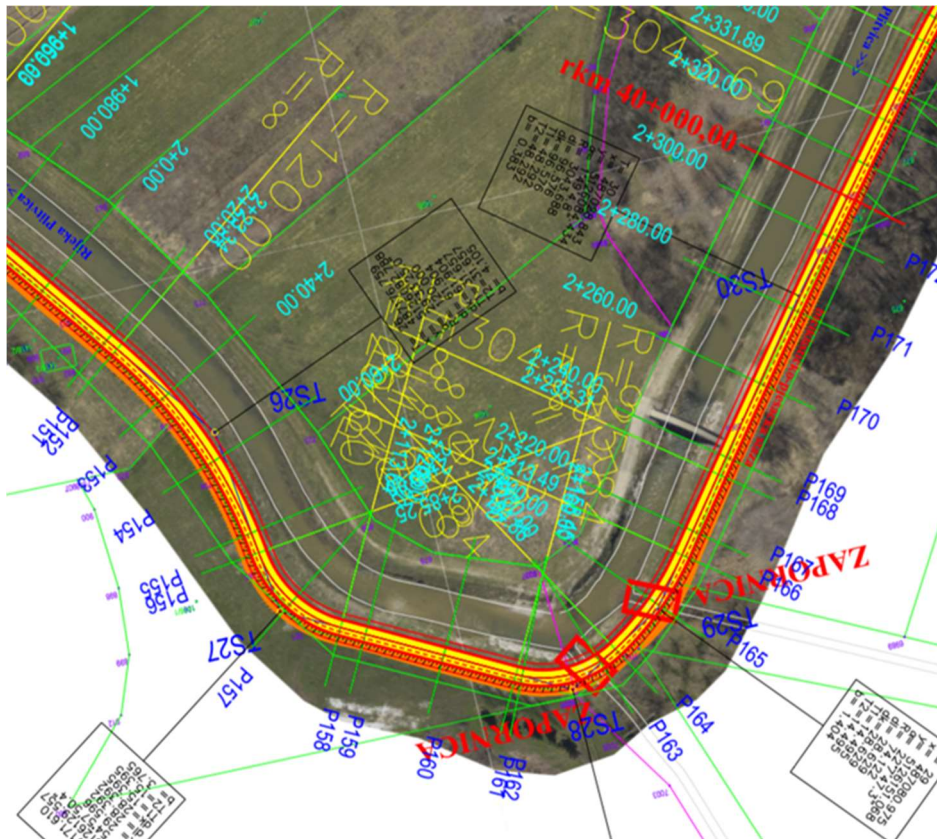
Obzirom na značajnu tehničku dijagnozu, uzimajući u obzir okolnosti koje opisuju navedenu lokaciju, postavlja se koncept rješenja izgradnje u definiranom redosljedu: izgradnja zaštite uz susjedne čestice, izgradnja zaštite prema koritu rijeke, izgradnja nasipa, izgradnja staze do kote nivelete (50 cm iznad 100 godišnjeg lica vode).

STABILIZACIJA POKOSA KORITA

Opisuje se problematika o nastanku erozija pokosa korita rijeke Plitvice u meandru u blizini rkm 40+000 m.

Erozijom je zahvaćen pokos u tri pozicije, prva na lijevoj obali u blizini buduće biciklističko – pješačke staze i druga na desnoj obali. U blizini erozija u meandru su i dva potoka – pritoka rijeci Plitvici.

Pristupni putevi su na obje obale iznad predmetnih erozija. Može se zaključiti da do erozija dolazi zbog toka vode u meandru koja udara u pokos (slika 4.10).



Slika 4.10 Stacionaže buduće biciklističko – pješačke staze – pozicije erozija [2]

U meandru rijeke Plitvice u blizini rkm 40+000 m nastale su erozije tri širine po cca 20 m. Čelo erozija završava na gornjem dijelu pokosa tj. na kruni nasipa uz rijeku (slika 4.11).



Slika 4.11 Erozijske pozicije u meandru: prva pozicija na lijevoj obali i druga pozicija na desnoj obali [2]

Može se zaključiti da zbog ukupnog djelovanja vode je došlo do erodiranja čestica tla i manjih segmenata koji su postali nestabilni usred promjene opterećenja u pokosu te do puzanja i postupnog smanjenja posmične čvrstoće tla (slika 4.12).



Slika 4.12 Stara sanacija pokosa kamenom – znak kontinuirane erozije na predmetnoj poziciji; vidljive manje erozije u saniranom segmentu [2]

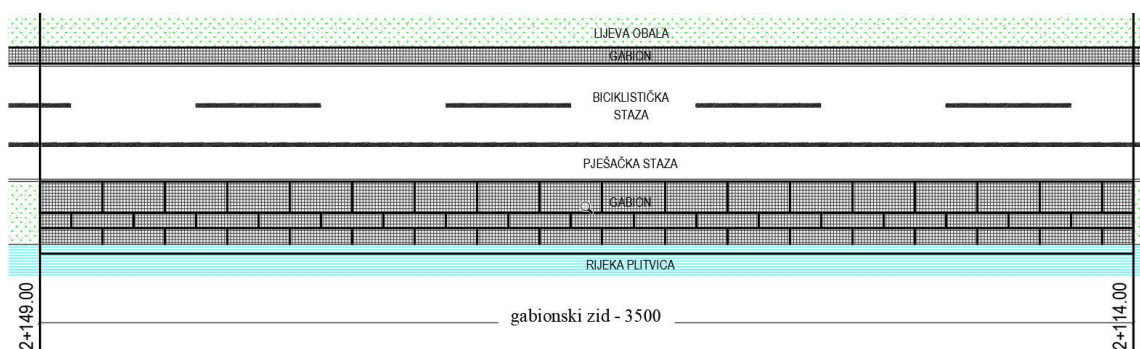
NAPOMENE

Tok vode uzrokuje buduće erozije pokosa korita, pogotovo za vrijeme velikih voda što može dovesti do naglog širenja klizanja segmenta na nasip/obalu uz rijeku.

Ne preporuča se početak bilo kakvih radova izgradnje predmetne biciklističko – pješačke staze bez prethodne sanacije pokosa korita.

Osnovno je da se prezentira sanacijsko rješenje (izgradnja zaštite pokosa – gabionskog zida) i na vrijeme izbjegne erodiranje pokosa od kombiniranog materijala te iznošenje sitnijih čestica iza zaleđa zaštite.

Obzirom na značajnu tehničku dijagnozu, uzimaju se u obzir i ostale okolnosti koje karakteriziraju dotičnu lokaciju, koncept sanacijskog rješenja postavljen je u naznačenom redosljedu: izgradnja temelja kao oslonca za gabionski zid, izgradnja gabionskog zida i izgradnja nasipa iza zida (slika 4.13).



Slika 4.13 Smještaj gabionskog zida kod stabilizacije pokosa korita [2]

ZAPORNICE NA PRITOKAMA

Zapornice na ušću pritoka rijeke Plitvice djelomično su izgrađene na potoku Gojančice, kanalu Brezje i Dvor (slika 4.14).



Slika 4.14 Zapornica na potoku Gojančica, kanalu Brezje i Dvor [2]

Rješenjem je predviđeno da se na ovim pritokama izvedu i rekonstruiraju zapornice. Stacionaže budućih zapornica od početka zahvata (Zagrebačka ulica na rkm 37+690 m) su: na potoku Gojančice (na ušću Dorabošnjak) km 2+175,00 m; na kanalu Brezje km 0+269,92 m; na kanalu Dvor 2+200,00 m [2].

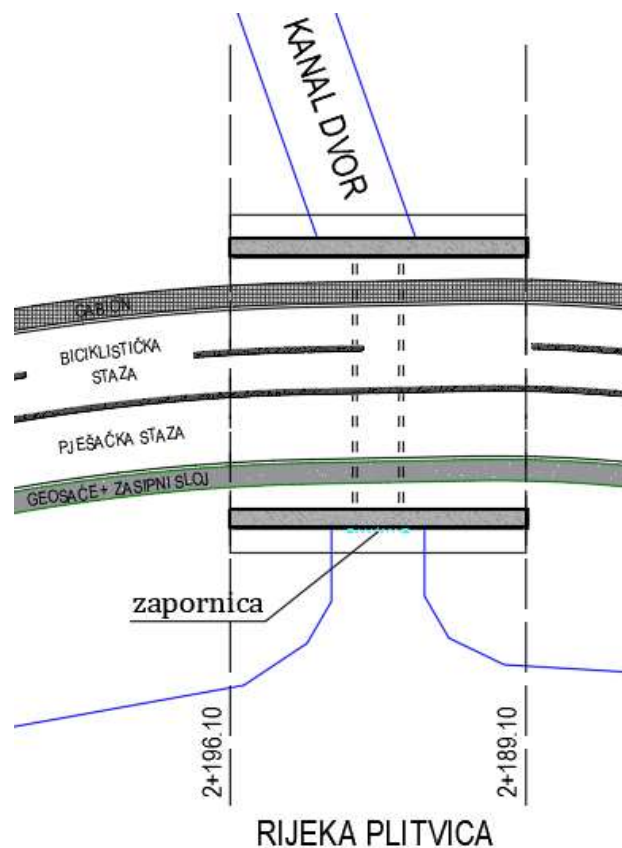
Zapornicama bi se regulirao i zatvarao protok vode u vrijeme velikih voda. Potreba za zapornicama pokazala se u vrijeme poplava zadnjih nekoliko godina.

Prezentira se sanacijsko rješenje (izgradnja zapornica) i ide se za time da se regulira i zaustavi protok vode na pritokama kada je to potrebno.

Regulacija vodnih količina iz kanala i potoka lijevih pritoka rijeke Plitvice treba riješiti izgradnjom zapornica. Zapornicu čini armirano – betonski temelj i zid, cijevni propust te metalna vrata s vodilicama i mehanizmom za regulaciju (slika 4.15).

Glavne značajke tla koji se sastoji od mješavine praha, gline, šljunka i pijeska (M, C, G i S) do 3 m; šljunak je dobro graduiran (GW).

S obzirom na značajnu tehničku dijagnozu i ako uzmemo u obzir druge okolnosti koje karakteriziraju dotičnu lokaciju, postavlja se koncept sanacijskog rješenja u označenom redosljedu: priprema podloge za smanjenje vodopropusnosti, izgradnja armirano – betonskih temelja i zidova, izgradnja propusta, uređenje kanala uz propust i izgradnja mehanizma za regulaciju [2].



Slika 4.15 Rješenje zapornice na Kanalu Dvor [2]

RJEŠENJE OD MOSTA DO MLINA U JALKOVCU

Od stacionaže 3+380 m do 3+860 m prostor za predmetnu biciklističko – pješačku stazu/obranu od poplava je uži tj. od ruba korita rijeke Plitvice do susjednih katastarskih čestica širina puta na nekim mjestima je samo cca 2 m (slika 4.16) [2].



Slika 4.16 Pogled sa mosta u Jalkovcu uzvodno rijeke Plitvice [2]

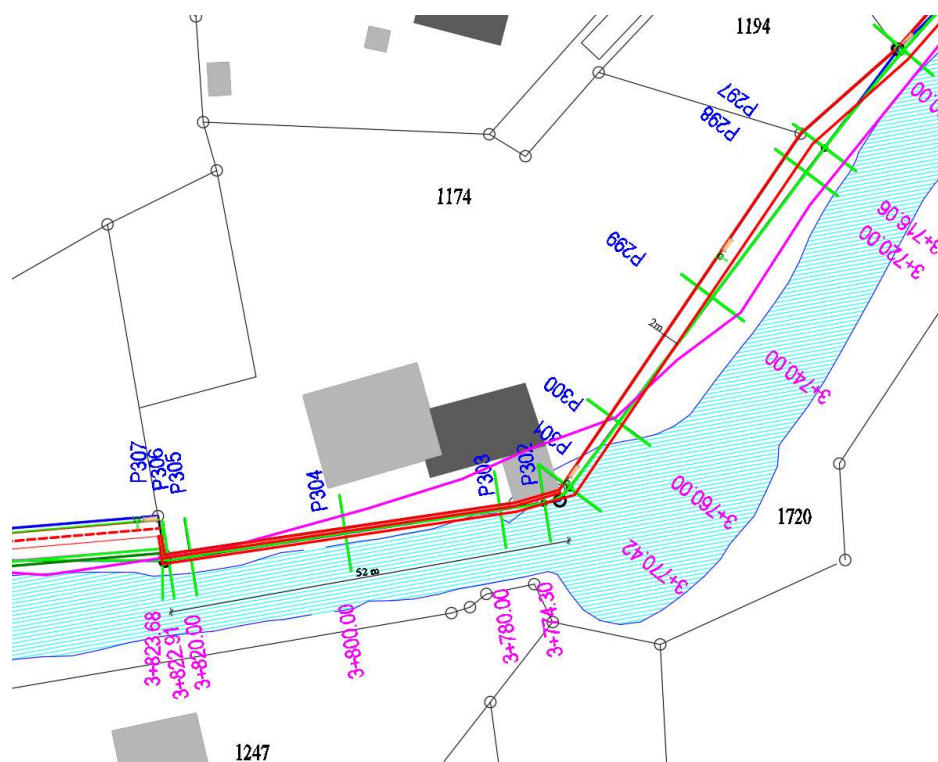
Za vrijeme izrade projekta je odlučeno da se u predmetnom potezu od stacionaže 3+380 m do 3+860 m izvede drugačiji poprečni profil. Od stacionaže 3+380 m do mosta i od mosta do stacionaže 3+780 m (do mlina) je profil uže širine staze i od stacionaže 3+780 m do 3+860 m samo zaštita od poplave.

Rješenje od stacionaže 3+380 m do mosta i od mosta do stacionaže 3+780 m

Izgradnja pješačke staze i obrane od poplave. Obrana od poplave je građevina od prikladnih geosintetika/geomembrana i gabionskog zida, prateći niveletu 0,5 m iznad 100 godišnje razine vode.

Rješenje od stacionaže 3+780 m do stacionaže 3+860 m

Izgradnja obrane od poplave uz rub korita rijeke i katastarske čestice kod mlina (slika 4.17). Obrana od poplave je građevina kombinacije od armirano – betonskog i gabionskog zida uz prethodno izvedenu vertikalnu zaštitu mikropilotima [2].



Slika 4.17 Situacijski prikaz rješenja od mosta do mlina u Jalkovcu [2]

BICIKLISTIČKO-PJEŠAČKA STAZA SA STAJALIŠTIMA I PRATEĆOM INFRASTRUKTUROM

Prometni i slobodni poprečni profil biciklističkih prometnica:

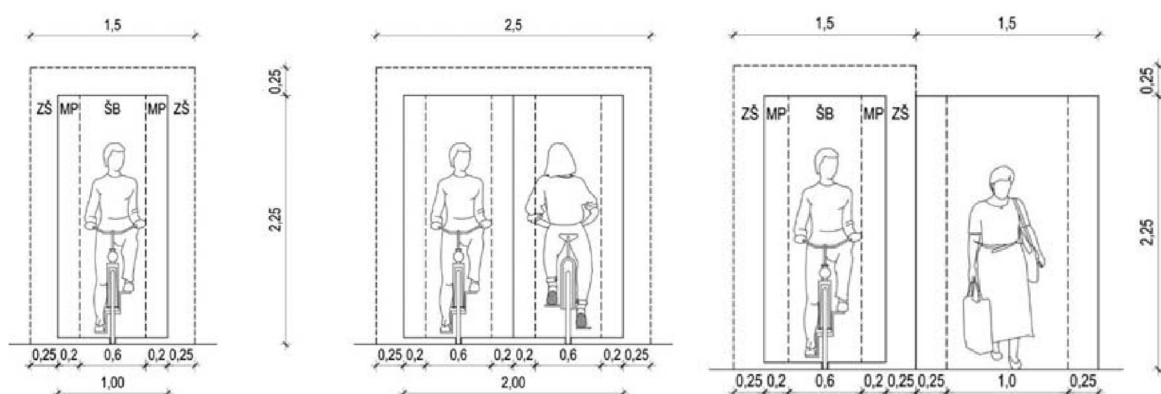
Minimalne dimenzije prometnica za bicikliste određene su, manevarskim prostorom bicikla (MP), širinom bicikla (ŠB) i širinom zaštitnog pojasa (ZŠ).

Prometni poprečni profil biciklističke prometnice sastoji se od zbroja: širine bicikla (ŠB) i manevarskog prostora (MP) sa obje strane te iznosi minimalno 1,00 m za jednog biciklistu, a minimalno 2,00 m za dva biciklista.

Slobodni poprečni profil biciklističke prometnice sastoji se od prometnog poprečnog profila koji je uvećan za širinu zaštitnog pojasa (ZŠ) sa obje strane i iznosi minimalno 1,50 m za jednog biciklistu, a 2,50 m za dva biciklista [16].

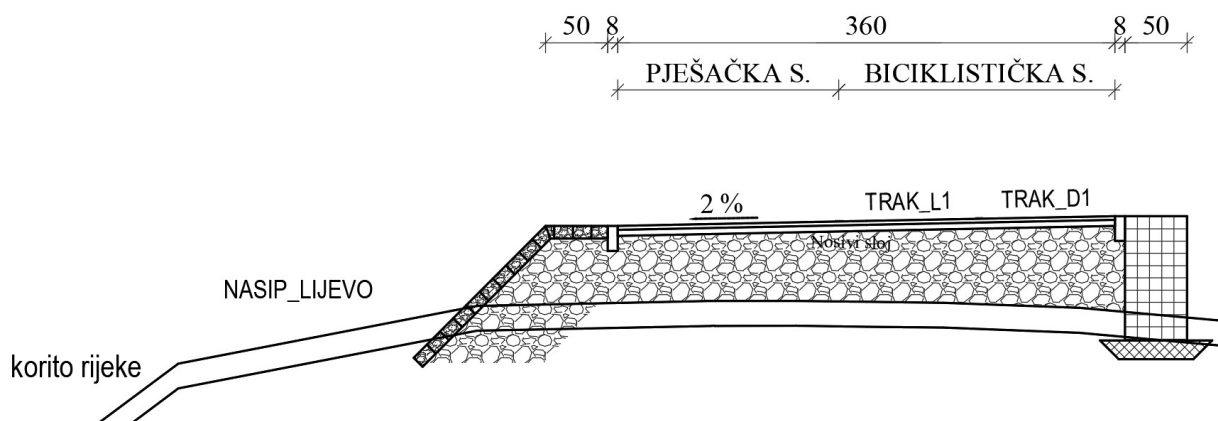
Širina zaštitnog pojasa je prikazana na slikama, primjenjuje se između biciklističkih i pješačkih površina.

Širina rubne i razdjelne crte ne ulazi u širinu prometnog profila biciklističke prometnice (slika 4.18).



Slika 4.18 a) i b): Prometni i slobodni profil za promet jednog i dva biciklista; c): Prometni i slobodni profil za promet jednog biciklista i pješaka [20]

Na dionicama nasipa od stacionaže 0+00 m do stacionaže 3+380 m, te od stacionaže 3+860 m do stacionaže 5+375 m predviđena je biciklističko pješačka staza za promet pješaka i dva biciklista (slika 4.19) [2].



Slika 4.19 Profil biciklističko – pješačke staze [2]

Prema predmetnom zadatku na tri lokacije duž biciklističko – pješačke staze izgrađuju se tri nadstrešnice.

POZICIJA 1:

Na ovoj lokaciji stacionaže BPS 0+230 m (slika 4.20) pozicija nadstrešnice je na proširenju između biciklističko – pješačke staze i korita rijeke. S obzirom da je temeljna ploča nadstrešnice odmah uz rub korita rijeke i potrebno je provesti stabilizaciju podloge/tla. Ostale dvije nadstrešnice nalaze se na lokacijama stacionaže BPS 3+360 m (slika 4.21) i BPS 5+360 m (slika 4.22).



Slika 4.20 Lokacija nadstrešnice na k.č. 1084 k.o. Crnec Biškupečki, stacionaža BPS 0+230 m [17]

POZICIJA 2:



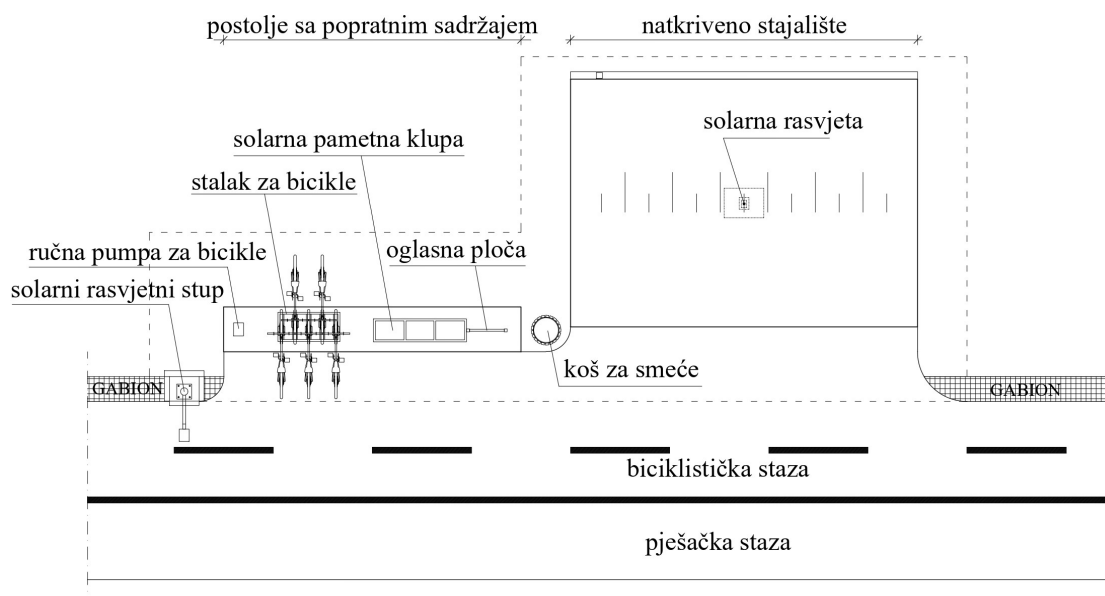
Slika 4.21 Lokacija nadstrešnice na k.č. 792 k.o. Jalkovec, stacionaža BPS 3+360 m [17]

POZICIJA 3:



Slika 4.22 Lokacija nadstrešnice na k.č. 751 k.o. Gojanec, stacionaža BPS 5+360 m [17]

Uz nadstrešnice se ugrađuje i sadržaj kao što su pametne klupe, pumpe za bicikle, stalak za bicikle i oglasna ploča (slika 4.23). Za svaki od sadržaja opreme također je potrebo izgraditi armirano betonski temelj na koji se ugrađuju.



Slika 4.23 Tlocrtni prikaz biciklističko – pješačke staze sa stajalištima i pratećom infrastrukturom [2]

Kako bi поблиže predočili zamišljenu biciklističko – pješačku stazu i prateće sadržaje izradila se 3D vizualizacija (slika 4.24 i 4.25).



Slika 4.24 3D vizualizacija nadstrešnice s popratnim sadržajima



Slika 4.25 3D vizualizacija biciklističko pješačke staze

5. Tehničko – građevinska analiza

5.1. Nasip za obranu od poplave

Cjelina rješenja izgradnje obuhvaća izgradnju nasipa uz korito rijeke, a potom na nasipu izgradnju i uređenje biciklističko – pješačke staze.

HIDROLOŠKO – HIDRAULIČKI PRORAČUN VODNIH LICA

Niveleta biciklističko – pješačke staze dobivena je nakon proračuna vodnog lica. Niveleta biciklističko – pješačke staze/nasipa je 0,5 m iznad 100 godišnje razine vode.

Uspoređivani su rezultati modela s mjerenjima na vodomjernim postajama kako bi se verificirao nagib energetske linije i Manningov koeficijent.

Izrađen je model koji obuhvaća korito nizvodno od zadane dionice: najuzvodniji profil tog modela je prvi snimljeni profil, a najnizvodniji profil je vodomjer „Vidovićev Mlin“ (udaljen cca 7,5 km nizvodno). Između ova dva rubna uvjeta modela nalazi se vodomjer „Kneginec Donji“ (udaljen cca 2,2 km nizvodno od prvog profila).

Koristeći hidrološki događaj od 16. 12. 2017. g. kada je na Vidovićevom Mlinu snimljen protok od 32,7 m³/s i pripadne vodostaje na vodomjerima Vidovićev Mlin i Kneginec Donji, utvrđeno je da se rezultati najbolje poklapaju kada je kao Manningov koeficijent zadan 0,045, pri čemu je izračunati nagib energetske linije na profilu prvom profilu jednak 0,000755.

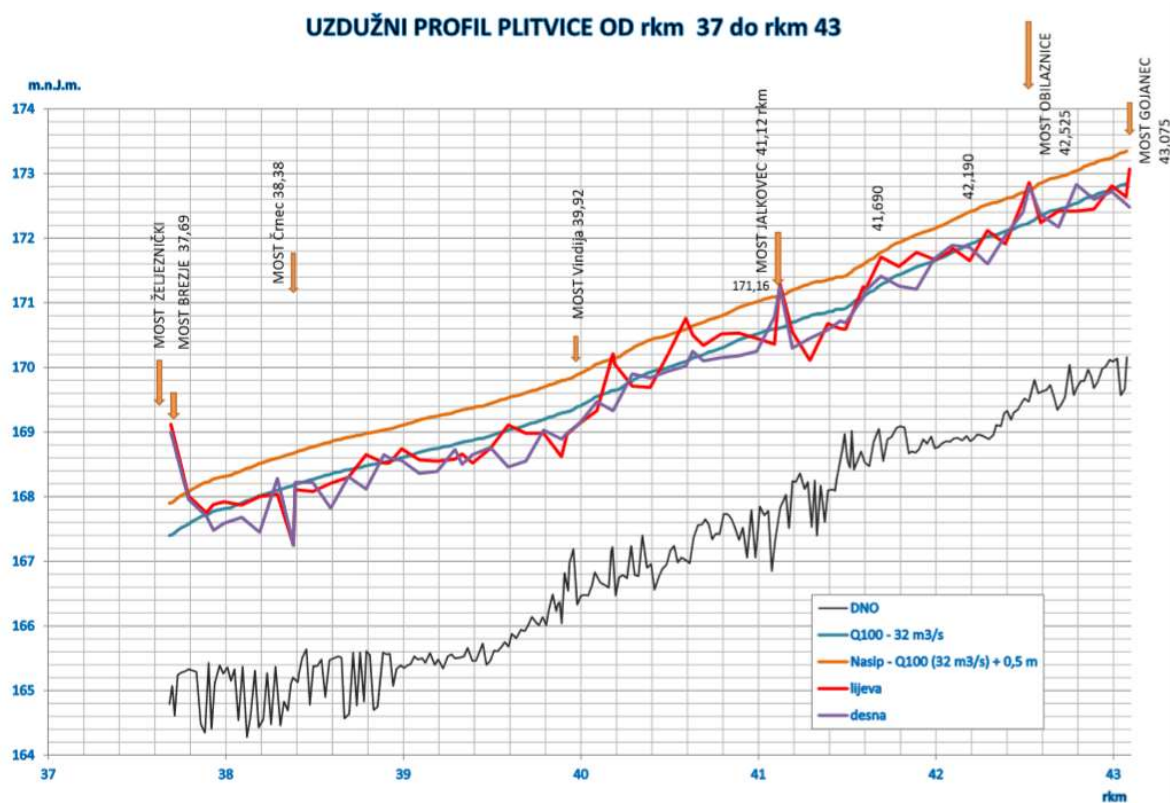
Isti postupak proveden je i za sljedeći niži dostupan protok (11,14 m³/s; 20. 9. 2017. g.), no tada je izračunata vrijednost nagiba energetske linije bila manja pa je također usvojena njena vrijednost od 0,000755 čime je proračun na strani sigurnosti.

Na temelju navedenog, usvojen je nagib energetske linije od 0,000755 i Manningov koeficijent od 0,045 uz zadane protoke kako bi se dobili rezultati po profilima.

Ulazni podaci su korišteni s mjernih stanica instaliranih na rijeci Plitvici kao i podataka iz studije.

Grafičke rezultate iz ACad Civlia potrebno je provući kroz program HEC_RAS da se izračunaju krivulje lica vode i iste prikažu na uzdužnom i na karakterističnim poprečnim profilima.

Na dijagramu je prikazan odnos stacionaže i apsolutne kote terena i to linije uzdužnog profila: dno rijeke, lijeva obala, desna obala, linija lica 100 godišnje razine vode i niveleta nasipa odnosno niveleta biciklističko – pješačke staze na lijevoj obali (50 cm iznad lica 100 godišnje razine vode) (slika 5.1) [2].

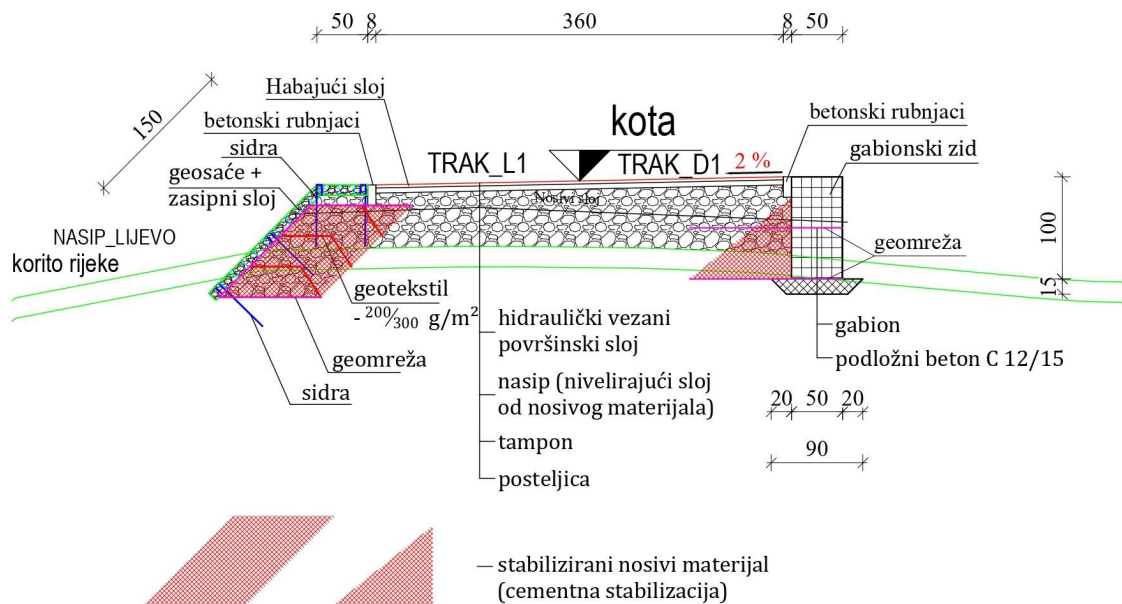


Slika 5.1 Uzdužni profil s hidraulički prikazanim linijama dobivenim iz proračuna [2]

IZGRADNJA NASIPA

Stabilizacija cementom rubova nasipa

Nekoherentno tlo je pomiješano sa cementom i uz prisutnost vode dolazi do hidratacije cementa, do stvaranja određenih produkata (u prvom redu kalcijevih i aluminijevih hidrata) i do sljepljivanja i povezivanja zrnaca. Obavijanje zrnaca zbog relativno male količine cementa je nepotpuno, tako da sistem ima veliku poroznost, ali inače je čvrst i stabilan, tj. mehanički otporan. Znatno mu je poboljšana otpornost protiv nepovoljnih vremenskih i hidroloških uvjeta (kiša i smrzavanje). Stabiliziraju se samo rubovi nasipa u nagibu umotane u geotekstil i gabionski zid (slika 5.2) [2].



Slika 5.2 Normalni poprečni presjek korita rijeke i nasipa na lijevoj obali od rkm 37+690 do 43+075 [2]

Nekoherentni nasip

Nakon skidanja humusa ugrađuje se geotekstil 300 g/m² za razdvajanje koherentne posteljice i nasipa od nekoherentnih vodopropusnih prirodnih materijala.

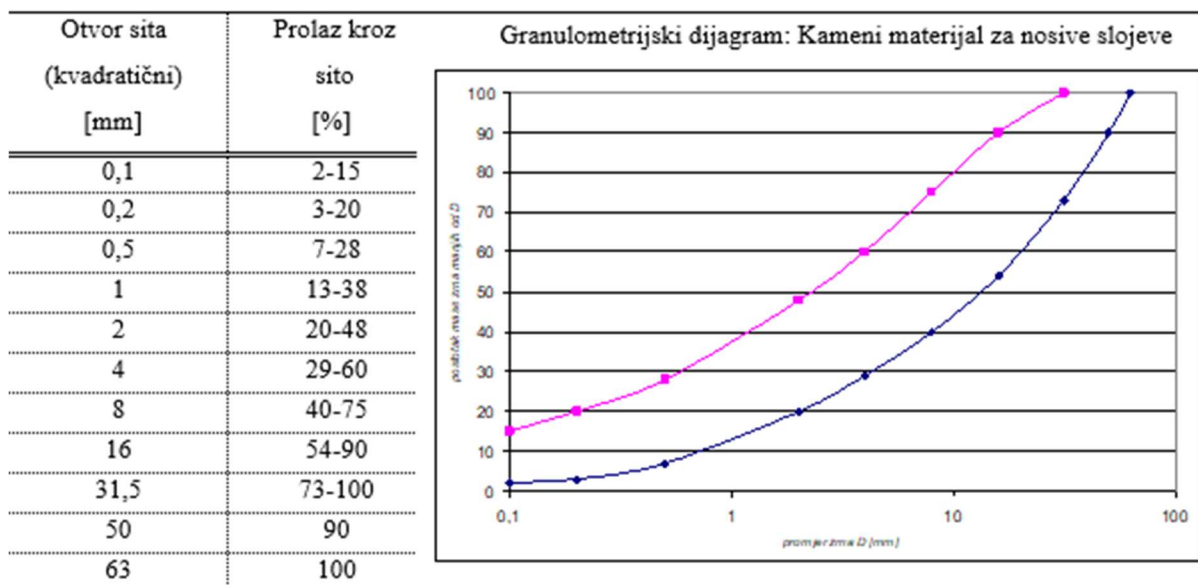
Zbijanje nasipa se vrši sukladno odabranoj tehnologiji, adekvatnim sredstvima za zbijanje uz kontrolu kakvoće sukladno važećim propisima. Jedno od najvažnijih ispitivanja su stupanj zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø 30 cm. Potrebno je zadovoljavati stupanj zbijenosti (u odnosu na standardni Proctorov postupak), najmanje Sz = 100 % ili Modul stišljivosti (ploča Ø 30 cm), najmanje Ms = 80 MN/m². Slojevi zatečene posteljice od koherentnog materijala i novi slojevi nasipa od nekoherentnog šljunčanog materijala razdvajaju se geotekstilom.

Ispitivanja tijekom izgradnje potrebno je kontinuirano vizualno opažati, te provoditi tekuća i kontrolna ispitivanja; granulometrije kamenog materijala za nosive slojeve, otpornosti materijala probnom statičkom i/ili dinamičkom pločom.

U laboratoriju se ispituju svojstva zrnatog kamenog materijala za nosive slojeve:

Granulometrijski sastav odnosno granulometrijska krivulja zrnatog kamenog materijala mora se nalaziti unutar prikazanih granica na dijagramu i/ili tablici (tablica 5.1), (prema opće tehničkim uvjetima) [2].

Tablica 5.1 Granično područje granulometrijskog sastava zrnatog kamenog materijala za nosivi sloj bez veziva prema OTU [5]

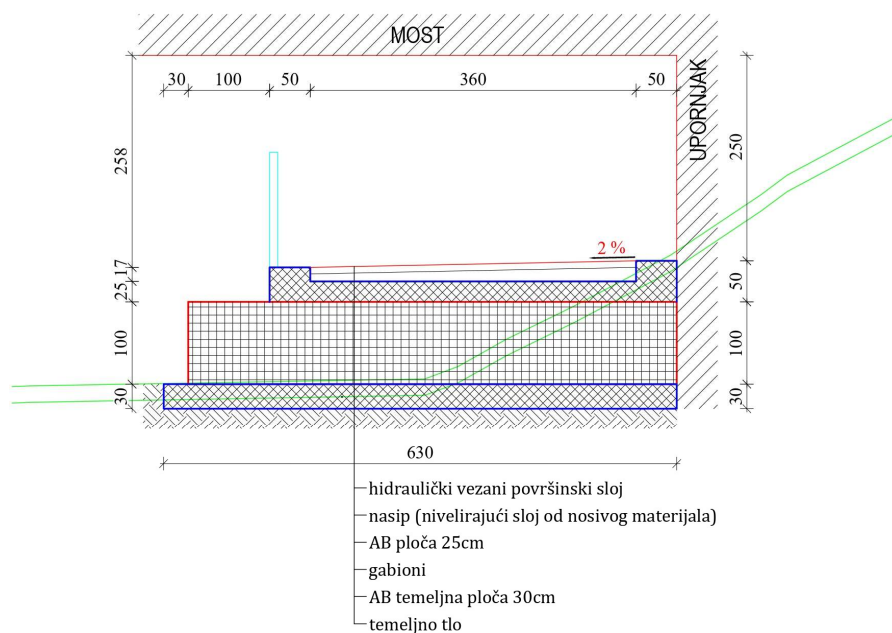


Uvjet iz dijagrama/tablice da zrnati kameni materijal treba zadovoljiti i granulometrijske uvjete:

Udio zrna manjih od 0,02 mm ne smije biti veći od 3%, promjer najvećeg zrna ne smije biti veći od polovine debljine sloja, odnosno maksimalno 63 mm i stupanj neravnomjernosti, mjera dobre ugradljivosti materijala, treba biti: $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ od 15 do 50mm za drobljeni kameni materijal, gdje je: d_{60} – promjer zrna pri kojem ima 60 % mase i d_{10} – promjer zrna pri kojem ima 10 % mase [5].

RJEŠENJE ISPOD MOSTA ZAIBILAZNICE

Ispod mosta ceste D3 izvela bi se denivelacija biciklističko – pješačke staze u standardnoj širini izgradnjom rampi pomoću gabiona. Denivelacija u odnosu na niveletu (0,5 m iznad 100 godišnje lice vode) je cca 90 cm. Nakon iskopa pokosa korita rijeke izgradio bi se temelj za gabione debljine 30 cm. Gabioni visine 1 m, širine 6 m i pokrovne ploče 25 cm. Detaljnije rješenje prikazano je na slici 5.3 [2].

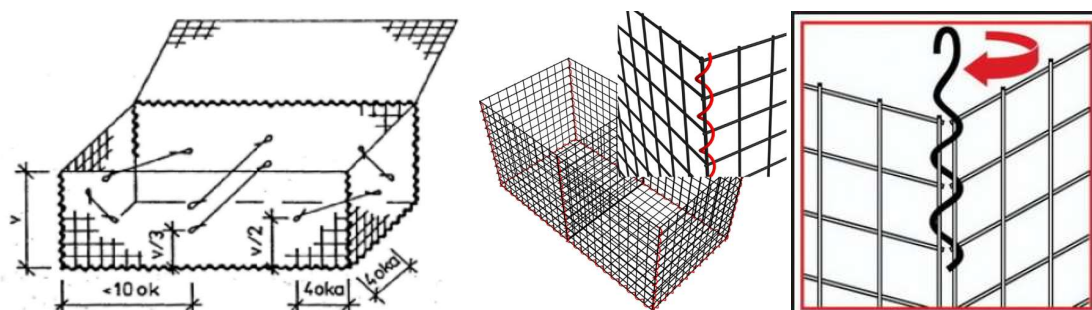


Slika 5.3 Dimenzije elemenata zahvata kod izgradnje biciklističko-pješačke staze ispod mosta [2]

GABIONSKI ZID

Uz rubni trak staze kao bankina staze uz susjedne čestice i kod denivelacije ispod mosta zaobilaznice ceste D3, gabioni se izvode kao bankina staze prema susjednim katastarskim česticama i denivelacija ispod mosta zaobilaznice.

Zid od gabionskih košara (slika 5.4) ima slijedeća svojstva: fleksibilan je; propustan za vodu te omogućuje brzo cjeđenje zaleđa i relativno brzo isušivanje; vrlo dobro se da uklopiti u okoliš (pogotovo ako se uz njega zasadi odgovarajuće raslinje, tj. biljke puzavice); uslijed jednostavne mogućnosti izmaknutog slaganja košara (u poprečnom presjeku) gabionski zid vrlo lako ostvaruje povoljnu statičku nosivost, pri čemu se značajno umanjuje mogućnost klizanja ili prevrtanja (pogotovo u slučaju kada je preko polovice visine zida obostrano ukopana); zid se izvodi vrlo jednostavnom tehnologijom, može se izgraditi za jako kratko vrijeme i jeftinija je izrada od betonskog zida istih karakteristika i dimenzija [2].



Slika 5.4 Shemtski prikaz spiralnog povezivanja svih stranica gabiona [11]

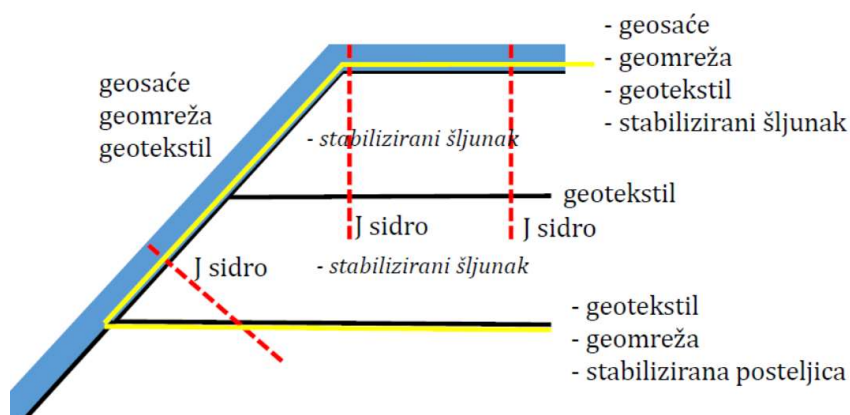
Kao što se može vidjeti, gabionski zid se postavlja na betonski temelj (podložni beton). Kod višeg gabionskog zida (od 0,5 m) između se ugrađuje geomreža na svakih 0,5 m s prepustom 1,0

m. Predviđene su žičane košare sa kojima će se formirati gabionski zid od pocinčano žičanog pletiva koje treba biti od žice minimalno $\varnothing 4$ mm, okana dimenzije otvora ne većih od 100 mm. Kako se radi o zidu promjenljive visine predlažu se gabionske košare koje se pletu na gradilištu. Gabionski zid će se graditi od košara dimenzije: od 0,4 do 1,2 m (u točnosti svakih 10 cm) ovisno o visinskoj razlici na distanci. Košare se zapunjavaju kamenim zasipom pri čemu minimalni granulati nije manji od otvora okana žičanog pletiva.

GEOSINTETICI

Geosintetici za rješenje stabilizacije bankine prema koritu rijeke koristili bi se: geotekstil, geomreža i geosaće usidrene štapnim sidrima (slika 5.5).

Geosintetici: geotekstil 150 g/m², geomreže uobičajne vlačne čvrstoće 20 kN/m i geosaće visine 10 cm.

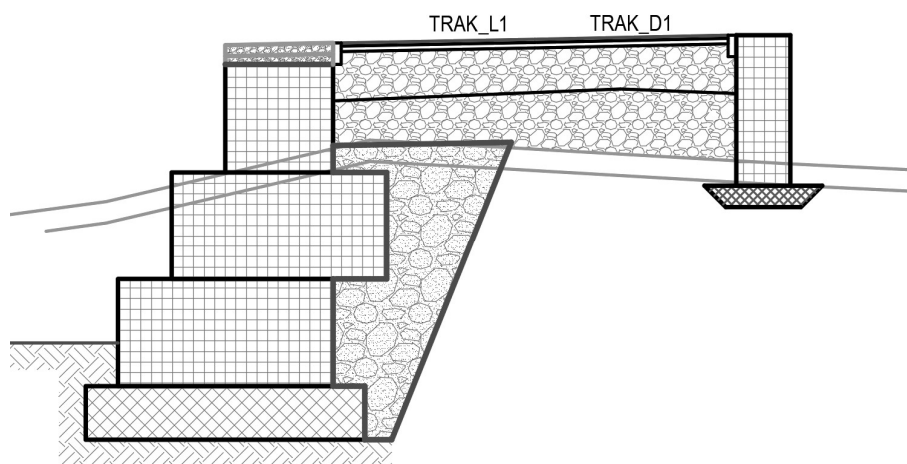


Slika 5.5 Tehničko rješenje stabilizacije bankine staze uz korito rijeke [2]

Cementom stabilizirani slojevi šljunka debljine 25÷40 cm umotani su u geotekstil 150 g/m². Slojevi umotani u geotekstil su umotani s geomrežom. Na bermu i pokos padine postavljaju se geosaće visine 10 cm koje se učvršćuju s J sidrima duljine 60 cm i promjera minimalno 8 mm. Geosaće ispunjujemo s humusnim materijalom debljine sloja 10 cm [2].

5.2. Stabilizacija pokosa

Rješenje obuhvaća sanaciju erozija, a potom i sanaciju adekvatnog poteza okolnih površina. Ovaj rad je vezan na glavne zahvate za sanaciju erozija trupa pokosa korita. Stabilizacija pokosa će se postići izvedbom gabionskog zida (duljine 35+20+15) u trupu pokosa, uslijed mogućnosti izmaknutog slaganja košara (u poprečnom presjeku) jako lako se postiže povoljnija statička nosivost, pri čemu se znatno smanjuje mogućnost klizanja ili prevrtanja (pogotovo u ovom slučaju kad je preko polovice visine zida obostrano ukopana) slika 5.6.

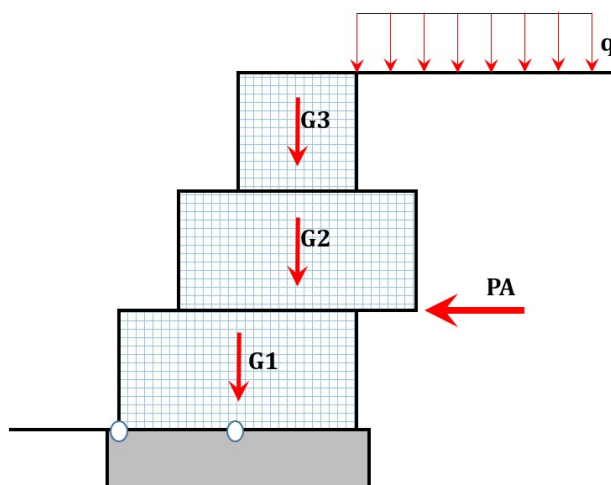


Slika 5.6 Konfiguracija gabionskog zida kod stabilizacije pokosa korita [2]

Gabionski zid postavlja se na betonski temelj čija gornja ploha treba biti oblikovana u žljebastu formu. Gornju plohu treba izvesti kao izrazito hrapavu. Hrapavost je potrebna zbog povećanja koeficijenta trenja između gabionskih košara i temelja.

PRORAČUN STABILNOSTI GABIONSKOG ZIDA

Proračun gabionskog zida provodi se: proračun na prevrtanje, proračun na klizanje i proračun napreznja na tlo [2]



W_1 - težina zida

W_2 - težina nasipanog materijala

K_a - koeficijent aktivnog tlaka

P_a - aktivni tlak od nasipanog materijala

P_a^q - aktivni tlak od pokretnog opterećenja

β - kut nagiba terena iznad zida

α - nagib plohe zida s obzirom na vertikalu

δ - kut trenja između zida i tla

φ - kut unutarnjeg trenja materijala

- b** - širina djelovanja pokretnog opterećenja
- H** - visina zida
- F_{sP}** - faktor sigurnosti zida na prevrtanje
- F_{s^k}** - faktor sigurnosti zida na klizanje
- F_{sⁿ}** - faktor sigurnosti temeljnog tla na nosivost

Proračun koeficijenta aktivnog tlaka prema Coulomb-u:

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos(\delta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

Za 90° $K_a = 0,26$; za 70° $K_a = 0,12$

Aktivni tlak od nasipa:

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot K_a \cdot \gamma$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot 3^2 \cdot 0,12 \cdot 20$$

$P_a \approx 11 \text{ kN/m}$

Aktivni tlak od pokretnog opterećenja:

$$P_a^q = H \cdot K_a \cdot q$$

$$P_a = 3 \cdot 0,12 \cdot 30$$

$P_a^q \approx 11 \text{ kN/m}$

Težina gabionskog zida:	Udaljenost W ₁ od točke prevrtanja (A):
$G = G_1 + G_2 + G_3$	$x_T^1 = \frac{x_{w1} \cdot A_1 + x_{w2} \cdot A_2 + x_{w3} \cdot A_3 + x_{w4} \cdot A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}$
$G = 40 + 40 + 20$	$x_T^1 = \frac{1,0 \cdot 2,0 + 1,5 \cdot 2,0 + 2,0 \cdot 1,0}{2,0 + 2,0 + 1,0}$
<u>$G = 90 \text{ kN/m}$</u>	<u>$X_T^1 = 1,4 \text{ m}$</u>
	$X_{w1} = 1,0 \text{ m}$
	$X_{w2} = 1,50 \text{ m}$
	$X_{w3} = 2,0 \text{ m}$

Faktor sigurnosti na prevrtanje oko točke A:

$$F_s^p = \frac{M^o}{M^p}$$
$$F_s^p = \frac{G \cdot x_T^1}{P_a \cdot \frac{H}{3} + P_a^q \cdot \frac{H}{2}}$$
$$F_s^p = \frac{90 \cdot 1,4}{11 \cdot 1 + 11 \cdot 1,5}$$
$$\underline{F_s^p \approx 4,60}$$

ZID ZADOVOLJAVA

Faktor sigurnosti na klizanje:

$$F_s^k = \frac{G \cdot \operatorname{tg} \varphi}{P_a + P_a^q}$$
$$F_s^k = \frac{90 \cdot \operatorname{tg} 35^\circ}{11 + 11}$$
$$\underline{F_s^k = 2,27}$$

ZID ZADOVOLJAVA

Proračun za najkritičniji slučaj da se u zaleđu zida zaostane razina vode do polovine zida a ispred zida bez vode (ekstremni - gotovo nemogući slučaj: u trenutku naglog sniženja razine vode ispred zida u koritu rijeke).

Aktivni tlak od nasipa:

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot H_1^2 \cdot K_a \cdot \gamma + \frac{1}{2} \cdot H_2^2 \cdot K_a \cdot \gamma'$$
$$P_a = \frac{1}{2} \cdot 1,5^2 \cdot 0,12 \cdot 20 + \frac{1}{2} \cdot 1,5^2 \cdot 0,12 \cdot 10$$
$$\underline{P_a = 9,10 \text{ kN/m}}$$

Aktivni tlak od vode:

$$P_{aw} = \frac{1}{2} \cdot H_w^2 \cdot \gamma_w$$
$$P_{aw} = \frac{1}{2} \cdot 1,5^2 \cdot 10$$
$$\underline{P_{aw} = 11,25 \text{ kN/m}}$$

Aktivni tlak od pokretnog opterećenja:

$$P_a^q = H \cdot K_a \cdot q$$

$$P_a = 3 \cdot 0,12 \cdot 30$$

$$P_a^q \approx 11 \text{ kN/m}$$

Faktor sigurnosti na prevrtanje oko točke A:

$$F_s^p = \frac{M^o}{M^p}$$

$$F_s^p = \frac{G \cdot x_T^1}{P_a \cdot \frac{H}{3} + P_a^q \cdot \frac{H}{2} + P_a^w \cdot \frac{H_2}{3}}$$

$$F_s^p = \frac{90 \cdot 1,4}{11,25 \cdot 1 + 11 \cdot 1,5 + 11,25 \cdot 0,5}$$

$$F_s^p = 3,66$$

ZID ZADOVOLJAVA

Faktor sigurnosti na klizanje:

$$F_s^k = \frac{G \cdot \operatorname{tg} \varphi}{P_a + P_a^q + P_a^w}$$

$$F_s^k = \frac{90 \cdot \operatorname{tg} 35^\circ}{9,10 + 11 + 11,25}$$

$$F_s^k = 2,00$$

ZID ZADOVOLJAVA

Stabilnost tla ispod gabionskog zida

Za česti slučaj:

Naprezanja:

$$\sigma = \frac{G}{B \times L} \pm \frac{6M}{B^2 \times L}$$

Moment:

$$M_0 = P_a \cdot 1 + P_{aq} \cdot 1,5$$

$$M_0 = 27,5 \text{ kNm}$$

$$\sigma = \frac{90}{2} \pm \frac{6 \cdot 27,5}{2^2 \times 1} \quad \sigma = \frac{90}{2} \pm \frac{6 \cdot 27,5}{2^2 \times 1}$$

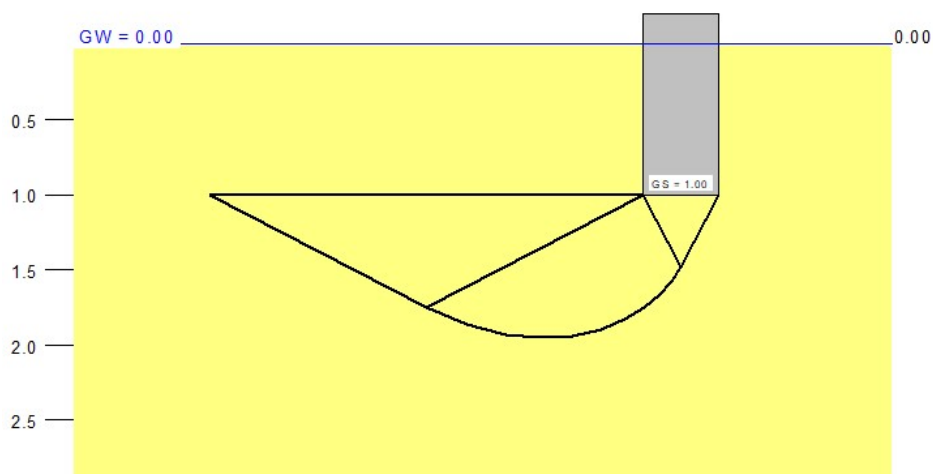
$$\sigma_{\max} = 86,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

Dopušteno naprezanje:

Za tlo ispod gabionskog zida:

Soil	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Designation
	20.0	11.0	35.0	0.0	30.0	0.00	GW



a [m]	b [m]	Allow. σ [kN/m ²]	Allow. R [kN/m]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_s [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	Base LS [m]
2.00	0.50	282.4	141.2	0.61	35.0	0.00	11.00	11.00	4.42	1.95
2.00	1.00	361.2	361.2	1.20	35.0	0.00	11.00	11.00	5.89	2.90
2.00	1.50	430.2	645.2	1.79	35.0	0.00	11.00	11.00	7.03	3.86
2.00	2.00	489.2	978.4	2.37	35.0	0.00	11.00	11.00	7.99	4.81

Dopušteno naprezanje po 1 m dužine zida je $\approx 360 \text{ kN/m}^2 \gg \sigma_{\max} = 86,25 \text{ kN/m}^2$.

OPTEREĆENJE NA TEMELJNO TLO ZADOVOLJAVA.

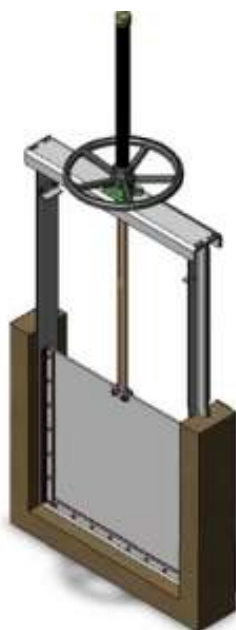
5.3. Zapornice na pritokama

Zapornica je izrađena od armirano – betonskog temelja i zida, cijevnog propusta te metalnih vrata s vodicama i mehanizmom za regulaciju. Otvor zapornice je okruglog oblika od betonske cijevi promjera 100 cm. Točne visine se definiraju u nacrtima.

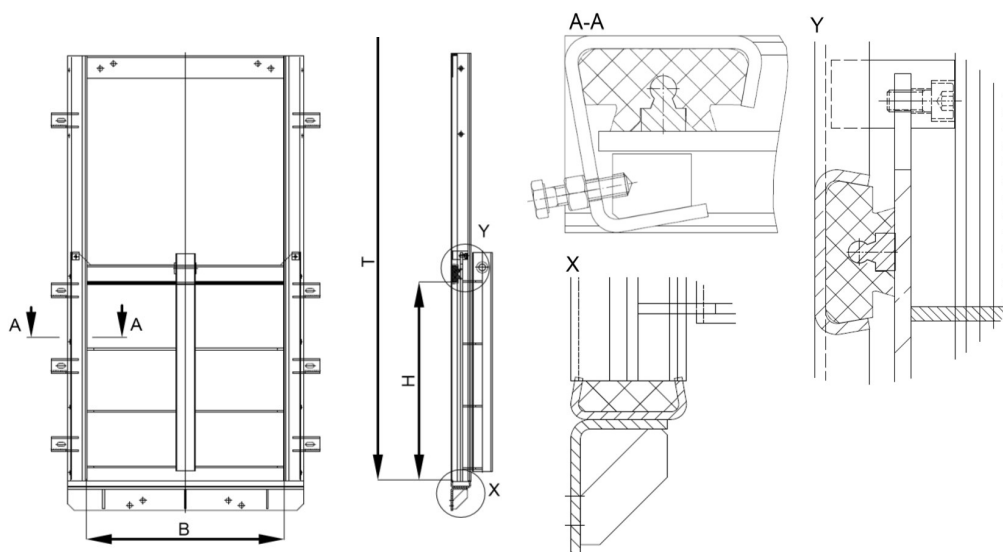
Na kružnom otvoru zapornice prema vodotoku rijeke Plitvice ugrađuju se metalna vrata s

vodilicama i ručnim mehanizmom za podizanje/spuštanje iste (slika 5.7 i 5.8). Detaljni opis i grafički prikaz se razrađuju u projektu.

Dio vodotoka gdje se grade zapornice je potrebno mehanički zaštititi pokose rijeke Plitvice oblaganjem obrađenim kamenom. Oblaganje treba izvesti poluobrađenim kamenom ispunom reški cementnim mortom kako bi se spriječilo prodiranje vode u tijelo nasipa. Kamena obloga je jaka što podrazumijeva ugradnju kamena veličine od 0.2 do 0.6 m i to polaganjem na podlogu od krupnijeg šljunka, kamene sitneži ili drobljenca debljine 15 do 20 cm. Debljina podloge ovisi o veličini kamene obloge, geotehničkim svojstvima nasipnog materijala, trajanju djelovanja velikih voda i dubini smrzavanja. Kao filter potrebno je upotrijebiti odgovarajući geotekstil [2].



Slika 5.7 Standardna zapornica – regulaciju i zaustavljanje protoka [19]



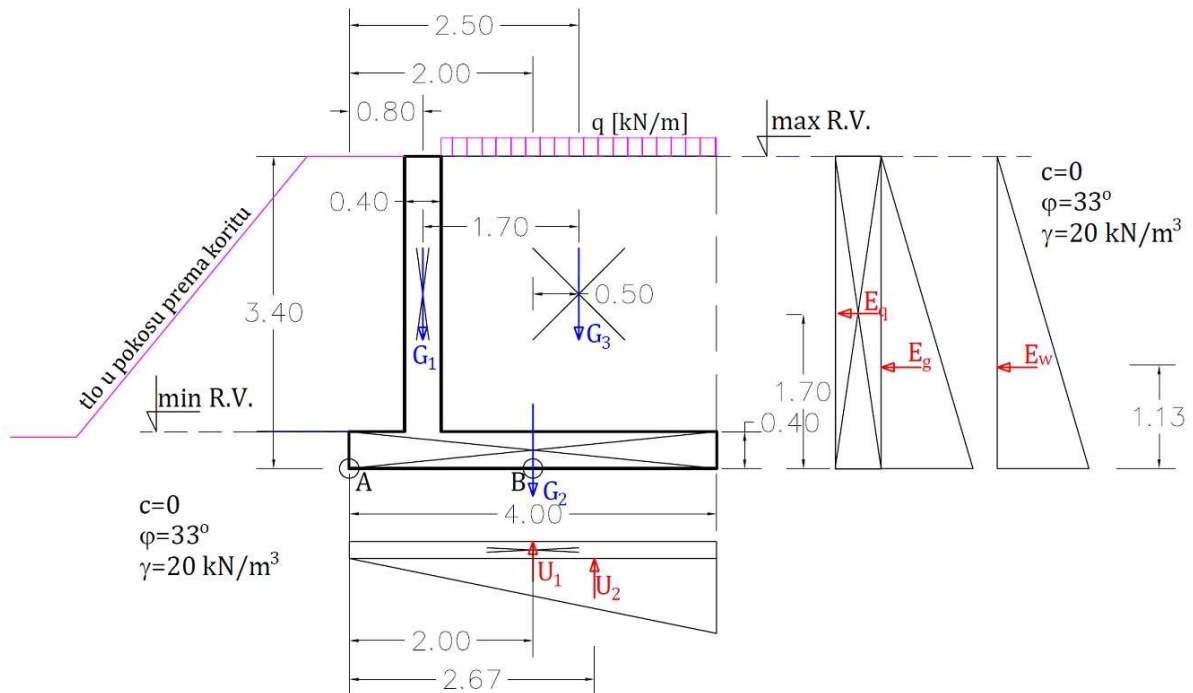
Slika 5.8 Standardna zapornica [20]

ZAPORNICA je pravokutni zatvarač s ravnim pragom za sidrenje vijcima na zid, četverostrano brtvljena. Zupčasti prijenosnik je postavljen na zidni nosač s kotrljajućim ležajem i četvrtastom

kapom dimezije 1000x1000 (ŠxV), put zatvaranja = 1000, dubina ugradnje = 2820 (obrnuto – gornji rub konstrukcije), dosjedni tlak = maksimalno 0,4 bara. Materijal: Okvir: SS304/1.4301; Zatvarač: SS304/1.4301; Pogonski zupčanik: SS304/1.4301; Vreteno: SS304/1.4301; Navrtka: RG7; Produžna šipka: SS304/1.4301 [2].

PRORAČUN STABILNOSTI GABIONSKOG ZIDA

Proračun stabilnosti armirano – betonskog potpornog zida kao najkritičniji mogući slučaj [2]:



Težine zida:

$$G_1 = \gamma_b \cdot V_1 = 25 \cdot 0,40 \cdot 3 = 30 \text{ kN}$$

$$G_2 = \gamma_b \cdot V_2 = 25 \cdot 0,4 \cdot 4 = 40 \text{ kN}$$

$$G_3 = \gamma_b \cdot V_3 = 20 \cdot 3 \cdot 3 = 180 \text{ kN}$$

Aktivna sila na zid od opterećenja:

$$E_q = q \cdot H \cdot k_A = 10 \cdot 3,4 \cdot 0,3 = 10,2 \text{ kN/m}$$

Aktivna sila na zid od saturiranog tla:

$$E_g = \frac{\gamma' \cdot H^2}{2} \cdot k_A = \frac{10 \cdot 3,4^2}{2} \cdot 0,3 = 17,34 \text{ kN/m}$$

Aktivna sila na zid od vode:

$$E_w = \frac{\gamma_w \cdot H^2}{2} \cdot k_A = \frac{10 \cdot 3,4^2}{2} = 57,8 \text{ kN/m}$$

Aktivna sila na temelj zida od vode:

$$U_1 = \gamma_w \cdot D_t \cdot B_t = 10 \cdot 0,4 \cdot 4 = 16 \text{ kN/m}$$

$$U_2 = \frac{\gamma_w \cdot H \cdot B_t}{2} = \frac{4 \cdot 30}{2} = 60 \text{ kN/m}$$

Faktor sigurnosti na prevrtanje:

$$F_{SP} = \frac{M_O}{M_P} = \frac{G_1 \cdot 0,8 + G_2 \cdot 2 + G_3 \cdot 2,5}{E_q \cdot 1,7 + E_g \cdot 1,13 + E_w \cdot 1,13 + U_1 \cdot 2,0 + U_2 \cdot 2,67} = \frac{404}{294}$$

$$F_{SP} = 1,37$$

Stabilnost: Zadovoljava!

Faktor sigurnosti na klizanje:

$$F_{SP} = \frac{N \cdot \mu}{T} = \frac{(G_1 + G_2 + G_3) - (U_1 + U_2) \cdot \text{tg} \varphi}{E_q + E_g + E_w} = \frac{74}{85}$$

$$F_{SP} = 0,85$$

Napomena: Stabilnost ne zadovoljava!

Proračun stabilnosti za slučaj tla ispred zida prema koritu rijeke:

Aktivni tlak od tla ispred zida:

$$E_p = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot k_A = \frac{20 \cdot 3,4^2}{2} \cdot 0,3 = 34,68 \text{ kN/m}$$

Faktor sigurnosti na prevrtanje:

$$F_{SP} = \frac{M_O}{M_P} = \frac{G_1 \cdot 0,8 + G_2 \cdot 2 + G_3 \cdot 2,5 + E_p \cdot 1,13}{E_q \cdot 1,7 + E_g \cdot 1,13 + E_w \cdot 1,13 + U_1 \cdot 2,0 + U_2 \cdot 2,67} = \frac{443}{294}$$

$$F_{SP} = 1,51$$

Stabilnost: Zadovoljava!

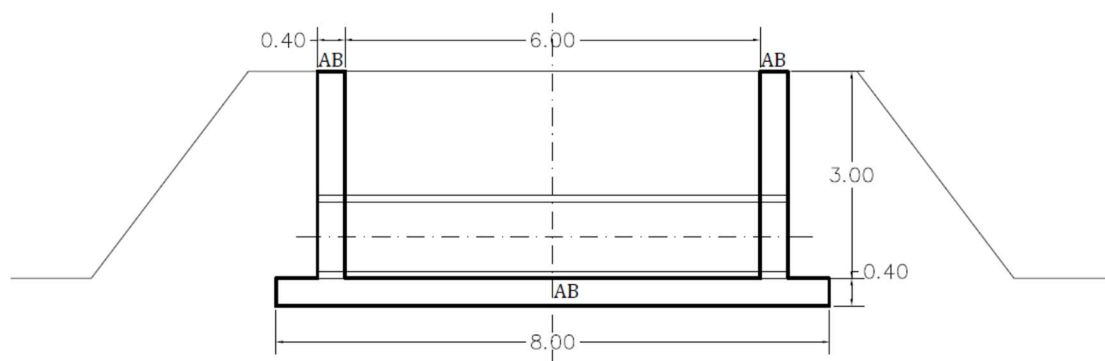
Faktor sigurnosti na klizanje:

$$F_{SP} = \frac{N \cdot \mu}{T} = \frac{(G_1 + G_2 + G_3) - (U_1 + U_2) \cdot \text{tg} \varphi}{E_q + E_g + E_w - E_p} = \frac{74}{51}$$

$$F_{SP} = 1,45$$

Napomena: Stabilnost zadovoljava!

S obzirom da su zidovi u blizini jednostavno je rješenje izvesti monolitnu armirano – betonsku konstrukciju prema slici 5.9.



Slika 5.9 Armirano - betonska konstrukcija propusta/zapornice [2]

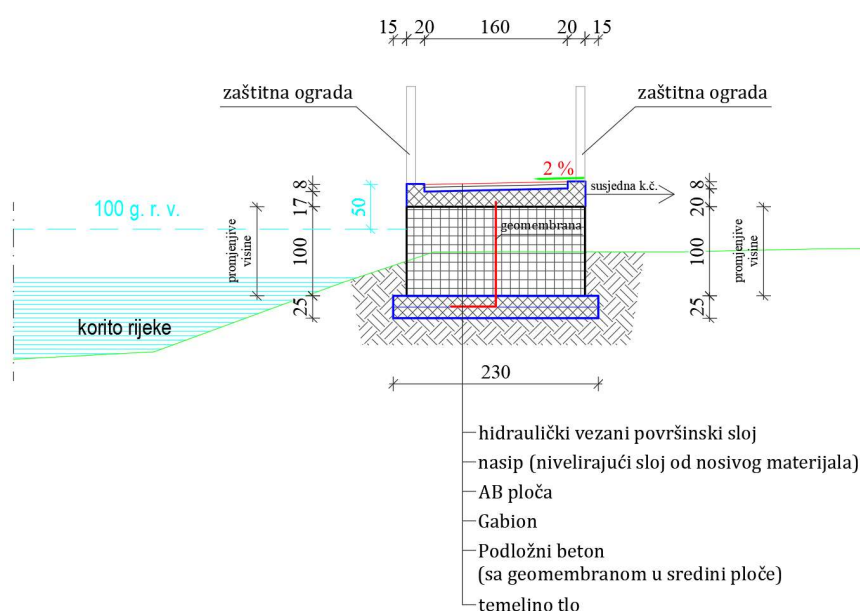
Ovakvom izgradnjom armirano - betonske konstrukcije zapornice ne dolazi do upita za stabilnost na prevrtanje, klizanje i stabilnost tla (naprezanje na temeljnoj stopi).

5.4. Rješenje od mosta do mlina u Jalkovcu

Rješenje od stacionaže 3+380 do mosta i od mosta do stacionaže 3+780 m.

Prezentirano rješenje izgradnje zaštite uz rub korita rijeke, gledamo tako da se izgradi nadvišenje kroz suženi prostor između korita rijeke i susjednih katastarskih čestica.

Obzirom na značajnu tehničku dijagnozu, uzevši u obzir ostale okolnosti koje opisuju određenu lokaciju, izgrađen je koncept rješenja izgradnje u naznačenom redosljedu: stabilizacija cementom nakon skidanja humusa, postavljanje podložnog betona, izgradnja gabiona s geomembranom i izgradnja staze od armirano – betonske ploče s obradom (slika 5.9) [2].



Slika 5.10 Poprečni presjek obrane od poplave/pješačka staza od stacionaže 3+380 do mosta i od mosta do stacionaže 3+780 m [2]

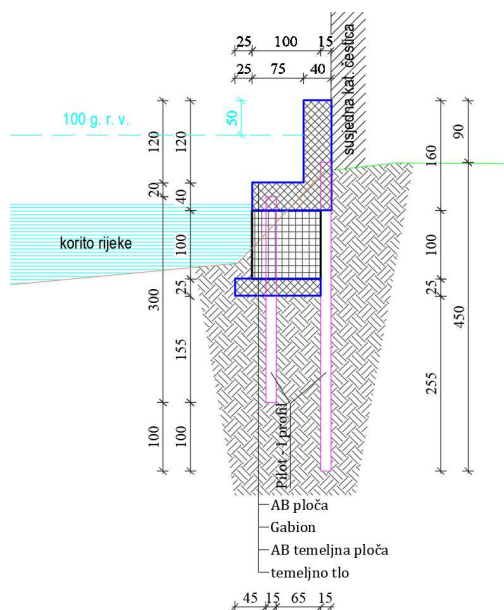
Gabionski zid izvodi se kao bankina staze prema susjednim katastarskim česticama. Ovim

gabionskim zidom uspostavlja se vertikalna denivelacija prema susjednim česticama. U ovom potezu izvedbe zaštite od poplave i pješačke staze unutar redova gabionskog zida, nalazi se geosintetička geomembrana. Glavni geosintetik između redova gabiona je vodonepropusna geomembrana HDPE debljine 3 mm koja se zaštićuje s geotekstilom 500 g/m². Materijali koje koristimo ugrađuju se s poznatim uobičajnim/standardnim pravilima s naglaskom da se geomembrana povezuje varenjem [2].

Rješenje od stacionaže 3+780 do stacionaže 3+860 m

Zbog prostornog ograničenja osnovna svrha rješenja je zaštita od poplave, ide se za time da se izgradi potporni zid između korita i susjednih čestica da bi se uz zaštitu od poplave osigurala i susjedna građevina (stari mlin) na rubu korita (granici čestica).

Obzirom na važnu tehničku dijagnozu i ostale okolnosti koje karakteriziraju spomenutu lokaciju, podignut je koncept rješenja izgradnje u zadanom redosljedu: ugradnja mikropilota (čelični I profili) nakon skidanja humusa sa napustom do ostalih elemenata građevine, izgradnja armirano – betonske temeljne ploče, izgradnja gabiona na temeljnoj ploči i izgradnja armirano – betonskog potpornog zida L oblika (slika 5.10) [2].



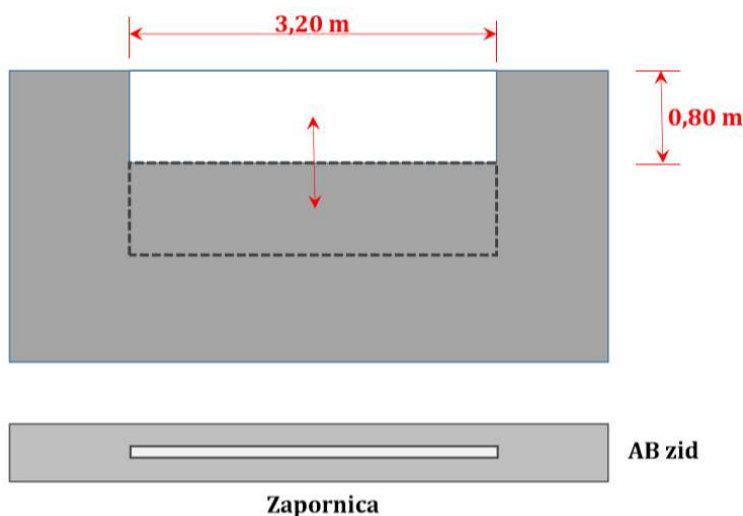
Slika 5.11 Poprečni presjek obrane od poplave/pješačke staze pored mlina od stacionaže 3+780 do mosta i od mosta do stacionaže 3+860 m [2]

Betonski radovi na izgradnji zaštite od poplave se izvode na potezu cca 80 m pored mlina, te se uz armirani beton izvode čelični I profili ugrađeni u prethodno izbušene bušotine povezane u okolno tlo s injekcijskom smjesom.

Pored spomenutih profila na predmetnom potezu potrebno je izgraditi zapornicu iznad postojećeg mosta kod mlina i rekonstruirati hidrotehničke stepenice. Izgradnja obrane od poplave na mjestu postojećeg drvenog mosta unutar armirano – betonskog zida uspostavlja se s zapornicom

kao na slici 5.12.

Zapornica ima širinu prolaza kroz armirano - betonski zid tj. preko drvenog mosta 3,20 m. Za postizanje visine zaštite od poplave 0,5 m iznad 100 godišnje razine vode potrebna je visina zaštite 0,8 m od postojećeg terena.



Slika 5.12 Skica zapornice širine 3,20 m i visine 0,8 m [2]

Primjer zapornice: Zapornica kanalska, za ustave i brane koja ima trostrano brtvljenje, pravokutni zatvarač s ravnim pragom, za injektiranje u udubljenju i sa dva vretena. Operativni zupčanik postavljen je na potisni most s dva AUMA konična prijenosnika GK Norm, jednim AUMA električnim aktuatorom SA Norm, priključnom osovinom između konusnih prijenosnika, dimenzije 3200 x 800 (Š x V), putanjom = 800, dubina ugradnje T = 1600 (obrnuto – gornji dio konstrukcije), dosjedni tlak = 0,16 bara. Materijal o kof: Okvir: SS304/1.4301; Zatvarač: SS304/1.4301; Pogonski zupčanik: SS304/1.4301; Vreteno: SS304/1.4301; Navrtka: RG7; Produžna šipka: SS304/1.4301 i brtvljenje EPDM [2].

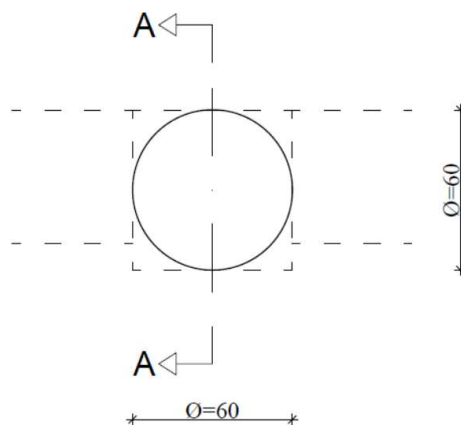
5.5. Biciklističko – pješačka staza sa stajalištima i pratećom infrastrukturom

Obzirom na važnu tehničku dijagnozu i ostale okolnosti koje karakteriziraju spomenutu lokaciju, postavljen je koncept rješenja izgradnje u zadanom redosljedu: temelji za solarnu rasvjetu grade se tijekom izrade nasipa i rubnog gabionskog zida uz susjedne katastarske čestice, ugradnja stupa solarne rasvjete s ostalom opremom i puštanje u pogon, priprema podloge i izgradnja temelja za: nadstrešnice, pametne klupe, pumpe za bicikle, stalak za bicikle i oglasnu ploču te postavljanje opreme (nadstrešnica, pametnih klupa, pumpa za bicikle, stalaka za bicikle i oglasnih ploča) na izgrađene temelje, puštanje opreme u pogon.

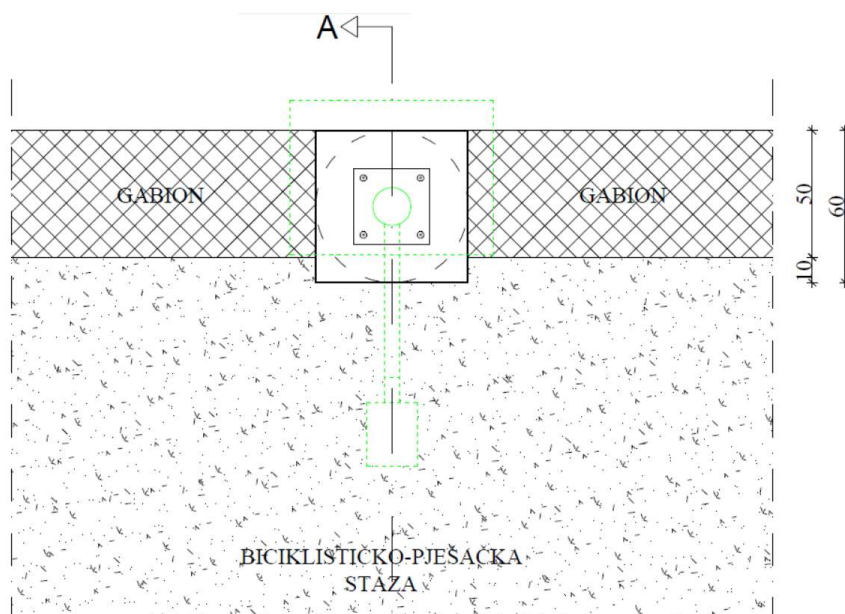
Temelji za solarnu rasvjetu:

Tijekom izgradnje nasipa i rubnog gabionskog zida uz susjedne katastarske čestice izvode se

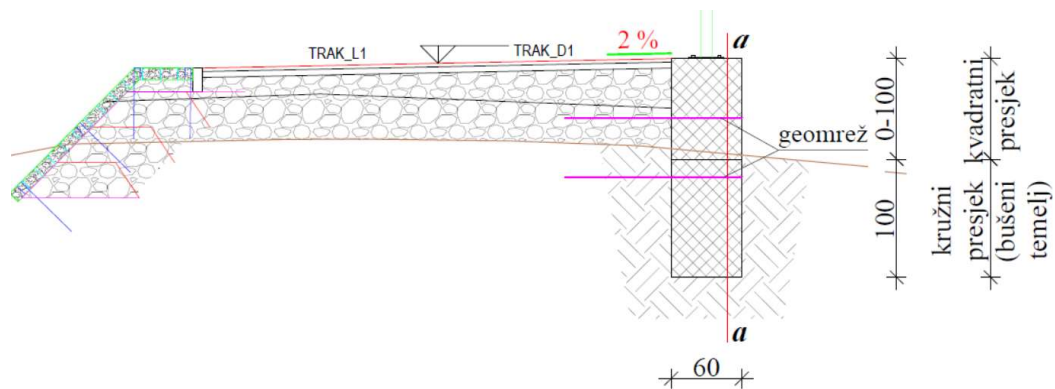
temelji za solarnu rasvjetu i temelji za parkovne klupe koji se sastoje od: bušenja bušotine u tlo promjera \varnothing 60 cm, dubine 1 m (slika 5.13), armiranje i betoniranje betonom C 25/30, na ovaj temelj nastavlja se temelj u visini gabionskog zida; izrada betonskog temelja za rasvjetne stupove: ugradnja armature, ugradnja sidrenih vijaka, postava plastičnih cijevi za provlačenje kabela, izrada oplata, betoniranje temelja betonom C 25/30, približna dimenzija temelja je 60×60×60 cm, visina temelja ovisi o stacionaži duž staze, jednaka je visini rubnog gabionskog zida (Slika 5.14 i 5.15); izvedba armirano – betonske temeljne grede dimenzija 0,9 × 8,0 × 0,25 m, temelj se izvodi betonom C25/30; betoniranje temelja 30×30×50 cm ili slično po standardu za ugradnju parkovnih klupa [2].



Slika 5.13 Temeljna stopa kružnog presjeka dubine 1m [2]



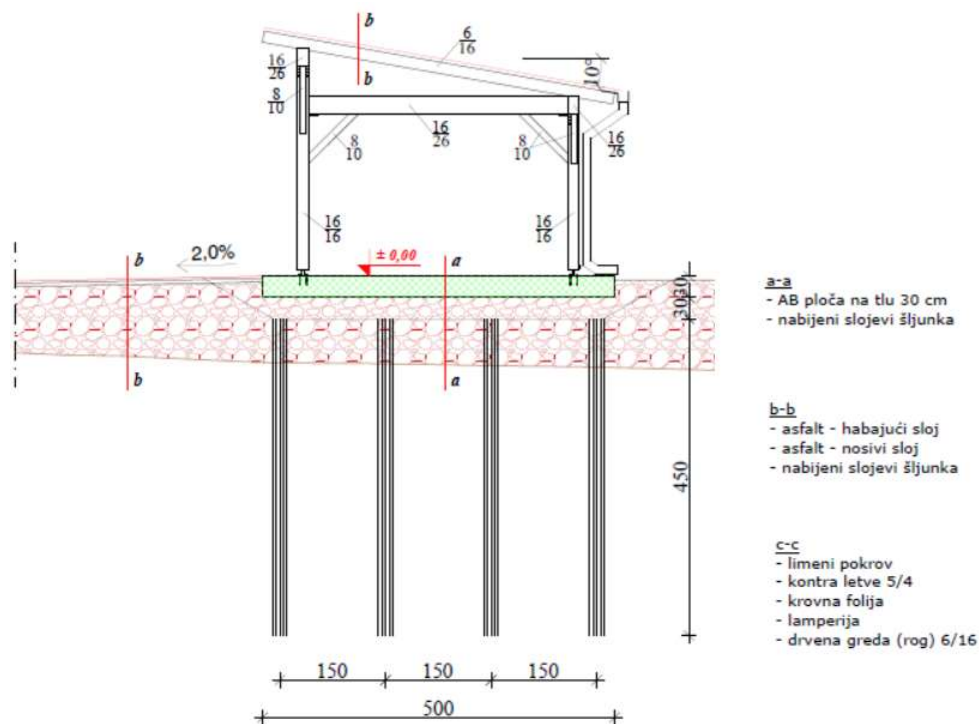
Slika 5.14 Tlocrt/položaj temelja za rasvjetni stup [2]



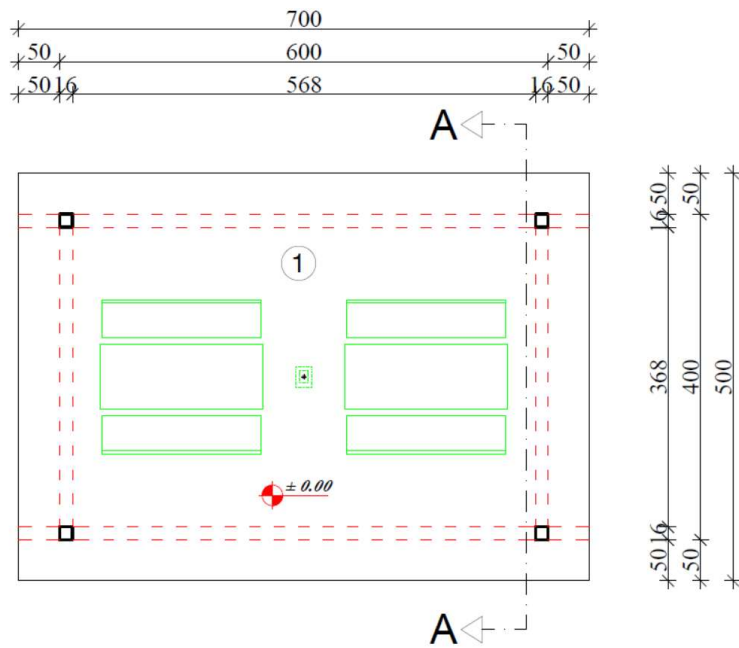
Slika 5.15 Položaj temelja za rasvjetni stup [2]

Temelji za nadstrešnice i opremu

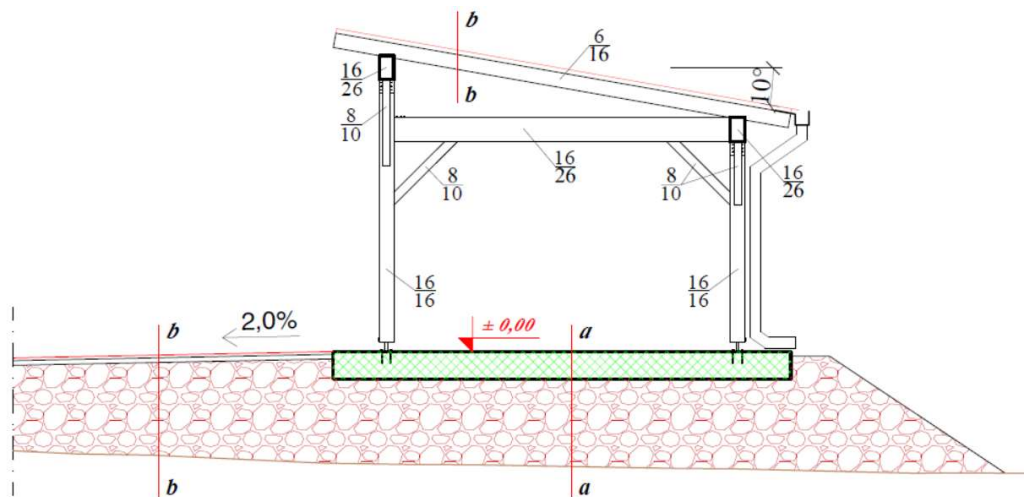
S obzirom da se nadstrešnica pozicije 1 BPS stacionaže 0+230 m nalazi uz rub korita potrebno je izvesti stabilizaciju temeljne podloge na način izgradnje cijevnih mikropilota: stabilizacija podloge/tla ispod armirano – betonske ploče za nadstrešnicu uz korito, izrada mikropilota: (bušenje bušotina promjera od 150 – 200 mm, ubacivanje perforiranih čeličnih cijevi dužine 4,5 m \varnothing 110 mm, debljine stjenke 4 mm, ugradnja brtve između stjenke bušotine i čelične cijevi, ugradnja gumenog pakera, injektiranje cementnom suspenzijom pod tlakom), razmak između pilota je 1,5 m, ukupno je 20 mikropilota, ukupna dužina $4,0 \times 5,0 \times 4,5 = 90$ m, radovi se izvode na jednoj lokaciji (slika 5.16); izvedba armirano - betonske temeljne ploče dimenzija $7,0 \times 5,0 \times 0,30$ m (slika 5.17), temelj se izvodi betonom C25/30, radovi se izvode na tri lokacije; izvedba armirano – betonske temeljne grede dimenzija $0,9 \times 6,0 \times 0,25$ m (slika 5.18), temelj se izvodi betonom C25/30, radovi se izvode na tri lokacije [2].



Slika 5.16 Nadstrešnica uz rub korita/uz pokos korita [2]



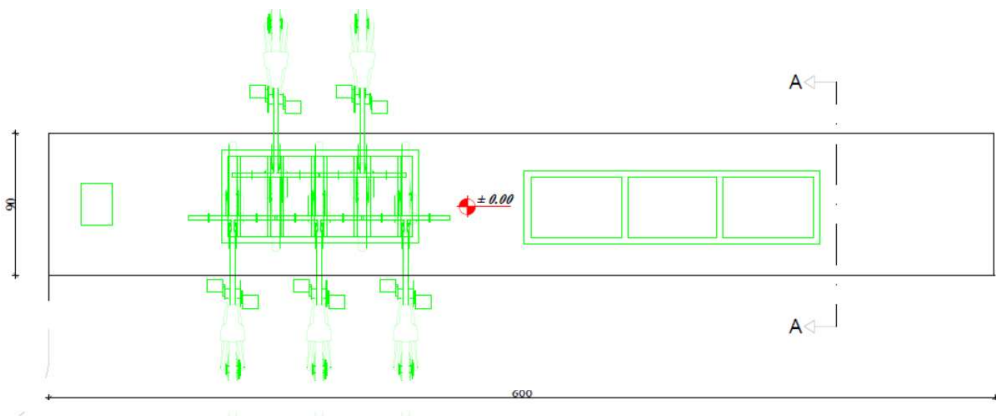
Slika 5.17 Temeljna ploča/prizemlje nadstrešnice [2]



a-a
 - AB ploča na tlu 30 cm
 - nabijeni slojevi šljunka

b-b
 - asfalt - habajući sloj
 - asfalt - nosivi sloj
 - nabijeni slojevi šljunka

c-c
 - limeni pokrov
 - kontra letve 5/4
 - krovna folija
 - lamperija
 - drvena greda (rog) 6/16



Slika 5.18 Temeljna greda za sidrenje opreme [2]

6. Podloga za natječajnu dokumentaciju i procjena troškova

6.1. Troškovnik radova – Nasip za obranu od poplava

Uređenje korita i obale rijeke Plitvice sa izgradnjom biciklističko-pješačke staze

Dionica: Zagrebačka ulica – Gojanec u Varaždinu

most Brezje (rkm 37+690) - most Gojanec (rkm 43+075) [2]

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
A PRIPREMNI RADOVI					
1.	Provedba svih radnji potrebnih za reguliranje imovinsko-pravnih odnosa, uključujući i sve troškove koje iz toga proistječu. Radovi na osiguranju pristupa radilištu, na pročišćavanju i adekvatnoj pripremi radnog prostora.	paušal	1		
2.	Strojna košnja trave na poljskom putu, bankinama i pokosu prema koritu rijeke.	m ²	10.000		
3.	Sve potrebne geodetske izmjere, iskolčenja i nadzor.	paušal	1		
UKUPNO A - PRIPREMNI RADOVI (KN)					
B ZEMLJANI RADOVI					
1.	Iskop humusa prosječne debljine 15 cm. Iskopani humus se odlaže na površinama u blizinama kasnije ugradnje. Humus se ne smije upotrijebiti za izradu nasipa, već po završetku zemljanih radova za pokrivanje pokosa nasipa i zemljanih bankina. Količina iskopanog humusa utvrđuje nadzor i izvođač mjerenjem prosječne dubine iskopa i površine sa koje je humus skinut.	m ²	15.000		
2.	Ugradnja iskopanog i odloženog humusa - pokrivanje pokosa nasipa i zemljanih bankina. Zbijanje humusa u geosače. Ispunjavanje geowebe, odnosno geosača s humusnim materijalom u debljine sloja 10 cm. U jediničnoj cijeni je sadržana razastiranje, fino planiranje i sabijanje. Sijanje djeteline lucerne. Rad se obračunava po kvadratnom metru uređenih zelenih površina.	m ²	10.000		
2.	Iskop, utovar, odvoz i odlaganje zemljanog materijala II.-III. kategorije iz pokosa korita uz i ispod mosta zaobilaznice. Ukupno 1800 m ³ .	m ³	1.800		
3.	Utovar, odvoz i odlaganje viška iskopanog humusa.	m ³	1.000		
UKUPNO B - ZEMLJANI RADOVI (KN)					
C GEOSINTETICI					
1.	Nabava, doprema i ugradnja standardne geomreže (vlačne čvrstoće min 20 kN/m). 5.000×5=25.000 m ² . Geomreže između gabionskih zidova s pupostom 1,5 m na svakih 0,5 m visine zida, prosječno 2 reda =5.000×1,5×2=15.000 m ² . Ukupno 40.000 m ² .	m ²	40.000		
2.	Nabava, doprema i ugradnja geotekstila 150 g/m ² . 5000×4+2500×4=30000 m ² .	m ²	30.000		
3.	Nabava, doprema i ugradnja geotekstila 300 g/m ² za razdvajanje posteljice i nasipa / nekoherentnog materijala. 5000×4=20.000 m ² .	m ²	20.000		
4.	Nabava, doprema i ugradnja geosača visine 10 cm. 5000×2=10000 m ² .	m ²	10.000		
5.	Nabava, doprema i ugradnja počinčanih J čeličnih sidara od rebraste armature promjera 8 mm i dužine 60 cm. 5000×2×10×0,75×0,405 =32400 kg.	kg	30.375		
UKUPNO C – GEOSINTETICI (KN)					

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
D GABIONSKI ZID					
1.	Nabava, doprema materijala za gabionski zid, te izrada zida od gabionske konstrukcije, od zavarenih žičanih mreža i pocinčane žice debljine 4 mm. Mreže otvora 100x100 mm spajaju se u cjelinu pomoću spirala i iznutra ojačavaju zategama. Kameni materijal za ispunu gabiona mora biti čist, jedar, postojan na smrzavanje i otporan na upijanje vode. Žičane mreže - košare se zapunjavaju kamenom čiji minimalni granulati nije manji od otvora okana mreže. Vidljivu površinu zida slažu se ručno od odabranih krupnijih kamenih komada. Žičane pregrade su na svaki metar dužine pa je tako približno potrebno: za 2.700 m ³ gabionskog zida. (2.700x4) oko 10.800 m ² žice. Gabioni kao temelj staze ispod mosta zaobilaznice: 6x60x1= 360 m ³ . (360x5,5) oko 1980 m ² žice	m ³	3.060		
2.	Nabava, doprema i postavljanje geotekstila 200 g/m ² na unutrašnje lice gabionskog zida prema trupu nasipa (između gabionskog zida i nasipa). 5.000x2,0=10.000 m ² .	m ²	10.000		
2.	Nabava, doprema i ugradnja podložnog betona C 12/15 debljine 15 cm kao podloge za gabionski zid. 5.000x0,8x0,15=60 m ³ .	m ³	60		
UKUPNO D – GABIONSKI ZID (KN)					
E ARMIRANO-BETONSKI RADOVI					
1.	Nabava, doprema i ugradnja podložnog betona C 12/15 debljine 15 cm kao podloge za gabionski zid. 5.000x0,8x0,15=60 m ³ . Kod izgradnje denivelacije ispod mosta: 6,5x0,15 x70≈69 m ³ .”	m ³	129		
2.	Nabava, doprema i ugradnja/vezanje armature (armaturne mreže i šipke). Za temeljnu ploču gabiona: Armaturna mreža Q-335: (12x4x2)x72≈6920 kg. Armaturne šipke RA 8=4,5habx3x120x0,405≈660 kg. Za 2 ploče: 6920+660=7580 kg. Za zidove: (80 kg/m ³ betona x 25 m ³ =2000 kg.	kg	9580		
3.	Nabava, doprema i ugradnja betona: betoniranje ploča betonom C 25/30: temeljne i pokrovne ploče gabiona, rubnih zidova. Temeljna ploča: 6,3x0,3x60=114 m ³ . Pokrovna ploča: 5x0,25x60=75 m ³ . Zid uz korito: 0,5x0,5x0,5=15 m ³ . Zid uz upornjak mosta: 0,5x(0,5÷1,5)x20=10 m ³ . Ukupno 214 m ³ . Stavka uključuje i potrebna ispitivanja kakvoće materijala i rada.	m ³	214		
UKUPNO E – ARMIRANO-BETONSKI RADOVI (KN)					
F IZGRADNJA NASIPA					
1.	Nabavu, prijevoz i ugradnju zrnatog kamenog materijala granulacije 0-63 mm za nosive slojeve debljine po 30 cm. Ovaj sloj se može izvoditi tek nakon što je nadzorni inženjer primio posteljicu. Za izradu ovog sloja može se koristiti drobljeni kameni materijal iz više frakcija. Materijal mora zadovoljavati norme za nosive slojeve. Za drobljeni kameni materijal treba postići vrijednost CBR-a najmanje 80%. Modul stišljivosti Ms mjereno kružnom pločom promjera 30 cm minimum 80 MN/m ² . Stupanj zbijenosti Sz u odnosu na modificirani Proctor je min. 100%. Ravnost mjerena letvom duljine 4m smije odstupati za najviše 2 cm. Jediničnom cijenom obuhvaćeni su svi radovi, materijali i prijevozi, potrebni za izradu nosivog sloja. 5.000x0,7x4)=14.000 m ³ .	m ³	14.000		
2.	Izrada nosivog sloja od zrnatog kamenog materijala stabiliziranog hidrauličkim vezivom prema OTU/2001, knjiga III, točka 5-02. Rad obuhvaća dobavu potrebnih materijala, proizvodnju stabilizacijske mješavine, ugradnju i njegu izrađenog sloja. Za izradu ovog sloja koristiti prirodni šljunak (ili drobljeni kameni materijal, mješavina prirodnog šljunka i drobljenog kamenog materijala ili mješavina sastavljena iz više frakcija). Svaki od ovih materijala mora zadovoljavati određene zahtjeve prema odredbama OTU/2001. Stavka uključuje i potrebna ispitivanja kakvoće materijala i rada. Cement koji će se upotrijebiti za izradu stabilizacijske mješavine mora odgovarati odredbama OTU/2001. Stavka se obračunava u m ³ ugrađene mješavine/stabiliziranog sloja. Na rubovima nasipa. (5.000x0,7x1)+ (5.000x0,5x1)=6.000 m ³ .	m ³	6.000		
UKUPNO F - IZGRADNJA NASIPA (KN)					

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
G KONSTRUKCIJA BICIKLISTIČKO-PJEŠAČKE STAZE					
1.	Nabava, transport i ugradnja ravnih rubnjaka 8×25×100 cm sa ravnim vrhom u temelj od betona C 12/15 sa zalijevanjem spojnica cementnim mortom i njegom betona. Rubnjaci su u razini kolnika (nema nadvišenja iznad kolnika). U cijenu treba uključiti sav potreban materijal i rad kao i potrebna oplata, eventualni iskopi i njega betona kao i zapunjavanje fuga cementnim mortom. (Obračun po 1 m kompletno ugrađenog rubnjaka sa betonskom ispunom oko rubnjaka). 5000×2=10.000 m.	m	10.000		
2.	Nivelirajući sloj, izvodi se po potrebi. Obračunavaju se stvarne količine potrebnog niveliranja nasipa. Površinska obrada materijalom granulacije 2/4 mm na izvedeni nosivi sloj. Površinu izvedenog nosivog sloja dopuniti na potrebnu visinu i ujednačenost ugradnjom drobljenca Potrebno u slučaju da su odstupanja u nosivom sloju veća od +/- 2cm. Frakcija: 2/4 mm, Prosječna debljina sloja: 3-5 cm, dopuštena nepravilnost: +/- 1 cm, Maksimalna visinska nepravilnost na 4m: <2 cm. 5.000×3,6=18.000 m ² .	m ²	18.000		
3.	Habajući / završni sloj: Hidraulički vezani površinski sloj sa trajnim organsko-mineralnim vezivom, po uzoru na STABILIZER ili sl., u skladu sa profilom za staze i javne površine od kamenog drobljenca. Vezivo je 100% prirodnog podrijetla (bez aditiva ili komponenti kemijskog podrijetla). Boja: siva (ili druga boja, ovisno o tipu kamena). Frakcija agregata: 0/8 mm, Udio finih čestica <0,063 mm: 15-20%, Udio veziva, npr. Stabilizer: 0,6%/t, Homogeno miješano u primjerenom miješalici, Debljina sloja u zbijenom stanju: 5-6 cm, dopuštena nepravilnost: +/- 1 cm, Maksimalna visinska nepravilnost na 4m: <1,5 cm, (kod ručne ugradnje: <2,0 cm).	m ²	18.000		
UKUPNO G - KONSTRUKCIJA BICIKLISTIČKO-PJEŠAČKE STAZE					
H ZAVRŠNI RADOVI					
1.	Sijanje vegetacije u dogovoru s stručnjacima za hortikulturu. Dobava, doprema i sjetva mješavine travnog sjemena u količini od 0,05 kg/m ² na prethodno pripremljenu površinu. Prekrivanje humusnom zemljom u sloju od 2 cm, valjanje, jednokratno inicijalno zalijevanje. Napomena: razina zahvata ovisi o uvjetima na terenu i procjeni nakon izvedbe svih ostalih radova. Obračun po m ² formiranog travnjaka.	m ²	10.000		
2.	Sadnja vegetacije u dogovoru s stručnjacima za hortikulturu. Odabir sadnica kao npr. vrba, joha, topola, hrast, lipa i sl. Iskop sadnih jama, zamjenom zemlje u potrebnoj količini. Sadnja uz prihranu, zatrpavanje i zalijevanje. Obračun po komadu sadnice.	kom	300		
3.	Izrada i ugradnja zaštitne ograde na gabionski zid ispod mosta uz rijeku. Ogradu izvesti iz okruglih cijevi Ø60,3×4,5mm visina 1100mm. Ogradu preko čeličnih stupova na razmaku 1400 mm između stupova zabašiti u betonsku podlogu i betonirati. Komplet antikorozivno zaštititi 2× temeljnom bojom i 2× završnom dvokomponentnom bojom. Težina ograde po metru dužine iznosi cca 35,00 kg. Jedinična cijena ograde je po metru dužinom. Ukupno 90 m ograde.	m	90		
UKUPNO H - ZAVRŠNI RADOVI (KN)					
REKAPITULACIJA TROŠKOVA RADOVA					
A	PRIPREMNI RADOVI				
B	ZEMLJANI RADOVI				
C	GEOSINTETICI				
D	GABIONSKI ZID				
E	ARMIRANO-BETONSKI RADOVI				
F	IZGRADNJA NASIPA				
F	KONSTRUKCIJA BICIKLISTIČKO-PJEŠAČKE STAZE				
H	ZAVRŠNI RADOVI				
UKUPNO:					
PDV (25%):					
SVEUKUPNO:					

6.2. Troškovnik radova – Stabilizacija pokosa korita

Uređenje korita i obale rijeke Plitvice sa izgradnjom biciklističko-pješačke staze

Dionica: Zagrebačka ulica – Gojanec u Varaždinu

most Brezje (rkm 37+690) - most Gojanec (rkm 43+075) [2]

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
A PRIPREMNI RADOVI					
1.	Provedba svih radnji potrebnih za reguliranje imovinsko-pravnih odnosa, uključujući i sve troškove koje iz toga proistječu.	paušal	1		
2.	Radovi na osiguranju pristupa radilištu, na pročišćavanju i adekvatnoj pripremi radnog prostora.	paušal	1		
3.	Sve potrebne geodetske izmjere, iskolčenja i nadzor.	paušal	1		
UKUPNO A - PRIPREMNI RADOVI (KN)					
B ZEMLJANI RADOVI					
1.	Iskop rova za gabionski zid u mješovitom materijalu II-III kategorije, u zatečenom pokosu nagiba cca 45°. Poprečni presjek iskopa ≈10 m ² . Dužina 80 m (45+20+15). Ukupno: 80×10=800 m ² ×1,25 (zarušavanje + rastresitost)=1000 m ³ .	m ³	1000		
2.	Utovar, odvoz i odlaganje djela materijala iz rova.	m ³	500		
3.	Razastiranje i nabijanje i nabijanje djela materijala na površinama buduće staze.	m ³	500		
UKUPNO B - ZEMLJANI RADOVI (KN)					
C ARMIRANO-BETONSKI RADOVI					
1.	Nabava, doprema i ugradnja armature između redova gabionskog zida i temelja gabionskog zida armaturom Q-188. (3+3)=6m×6×80m=480m ² × 3,06kg/m ² ≈ 1470 kg. Temelj gabionskog zida: 2,4m×80m×2×1,1=423m ² ×5,45 kg/m ² ≈2306 kg; Za vilice za povezivanje armaturnih mreža 2,5m×2×80×2= 800m×0,22 kg/m ² ≈176 kg. Nabava, doprema i ugradnja armature ČBR 42- 2 φ 20 (2,00m×160kom)×2,466 kg/m×1red ≈ 790 kg.	kg	4742		
1.	Nabava, doprema i betoniranje betonom C 25/30 temelja gabionskog zida: 0,5×2,4 m ² ×80m ≈96m ³ .	kg	96		
UKUPNO C – ARMIRANO-BETONSKI RADOVI (KN)					
D GABIONSKI ZID					
1.	Nabava, doprema materijala za gabionski zid, te izrada zida od gabionske konstrukcije, od zavarenih žičanih mreža i pocinčane žice debljine 4 mm. Mreže otvora 100x100 mm spajaju se u cjelinu pomoću spirala i iznutra ojačavaju zategama. Kameni materijal za ispunu gabiona mora biti čist, jedar, postojan na smrzavanje i otporan na upijanje vode. Žičane mreže - košare se zapunjavaju kamenom čiji minimalni granulati nije manji od otvora okana mreže. Vidljivu površinu zida slažu se ručno od odabranih krupnijih kamenih komada. Žičane pregrade su na svaki metar dužine pa je tako približno potrebno: za 400 m ³ gabionskog zida. (400/2×1/1) oko 2200 m ² žice.	m ³	400		
2.	Nabava, doprema i postavljanje geotekstila 200 g/m ² između gabionskog zida i okolnog materijala. 80×6=480 m ² .	m ²	480		
3.	Nabava, doprema i zapunjavanje prostora (klina) iza gabionskog zida pjeskovitim šljunkom, iza gornjeg djela gabionskog zida, nabijanje vibropločama u slojevima debljine 50 cm. 2,5 m ² (presjek m')×80m≈200m ³ .	m ³	200		
UKUPNO G – GABIONSKI ZID (KN)					

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
E	ZAVRŠNI RADOVI				
1.	Sadnja i sijanje vegetacije u dogovoru s stručnjacima za hortikulturu. Sijanje djeteline lucerne, površine 400 m ² .	m ²	400		
2.	Izrada i ugradnja zaštitne ograde na gabionski zid uz rijeku. Ogradu izvesti iz okruglih cijevi Ø60,3x4,5mm visina 1100mm. Ogradu preko čeličnih stupova na razmaku 1400mm između stupova zabašiti u betonsku podlogu i betonirati. Komplet antikoroziivno zaštititi 2x temeljnom bojom i 2x završnom dvokomponentnom bojom. Težina ograde po metru dužine iznosi cca 35,00 kg. Jedinična cijena ograde je po metru dužnom. Ukupno 40 m ograde.	m	40		
UKUPNO E - ZAVRŠNI RADOVI (KN)					

REKAPITULACIJA TROŠKOVA RADOVA

A	PRIPREMNI RADOVI
B	ZEMLJANI RADOVI
C	ARMIRANO-BETONSKI RADOVI
D	GABIONSKI ZID
E	ZAVRŠNI RADOVI
UKUPNO:	
PDV (25%):	
SVEUKUPNO:	

6.3. Troškovnik radova – Zapornice na pritokama

Uređenje korita i obale rijeke Plitvice sa izgradnjom biciklističko-pješačke staze

Dionica: Zagrebačka ulica – Gojanec u Varaždinu

most Brezje (rkm 37+690) - most Gojanec (rkm 43+075) [2]

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
A PRIPREMNI RADOVI					
1.	Provedba svih radnji potrebnih za reguliranje imovinsko-pravnih odnosa, uključujući i sve troškove koje iz toga proistječu.	paušal	1		
2.	Radovi na osiguranju pristupa radilištu, na pročišćavanju i adekvatnoj pripremi radnog prostora.	paušal	1		
3.	Sve potrebne geodetske izmjere, iskolčenja i nadzor.	paušal	1		
UKUPNO A - PRIPREMNI RADOVI (KN)					
B ZEMLJANI RADOVI					
1.	Iskop rova za zapornicu u mješovitom materijalu II-III kategorije. Poprečni presjek iskopa $\approx 30 \text{ m}^2$. Za 3 zapornice ukupne dužine 30 m (10+10+10). Ukupno 900 m^3 .	m^3	900		
2.	Iskop rova u rovu za zapornicu za smanjenje vodopropusnosti kroz šljunak. Za jedan rov ukupno $\approx 30 \text{ m}^3$. Za 3 rova ukupno 90 m^3 .	m^3	90		
3.	Utovar, odvoz i odlaganje djela materijala iz iskopa ili po potrebi ugradnja na predmetnoj trasi.	m^3	400		
4.	Razastiranje u slojevima i nabijanje djela materijala uz AB element zapornice.	m^3	600		
5.	Strojno nabijanje svih podloga nakon iskopa rovova, ukupno 120 m^2 .	m^2	120		
6.	Nabava, doprema i ugradnja geotekstila 200 gr/m^2 na pripremljenu podlogu kanala.	m^2	210		
UKUPNO B - ZEMLJANI RADOVI (KN)					
C ARMIRANO-BETONSKI RADOVI					
1.	Nabava, doprema i ugradnja/šalovanje oplata za temelje i zidove elementa zapornice. Za 3 zapornice ukupno $3 \times 90 = 270 \text{ m}^2$.	m^2	270		
2.	Nabava, doprema i ugradnja/vezanje armature (armaturne mreže i šipke) za temelje i zidove elementa zapornice.	kg	7128		
3.	Nabava, doprema i ugradnja betona C 12/15 betoniranjem podloge na pripremljenu podlogu.	m^3	23		
4.	Nabava, doprema i ugradnja betona C 16/20 betoniranjem u rov za smanjenje vodopropusnosti šljunka.	m^3	90		
5.	Nabava, doprema i ugradnja betona C 30/37 betoniranjem elementa zapornica.	m^3	101		
6.	Kamena obloga kanala učvršćuje se lomljenog kamena veličine 15-40 cm u cementnom mortu. Debljina obloge cca 40 cm. Ugradnja kamena s jednim licem u cementni mort, fugiranje između kamena.	m^3	60		
7.	Nabava, doprema i ugradnja betonskih cijevi promjera 1000 mm i potrebnog materijala za povezivanje. Ukupna dužina 21 m.	m	21		
8.	Nabava, doprema i ugradnja šljunčanog materijala za zasipanje oko betonskih cijevi promjera 1000 mm. Ukupna dužina 42 m^3 .	m^3	42		
UKUPNO C – ARMIRANO-BETONSKI RADOVI (KN)					
D ZAPORNICA					
1.	Nabava, doprema i ugradnja standardne zapornice, npr: ZAPORNICA: 4-strano brtvljenje zatvarač pravokutni s ravnim pragom za sidrenje vijcima na zid; Zupčasti prijenosnik: postavljen na zidni nosač s kotrljajućim ležajem i četvrtastom kapom $S \times V = 1000 \times 1000$; Put zatvaranja=1000; Dubina ugradnje=2820; Dosjedni tlak = maks. 0,4 bara Materijal: Okvir: SS304/1.4301; Zatvarač: SS304/1.4301; Pogonski zupčanik: SS304/1.4301; Vreteno: SS304/1.4301; Navrtka: RG7; Produžna šipka: SS304/1.4301.	paušal	1		
UKUPNO D - ZAPORNICA (KN)					

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
E	ZAVRŠNI RADOVI				
1.	Sadnja i sijanje vegetacije u dogovoru s stručnjacima za hortikulturu. Sijanje djeteline lucerne, površine 1200 m ² .	m ²	1200		
2.	Izrada i ugradnja zaštitne ograde na zidovima zapornica. Ogradu izvesti iz okruglih cijevi Ø60,3x4,5mm visina 1100mm. Ogradu preko čeličnih stupova na razmaku 1400mm između stupova zabušiti u betonsku podlogu i betonirati. Komplet antikoroziivno zaštititi 2x temeljnom bojom i 2x završnom dvokomponentnom bojom. Težina ograde po metru dužine iznosi cca 35,00 kg. Jedinična cijena ograde je po metru dužnom. Ukupno 6x10=60 m ograde.	m	60		
UKUPNO E - ZAVRŠNI RADOVI (KN)					

REKAPITULACIJA TROŠKOVA RADOVA

A	PRIPREMNI RADOVI
B	ZEMLJANI RADOVI
C	ARMIRANO-BETONSKI RADOVI
D	ZAPORNICA
E	ZAVRŠNI RADOVI
UKUPNO:	
PDV (25%):	
SVEUKUPNO:	

6.4. Troškovnik radova – Rješenje od mosta do mlina u Jalkovcu

Uređenje korita i obale rijeke Plitvice sa izgradnjom biciklističko-pješačke staze

Dionica: Zagrebačka ulica – Gojanec u Varaždinu

most Brezje (rkm 37+690) - most Gojanec (rkm 43+075) [2]

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
A PRIPREMNI RADOVI					
1.	Provedba svih radnji potrebnih za reguliranje imovinsko-pravnih odnosa, uključujući i sve troškove koje iz toga proistječu.	paušal	1		
2.	Radovi na osiguranju pristupa radilištu, na pročišćavanju i adekvatnoj pripremi radnog prostora.	paušal	1		
3.	Sve potrebne geodetske izmjere, iskolčenja i nadzor.	paušal	1		
UKUPNO A - PRIPREMNI RADOVI (KN)					
B ZEMLJANI RADOVI					
1.	Iskop humusa prosječne debljine 15 cm. Utovar, odvoz i odlaganje. $400 \times 2 \times 0,15 = 120 \text{ m}^3$.	m ³	120		
2.	Iskop rova za gabionski zid u pokosu korita rijeke pored mlina. Utovar, odvoz i odlaganje. $80 \times 2 \times 1 = 160 \text{ m}^3$.	m ³	160		
UKUPNO B - ZEMLJANI RADOVI (KN)					
C GEOSINTETICI					
1.	Nabava, doprema i ugradnja između gabiona standardne geomembrane HDPE debljine 3 mm, obostrano hrapave. $400 \times 2 = 800 \text{ m}^2$.	m ²	800		
2.	Nabava, doprema i ugradnja geotekstila 500 g/m ² uz hrapavu geomembranu. $400 \times 2 \times 2 = 1600 \text{ m}^2$.	m ²	1600		
UKUPNO C – GEOSINTETICI (KN)					
D GABIONSKI ZID					
1.	Nabava, doprema materijala za gabionski zid, te izrada zida od gabionske konstrukcije, od zavarenih žičanih mreža i pocinčane žice debljine 4 mm. Mreže otvora 100x100 mm spajaju se u cjelinu pomoću spirala i iznutra ojačavaju zategama. Kameni materijal za ispunu gabiona mora biti čist, jedar, postojan na smrzavanje i otporan na upijanje vode. Žičane mreže - košare se zapunjavaju kamenom čiji minimalni granulati nije manji od otvora okana mreže. Vidljivu površinu zida slažu se ručno od odabranih krupnijih kamenih komada. Žičane pregrade su na svaki metar dužine pa je tako približno potrebno: za 900 m ³ gabionskog zida. cca 5400 m ² žice.	m ³	900		
UKUPNO G – GABIONSKI ZID (KN)					
E ARMIRANO-BETONSKI RADOVI					
1.	Nabava, doprema i ugradnja betona C 12/15 betoniranjem podloge na pripremljenu podlogu. $480 \times 2,5 \times 0,2 = 240 \text{ m}^3$.	m ³	240		
2.	Nabava, doprema i ugradnja betona C 25/30 betoniranjem AB ploče iznad gabionskih zidova. $400 \times 2 \times 0,2 = 160 \text{ m}^3$.	m ³	160		
3.	Nabava, doprema i ugradnja betona C 25/30 betoniranjem AB zida na gabionski zid kod mlina. $80 \times 1,5 = 120 \text{ m}^3$.	m ³	120		
4.	Nabava, doprema i ugradnja/vezanje armature (armaturne mreže i šipke) za ploču i zidove. 2800 kg.	kg	2800		
5.	Nabava, doprema i ugradnja/vezanje armature (armaturne mreže i šipke) za hidrotehničku stepenicu. 3000 kg.	kg	3000		
6.	Zaštita iskopa: Bušenje bušotina, umetanje I profila (ili zabijanje I profila). $80 \times 2 \times 4,5 = 720 \text{ m}$. Naglavna greda dužine 80 m.	m	800		
7.	Rekonstrukcija hidrotehničke stepenice: Nabava, doprema i ugradnja betona C 30/37 betoniranjem hidrotehničke stepenice kod mlina. $15 \times 4 = 60 \text{ m}^3$.	m ³	60		
UKUPNO E – ARMIRANO-BETONSKI RADOVI (KN)					

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
F ZAPORNICA					
1.	Nabava, doprema i ugradnja zapornice, npr: ZAPORNICA KANALSKA, ZA USTAVE I BRANE WEIR TYPE CHANNEL PENSTOCK 3-strano brtvljenje zatvarač pravokutni s ravnim pragom za injektiranje u udubljenju sa 2 vretena OPERATIVNI ZUPČANIK - postavljen na potisni most s 2 kom. AUMA konični prijenosnik GK Norm s 1 kom AUMA Električni aktuator SA Norm s priključnom osovinom između konusnih prijenosnika ŠxV = 3200 x 800. Putanja = 800. Dubina ugradnje T = 1600 (obrnuto - gornji rub konstrukcije). UKLJUČENO / ISKLJUČENO - Tlak dosjeda = 0,16 bara. Materijali: Okvir: SS304 / 1.4301. Zatvarač: SS304 / 1.4301. Pogonski zupčanik: SS304 / 1.4301. Vreteno: SS304 / 1.4301. Navrtka: RG7. Produžna šipka: SS304 / 1.4301. Brtvljenje: EPDM.	paušal	1		
UKUPNO F - ZAPORNICA (KN)					
G ZAVRŠNI RADOVI					
1.	Sadnja i sijanje vegetacije u dogovoru s stručnjacima za hortikulturu. Sijanje djeteline lucerne, površine 1000 m ² .	m ²	1000		
2.	Izrada i ugradnja zaštitne ograde na gabionski zid između mosta i mlina uz rijeku. Ogradu izvesti iz okruglih cijevi Ø60,3x4,5mm visina 1100mm. Ogradu preko čeličnih stupova na razmaku 1400mm između stupova zabušiti u betonsku podlogu i betonirati. Komplet antikorozivno zaštititi 2x temeljnom bojom i 2x završnom dvokomponentnom bojom. Težina ograde po metru dužine iznosi cca 35,00 kg. Jedinična cijena ograde je po metru dužnom. Ukupno 340 m ograde.	m	340		
UKUPNO G – ZAVRŠNI RADOVI (KN)					
REKAPITULACIJA TROŠKOVA RADOVA					
A	PRIPREMNI RADOVI				
B	ZEMLJANI RADOVI				
C	GEOSINTETICI				
D	GABIONSKI ZID				
E	ARMIRANO-BETONSKI RADOVI				
F	ZAPORNICA				
G	ZAVRŠNI RADOVI				
UKUPNO:					
PDV (25%):					
SVEUKUPNO:					

6.5. Troškovnik radova – Stajalište s nadstrešnicama i solarna rasvjeta

Uređenje korita i obale rijeke Plitvice sa izgradnjom biciklističko-pješačke staze

Dionica: Zagrebačka ulica – Gojanec u Varaždinu

most Brezje (rkm 37+690) - most Gojanec (rkm 43+075) [2]

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
A SOLARNA RASVJETA					
1.	Bušenje bušotine u tlo promjera Ø 60 cm, dubine 1 m; armiranje i betoniranje betonom C 25/30. Stavka obuhvaća sve potrebne materijale i radove. Na ovaj temelj nastavlja se temelj u visini gabionskog zida, prema sljedećoj stavci.	kom	150		
2.	Izrada betonskog temelja za rasvjetne stupove: ugradnja armature, ugradnja sidrenih vijaka, postavljanje plastičnih cijevi za provlačenje kabela, izrada oplata, betoniranje temelja betonom C 25/30. Približna dimenzija temelja je 60×60×60 cm. Visina temelja ovisi o stacionaži duž staze, jednaka je visini rubnog gabionskog zida.	kom	150		
3.	Nabava, doprema i ugradnja solarnih svjetiljka SVJETILJKA karakteristika 24 W/3000lm/ 2000K, 50 ah/12V baterija. Baterija ugrađena u zasebnu kutiju na stupu. Solarni panel s prilagodljivim smjerom kretanja min. 50 w. Mora sadržavati fotosenzor.	kom	150		
4.	Nabava, doprema i ugradnja stupa (pocinčani Kors), visine 5 m sa šablonom i temeljnim vijcima.	kom	150		
5.	Montaža solarne svjetiljke na stup, parametriranje svjetiljke, puštanje u pogon, kontrola rada.	kom	150		
6.	Solarni led set – led stropna svjetiljka (fiksiranje šarafima u drvenu konstrukciju nadstrešnice), solarni krovni panel. U stavku uključen sav potreban pribor i materijal, potreban za ugradnju svjetiljke.	kom	3		
UKUPNO A – SOLARNA RASVJETA (KN)					
B NADSTREŠNICE					
1.	Nadstrešnica dimenzija 4x6 m (3 kom). Pokrov sastavljen od lamperije, kontra letvi dimenzija 4x5, krovne folije i lima. Drvena konstrukcija sastavljena od certificiranih KVH drvenih greda 10/16, 16/16 i 16/20 sušenih na 15% vlažnosti. Vidljivi dijelovi konstrukcije u boji po izboru. Oluci izvedeni od pocinčanog lima 0,55 mm, plastificirani u boji po izboru. Vertikalni nosivi elementi postavljaju se na metalne nosače dimenzija 16/16. Trake, izvedbu spoja uzemljivačke trake na mjestu spajanja uzemljenja na klupi te ispitivanje instalacije i izdavanje ispitnog protokola o ispitivanju otpora uzemljenja. Previđena duljina inox trake po jednoj klupi iznosi 23 m'. Puštanje u pogon i kontrola rada.	kom	3		
2.	Nabava, dovoz i postava seta za sjedenje (stol i dvije klupe) dužine 2 m. Postava od po dva seta za sjedenje po nadstrešnici.	kom	6		
3.	Izvedba AB temeljne ploče dimenzija 7,0 × 5,0 × 0,30 m. Temelj se izvodi betonom C25/30. U cijenu potrebno uključiti iskop za temelj, odvoz iskopanog materijala na deponij, dobavu i ugradnju zbijenog drenažnog sloja, armature (Q335 u dvije zone) i distancera (5 cm), izradu oplata temelja, dobavu i ugradnju betona kao i potrebnu ugradnju "papuča" za ugradnju drvenih stupova.	kom	3		
4.	Stabilizacija podloge/tla ispod AB ploče jedne nadstrešnice uz korito. Izrada mikropilota: (Bušenje bušotina promjera od 150-200 mm; Umetanje perforiranih čeličnih cijevi dužine 4,5 m Ø110 mm, debljine stijenke 4 mm; Ugradnja brtve između čelične cijevi i stijenke bušotine, te ugradnja gumenog pakera; Injektiranje cementnom suspenzijom pod tlakom). Razmak između pilota je 1,5 m. Ukupno 20 mikropilota. Ukupna dužina 4×5×4,5=90 m.	m	90		
UKUPNO B – NADSTREŠNICE (KN)					

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
C OPREMA UZ NADSTREŠNICE: PAMETNE KLUPE, PUMPA ZA BICIKLE, OGLASNA PLOČA I STALAK ZA BICIKLE					

1.	Nabava, doprema i ugradnja pametne klupe - trosjed dimenzija d:1880mm × š:720mm × v:480 mm izrađen od pocinčano čelične konstrukcije plastificirane u RAL boju. Sjedište od sigurnosne plastične transparentne mase debljine 15 mm, bez naslona. Klupa treba biti opremljena punjačima mobitela: 2 x 2 USB punjača. Dekorativna LED rasvjeta ispod sjedišta klupe sa IP67 zaštitom. U cijenu je potrebno uključiti: - izvedba uzemljenja pametnih klupa. Uzemljenje se izvodi od Inox trake 30 x 4 mm u rovu dubine 80 cm. U cijenu uključiti iskop rova u zemlji IV ktg. duljine 20 m' za jednu klupu, polaganje trake uzemljivača, zatrpavanje rova, dobavu i montažu križnih spojnika za plosnate trake, izvedbu spoja uzemljivačke trake na mjestu spajanja uzemljenja na klupi te ispitivanje instalacije i izdavanje ispitnog protokola o ispitivanju otpora uzemljenja. Previđena duljina inox trake po jednoj klupi iznosi 23 m'. Puštanje u pogon i kontrola rada.	kom	3		
2.	Nabava, doprema i ugradnja stalka za bicikle dužine spirale 1 m'. Ugradnja po dva stalka po odmoru.	kom	6		
3.	Nabava, doprema i ugradnja stalka za bicikle sa ručnom pumpom (kao Mantis bike self service stalak).	kom	3		
4.	Nabava, doprema i ugradnja oglasne ploče prema standardu proizvođača, dimenzija oglasne ploče je 1.5 m².	kom	3		
5.	Izvedba AB temeljne grede dimenzija 0,9 × 8,0 × 0,25 m. Temelj se izvodi betonom C25/30. U cijenu potrebno uključiti iskop za temelj, odvoz iskopanog materijala na deponij, dobavu i ugradnju zbijenog drenažnog sloja, armature (Q335 u dvije zone) i distancera (5 cm), izradu oplata temelja, dobavu i ugradnju betona kao i eventualno potrebnu ugradnju ankera za ugradnju opreme.	kom	3		

UKUPNO C – OPREMA UZ NADSTREŠNICE: PAMETNE KLUPE, PUMPA ZA BICIKLE, OGLASNA PLOČA I STALAK ZA BICIKLE (KN)

D	KLUPE ZA ODMOR I KOŠEVI ZA SMEĆE				
1.	Nabava, dovoz i postava baroknih parkovnih klupa s naslonom. Klupe se sastoje od ljevano-željeznih nogu i hrastovih letava 8×5×200 cm i 12×5×200 cm.	kom	50		
2.	Učvršćivanje - fiksiranje parkovnih klupa u podlogu na način da se pod svakom metalnom nogom izbuši i betonira temelj Ø 30 cm i dubine cca 50 cm. U temelje se fiksiraju noge klupe. Stavkom obuhvatiti i fiksiranje klupa na način da se svaka noga fiksira betonsku podlogu ili podlogu od betonskih opločnika. Obračun po komadu učvršćene klupe.	kom	200		
3.	Nabava, dovoz i postava parkovnih koševa za smeće na rasvjetne stupove (svaki treći rasvjetni stup). Koš se sastoji od konstrukcije izrađene od pocinčanog čelika zaštićenog zapečenim prahom s drvenom oblogom (kao npr. ariš) zaštićenog ekološkim impregnatorima na osnovi vode, te od umetka od pocinčanog čelika. Koš se prazni vadenjem umetka.	kom	50		

UKUPNO D – KLUPE ZA ODMOR I KOŠEVI ZA SMEĆE (KN)

REKAPITULACIJA TROŠKOVA RADOVA

A	SOLARNA RASVJETA
B	NADSTREŠNICE
C	OPREMA UZ NADSTREŠNICE: PAMETNE KLUPE, PUMPA ZA BICIKLE, OGLASNA PLOČA I STALAK ZA BICIKLE
D	KLUPE ZA ODMOR I KOŠEVI ZA SMEĆE
UKUPNO:	
PDV (25%):	
SVEUKUPNO:	

7. Zaključak

Povijest nas uči da je pojava poplava neminovnost, bilo da se radi o davnim danima ili recentnim događanjima. Sama pojava poplava uvijek upozorava na propitivanje stava da li smo dovoljno učinili da bi je spriječili.

Obrana od poplava od strateškog je značaja za svaku državu. Ljudske žrtve i stradanja, kao i veličine izravnih i posrednih šteta koje nastaju uslijed poplava daju posebnu dimenziju ozbiljnosti pristupa pri projektiranju, građenju, održavanju i upravljanju hidrotehničkim sustavima za obranu od poplava.

Aktivnom zaštitom od poplava, kao što je već rečeno, se utječe na ublažavanje uzroka poplava. Ukoliko želimo utjecati na promjenu uzroka pojave poplava moramo utjecati na promjenu vodnog režima.

Postoje velike mogućnosti multifunkcionalne primjene hidrotehnički sustava obrane od poplave u korist društva. Primjer obrađen ovim radom u vidu biciklističko – pješačke staze na kruni nasipa ima veliki potencijal da doprinese učinkovitom, održivom i zdravijem prijevoznom sustavu.

Očekivani benefiti su: unapređenje biciklističke mreže Grada Varaždina i Varaždinske županije, povećanje broja korisnika bicikla kao sredstva prijevoza u dnevnim putovanjima/migracijama, povećanje sigurnosti prometa, smanjenje prometnih gužvi, porast kvalitete života stanovnika, smanjenje zagađenja zraka ispušnim plinovima, povećanje atraktivnosti vizualnog identiteta Grada Varaždina i Varaždinske županije, unaprjeđenje turističke ponude, povećanje broja posjetitelja i turista.

8. Literatura

- [1] Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Božo Soldo (2019.): Idejni projekt – Uređenje korita i obale rijeke Plitvice za izgradnju biciklističko – pješačke staze u Varaždinu, Varaždin.
- [2] Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Božo Soldo (2020.): Glavni projekt – Uređenje korita i obale rijeke Plitvice za izgradnju biciklističko – pješačke staze u Varaždinu, Varaždin.
- [3] IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o. (2019.): Elaborat zaštite okoliša, Za postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš - Uređenje korita i obale rijeke Plitvice za izgradnju biciklističko – pješačke staze u Varaždinu, Zagreb.
- [4] BR GEODEZIJA j.d.o.o. (2020.) Geodetski elaborat – Uređenje korita i obale rijeke Plitvice za izgradnju biciklističko – pješačke staze u Varaždinu, Varaždin.
- [5] Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Božo Soldo (2020.): Geotehnički elaborat, Za potrebe izgradnje/temeljenja – Uređenje korita i obale rijeke Plitvice za izgradnju biciklističko – pješačke staze u Varaždinu, Varaždin.
- [6] Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Božo Soldo (2020.): Prometni elaborat biciklističko – pješačke staze uz obalu rijeke Plitvice u Varaždinu, Varaždin.
- [7] Kuspilić, N. i Ocvirk, E. (2014.): Hidrotehničke građevine. Sveučilište u Zagrebu. Građevinski fakultet, Zagreb.
- [8] Kuspilić, N., Kapitan, I. i Bezak, S. (2010.): Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracije. Sveučilište u Zagrebu. Građevinski fakultet, Zagreb.
- [9] Narodne novine (2016.) Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi. Službeni list Republike Hrvatske, br. 28, Zagreb.
- [10] Narodne novine (2011.; 2013.; 2014.) Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju biciklističke infrastrukture na cestama. Službeni list Republike Hrvatske, br. 84;22,54,148;92, Zagreb.
- [11] URL:https://www.google.com/search?q=biciklisti%C4%8Dko+pje%C5%A1a%C4%8Dke+staze&rlz=1C1GCEA_enHR815HR816&sxsrf=AOaemvK69padk3Dc3r6HqL5vfyWrM8YJFg:1632761429133&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjv__Gnzp_zAhU-hv0HHfc2DVwQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1366&bih=635&dpr=1#imgrc=pmCTGF_FCURi-M&imgdii=1s9YA_wgHfBuHM Biciklističko – pješačka staza. (14.08.2021.)
- [12] URL:https://www.google.com/search?q=biciklisti%C4%8Dko+pje%C5%A1a%C4%8Dke+staze&rlz=1C1GCEA_enHR815HR816&sxsrf=AOaemvK69padk3Dc3r6HqL5vfyWrM8YJFg:1632761429133&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjv__Gnzp_zAhU-hv0HHfc2DVwQ_AUoAnoECAEQBA&biw=1366&bih=635&dpr=1#imgrc=jF4F1EKjykkAYM Biciklističko – pješačka staza. (14.08.2021.)
- [13] URL:<https://voda.giscloud.com/> Karte obrane od poplava. (15.08.2021.)
- [14] URL:<http://arhiva2.varazdinska-zupanija.hr/repository/public/upravna-tijela/poljoprivreda/zastita-okolisa/ocjena-o-potrebi-procjene-utjecaja-na-okolis/2019/Dopunjen-Elaborat-zastite-okolisa.pdf> Elaborat zaštite okoliša. (16.08.2021.)

- [15] URL:<http://arhiva.vzz.hr/index.php/prostorni-plan-grad-varazdin.html> Prostorni plan Varaždinske županije (09.08.2021.)
- [16] URL:<http://vodostaji.voda.hr> Vodostaji. (09.08.2021.)
- [17] URL:<https://geoportal.dgu.hr/> Smještaj građevine u prostoru. (13.08.2021.)
- [18] URL:https://www.google.com/search?q=shema+spiralnog+povezivanja+gabiona&rlz=1C1GCEA_enHR815HR816&sxsrf=AOaemvL58s5eoplYhabjpaDDL9fdoar2_w:1632816842031&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjAs-jenKHZAhV9h_0HHY2BDLIQ_AUoAXoECAEQAw&biw=664&bih=625&dpr=1#imgrc=D0dxzpcF7OUEaM Shema spiralnog povezivanja gabiona. (14.08.2021.)
- [19] URL:https://www.google.com/search?q=standardna+zapornica&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6-83gnKHZAhVVPPhoKHagmD9wQ2-cCegQIABAA&oq=standardna+zapornica&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCCMQ7wMQJzoECAAQZoECAAQAzoICAAQgAQQsQM6BQgAEIAEOggIABCxAxCDAToLCAAQgAQQsQMQgwFQuaIMWKLHDGC4yQxoAHAAeACAAfABiAG8EZIBBjcuMTIuMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scient=img&ei=zc5SYbrhL9X8aKjNvOAN&bih=625&biw=664&rlz=1C1GCEA_enHR815HR816#imgrc=9SctkqOV5f-f3M Standardna zapornica. (14.08.2021.)
- [20] URL:https://www.google.com/search?q=standardna+zapornica&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6-83gnKHZAhVVPPhoKHagmD9wQ2-cCegQIABAA&oq=standardna+zapornica&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCCMQ7wMQJzoECAAQZoECAAQAzoICAAQgAQQsQM6BQgAEIAEOggIABCxAxCDAToLCAAQgAQQsQMQgwFQuaIMWKLHDGC4yQxoAHAAeACAAfABiAG8EZIBBjcuMTIuMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scient=img&ei=zc5SYbrhL9X8aKjNvOAN&bih=625&biw=664&rlz=1C1GCEA_enHR815HR816#imgrc=9SctkqOV5f-f3M&imgdii=vAldIalkXs8XgM Standardna zapornica. (14.08.2021.)
- [21] URL:<https://plasticroad.com/> Staza od 100% reciklirane plastike. (15.09.2021.)
- [22] URL:<https://www.solaroad.nl/> Staza od solarnih panela. (15.09.2021.)

9. Popis slika

Slika 2.1 Pritoke rijeke Plitvice [13]	11
Slika 2.2 Karta opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za veliku vjerojatnost pojavljivanja [3]...	12
Slika 2.3 Karta opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za srednju vjerojatnost pojavljivanja [3].	13
Slika 2.4 Karta opasnosti od poplava na rijeci Plitvici za malu vjerojatnost pojavljivanja [3].....	14
Slika 2.5 Poplavljeno područje naselja Brezje – rujan 2014. [14]	15
Slika 2.6 Poplavljeno područje naselja Brezje - rujan 2014. [14]	15
Slika 2.7 Pogled nizvodno – lijevo i most „Gojanec“ rkm 43+075 m – desno [1]	16
Slika 2.8 Most preko rijeke Plitvice na zaobilaznoj cesti [1]	16
Slika 2.9 Građevina starog mlina, kupališta i ilegalni most preko rijeke [1]	16
Slika 2.10 Pješački most – lijevo, Most preko pritoke/potoka – desno [1]	17
Slika 2.11 Erozije pokosa u meandrima [1]	17
Slika 2.12 Ušće lijeve i desne pritoke; zapornica [1]	17
Slika 2.13 Most „Brezje“, rkm 37+690 m, Zagrebačka ulica; Vodovi preko rijeke u blizini mosta [1].....	18
Slika 2.14 Kanali i pritoci Plitvice unutar obuhvata zahvata [15].....	19
Slika 2.15 Mjerenja na postajama Gornji Kneginec (a) i Vidovića Mlin (b) [16]	19
Slika 2.16 Lokacija vodomjernih postaja Vidovića Mlinu (desno) i Krkanec (lijevo) - označene zelenim ispunjenim kružnicima [16]	20
Slika 3.1 Podjela nasipa s obzirom na položaj [7].....	22
Slika 3.2 Shema čelične retencije [7]	23
Slika 3.3 Shema bočne retencije [7]	24
Slika 3.4 Shema poprečnog oteretnog kanala [7]	25
Slika 3.5 Shema paralelnog oteretnog kanala [7]	25
Slika 3.6 Podjela regulacijskih građevina [7].....	26
Slika 3.7 Primjena različitih tipova građevina za uređenje korita [7]	27
Slika 3.8 Poprečni presjek obrambenog zida [8].....	28
Slika 3.9 Presjek nasipa [7]	29
Slika 3.10 Tipovi presjeka nasipa od najnepropusnijeg A do najpropusnijeg D materijala [7]	29
Slika 3.11 Tipovi presjeka nasipa s nepropusnom jezgrom i ekranima [7].....	30
Slika 3.12 Tipovi presjeka nasipa u slučaju dugotrajnog djelovanja vode [7].....	30
Slika 3.13 Mogućnosti dreniranja nasipa [7].....	31
Slika 3.14 Gabionski madraci i košare - elementi vertikalne gravitacijske konstrukcije obaloutvrde [7].....	32

Slika 3.15 Shema vertikalnih konstrukcija obaloutvrde tipa AB L-zida, korištenjem dijafragmi, žmurja i armirane zemlje [7]	33
Slika 3.16 Presjek obaloutvrde [7]	33
Slika 3.17 Kosa obaloutvrda s oblogom od lomljenog kamena [7].....	34
Slika 3.18 Shematski prikaz gabionskih madraca [7].....	34
Slika 3.19 Kosa obaloutvrda s oblogom od gabionskih madraca [7]	34
Slika 3.20 Kose obaloutvrde s oblogom od betonskih blokova [7].....	35
Slika 3.21 Kose obaloutvrde s oblogom od sintetskih materijala ispunjenih zemljom [7]	35
Slika 3.22 Skica gredne zapornice [7]	36
Slika 3.23 Skice pločaste zapornice [7].....	37
Slika 3.24 Skica segmentne zapornice [7].....	38
Slika 3.25 Skica segmentne zapornice – prikaz naprezanja [7].....	38
Slika 3.26 Skica valjkaste zapornice – različitost cilindra; lijevo – običan valjkasti, desno – sa gornjim i donjim štitom [7]	38
Slika 3.27 Skica sektorske zapornice; a) nizvodno i b)uzvodno [7]	39
Slika 3.28 Skica zaklopne zapornice [7]	39
Slika 3.29 Dijagram za određivanje širine biciklističko – pješačke staze [9]	40
Slika 3.30 Primjeri označavanja biciklističko – pješačkih staza [12].....	40
Slika 3.31 Prometni znak za biciklističko – pješačku stazu [11].....	41
Slika 3.32 Primjer biciklističko – pješačke staze sa jednosmjernim kretanjem biciklista i pješaka [9].....	41
Slika 3.33 Staza od 100% reciklirane plastike [21].....	42
Slika 3.34 Staza od solarnih panela [22]	42
Slika 4.1 Obuhvat planiranog zahvata u području vodotoka rijeke Plitvice od Zagrebačke ulice u Varaždinu (istočno) do naselja Gojanec (zapadno) [17]	43
Slika 4.2 Oblik i veličina zahvata u prostoru vodotoka rijeke Plitvice od Zagrebačke ulice u Varaždinu (37+690 m) do naselja Gojanec (43+075 m) [17]	44
Slika 4.3 Pristup iz Zagrebačke ulice u Varaždinu [17]	45
Slika 4.4 Pristup s postojeće biciklističko – pješačke staze – spoj na biciklističko – pješačku stazu prema naselju Črnc [17].....	46
Slika 4.5 Pristup s postojećeg poljskog puta u nastavku ulice Bagrema (katastarske čestice: 1396 i 1412) [17]	46
Slika 4.6 Pristup s postojećeg poljskog puta u nastavku Nove ulice u Jalkovcu (katastarske čestice: 711 – potrebno je parcelacijskim elaboratom formirati parcelu do rijeke Plitvice) i s ulice Braće Radića u Jalkovcu kod mosta [17]	47

Slika 4.7 Pristup s postojećeg poljskog puta u nastavku Čretne ulice u Jalkovcu (katastarske čestice: 1425) – priključak s desne obale u funkciji obrane od poplave [17].....	47
Slika 4.8 Pristup s postojećeg poljskog puta na mostu preko rijeke Plitvice u naselju Gojanec (katastarske čestice: 1425) [17]	48
Slika 4.9 Normalni poprečni presjek korita rijeke i nasipa na lijevoj obali od rkm 37+690 m do 43+075 m [2]	49
Slika 4.10 Stacionaže buduće biciklističko – pješačke staze – pozicije erozija [2]	50
Slika 4.11 Erozijske u meandru: prva pozicija na lijevoj obali i druga pozicija na desnoj obali [2]	50
Slika 4.12 Stara sanacija pokosa kamenom – znak kontinuirane erozije na predmetnoj poziciji; vidljive manje erozije u saniranom segmentu [2].....	51
Slika 4.13 Smještaj gabionskog zida kod stabilizacije pokosa korita [2].....	51
Slika 4.14 Zapornica na potoku Gojančica, kanalu Brezje i Dvor [2].....	52
Slika 4.15 Rješenje zapornice na Kanalu Dvor [2]	53
Slika 4.16 Pogled sa mosta u Jalkovcu uzvodno rijeke Plitvice [2]	53
Slika 4.17 Situacijski prikaz rješenja od mosta do mlina u Jalkovcu [2]	54
Slika 4.18 a) i b): Prometni i slobodni profil za promet jednog i dva biciklista; c): Prometni i slobodni profil za promet jednog biciklista i pješaka [20]	55
Slika 4.19 Profil biciklističko – pješačke staze [2].....	55
Slika 4.20 Lokacija nadstrešnice na k.č. 1084 k.o. Crnec Biškupečki, stacionaža BPS 0+230 m [17].....	56
Slika 4.21 Lokacija nadstrešnice na k.č. 792 k.o. Jalkovec, stacionaža BPS 3+360 m [17].....	56
Slika 4.22 Lokacija nadstrešnice na k.č. 751 k.o. Gojanec, stacionaža BPS 5+360 m [17].....	57
Slika 4.23 Tlocrtni prikaz biciklističko – pješačke staze sa stajalištima i pratećom infrastrukturom [2].....	57
Slika 4.24 3D vizualizacija nadstrešnice s popratnim sadržajima.....	58
Slika 4.25 3D vizualizacija biciklističko pješačke staze	58
Slika 5.1 Uzdužni profil s hidraulički prikazanim linijama dobivenim iz proračuna [2].....	60
Slika 5.2 Normalni poprečni presjek korita rijeke i nasipa na lijevoj obali od rkm 37+690 do 43+075 [2]	61
Slika 5.3 Dimenzije elemenata zahvata kod izgradnje biciklističko-pješačke staze ispod mosta [2]	63
Slika 5.4 Shematski prikaz spiralnog povezivanja svih stranica gabiona [11]	63
Slika 5.5 Tehničko rješenje stabilizacije bankine staze uz korito rijeke [2].....	64
Slika 5.6 Konfiguracija gabionskog zida kod stabilizacije pokosa korita [2]	65
Slika 5.7 Standardna zapornica – regulaciju i zaustavljanje protoka [19].....	70

Slika 5.8 Standardna zapornica [20].....	70
Slika 5.9 Armirano - betonska konstrukcija propusta/zapornice [2]	73
Slika 5.10 Poprečni presjek obrane od poplave/pješačka staza od stacionaže 3+380 do mosta i od mosta do stacionaže 3+780 m [2]	73
Slika 5.11 Poprečni presjek obrane od poplave/pješačka staza pored mlina od stacionaže 3+780 do mosta i od mosta do stacionaže 3+860 m [2]	74
Slika 5.12 Skica zapornice širine 3,20 m i visine 0,8 m [2]	75
Slika 5.13 Temeljna stopa kružnog presjeka dubine 1m [2]	76
Slika 5.14 Tlocrt/položaj temelja za rasvjetni stup [2].....	76
Slika 5.15 Položaj temelja za rasvjetni stup [2].....	77
Slika 5.16 Nadstrešnica uz rub korita/uz pokos korita [2]	77
Slika 5.17 Temeljna ploča/prizemlje nadstrešnice [2].....	78
Slika 5.18 Temeljna greda za sidrenje opreme [2]	78

10. Popis tablica

Tablica 5.1 Granično područje granulometrijskog sastava zrnatog kamenog materijala za nosivi sloj bez veziva prema OTU [5].....	62
---	----

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, RENATO IPŠA (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica ~~završnog~~ diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom OBRANA OD POPLAVE I BICIKLISTIČKO - PJEŠAČKA STAZA UZ RIEKVU PLITVICU U VARAŽDINU (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Renata Ipša
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, RENATO IPŠA (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom ~~završnog~~ diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom OBRANA OD POPLAVE I BICIKLISTIČKO - PJEŠAČKA STAZA UZ RIEKVU PLITVICU U VARAŽDINU (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Renata Ipša
(vlastoručni potpis)