

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



DIPLOMSKA NALOGA

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE OPERATIVNO GRADBENIŠTVO

Ljubljana, 2019

Univerza
v Ljubljani

*Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo*



Kandidat/-ka:

Mentor/-ica:

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

Član komisije:

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 556.166(497.4 Savinjska dolina)(043.2)

Avtor: Tilen Kuzman

Mentor: doc. dr. Andrej Kryžanowski

Somentor: izr. prof. dr. Dušan Žagar

Somentorica: Nina Humar

Naslov: Izvedba protipoplavnih ukrepov v Savinjski dolini

Tip dokumenta: Diplomaska naloga – visokošolski strokovni študij

Obseg in oprema: 49 str., 1 pregl., 85sl.

Ključne besede: Savinja, protipoplavni ukrepi, izvedba, vzdrževanje vodotokov

Izvleček

V začetnih poglavjih sem opisal porečje Savinje in zgodovino poplav v Savinjski regiji ter njihov vpliv na prebivalce. V nadaljevanju so predstavljeni načini, kako se soočati s poplavami, in vrste protipoplavnih ukrepov ter prikaz trenutne protipoplavne varnosti na obravnavanem območju. Jedro diplomske naloge predstavlja podroben opis in postopke izvedbe protipoplavnih ukrepov, opredelitev faznosti, predstavitev tehnologij in potrebnih virov za izvedbo. Predstavljena projekta protipoplavnih ukrepov sta bila izvedena v Savinjski dolini v Ljubnem ob Savinji. Izvedeni sta bili dve vrsti protipoplavnega ukrepanja. Prvi projekt je vzdrževalne narave, kjer je prikazano, kako si sledijo dogodki pri sanaciji struge, od načrtovanja in opisa poškodb, poteka del, do zaključenih del. V drugem projektu so predstavljeni pasivni protipoplavni ukrepi, v sklopu katerih je bila izvedena ureditev struge potoka z menjavo prepustov. Prikazana je tudi uporabljena mehanizacija, terminski plan in uporaba betona.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 556.166(497.4 Savinjska dolina)(043.2)

Author: Tilen Kuzman

Supervisor: doc. dr. Andrej Kryžanowski

Co-advisor: izr. prof. dr. Dušan Žagar

Co-advisor: Nina Humar

Title: Implementation of flood measures in Savinja valley

Document type: Graduation thesis – Higher professional studies

Notes: 49 p., 1 tab., 85 fig.

Keywords: Savinja, flood measures, implementation, maintenance of the watercourse

Abstract

In the opening chapters, I described the Savinja basin and the history of the floods in the Savinja region and their impact on the population. The following are ways to deal with floods and the types of flood control measures and an overview of current flood safety in the area. The core of the diploma thesis is a detailed description and procedures of implementation of flood measures, definition of phases, presentation of technologies and necessary resources for implementation. The presented flood control projects were implemented in the Savinja Valley in Ljubno ob Savinji. Two types of anti-flood action were taken. The first project is of a maintenance nature, showing how the events of implementation follow, from the very design and description of the damage, to the work that goes through and completion of the project. The second project presents passive flood measures, which regulated the river bed with changing culverts. Used machinery, timetable and use of concrete are also presented.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomskega dela se zahvaljujem mentorju, doc. dr. Andreju Kryžanowskemu.

Zahvaljujem se zaposlenim pri podjetju Nivo Eko d.o.o. za podatke in strokovno pomoč, brez katerih bi bilo dokončanje diplomske naloge veliko težje.

Hvala staršem, ker so mi omogočili študij in mi skozi študijska leta stali ob strani v dobrih in slabih trenutkih.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
2	POREČJE SAVINJE.....	2
3	POPLAVE V SAVINJSKI DOLINI	3
3.1	Večje poplave v preteklosti	4
3.2	Ocenjevanje škode ob večjih poplavnih dogodkih.....	6
4	ZMANJŠANJE POPLAVNE OGROŽENOSTI	7
4.1	Načrt zmanjševanja poplavne ogroženosti.....	7
4.2	Atlas voda in integralne karte poplavne nevarnosti	8
4.3	Vloga podjetja Nivo Eko	8
5	PROTIPOPLAVNI UKREPI NA OBMOČJU LJUBNEGA OB SAVINJI	9
5.1	Sanacija struge v Ljubnem ob Savinji	10
5.1.1	<i>Načrtovana dela</i>	13
5.1.1.1	Pogoji in omejitve.....	13
5.1.1.2	Ureditev in dostop do gradbišča	14
5.1.2	<i>Izvajanje del</i>	16
5.1.2.1	Dovozna rampa in delovni plato	17
5.1.2.2	Konstruktivski elementi	20
5.1.2.3	Zaključna dela	30
5.2	Protipoplavni ukrepi za območje IPC Loke – I. faza	32
5.2.1	<i>Načrtovana dela</i>	33
5.2.1.1	Pogoji in omejitve.....	34
5.2.1.2	Dostop do gradbišča	34
5.2.1.3	Prometna signalizacija	35
5.2.2	<i>Izvajanje del</i>	36
5.2.3	<i>Slike končanega projekta</i>	44
5.2.4	<i>Terminski Plan</i>	45
5.2.5	<i>Uporaba betona</i>	46
6	ZAKLJUČEK.....	48
	VIRI.....	49

KAZALO SLIK

Slika 1 Porečje Savinje z vsemi pritoki (Atlas voda, junij 2019).....	2
Slika 2: Savinja pri Polulah november 1998 (Mesto v objemu voda, 2005)	4
Slika 3: Integralna karta poplavne ogroženosti na območju Ljubnega ob Savinji, poplavna nevarnost pri pretoku Q100 in Q500 na temeljni karti DOF 2014 (Atlas voda, junij 2019).....	8
Slika 4 Ljubno ob Savinji, označeni lokaciji ukrepov (Atlas voda, junij 2019).....	9
Slika 5 Odsek v Ljubnem ob Savinji na temeljni karti DOF 2016 z označenimi lokacijami slik (Atlas okolja, 2019)	10
Slika 6 Lokacija 1, pogled gorvodno, erozija leve brežine, odložen material na desni brežini	11
Slika 7 Lokacija 2, pogled gorvodno, zožitev struge zaradi obraščenega prodišča na desnem bregu ...	11
Slika 8 Lokacija 3, pogled gorvodno, erozijska poškodba leve brežine pri "Budnovi žagi" in obraščeno prodišče na desnem bregu	12
Slika 9 Načrt odseka v Ljubnem ob Savinji (Vir: Načrti v sklopu PZI – Nivo eko)	13
Slika 10 Dostop do dovozne ceste	14
Slika 11 Ureditve gradbišča in dostopna cesta.....	15
Slika 12 Opozorilna tabla	15
Slika 13 3-osni vlačilec s prikolico in naloženim štiriindvajset-tonskim bagrom, prevoz do gradbišča	16
Slika 14 Ureditve dostopne ceste.....	16
Slika 15 Priključek dostopne ceste na lokalno cesto in postavljen kontejner.	16
Slika 16 Izvedba dostopne rampe	17
Slika 17 Izvedena rampa, utrjevanje delovnega platoja na levem bregu struge	17
Slika 18 Izvedba delovnega platoja ob levi brežini,	18
Slika 19 Izvedba delovnega platoja na desni strani, redčenje vegetacije s podiranjem dreves	19
Slika 20 Redčenje in čiščenje vegetacije na levi brežini	19
Slika 21 Črpanje vode s potopno črpalko pripeto na 16-tonski bager, med izvedbo izkopa z štiriindvajset-tonskim bagrom	20
Slika 22 Premikanje lesene kašte z štiriindvajset-tonskim bagrom na predvideno mesto jezbice	20
Slika 23 Detajl jezbice (Vir: Načrti v sklopu PZI – Nivo eko)	21
Slika 24 Hidravlično kladivo, ki se je uporabljalo za vgrajevanje tirnic	21
Slika 25 Sidranje lesene kašne konstrukcije	22
Slika 26 Gradbena jama zapolnjena s precejno vodo.....	22
Slika 27 Izvedba izkopa za peto brežino	23
Slika 28 Izdelava lesenega profila za izvedbo brežine	23
Slika 29 Lesen profil za izvedbo brežine z vmesno bermo	23
Slika 30 Izkop za izvedbo brežine	24
Slika 31 Izvedba pete brežine.....	24
Slika 32 Izvedba kamnite zložbe	25
Slika 33 Delno izvedena jezbica, ter delno izvedena brežina	25
Slika 34 Načrtovana prečna profila - z in brez berme.....	25
Slika 35 Detajl zavarovanja brežine med jezbicami, zgoraj brez berme in spodaj z bermo	26
Slika 36 Urejanje brežine in humusiranje nad bermo	26
Slika 37 Pozicioniranje dvostopenjskega praga (Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)	27
Slika 38 Detajl dvostopenjskega praga (Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)	27
Slika 39 Vzdržni prerez dvostopenjskega praga	28
Slika 40 Detajl dvostopenjskega praga	28
Slika 41 V ozadju že izvedena leva stran praga in brežine. V ospredju izdelava delovnega platoja za desno stran.....	29
Slika 42 Črpanje vode iz gradbene jame za izvedbo 1. Stopnje pragu na desni strani	29
Slika 43 Izvedena 1. stopnja praga in prehod na 2. stopnjo, povezava s kamnito-betonsko zložbo, desna stran.....	30
Slika 44 Odstranitev delovnega platoja	30
Slika 45 Odstranitev delovnega platoja ter začasne deponije	30

Slika 46 Vzpostavitev prvotnega stanja.....	31
Slika 47 Končan projekt sanacije struge v Ljubnem, pogled gorvodno	31
Slika 48 Končana brežina z bermo, pogled dolvodno	31
Slika 49 Poplavno ogroženo območje IPC Loke pri Q100 – modro obarvano območje.....	32
Slika 50 Načrt I. faze P12 – P23 (Vir: Načrti v sklopu PZI – EHO projekt)	33
Slika 51 Dostopna cesta v IPC Loke	34
Slika 52 Obvoz v času menjave prepusta med profiloma P20 in P22	34
Slika 53 Prometna signalizacija v času popolne zapore.....	35
Slika 54 Znak za 'nevarnost na cesti'	35
Slika 55 Znak za 'prepovedan promet v obeh smereh'	35
Slika 56 Prvotni načrt prečnega profila P17 (Vir: Načrti v sklopu PZI – EHO projekt)	36
Slika 57 Izvedba kamnite zložbe v betonu ki bo podpirala dostopno pot do čistilne naprave	36
Slika 58 Načrtovani profil struge (Vir: Načrti v sklopu PZI – EHO projekt)	37
Slika 59 Humusiranje brežin	37
Slika 60 Leseni talni prag.....	37
Slika 61 Urejena struga potoka in dostopna cesta do čistilne naprave, pogled gorvodno	38
Slika 62 Urejena struga potoka, pogled dolvodno proti prepustu P13 - P14.....	38
Slika 63 Čiščenje naplavin od profila P1 do profila P12, pogled gorvodno.....	38
Slika 64 Načrt in detajli karakterističnega prereza prepusta P13 – P14.....	39
Slika 65 Preverjanje ali je podaljšana vodovodna cev dovolj globoko za temelj prepusta.....	39
Slika 66 4-osni kamioni, opremljen z HIAB avtodvigalom.....	40
Slika 67 Raztovarjanje cevi Ø160 cm	40
Slika 68 Polaganje cevi na AB temelj	40
Slika 69 Delno izvedeni kamnito-betonski zidovi prepusta.....	41
Slika 70 Dokončani zidovi prepusta, pogled dolvodno	41
Slika 71 Izkop za temelj prepusta, začasna lesena podpora elektro kabskega voda	42
Slika 72 Vgradnja cevi Ø160 cm.....	42
Slika 73 Vgrajene vse cevi	42
Slika 74 Komprimacija tal z nabijalec "žabo" ob straneh prepusta	43
Slika 75 Komprimacija tamponskega drobljenca z 2,5-tonskim valjarjem.....	43
Slika 76 Asfaltiranje prepusta	43
Slika 77 Izvedena menjava prepusta P20-P22	44
Slika 78 Izvedena menjava prepusta P13-P14 ter dostopna cesta.....	44
Slika 79 Očiščene naplavine od profila P1 do profila P12, pogled dolvodno	44
Slika 80 Prvotni terminski plan	45
Slika 81 Posodobljen terminski plan	45
Slika 82 Posodobljen terminski plan prikazan z gantogramom	45
Slika 83 Transportna pot betona - IPC Loke	46
Slika 84 Transportna pot betona in kamna - Sanacija struge	46
Slika 85 Črpanje vode iz gradbene jame pri betoniranju dvostopenjskega pragu	47

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 Škoda ob večjih poplavnih dogodkih v Zahodno-Štajerski regiji v obdobju od leta 2009 do 2018 (Vir: URSZR Izpostava Celje, aplikacija AJDA, april 2019)	6
--	---

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ARSO - Agencija Republike Slovenije za okolje

DOF – Digitalna ortofoto (karta)

DRSV – Direkcija republike Slovenije za vode

Dsr – Debelina srednja (vrednost)

iKPN – Integralna karta poplavne nevarnosti

k.o. – Katastrska občina

MOP – Ministrstvo za okolje in prostor

NZPO – Načrt zmanjševanja poplavne ogroženosti

PZI – Projekt za izvedbo

SMOK – Sistem monitoringa, opozarjanja in kontrole

URSZR – Uprava republike Slovenije za zaščito in reševanje

Qes - Ekološko spremenljivi pretok

Q10 Pretok z 10 letno povratno dobo

Q100 – Pretok s 50 letno povratno dobo

Q500 – Pretok s 100 letno povratno dobo

1 UVOD

Savinja je reka, ki slovi po veliki poplavni ogroženosti že iz preteklosti in tudi v današnjem času. Prebivalcem Savinjske doline je reka s svojimi pritoki ob povečanih padavinah povzročala nemalo težav. Za zmanjšanje škode in zaščito prebivalcev, se izvajajo protipoplavni ukrepi, katerih namen je obvladovanje poplavne ogroženosti. Seveda je popoln nadzor rek in varovanje pred poplavami na celotnem območju skoraj nemogoče, je pa zmanjšanje verjetnosti poplav z izvedbo posameznih ukrepov dosegljivo.

Namen naloge je prikaz tehnologij izvedbe posameznih elementov protipoplavne zaščite na območju Savinjske doline, kjer sem tudi sodeloval. Prikazan je potek celotne gradbene izvedbe aktivnih in pasivnih protipoplavnih ukrepov. V nalogi sta predstavljena dva projekta, ki sta se izvajala sočasno na tem območju v Savinjski dolini, in sicer v Ljubnem ob Savinji. V prvem projektu je prikazana izvedba aktivnih ukrepov oziroma redno vzdrževanje vodotoka, kar vključuje izvedbo jezbic iz kaštne konstrukcije, obrežno utrditev in utrditev struge s pragom. Pri drugem projektu so bili izvedeni pasivni ukrepi, ki varujejo industrijsko-poslovni center Loke pred poplavami. V sklopu tega projekta je bila izvedena regulacija struge z menjavo dveh prepustov.

2 POREČJE SAVINJE

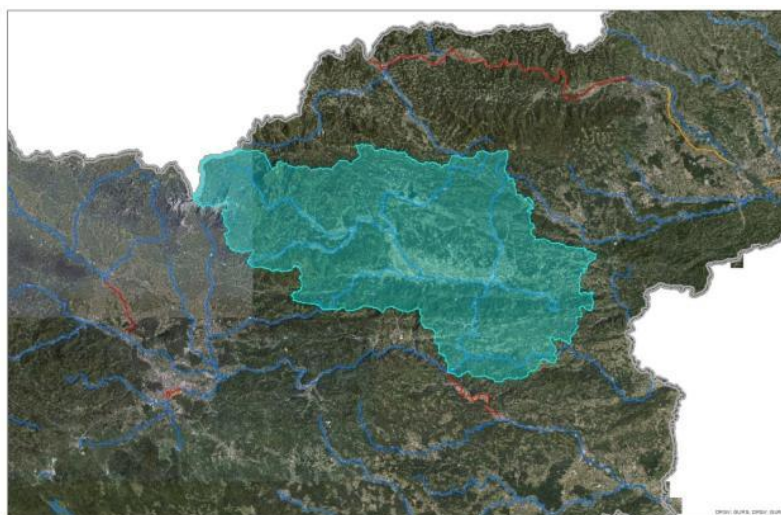
Savinja je šesta najdaljša reka v Sloveniji in druga najdaljša reka, ki v celoti teče po slovenskem ozemlju. Rečni tok je dolg 102 km in njena prispevna površina obsega 1853 km².

Izvira v Kamniško-Savinjskih Alpah pri slapu Rinka v Logarski dolini na nadmorski višini 1380 m. Zaradi visokoprepustne podlage (proda) presahne in se ponovno pojavi v spodnjem delu Logarske doline pri izviru Črne (Savinja). Njen drugi izvir je v potoku Jezera v Matkovem kotu in se pri Romavhovcu izliva v Savinjo.

Savinja teče skozi Zgornjo Savinjsko dolino, kjer večje pritoke predstavljajo Lučnica v Lučah, Ljubnica v Ljubnem in Dreta v Nazarjah. V Spodnji Savinjski dolini oziroma Celjski kotlini večje pritoke predstavljajo Paka pri Šmartnem ob Paki, Bolska pod Preboldom, Ložnica in Voglajna v Celju ter Rečica v Laškem. Pri Zidanem mostu se izteka v reko Savo in predstavlja njen najmočnejši pritok.

V zgornjem delu Savinje do Letuša znašajo povprečni padci Savinje pri Solčavi 3,3%, do Ljubnega 1,4% in do Letuša 0,84%. Padec nadmorske višine od Solčave do Letuša znaša 327 m. Visoke letne padavine, ki na tem območju znašajo nad 1300 mm so največje v Kamniško-Savinjskih Alpah in Karavankah. Zaradi strme, visokogorske in vodonepropustne podlage, padavine hitro odteka in se zbirajo. S tem pridobijo veliko erozijsko moč, ki ruši bregove in pobočja ter odnaša material s površja in globine rek, potokov. Savinja je v zgornjem delu Savinjske doline po naravi hudourniška reka. prav tako so hudourniškega značaja večina pritokov.

V Spodnji Savinjski dolini – od Letuša do sotočja Savinje in Save v Zidanem mostu, je padec nadmorske višine 113m. V tem delu je površinskih voda občutno manj, reka se upočasni in razširi, pojavljajo se velika prodišča in otoki.



Slika 1 Porečje Savinje z vsemi pritoki (Atlas voda, junij 2019)

3 POPLAVE V SAVINJSKI DOLINI

Poplave v Savinjski dolini so zelo pogost pojav. Zaradi hudourniške narave je Savinja ob povečanjem pretoku zelo nevarna in uničujoča reka – odnaša mostove, poškoduje jezove, poplavlja ceste, stanovanjske in druge objekte. S seboj prav tako odnaša prodni material, kakor tudi vso vegetacijo ki raste ob njej in njenih pritokih. Medtem ko so za Zgornjo Savinjsko dolino značilne hudourniške poplave, so za Spodnjo Savinjsko dolino (Celje z okolico), kjer je padec manjši, značilne nižinske poplave. Problem nastane na sotočju Voglajne s Savinjo, kjer se srečata dva večja vodotoka, ki prihajata iz povsem različnih območij.

Vzrok za stoletne visoke vode na Savinji, ki so najpogostejše pri večjih uničujočih poplavih, so večinoma pozno-jesenske padavinske situacije, kjer padavine niso tako intenzivne ampak je njihovo trajanje daljše. Porečje Savinje po podatkih Inštituta za vode Republike Slovenije, ogroža 52 km² urbanih površin, na katerih živi 21.400 prebivalcev. Kar 15% vseh poplavnih površin v Savinjski dolini je poseljenih. Največkrat ogroženi pa sta tudi večji mesti v Savinjski dolini – Celje in Laško.

Poplave je v večini primerov možno napovedati. S spremljanjem vodotokov na posameznih vodomernih postajah, so znani določeni pretoki pri katerih je potrebno dodatno ukrepanje; razglasitev alarmov in obveščanje pristojnih služb. Poleg pretokov pa je potrebno tudi spremljanje padavinskih napovedi.

Dejansko stanje vodotokov, povratne dobe velikih pretokov ter ostale statistične vrednosti na posameznih vodomernih postajah, so dostopne na spletni aplikaciji SMOK (Sistem monitoringa, opozarjanja in kontrole).

3.1 Večje poplave v preteklosti

1. November 1990

Poplave, ki so se zgodile 1. novembra 1990 veljajo za ene najhujših v Savinjski dolini do zdaj. Savinja je zaradi padavin, ki so se stopnjevale od polovice oktobra do začetka novembra, spremenila celotno dolino v manjša jezera. Najhuje je bilo v Zgornji Savinjski dolini, kjer je Savinja med Lučami in Ljubnim odnesla vse mostove. Poplavo je večino stanovanjskih hiš in drugih objektov, ki so stali ob neposredni bližini struge. Najbolj prizadeto je bilo območje občine Mozirje, kjer je poplavo večino nižinskih površin. Prav tako so skoraj 100-letne vode presenetile prebivalce Celja, ki so se po izvedbi protipoplavnih ukrepov v preteklosti zmotno počutili varno. Največjo škodo je utrpela Bolnišnica Celje in Zdravstveni dom v Celju, kjer so morali evakuirati dve tretjini bolnikov. Poplave so poleg prekinitev telekomunikacijskih in energetskih vodov, okrnile tudi oskrbo s pitno vodo. V središču Celja je voda segala tudi do 1,5 m visoko in poplavlila 700 ha urbaniziranih mestnih površin. Savinja je v Celju dosegla maksimalni pretok $1208 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{100} = 1229 \text{ m}^3/\text{s}$), v Laškem pa kar $1406 \text{ m}^3/\text{s}$, kar presega mejo povratne dobe 100 –letnih voda ($Q_{100} = 1389 \text{ m}^3/\text{s}$).

(Vir: Mesto v objemu voda, Poplave v Celju v 20. Stoletju, Zgodovinski arhiv 2005)

4. November 1998

Savinja je ponovno poplavljala novembra 1998. Tokrat na račun padavin iz severnega dela porečja. Poleg Savinje so poplavljali tudi njeni pritoki. Dreta je prebila nasip in poplavlala večji del Nazarij. Potok Pirešica je zaprl cesto Arja vas – Velenje. Največ škode je bilo povzročene v Celju in Laškem, kjer so se poplave lahko primerjale s poplavami iz novembra 1990. Ob tej poplavi je Savinja na več mestih (Parižlje, Latkova vas) poglobila svojo strugo za več kot 2 m, naplavni material pa odlagala pod Celjem. Na območju Laškega se je struga dvignila za več kot meter in poplavlala obe glavni vpadnici v mesto. Poplavljeni so bili kletni prostori zdravilišča v Laškem, Kulturni center v Laškem, podvoz pod železniško progo, v zdraviliškem parku pa je voda segala do 2 m visoko. Savinja je v Laškem s pretokom $1395 \text{ m}^3/\text{s}$ presegla mejo 100 - letne povratne dobe.

(Vir: Mesto v objemu voda, Poplave v Celju v 20. Stoletju, Zgodovinski arhiv 2005)



Slika 2: Savinja pri Polulah november 1998 (Mesto v objemu voda, 2005)

18. September 2007

V poplavi so bile najbolj prizadete občine Nazarje, Vojnik, Laško, Rimske Toplice in Zidani Most. V Nazarjah je ob sotočju Drete in Savinje poplavelo ves spodnji del naselja in s tem povzročilo škodo na 200 stanovanjskih hišah, 150 gospodarskih poslopih in 12 podjetjih. Savinja Celja takrat ni poplavela, so pa veliko škodo povzročili njeni pritoki v okolici. Veliko škode je povzročil potok Hudinja v Vojniku in na ravninah v smeri proti Celju. Prav tako je Koprivnica zalila stanovanjske soseske na Ostrožnem in v Medlogu. V Laškem pa se je ta poplava po obsegu uvrstila takoj za poplavami iz leta 1990 in 1998. Poplavljeni so bili Zdraviliški dom, trgovski center, Kulturni center Laško ter več stanovanjskih hiš in podjetij. V Nazarjah je maksimalni pretok znašal 507 m³/s, v Laškem 1254 m³/s, v Celju pa 1052 m³/s. Vsi trije pretoki se uvrščajo po velikosti med pretoke s povratno dobo 25 in 50 let.

(Vir: Geografski vidiki poplav v Sloveniji; Komac, Natek, Zorn)

18 .do 19. September 2010

Najhuje je bilo v Celju in Laškem. V Škofji vasi je poplavljal potok Hudinja. V Štorah je voda zajela industrijski obrat Železarne Štore, v katerem so delno ustavili proizvodnjo. V Laškem so bile zalite vse glavne ceste in podvozi, ki vodijo v mesto. Poplavljenih je bilo več stanovanjskih zgradb, javnih ter gospodarskih objektov. Pretok na vodomerni postaji Laško I je v konici znašal 1030 m³/s, kar ustreza pretoku s povratno dobo 10 do 20 let.

(Vir: Hidrološko poročilo o povodnji v dneh od 17. do 21. septembra 2010; ARSO)

5. November 2012

V Zgornji Savinjski dolini je ob sotočju Drete in Savinje v Nazarjah in Ljubnem ob Savinji prišlo do poplav, ki so zalile kleti stanovanjskih in drugih objektov, ki se nahajajo v bližini strug obeh vodotokov. Prav tako je bilo poplavljenih več kilometrov cest v Zgornji Savinjski dolini. Savinja v Celju ni prestopila bregov. Poplavelo je nekatere kleti in pritlične prostore v stanovanjskih hišah in drugih objektih, ki se nahajajo v neposredni bližini potokov v okolici Celja. V Vojniku in okolici je potok Hudinja poplaval oziroma poškodoval več kilometrov cest, zalilo je tudi kleti več stanovanjskih hiš. Savinja je na vodomerni postaji v Celju (Celje II - Brv) dosegla maksimalni pretok 1097 m³/s, kar pomeni pretok s povratno dobo 25-50 let. V Laškem je pretok v konici znašal 1040 m³/s, kar ustreza pretoku s povratno dobo manj kot 20 let. Ta podatek je zanimiv tudi zato, ker je bil pretok manjši kot v Celju, čeprav Laško stoji dolvodno pod Celjem.

(Vir: Hidrološko poročilo o poplavah v dneh med 4. in 6. novembrom 2012, ARSO)

28. April 2017

V zgornji Savinjski dolini se je sprožilo več zemeljskih plazov. Pojavljale so se lokalne poplave na njivah in travnikih. Plazovi in voda so poplavljali in poškodovali cestne povezave med Solčavo in Lučami. V Nazarjah je zalilo nekaj kleti. V Laškem je bilo poplavljenih več objektov, med njimi tudi zdravilišče in Kulturni center. Prav tako sta bili poplavljeni obe vpadnici v mesto.

(Vir: Poročilo o poplavah - Poplavljanje rek 27. in 28. aprila 2017, ARSO)

3.2 Ocenjevanje škode ob večjih poplavnih dogodkih

Naloga rečnega nadzorstva je poleg rednega pregledovanja vodotoka zaradi morebitnih kršitev Zakona o vodah, tudi ocena nastale škode ob večjih poplavnih dogodkih. Na naročilo DRSV, pobudo občine, javljanja krajanov ali v sklopu rednega nadzorstva, rečni nadzorniki ocenjujejo nastalo škodo na vodotokih in vodni infrastrukturi.

Popisano škodo se posreduje DRSV (območnemu sektorju), s katerim se uskladijo glede ocenjene škode. Ocenjena škoda se nato vnese v aplikacijo AJDA, kjer se zbirajo podatki za posamezno občino oziroma vodotok, kjer je bila povzročena škoda. Vneseni podatki se nato pregledujejo s strani MOP in potrdijo s strani vlade RS, katera odobri oziroma financira morebitna gradbena sanacijska/interventna dela.

Dogodek	Ocenjena škoda skupno (EUR)	Ocenjena škoda samo na vodotokih in vodni infrastrukturi (EUR)
Poplave decembra 2010	175.128,71	
Poplave septembra 2010	13.244.877,68	
Poplave novembra 2012	50.665.517,59	32.820.481,48
Poplave septembra 2014	6.03.888,16	
Poplave oktobra 2014	83.681,89	
Poplave novembra 2014	40.276,17	
Poplave junij 2016	971.628,23	
Poplave avgust 2016	6.527.320,91	5.278.869,68
Poplave april 2017	26.600.600,38	23.631.498,83
Poplave december 2017	20.891.214,02	12.761.560,46
Poplave december 2018	5.943.966,13	4.257.177,67
Poplave december 2018	5.111.961,21	4.785.191,03

Preglednica 1 Škoda ob večjih poplavnih dogodkih v Zahodno-Štajerski regiji v obdobju od leta 2009 do 2018 (Vir: Ocena ogroženosti zahodno štajerske zaradi poplav, URSZR Celje, april 2019)

4 ZMANJŠANJE POPLAVNE OGROŽENOSTI

4.1 Načrt zmanjševanja poplavne ogroženosti

V slovenskem katalogu protipoplavnih ukrepov je razvrščenih 20 različnih načinov ukrepanja na poplavno ogroženih območjih v obsegu:

U1 Določevanje in upoštevanje poplavnih območij, U2 Identifikacija, vzpostavitev in ohranitev razlivnih površin visokih voda; U3 Prilagoditev rabe zemljišč v porečjih; U4 Izvajanje hidrološkega in meteorološkega monitoringa; U5 Vzpostavitev in vodenje evidenc s področja poplavne ogroženosti; U6 Izobraževanje in ozaveščanje o poplavni ogroženosti; **U7 Načrtovanje in gradnja gradbenih protipoplavnih ukrepov**; U8 Izvajanje individualnih (samozaščitnih) protipoplavnih ukrepov; U9 Redno preverjanje učinkovitosti obstoječih (gradbenih) protipoplavnih ureditev; **U10 Redno vzdrževanje vodotokov, vodnih objektov ter vodnih in priobalnih zemljišč**; U11 Izvajanje rečnega nadzora; U12 Protipoplavno upravljanje vodnih objektov; U13 Zagotavljanje finančnih resursov za izvajanje gospodarske javne službe urejanja voda; U14 Priprava načrtov zaščite in reševanja ob poplavah; U15 Napovedovanje poplav; U16 Opozarjanje v primeru poplav; U17 Interventno ukrepanje ob poplavah; U18 Ocenjevanje škode in izvajanje sanacij po poplavah; U19 Dokumentiranje in analiza poplavnih dogodkov; U20 Sistemski, normativni, finančni in drugi ukrepi.

Za gradbeno stroko sta najpomembnejša oziroma najaktualnejša ukrepa **U7 - načrtovanje in gradnja gradbenih protipoplavnih ukrepov** in **U10 - redno vzdrževanje vodotokov, vodnih objektov ter vodnih in priobalnih zemljišč**.

Prav tako je bila med strokovnjaki s področja upravljanja z vodami izvedena anketa, v kateri so ugotavljali prioritetenost posameznega ukrepa med 20 možnimi. Med najpomembnejše so na prvo mesto postavili ukrep U7 (Načrtovanje in gradnja gradbenih protipoplavnih ukrepov) in na drugo mesto U10 (Redno vzdrževanje vodotokov, vodnih objektov ter vodnih in priobalnih zemljišč). Oba ukrepa sta najučinkovitejša, prav tako pa sta tudi najdražja.

(Vir: NZPO SI 2017-2021)

V nadaljevanju je opisan pomen in izvedba obeh ukrepov.

(U7) Načrtovanje in gradnja gradbenih protipoplavnih ukrepov

To vrsto ukrepov izvaja MOP (Ministrstvo za okolje in prostor) oziroma DRSV (Direkcija RS za vode) z javnimi razpisi, kjer izberejo ustreznega izvajalca del. Izgradnja protipoplavnih zaščit kot so visokovodni nasipi ali zidovi, suhi ali mokri zadrževalniki itd. se je izkazala za najbolj učinkovito pri zmanjšanju poplavne ogroženosti. Del tega ukrepa predstavlja tudi načrtovanje, v katerega spada tudi analiziranje vpliva in koristnost investicije. Pomembno je, da so vse protipoplavne zaščite razvite v skladu z vsemi prostorskimi načrti in akti. Pri razvoju ukrepa se upošteva tudi integracija objekta gor in dolvodno od lokacije umeščanja, ter vpliv na celotno porečje oziroma poplavno območje.

(U10) Redno vzdrževanje vodotokov, vodnih objektov ter vodnih in priobalnih zemljišč

V nekaterih primerih je vzdrževanje vodotokov, vodnih objektov ter vodnih in priobalnih zemljišč pri zmanjšanju poplavnih območij, pomembnejše od same izgradnje novih protipoplavnih zaščit. Zaradi zanemarjanja in/ali nepravilnega urejanja vodotokov ter njihove neposredne okolice, se lahko ustvarijo neugodne razmere, ki povečajo poplavno ogroženo območje in s tem povzročajo še več škode.

Ker je bilo v Sloveniji v preteklosti zelo malo finančnih sredstev namenjenih za izvajanje rednega vzdrževanja vodotokov, vodne infrastrukture ter vodnih in priobalnih zemljišč, je bilo le to omejeno.

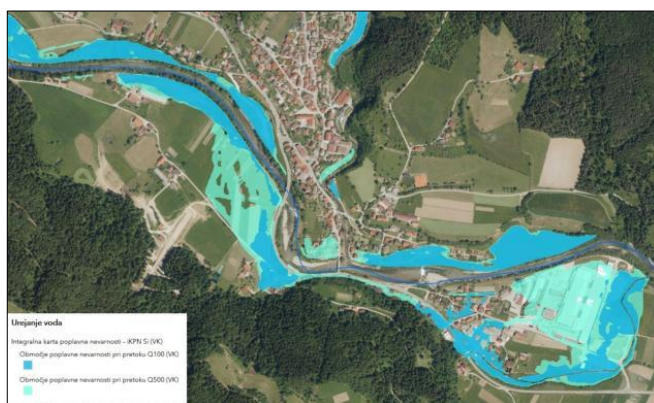
Na Savinji se je pomanjkanje sredstev toliko bolj pokazalo, zaradi velikega območja porečja Savinje z njenimi pritoki in zaradi njenega hudourniškega značaja.

Potrebno je tudi poudariti, da se tako pri vzdrževanju kot pri novi izgradnji, obvezno uporabljajo kvalitetni in trajnostni materiali, saj se lahko že pri nadpovprečnih padavinah ustvarijo rušilni hudourniški pretoki, ki odnašajo nekvalitetno izvedene objekte.

(Vir: NZPO SI 2017-2021)

4.2 Atlas voda in integralne karte poplavne nevarnosti

Na Atlasu voda, ki je izdelan s strani DRSV, je možen prikaz Integralne karta poplavne nevarnosti (iKPN Si), v okviru katere je mogoč vpogled v stopnjo poplavne nevarnosti iz obstoječih poplavnih študij. Pri seznamu slojev imamo več možnih prikazov – prikaz poplavne nevarnosti pri pretoku Q10, Q100 ali Q500. Za podlago lahko uporabimo temeljne karte DOF 2011/2014, digitalni model površja, državne pregledne karte ali topografske karte. iKPN se dopolnjuje in posodablja dvakrat letno, na podlagi najnovejših izdelanih študij.



Slika 3: Integralna karta poplavne ogroženosti na območju Ljubnega ob Savinji, poplavna nevarnost pri pretoku Q100 in Q500 na temeljni karti DOF 2014 (Atlas voda, junij 2019)

4.3 Vloga podjetja Nivo Eko

Sodelovanje pri izvedbi vzdrževalnih del in protipoplavnih ukrepov so mi omogočili pri podjetju Nivo Eko d.o.o., kjer sem v preteklosti že opravljal praktično usposabljanje. Podjetje je kot imetnik koncesije, zadolženo za izvajanje rečnega nadzorstva ter vzdrževalnih, sanacijskih in interventnih del na porečju Savinje.

Družba Nivo Eko, d.o.o. je bila ustanovljena z vizijo vezano izključno na »zeleni program«. Matična dejavnost ob začetku poslovanja je bila izvajanje zunanjih ureditev bivalnih ter poslovnih objektov, vegetativne protierozijske zaščite brežin, ekološke sanacije degradiranih naravnih okolij ter vzdrževanje vodnih korit in parkovnih površin. Glede na preoblikovanje trga gradbene dejavnosti, so v podjetju zaznali potrebe trga in posledično nove poslovne priložnosti. Razširili so dejavnost in si z vizijo podjetja postavili širše poslovne cilje, s programom nizkih, vodnih in visokih gradenj. Danes družba razpolaga z vso potrebno tehnološko opremo in mehanizacijo za pravočasno in kvalitetno izvedbo del. Tako izvajajo naslednja dela:

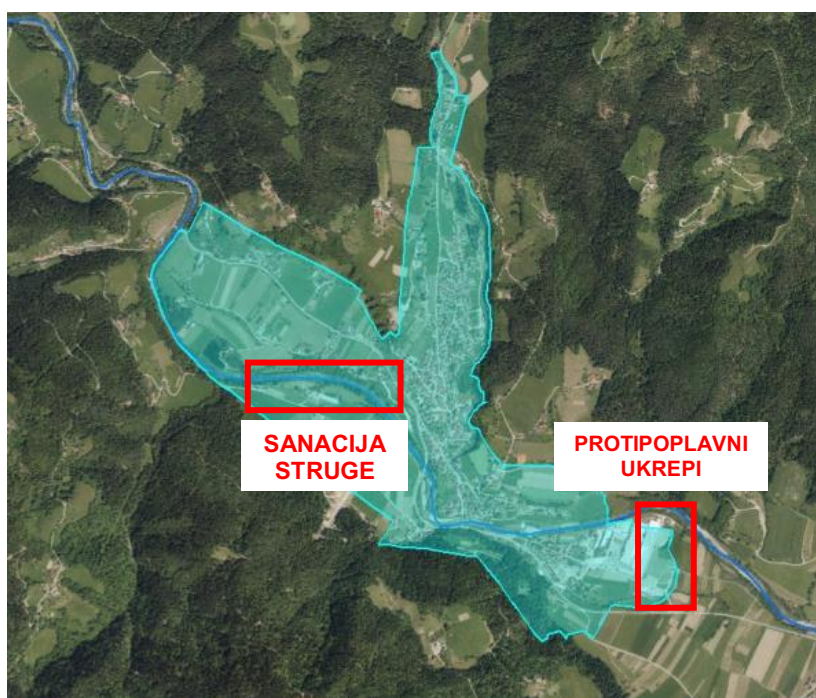
- urejajo, regulirajo in vzdržujejo vodotoke;
- gradijo kanalizacijske sisteme za meteorne, fekalne in tehnološke vode;
- skrbijo za izvajanje cestnih povezav – deviacij, kamnitih zložb, protihrupnih nasipov;
- sanirajo plazove;
- izvajajo zunanje ureditve in poskrbijo za izgradnjo različnih objektov .

5 PROTIPOPLAVNI UKREPI NA OBMOČJU LJUBNEGA OB SAVINJI

Občina Ljubno se nahaja v Zgornji Savinjski dolini, med dvema pobočjema, ki objemata Savinjo. Od tod tudi izvira ime kraja - Ljubno ob Savinji. Savinja je v tem predelu Savinjske doline veliko bolj agresivna kot v krajih, ki ležijo dolvodno od Ljubnega. Tukaj ima reka ob povečanih padavinah pravi hudourniški značaj. Ob večjih nalivih povzročajo težave tako poplave, kot tudi spodjedene brežine in poglobljene struge. Na tej lokaciji se je zaradi navedenih težav treba posvetiti poleg pasivnega protipoplavnega varovanja, tudi rednemu vzdrževanju vodotoka.

Na tem območju sta se načrtovala in izvedla dva večja projekta za zmanjšanje poplavne ogroženosti:

- **Sanacija struge**
- **Protipoplavni ukrepi IPC Loke (I. faza)**



Slika 4 Ljubno ob Savinji, označeni lokaciji ukrepov (Atlas voda, junij 2019)

5.1 Sanacija struge v Ljubnem ob Savinji

Obravnavan odsek je območje ob Savinji v Ljubnem, ki se razteza od prireditvenega prostora Vrbje do ribnika Ribiškega Društva Ljubno, v dolžini okoli 400m (slika 10). Struga poteka v rahli krivini, pri čemer je bila brežina na levem bregu, konkavnem delu krivine zaradi erozijskih procesov, že utrjena.

Poplave, ki so se zgodile leta 2012, so porušile oba večja jezova na tem območju, in hkrati močno poškodovala brežino na levi strani reke.

Zadnje večje vode na zgornjem toku Savinje so bile v aprilu 2017. Takrat je Savinja močno erodirala že prej poškodovano levo brežino.

Zaradi vse večjega strahu lastnikov priobalnih zemljišč pred morebitnimi poplavami, ter opozorili rečnega nadzorstva in občine Ljubno, je prišlo na MOP/DRSV, na sektorju za območje Savinje do odločitve za sanacijo tega odseka.

Rečni nadzornik in projektant so ocenili, da se je na konkavnem delu krivine struga poglobila od 0,5 m do 1,5m. Na desnem bregu, konveksnem delu krivine, se je intenziviral proces odlaganja naplavin z intenziviranjem zaraščanja brežin in prodišč, kar je še dodatno prispevalo k premiku glavnega toka proti levi brežini in napredujočih erozijskih procesov vzdolž celotnega odseka.



Slika 5 Odsek v Ljubnem ob Savinji na temeljni karti DOF 2016 z označenimi lokacijami slik (Atlas okolja, 2019)



Slika 6 Lokacija 1, pogled gorvodno, erozija leve brežine, odložen material na desni brežini

Na sliki 6 so vidne erozijske poškodbe na peti utrditve leve brežine in matice toka reke, ki se nahaja v neposredni bližini. Na desnem bregu vidimo veliko količino naplavin – proda, in gosto zaraščeno brežino. Ob povečanem pretoku so zaradi goste zaraščenosti brežin, še dodatno ogrožena bližnja zemljišča. Gosta zarast je vzrok za poplavljanje reke pri nižjih pretokih, kot je analitično določeno na podlagi poplav v preteklosti.



Slika 7 Lokacija 2, pogled gorvodno, zožitev struge zaradi obraščenega prodišča na desnem bregu

Na desni strani struge je opazen izrazit proces zaraščanja brežine z zarastjo, ki dodatno utrjuje brežino in usmerja vodni tok proti levemu bregu, kjer so hidrodinamični procesi vse bolj izraziti. Če se na desnem bregu procesi umirjajo, so toliko bolj izraziti na levem bregu, kjer se proces spodjedanja zaradi zožitve struge še bolj intenzivira. V strugi je še moč opaziti ostanke stabilizacijskega pragu, ki pa ne služi več svojemu namenu (slika 7).



Slika 8 Lokacija 3, pogled gorvodno, erozijska poškodba leve brežine pri "Budnovi žagi" in obraščeno prodišče na desnem bregu

Na sliki 8 vidimo mesto prevoja, kjer se matica rečnega toka preusmeri iz desnega brega proti levemu bregu. Opazna je močno poškodovana leva brežina z napredujočimi erozijskimi procesi, ki segajo do same hribinske podlage. Tako odprta brežina, je pri naraslih vodah še toliko bolj ranljiva, saj lažje odnese večji del priobalnega zemljišča. Vidi se tudi približen potek nekdanjega stabilizacijskega prečnega praga, od katerega so ostale samo skale večjih dimenzij.

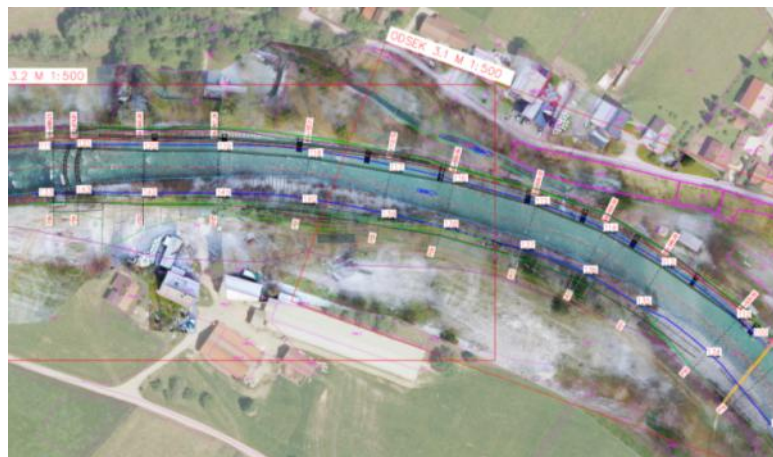
5.1.1 Načrtovana dela

Namen ureditve struge je varovanje pred škodljivim delovanjem voda, predstavljeno s fotografijami in opisi. Istočasno je pomembno ohranjanje rečne dinamike, ki je značilna za to področje. Cilj gradnje je bila tudi sonaravna ureditev, ki zagotavlja hidromorfološko pestrost in habitate prisotnim živalskim in rastlinskim vrstam.

Hidromorfološka pestrost je bila zaradi nastalega stanja zelo prizadeta. Za zagotovitev le te, je bilo poleg izvedbe jezbic, ki ustvarjajo tolmane in skrivališča za ribe in mikroorganizme, potrebna tudi izgradnja rečnega praga. Kombinacija obeh konstrukcijskih elementov omogoča dodatne habitate za prisotne živalske vrste.

Predvideli smo naslednja dela :

- **Izvedba zavarovanja z jezbicami in vmesno utrditvijo s kamnito zložbo na levi brežini**
- **Odstranitev prodišča na desnem bregu in formiranje struge v skladu z normalnim profilom**
- **Izvedba dvostopenjskega praga in zavarovanje brežin v njegovem območju**



Slika 9 Načrt odseka v Ljubnem ob Savinji (Vir: Načrti v sklopu PZI – Nivo eko)

5.1.1.1 Pogoji in omejitve

Pred pričetkom del smo pridobili naravovarstveno soglasje s strani ARSO, saj se z gradnjo posega v naravo. Naravovarstveno soglasje se je izdalo z postavljenimi pogoji, katere je bilo potrebno v času gradnje upoštevati in izpolniti.

V času gradnje smo poleg naravovarstvenega soglasja upoštevali tudi ostale splošne omejitve in pogoje. Nekaj pomembnejših sem naštel spodaj:

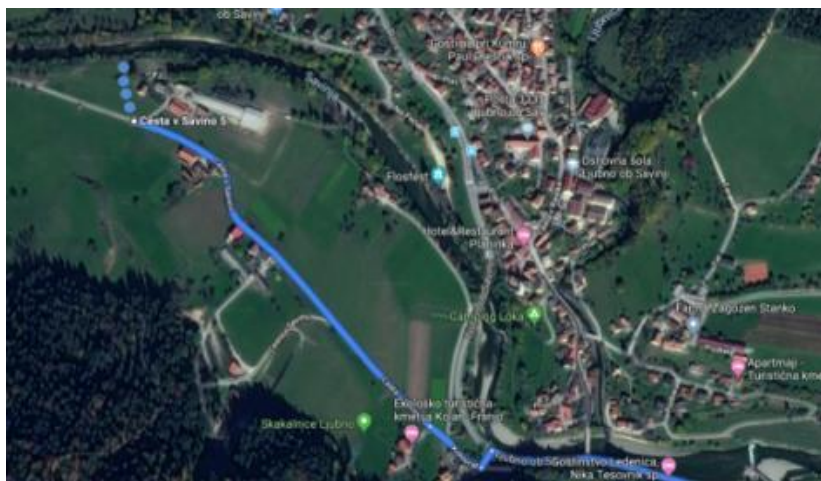
- Z gradbenimi stroji se je posegalo v vodni prostor le kolikor je bilo nujno potrebno. Zemeljska dela, izkopavanja v brežino ali strugo je bilo treba tehnično izpeljati tako, da se je v čim večji meri zmanjšal vpliv kaljenja vode.
- Vsi posegi so se morali izvajati tako, da je bilo preprečeno onesnaževanje vodotoka s strupenimi ali škodljivimi snovmi (goriva, olja, zaščitni premazi, beton, itd.), ki se uporabljajo v gradbeništvu. Vsi gradbeni stroji, ki so izvajali dela v vodnem in obvodnem prostoru, so morali delovati z biološko razgradljivim oljem.

- O predvidenih delih v vodnem ali priobalnem zemljišču je bilo potrebno vsaj 14 dni pred začetkom gradnje obvestiti Ribiško društvo Ljubno o začetku gradnje, da je lahko izvedlo intervencijski odlov rib na predvidenem območju posega.
- Zaradi poplavne ogroženosti območja na odseku 3, je bilo v primeru napovedi visokih voda, potrebno omogočiti normalen pretok v strugi Savinje. Začasni prepust se je odstranil in s skalami začasno zavaroval nezaščiteno-nedokončano ureditev in s tem preprečil škodo na nedokončanih zavarovanjih.

Pri izvedbi smo se teh načel in pogojev kolikor je le bilo možno tudi držali. Seveda pa je bila za hiter in kakovosten potek del potrebna prilagoditev le teh, vendar ne na škodo narave oziroma zasebne in državne lastnine.

5.1.1.2 Ureditev in dostop do gradbišča

Dostop do lokacije smo uredili iz lokalne ceste Kolovrat-Trbiž preko parcele št. 722 in 745 k.o. Savina (slika 10), kjer se je z odzivom humusa in nasutjem tamponskega materiala izdelalo dostopno cesto. Dostopna cesta je bila široka približno 3 m. Pri izdelavi dostopne ceste smo uporabili odstranjen prod iz rečne struge. Za pridobitev soglasja lastnikov priobalnih zemljišč, smo se za njihovo dovoljenje z njimi dogovorili o primerni odškodnini.



Slika 10 Dostop do dovozne ceste

Gradbišče smo za potrebe delavcev opremili z gradbiščnim kontejnerjem v velikosti 2,4 m x 6,0 m, označili z gradbiščno tablo ter uredili dostopno cesto do lokacije izvajanja in začasne deponije (slika 11).



Slika 11 Ureditev gradbišča in dostopna cesta

Zaradi nevarnosti vstopa nepooblaščenim osebam na gradbišče, smo dostop omejili s postavitvijo ograje z gradbiščno mrežo in opozorilno tablo »POZOR GRADBIŠČE, VSTOP NEZAPOSLENIM PREPOVEDAN!«.



Slika 12 Opozorilna tabla

5.1.2 Izvajanje del

Za zunanji transport bagrov in kontejnerja na gradbišče smo uporabili 3-osni vlačilec (slika 13).



Slika 13 3-osni vlačilec s prikolico in naloženim štiriindvajset-tonskim bagrom, prevoz do gradbišča

Dostopno cesto do gradbišča smo izvedli s šestnajst tonskim bagrom, ki je imel nameščeno planirno žlico ("planirko"). Odstranjen vrhnji sloj humusa smo za kasnejšo vzpostavitev prvotnega stanja, odložili ob dostopni cesti (slika 14).



Slika 14 Ureditev dostopne ceste

Zaradi razmočenega terena, velike teže transportnih vozil in premajhne količine nasutega tamponskega materiala, se je ta hitro pogrezal. Nastala situacija je bila problematična ob mokrem vremenu, ko so se večji kosi zemljine oprijemali pnevmatik kamionov, kot tudi ob suhem vremenu, ko so kamioni prašili okolico v bližini dostopne ceste. Razumljiva in najbolj učinkovita rešitev je bilo vsakodnevno čiščenje prehoda iz dostopne na lokalno cesto (slika 15).



Slika 15 Priključek dostopne ceste na lokalno cesto in postavljen kontejner.

5.1.2.1 Dovozna rampa in delovni plato

Dovozno rampo smo izvedli v naklonu približno 1:4 na predhodno položenem lomljenecu večjih dimenzij, ki je predstavljal trdno podlago za prevoz mehanizacije in materiala. Rege smo zapolnili s finejšim materialom – naplavino, ki smo jo izkopali iz desne brežine.

Kolikor večji lomljenec smo uporabili, toliko stabilnejša in varnejša je bila kasneje podlaga, po kateri se je prestavljala mehanizacija in potekal transport s kamioni. Lomljenec na sliki 16 (pred bagrom) je primeren za temelj dovozne rampe, vendar je pri tem že omejena manipulacija z bagrom. Pri takšnem obsegu lomljenca je prenos v žlici bagra skoraj nemogoč, oziroma je prenos z potiskanjem lažje izvedljiv in tudi strojno manj obremenjujoč.



Slika 16 Izvedba dostopne rampe

Po izvedbi dostopne rampe smo v strugo vgradili cevne prepuste iz AB cevi DN1200 za premoščanje reke, zaradi izvedbe delovnega platoja na levem bregu struge. Ob vznožju dostopne rampe smo med vgrajene AB cevi DN1200, vstavili lomljenec večjih dimenzij za stabilizacijo začasnega prepusta. AB cevi je bilo potrebno zaradi večjega pretoka vgraditi poševno, glede na potek struge. S tem se je pri vtoku v cevi zmanjšala erozijska sila, ki bi lahko spodjedala material ob prepustu (slika 17).



Slika 17 Izvedena rampa, utrjevanje delovnega platoja na levem bregu struge

Ob obeh bregovih smo zgradili delovni plato. Namen delovnega platoja je bila lažja izvedba brežine, ter preprečitev nastajanja nepotrebnega kaljenja vode ob izvedbi jezbic in brežin. Za osnovo oziroma temelj smo uporabili lomljenec večjih dimenzij, ki smo ga prekrili in zapolnili z inertnim materialom - naplavino. Material (slika 18) smo transportirali iz gradbiščne okolice, kjer se je v sklopu ostalih vzdrževalnih del čistilo brežine (naplavino).

Za transport vseh vrst materialov (lomljenec, zemlja, beton) na daljši razdalji smo uporabljali tri osne kamione prekucnike, s kapaciteto kesona 12 m³



Slika 18 Izvedba delovnega platoja ob levi brežini,

Ob levi brežini smo zaradi večjih konstrukcijskih elementov (brežine z bermo, jezbičice) in poteka struge, zgradili širši in stabilnejši delovni plato kot na desni strani. Za dodatno zavarovanje levega delovnega platoja, smo ob rob ki ima stik z vodo, vgradili lomljenec večjih dimenzij.

Vzporedno z izvedbo delovnega platoja smo tudi redčili vegetacijo. Večja in stabilnejša drevesa na ugodnih mestih smo pustili rasti, ker s svojim koreninskim sistemom utrjujejo brežino. Manjšo vegetacijo smo zaradi lažjega dela in dostopa do posameznih gradbenih elementov v celoti odstranili (slike 19 in 20).

Podiranje dreves smo izvajali z motorno žago in šestnajst tonskim bagrom, ki je usmerjal padec drevesa. Nekatera manjša drevesa smo skupaj s koreninskim sistemom izpulili brez žaganja (slika 19). Podrta drevesa smo razžagali in uporabili pri izdelavi jezbič.

Šestnajst tonski bager ima na koncu roke vgrajeno dodatno opremo 'Powertilt', ki omogoča hitro menjavo žlice, oz. orodja (izkopna/planirna žlica, hidravlično kladivo) ter dodatno manevriranje in spremembo naklona žlice (slika 19).



Slika 19 Izvedba delovnega platoja na desni strani, redčenje vegetacije s podiranjem dreves



Slika 20 Redčenje in čiščenje vegetacije na levi brežini

5.1.2.2 Konstrukcijski elementi

Izvedba jezbic

Lokacije jezbic je geodet zakoličil v skladu z zakoličbenimi podatki, ki jih je pred pričetkom del potrdil projektant.

Mesto predvidene jezbice smo očistili do laporne osnove. Temelj smo izkopali min. 1,0 m v laporno dno. Ob izvedbi izkopa je namreč skozi stene gradbene jame pronicala voda, ki smo jo s pomočjo potopne črpalke in dizelskega agregata sproti izčrpavali (slika 22).

Transport agregata in večjih strojev smo na gradbišču izvajali s pomočjo bagrov.

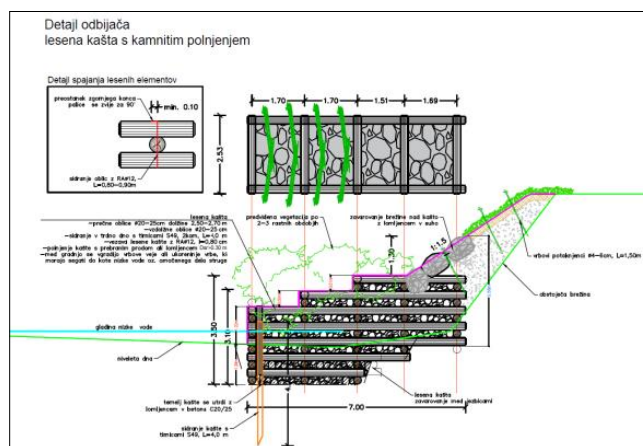


Slika 21 Črpanje vode s potopno črpalko pripeto na 16-tonski bager, med izvedbo izkopa z štiriindvajset-tonskim bagrom

Za hitrejšo in lažjo izdelavo lesene kašne konstrukcije jezbice, smo dna sestavili izven gradbene jame in jih nato vstavili na predvideno mesto (slika 22). Lesene kašte so medsebojno sidrane z jeklenimi palicami, z oznako RA fi12 mm. Palice smo v les vgradili s pomočjo kompresorja in ročnega pnevmatskega kladiva, s posebnim nabijalnim nastavkom. Sidra smo na vrhu zadnjih 10-15 cm zavili za 90° in vtisnili v debla/oblice. Za konstrukcijski les smo uporabili posekana/podrti drevesa iz okolice, premera 20-40 cm in borove oblice premera 20-30 cm.



Slika 22 Premikanje lesene kašte z štiriindvajset-tonskim bagrom na predvideno mesto jezbice



Slika 23 Detajl jezbic (Vir: Načrti v sklopu PZI – Nivo eko)

Sidranje smo izvajali z rabljenimi tirnicami tipa S49, ki smo jih vgradili v temeljno dno do globine najmanj 2 m. Za vgrajevanje se je na bager namestilo posebno hidravlično kladivo (slika 24). Na posamezno jezbico smo vgradili najmanj 4 tirnice znotraj kašte.



Slika 24 Hidravlično kladivo, ki se je uporabljalo za vgrajevanje tirnic

Nato smo v kašto vstavili lomljenec in ga obbetonirali. Večje, bagru nedostopne rege so se zapolnile ročno (25).



Slika 25 Sidranje lesene kaštne konstrukcije

Vsako delovno jutro, pred nadaljevanjem del pri izvedbi jezbic, je bilo potrebno iz gradbene jame izčrpati vso vodo, ki se je precedila med nedelovnim časom. Ta se je nacedila zaradi neposredne bližine rečne struge in nezadostnega tesnjenja gradbene jame, ki je nižja od gladine reke (slika 26).



Slika 26 Gradbena jama zapolnjena s precejno vodo.

Jezbico smo zapolnili z vrbovim grmovjem, s koreninskim sistemom ali vrbovimi potaknjenci, ki segajo minimalno do kote vode in naplavino večjih frakcij. Vrh kašte smo nato obežili z lomljencem $D_{sr} > 1,0$ m in zasuli z naplavino/humusom.

Za ureditev pribežališč za vodne organizme, je bilo potrebno debla s koreninami usmeriti proti toku. S tem smo ustvarili dodatna skrivališča za ribe in ostale prisotne živalske vrste.

Povprečna jezbica ima prostornino okoli 45 m³.

Izvedba zavarovanje med jezbicami – kamnita zložba, berma

Brežine smo začeli urejati hkrati z izvedbo jezbic. Gradili smo jih proti toku navzgor, horizontalno in vertikalno sorazmerno. Tako smo izvedbo dveh jezbic in vmesne brežine, končali istočasno.



Slika 27 Izvedba izkopa za peto brežine

Gradbeni profili brežin smo postavili na stacionažah, ki so bile označene na projektih. S tem smo lažje ustvarili pravilen naklon, višino in obliko brežine. Dolžina med podanimi/postavljenimi profili je od 30 do 50 m, odvisno od zahtevnosti oziroma spreminjanja profila (slika 28). Na določenem odseku smo na levi strani reke izvedli brežino z vmesno bermo (slika 29).



Slika 28 Izdelava lesenega profila za izvedbo brežine



Slika 29 Lesen profil za izvedbo brežine z vmesno bermo



Slika 30 Izkop za izvedbo brežine

Zavarovanje med jezbicami smo izvedli s kamnito zložbo v suho in kamnito-betonsko peto. Višina zavarovanja je znašala 2 m. Temelj zavarovanja smo prilagodili dnu struge, kar pomeni da se je zavarovanje podaljšalo v dno. Peto zložbe smo temeljili v laporno dno minimalno 0,8 m z vgradnjo lomljenca $D_{sr} > 1,0$ m na betonsko podlago (slika 31).



Slika 31 Izvedba pete brežine

Nad peto smo nato vgradil lomljenec $D_{sr}=0,40-0,80$ m v naklonu 1:2. Za lažjo izvedbo kamnitih zložb, je poleg vsakega bagra prisoten delavec, ki nakazuje strojniku, kako postaviti/usmeriti lomljenec. Pomembno je, da se najbolj ravna ploskev ('lice') lomljenca usmeri iz brežine, kar zahteva veliko izkušnost strojnikov (slika 32).

Med rege smo vgradili vrbove potaknjence, ki smo jih pripravili iz okleščenih vrbovih vej ali debel debeline cca. 4 cm in dolžine 1 m. Približno 80% njihove dolžine smo vgradili pod zemljinjo. Njihova gostota je približno 5 kom/m².

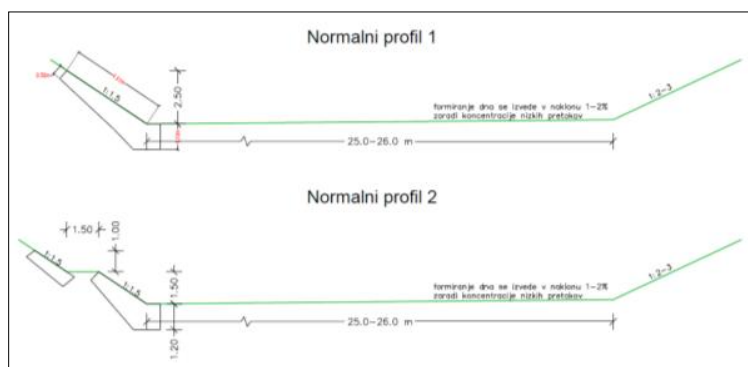


Slika 32 Izvedba kamnite zložbe

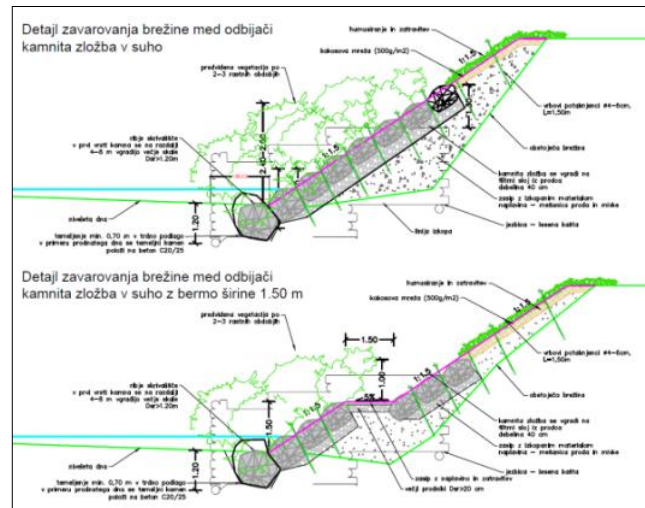


Slika 33 Delno izvedena jezbrica, ter delno izvedena brežina

Bermo smo izvedli v širini cca 1,5 m iz prodnikov $D_{sr} = 10-20$ cm, ki smo jih vgradili v debelini 0,5 m. Vrhnji sloj smo nato posipali z naplavino manjših frakcij. V brežino, ki se je nadaljevala nad bermo proti vrhu, smo vgradili večje prodnike dimenzij $D_{sr} = 20-30$ cm, v debelini približno 30 cm in višini približno 0,5 m.



**Slika 34 Načrtovana prečna profila - z in brez berme
(Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)**



Slika 35 Detajl zavarovanja brežine med jezbicami, zgoraj brez berme in spodaj z bermo
(Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)

Štiriindvajset tonski bager je opravljal večje premike zemljine in lomljenca, medtem ko je šestnajst tonski bager izvajal manjša dela kot so: planiranje in izravnavo naklonov brežin, izvedba berme in izvedba vrhnjih slojev konstrukcijskih elementov (slika 36).



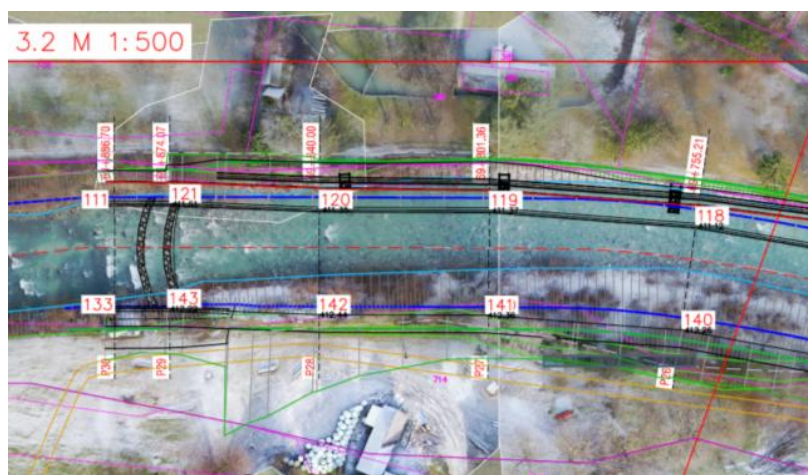
Slika 36 Urejanje brežine in humusiranje nad bermo

Izvedba dvostopenjskega praga

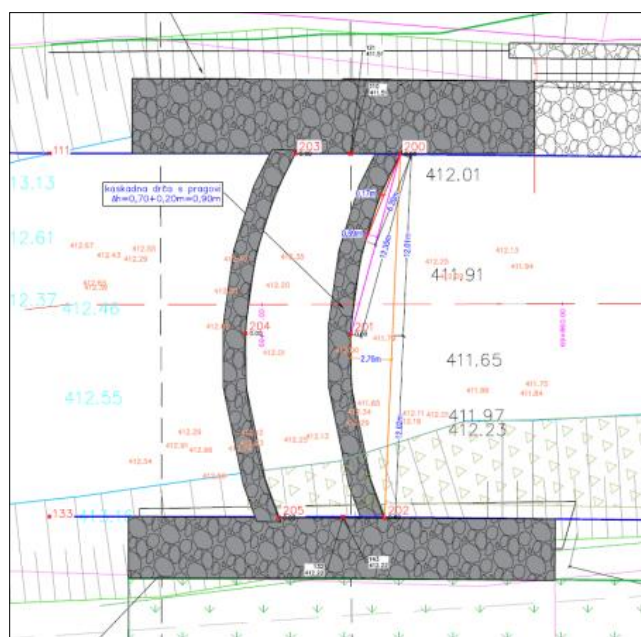
Glavni razlog za izvedbo dvostopenjskega praga, je bila porušitev nekdanjega Tonovega jezua in ponižanje Pekovega jezua do nivoja talne erozije, ki je sprala ves prod in odkrila osnovno trdno andezitno dno.

Pri načrtovanju praga je projektant uporabil splošne pogoje za ribje steze, in hidrološke podatke za Qes (ekološko spremenljivi pretok) v reki Savinji pod Kolenčevim jezom. Kamniti prag je načrtoval z razpršenimi skalami, kjer bi se ustvarili tolmoni in nizkovodni preliv, ki predstavljajo habitat za odrasle ribe in prehod za mlade populacije rib ter ostalih vodnih organizmov.

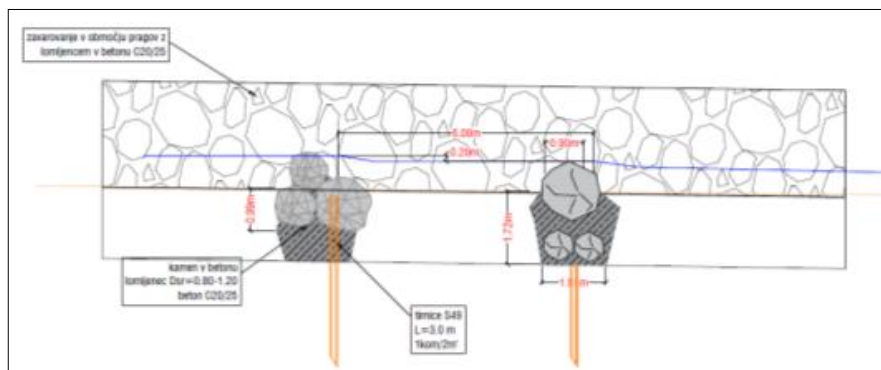
Pri gradnji smo prag zaradi lažje izvedbe naredili enoten, brez manjših prelivov. Na sredini smo prag poglobili tako, da se ustvari širši nizkovodni preliv, kar ustreza prvotnemu namenu.



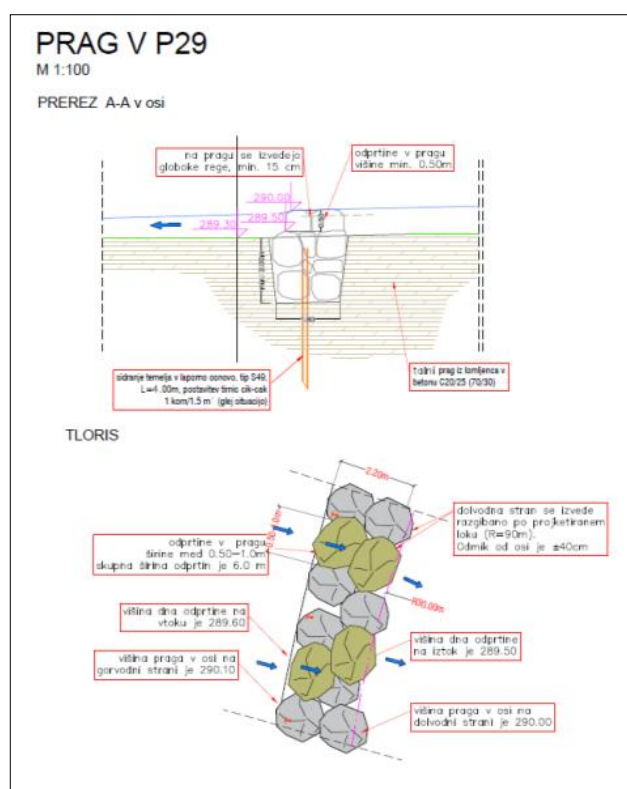
Slika 37 Pozicioniranje dvostopenjskega praga (Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)



Slika 38 Detajl dvostopenjskega praga (Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)



**Slika 39 Vzdolžni prerez dvostopenjskega praga
(Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)**



**Slika 40 Detajl dvostopenjskega praga
(Vir: Načrti v sklopu PZI - Nivo eko)**

Stopnji praga sta široki 1,5 - 2 m v dnu in visoki približno 2,7 m. Prag smo izvedli z lomljenecem v betonu C25/30 v razmerju 70% lomljenca in 30% betona kot groba forma, ki ponazarja naravni prag v ločni obliki in koncentrira tok v sredino struge. Prag smo izvedli z regami globine minimalno 15 cm.

Zaradi kamnite, trdne podlage, podslapja nismo utrjevali in je prepuščeno stihiji reke, ki bo formirala dno.

Globino temelja 1. stopnje smo sidrali 2,0 m v laporno podlago. Dodatno stabilizacijo praga (zaradi poglobljanja) smo zagotovili z vgradnjo tirnic tipa S49 in dolžine 4 m. Vgradili smo jih 1kom/1,5m v cikcak postavitvi na medsebojni oddaljenosti približno 1 m.

V območje praga, smo na obeh brežinah izvedli tudi kamnito-betonsko zložbo višine 2 m, v naklonu 1:2. Peta smo temeljili 1 m v laporno dno. Zložba smo izvedli z lomljencem, v betonu C20/25 (razmerje 70/30). Rege v zložbah so tudi tukaj zaključene min 15 cm globoko, tako da je beton čim manj viden. Prečni profil brežin je enak kot pri zavarovanju brežin med jezbicami.

Najprej smo izvedli levo stran praga in brežine, kar je omogočilo, da smo dela z odstranitvijo delovnega platoja na celotni levi strani struge zaključili. Z odstranitvijo delovnega platoja smo reko preusmerili na levo stran. Desna stran, kjer smo reko premoščali skozi cevne prepuste, smo zajezili z lomljencem večjih dimenzij in naplavino. Za lažjo izvedbo desne strani pragu smo izdelali delovni plato (slika 41).



Slika 41 V ozadju že izvedena leva stran praga in brežine. V ospredju izdelava delovnega platoja za desno stran.

Zaradi netesne izvedbe delovnega platoja, je bilo potrebno iz gradbene jame črpati precedno vodo (slika 42).



Slika 42 Črpanje vode iz gradbene jame za izvedbo 1. Stopnje pragu na desni strani

Po izvedeni 1. Stopnji praga, smo s kamnito-betonsko zložbo brežine povezali 2. Stopnjo praga (slika 43).



Slika 43 Izvedena 1. stopnja praga in prehod na 2. stopnjo, povezava s kamnito-betonsko zložbo, desna stran

5.1.2.3 Zaključna dela

Po izvedbi vseh predvidenih del, smo z bagrom odstranili tudi delovni plato na desni strani reke, ter začasno deponijo (slika 44 in 45).



Slika 44 Odstranitev delovnega platoja



Slika 45 Odstranitev delovnega platoja ter začasne deponije

Po odstranitvi večjih kosov neuporabljenega materiala in kontejnerja s štiriindvajset tonskim bagrom, smo s šestnajst tonskim bagrom z nameščeno planirno žlico zravnali teren v prvotno stanje. Travnik in priobalno območje smo zatravili (slika 46).



Slika 46 Vzpostavitev prvotnega stanja

Med odstranjevanjem delovnega platoja na levi strani, smo po naročilu naravovarstvenikov namenoma nesorazmerno odlagali lomljenec večjih dimenzij. S tem smo ustvarili zahtevana dodatna zavetišča za ribe in ohranili naravni ekosistem, vendar se je spremenil načrtovan potek rečne matice (slika 47).



Slika 47 Končan projekt sanacije struge v Ljubnem, pogled gorvodno



Slika 48 Končana brežina z bermo, pogled dolvodno

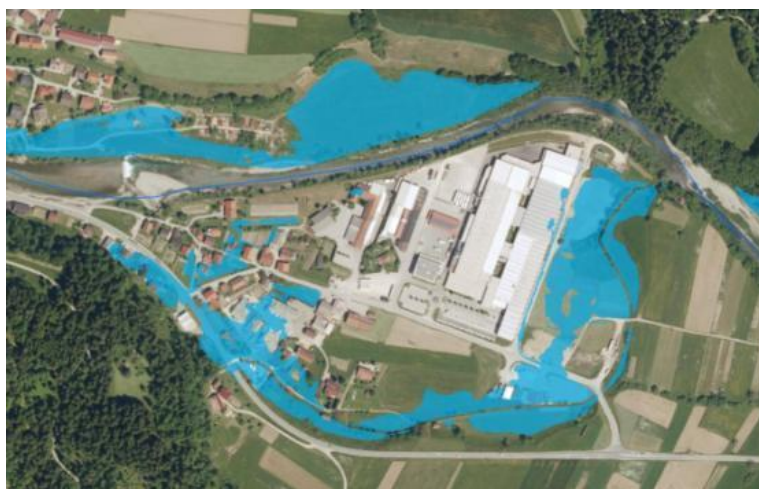
5.2 Protipoplavni ukrepi za območje IPC Loke – I. faza

Poplavno ogroženo območje se nahaja v Industrijsko poslovnem centru (IPC) Loke. Območje centra se je z leti širilo in postalo vedno bolj ogroženo z reko Savinjo, ki teče v neposredni bližini. Poleg Savinje pa celotno območje tudi delno obkroži pritok, ki priteče iz bližnjih hribov, prečka glavno cesto ter se z desne strani izliva v Savinjo.

Občina Ljubno je leta 2016 naročila izdelavo študije, za določitev potrebnih protipoplavnih ukrepov, za zagotavljanje varnosti objektov IPC Loke. V študiji so se predvideli naslednji protipoplavni ukrepi: regulacija potoka (desni pritok Savinje skozi IPC Loke), zamenjava prepustov, zagotovitev razlivnih površin z izvedbo denivelacij terenov in nadvišanje nasipa ob Savinji.

Jeseni leta 2018 je občina Ljubno ob Savinji objavila javni razpis, za izvedbo protipoplavnih ukrepov za območje IPC Loke – I. faza. Na razpis se je prijavilo tudi podjetje Nivo Eko, ki je bilo izbrano za izvedbo del.

Namen izgradnje protipoplavnih ukrepov je varovanje območja IPC Loke pred poplavami pri 100-letni povratni dobi.



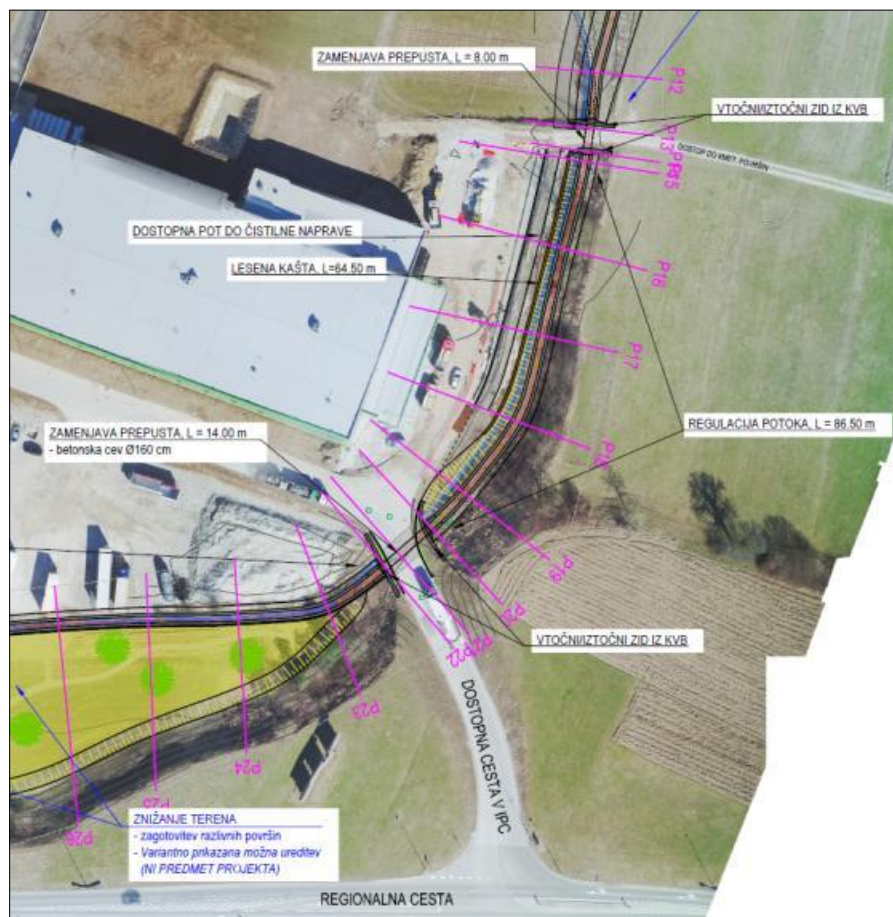
**Slika 49 Poplavno ogroženo območje IPC Loke pri Q100 – modro obarvano območje
(Atlas voda, junij 2019)**

5.2.1 Načrtovana dela

Izvedli smo regulacijo potoka od profila P12 do P23. Do profila P12 se je uredila obstoječa struga – odstranile so se naplavine za ustrezno odvodnjo.

Predvidena dela:

- **Regulacija potoka od profila P12 do P23**
- **Zamenjava vseh prepustov Ø140 cm s cevmi Ø 160 cm**
- **Izvedba dostopne makadamske poti do čistilne naprave in kmetijskih zemljišč**
- **Čiščenje naplavin do profila P12**



Slika 50 Načrt I. faze P12 – P23 (Vir: Načrti v sklopu PZI – EHO projekt)

5.2.1.1 Pogoji in omejitve

V času gradnje smo upoštevali splošne omejitve in pogoje, naštet v nadaljevanju:

- Pri izvedbi strojnih del se je uporabljal bager na gumijastih gosenicah za preprečitev poškodbe asfalta na območju parcel 951/27, 951/23 in 951/21 k.o. Savina.
- Začasne deponije (v času izvajanja posegov) so morale biti urejene in niso smele ovirati poti do poslovnih stavb in kmetijskih zemljišč.

5.2.1.2 Dostop do gradbišča

Dostop do lokacije predvidenih del je bil urejen po regionalni cesti na relaciji Radmirje – Luče in nato po dostopni cesti v IPC Loke (slika 51).



Slika 51 Dostopna cesta v IPC Loke

V času menjave prepusta med profiloma P20 in P22, ki poteka pod cestro, je bil dostop možen po drugi dostopni poti v IPC, ki se nahaja 600 m naprej po regionalni cesti od prve dostopne ceste (slika 52).



Slika 52 Obvoz v času menjave prepusta med profiloma P20 in P22

5.2.1.3 Prometna signalizacija

Zaradi popolne zapore dostopne ceste v IPC Loke, v času menjave prepusta med profiloma P20 in P22, smo na podlagi načrta zapore, prometne signalizacije in ureditve ceste, pridobili dovoljenje s strani občine. Prometna signalizacija je označena na sliki 53. Sedemdeset metrov pred popolno zaporo smo postavili znak 'nevarnost na cesti', pod njim tablo z napisom "popolna zapore" z utripajočo lučjo na vrhu (slika 54). Pri fizični zapori pa smo postavili znak 'prepovedan promet v obeh smereh', pod njim znak 'čelna zapore', z utripajočo lučjo na vrhu (slika 55).



Slika 53 Prometna signalizacija v času popolne zapore



Slika 54 Znak za 'nevarnost na cesti'

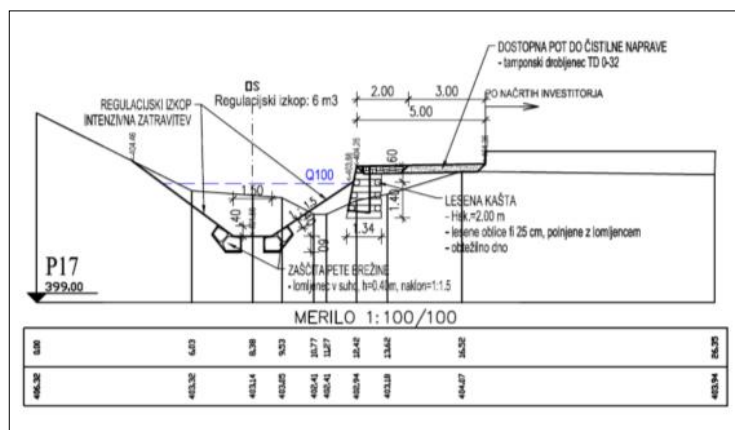


Slika 55 Znak za 'prepovedan promet v obeh smereh'

5.2.2 Izvajanje del

Dostopna pot do čistilne naprave

Med profiloma P14 in P19 smo na levi brežini potoka izvedli dostopno pot do čistilne naprave, ki hkrati služi tudi kot pot do kmetijskih površin. Pot smo izvedli v širini 3,00 m s tamponskim drobljencem TD32, v debelini približno 30 cm, ki smo ga komprimirali do ustrezne zbitosti. Na vodni strani smo izvedli zatravljen pas v širini 2,00 m.



Slika 56 Prvotni načrt prečnega profila P17 (Vir: Načrti v sklopu PZI – EHO projekt)

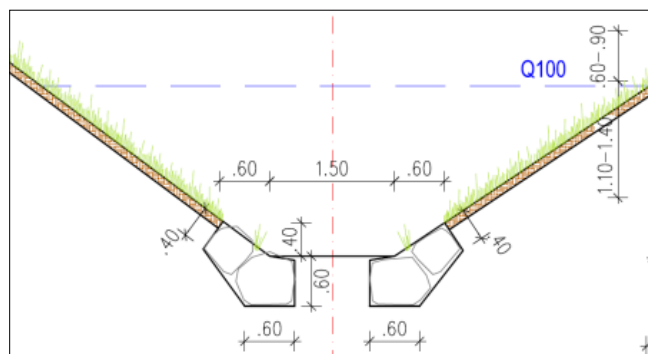
Pred začetkom del smo investitorju podali predlog, za spremembo načina izvedbe varovanja dostopne poti. Predlagali smo možnost cenejše izvedbe utrditve dostopne poti s kamnom v betonu. Po dogovoru in potrditvi s strani investitorja in projektanta, smo dostopno pot v celoti utrdili s kamnito betonsko zložbo, namesto z leseno kašto. S tem se je gradnja pocenila, pospešila in hkrati postala varnejša in trajnejša za prevoz kmetijske mehanizacije.

Dolžina kamnito betonske zložbe znaša približno 65 m in je višine cca 2,0 m. Zložba smo izvedli z lomljenjem v betonu C20/25.

Z devet tonskim bagrom, ki ima nameščene gumijaste gosenice, smo opravili večino večjih in tudi nekaj manjših zemeljskih del. S pomočjo dodatka 'Powertilt', ki je omogočal hitro menjavo žlice, smo lahko z bagrom izvedli tako izkop, kot tudi dokončno planiranje in izravnavo terena oziroma brežine. Pri polaganju kamna v betonu, je imel bager nameščen grabež "grajfer", ki je poenostavil postavljanja lomljenca na pravilno mesto in smer (slika 57).



Slika 57 Izvedba kamnite zložbe v betonu ki bo podpirala dostopno pot do čistilne naprave

Ureditev struge, profil in zavarovanje brežin**Slika 58 Načrtovani profil struge (Vir: Načrti v sklopu PZI – EHO projekt)**

Traso struge smo po načrtih v PZI, pomaknili v desno, kar je omogočilo izvedbo enotnega korita struge in zveznega poteka brežin. Izvedli smo enotni pretočni profil potoka s širino dna $B = 1,50$ m in naklonom brežin 1:1,5. Niveleta dna struge potoka je ostala nespremenjena ($I = 0.36\%$). Zaradi zelo majhnega padca nivelete in manjših hitrosti toka potoka, smo izvedli samo zavarovanje pete brežin z zložbo iz lomljenca v suho. Višina zavarovanja brežine znaša 0,40 m, ter globina pete 0,60 m. Naklon zložbe je enak kot naklon brežin - 1:1,5.

Za lepši izgled celotne brežine smo po vzpostavljenem naklonu z bagrom, ročno izvedli izločevanje večjih grud in kamnov.

**Slika 59 Humusiranje brežin**

Za stabilnost nivelete potoka, smo izvedli leseni talni prag iz oblic in pilotov. Prag smo izvedli z ožjim prelivom širine 0,75 m in višine 0,25 m, ki omogoča koncentriranje vode ob nizkih vodostajih (slika 60). Delavci so z motorno žago oblikovali lesene oblice in pilote, ki so bili vgrajeni v dno struge s pomočjo devet tonskega bager.

**Slika 60 Leseni talni prag**



Slika 61 Urejena struga potoka in dostopna cesta do čistilne naprave, pogled gorvodno



Slika 62 Urejena struga potoka, pogled dolvodno proti prepustu P13 - P14

Zaradi omejitev del samo na I. fazo, smo od profila P1 do P12 uredili strugo samo z odstranitvijo naplavin. S tem smo ustvarili začasno strugo oziroma pot vode do iztoka v Savinjo.



Slika 63 Čiščenje naplavin od profila P1 do profila P12, pogled gorvodno

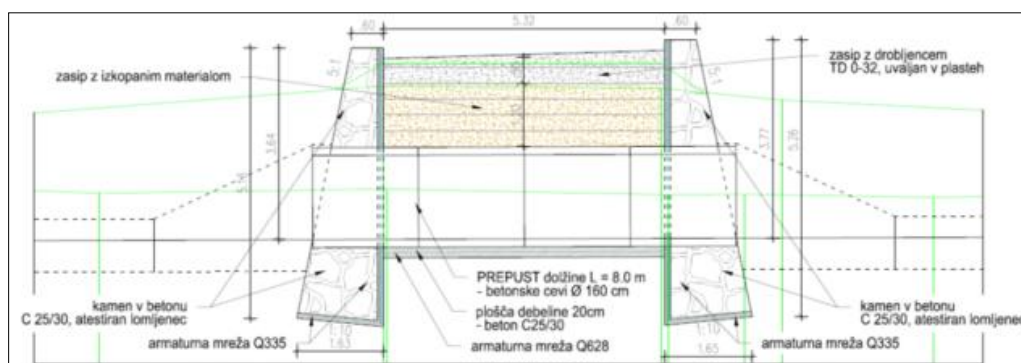
Cevna prepusta

Izvedli smo menjavo dveh cevnih prepustov in sicer na dostopni cesti IPC Loke (P20-P22) in na dostopni cesti do kmetijskih površin (P13 – P14).

Prepusta smo izvedli z armirano- betonskimi cevmi Ø160 cm. Pod cevmi smo izdelali AB podložno ploščo debeline 20 cm in širine 2,20 m. V ploščo smo vgradili armaturno mrežo Q628. Cevi smo za boljšo stabilizacijo tudi delno obbetonirali. Na vtočni in iztočni strani prepustov smo izvedli zidove iz kamna v betonu. Lica zidov so v naklonu 5:1. Širina krone zidov znaša 0,60 m. V zaledju smo zidove armirali z mrežno armaturo Q335.

Prepust (P13 – P14)

Prepust (P13 – P14) smo izvedli v dolžini 8,0 m.



**Slika 64 Načrt in detajli karakterističnega prereza prepusta P13 – P14
(Vir: Načrti v sklopu PZI – EHO projekt)**

Kontrolo globine dna struge smo izvedli s pomočjo višin v točkah, ki jih je podal/označil geodet pred začetkom gradbenih del, v sklopu zakoličbe. Z nivelirjem in nivelmansko lato smo nato višine prenesli v strugo. Izdelali smo lesene 'T' profile, s pomočjo katerih smo preverjali globino vzdolž struge (slika 65).



Slika 65 Preverjanje ali je podaljšana vodovodna cev dovolj globoko za temelj prepusta

Cevi so bile opremljene s sidri z metričnim navojem, v katere smo privijačili posebne vijake za lažjo manipulacijo. Zaradi velikega, nestandardnega premera, smo cevi dobavili iz Hrvaške.

Cevi smo natovarjali in transportirali s štiri osnim kamionom. Ima nameščeno avtodvigalo 'HIAB', s katerim so se cevi razložile, namestile in položile na točno lokacijo vgradnje, na AB temeljno podlago (slika 66 in 67)



Slika 66 4-osni kamioni, opremljen z HIAB avtodvigalom



Slika 67 Raztovarjanje cevi Ø160 cm

Pri vgradnji cevi sta sodelovala voznik kamiona in delavec, ki mu je nakazoval pomike cevi na pravo mesto (slika 68). Devet tonski bager smo pri vgradnji cevi uporabljali samo pri končnem pozicioniranju, oziroma v pomoč avtodvigalu.



Slika 68 Polaganje cevi na AB temelj

Prepust na dostopni cesti do kmetijskih površin (slika 69) smo zasuli z izkopanim materialom, utrjenim v več plasteh po 30 cm, ter na vrhu s tamponskim drobljencem TD32 v debelini približno 30 cm, ki smo ga komprimirali do predpisane zbitosti.



Slika 69 Delno izvedeni kamnito-betonski zidovi prepusta

Kamnito-betonske zidove smo zvezno priključili na urejeno strugo.



Slika 70 Dokončani zidovi prepusta, pogled dolvodno

Prepust (P20 – P22)

Prepust pod dostopno cesto v IPC Loke (med P20 in P22) je prečkala obstoječa elektro kabelska napeljava. V bližini elektro voda smo izkop izvajali previdno, ga podpirali in zavarovali z začasno leseno konstrukcijo. Prepust smo izvedli v dolžini 14,0 m.



Slika 71 Izkop za temelj prepusta, začasna lesena podpora elektro kabelskega voda



Slika 72 Vgradnja cevi Ø160 cm



Slika 73 Vgrajene vse cevi

Prepust smo le izven vozišča zasuli z izkopanim materialom, utrjenim v plasteh po 30 cm. Nad prepustom smo ga celoti zasuli s tamponskim drobljencem TD32 in ga ustrezno komprimirali v plasteh po 30 cm. Za komprimiranje manjših površin - okoli cevnega prepusta, kjer dostop z valjarjem ni bil mogoč oziroma je bila površina premajhna, smo uporabili nabijalec "žabo".



Slika 74 Komprimacija tal z nabijalec "žabo" ob straneh prepusta

Pri komprimaciji vseh večjih površin, kot so dostopna cesta in površina nad cevima prepustoma, smo uporabili 2,5 tonski valjar



Slika 75 Komprimacija tamponskega drobljenca z 2,5-tonskim valjarjem

Izvedlo se je asfaltiranje s 7 cm grobega ter 4 cm finega sloja asfalta (slika 76). Na robovih cestišča so se na podložni beton položili betonski robniki. Površine za robnikom se je humuziralo in zatravilo. Asfaltiranje je v celoti izvajal podizvajalec – VOC Celje d.o.o.



Slika 76 Asfaltiranje prepusta

5.2.3 Slike končanega projekta



Slika 77 Izvedena menjava prepusta P20-P22



Slika 78 Izvedena menjava prepusta P13-P14 ter dostopna cesta



Slika 79 Očiščene naplavine od profila P1 do profila P12, pogled dolvodno

5.2.4 Terminski Plan

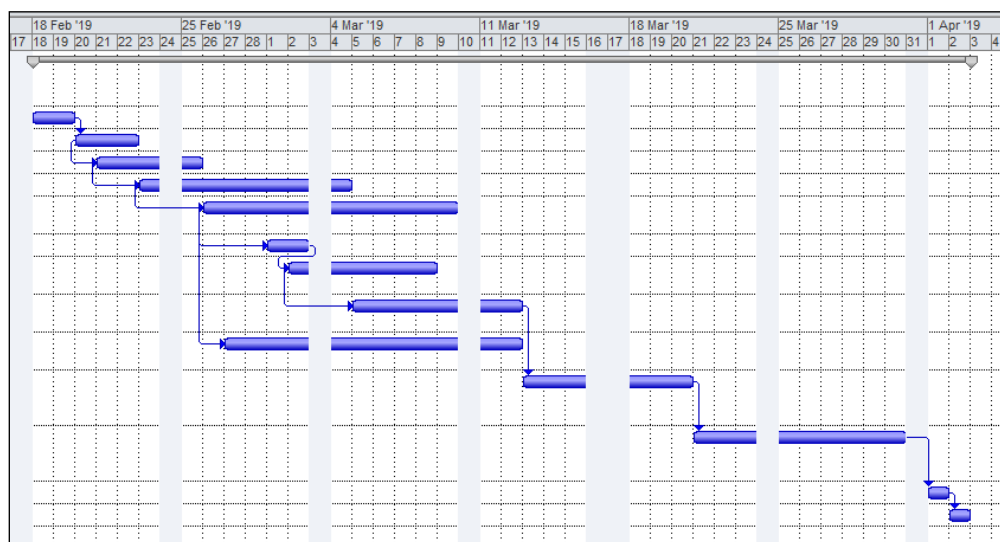
Terminski plan sem izdelal s programom MS Office Project, na podlagi popisa del. Zaradi spremembe izvedbe varovanja dostopne poti do čistilne naprave, sem terminski plan posodobil. Razlika med obema planoma, je v trajanju dejavnosti 7 in 8 (slika 80 in 81). V prvotnem planu dejavnost 7 predstavljala 'Izvedba lesene kašte polnjene z lomljencem – levi breg' s trajanjem osem dni, v posodobljenem planu pa 'Izvedba kamnito betonske zložbe z lomljencem –levi breg' s trajanjem šest dni. Ime dejavnosti 8 ostaja enaka, medtem ko se trajanje v posodobljenem planu skrajša za en dan.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor
0 Izvedba protipoplavnih ukrepov za območje IPC Loke - I. faza	38 days	Mon 18.02.19	Wed 3.04.19	
1 Pred dela	2 days	Mon 18.02.19	Tue 19.02.19	
2 Rušitvena dela	3 days	Wed 20.02.19	Fri 22.02.19	1
3 Izkop humusa	4 days	Thu 21.02.19	Mon 25.02.19	2SS+1 day
4 Izkopi, znižanje nivelete za ca 1 m	8 days	Sat 23.02.19	Mon 4.03.19	3SS+2 days
5 Zavarovanje pete brežine z lomljencem - levi in desni breg	11 days	Tue 26.02.19	Sat 9.03.19	4SS+2 days
6 Izvedba lesenih pragov	2 days	Fri 1.03.19	Sat 2.03.19	5SS+3 days
7 Izvedba lesene kašte polnjene z lomljencem - levi breg	8 days	Sat 2.03.19	Mon 11.03.19	6FS-1 day
8 Izvedba dostopne poti š=3 m do ČN	8 days	Tue 5.03.19	Wed 13.03.19	7SS+2 days
9 Zasipi, humuziranje in zatravitev brežin	12 days	Wed 27.02.19	Tue 12.03.19	5SS+1 day
10 Zamenjava prepusta L=8 m (AB podložna plošča, montaža betonskih cevi, zasip v plasteh 30 cm)	6 days	Thu 14.03.19	Thu 21.03.19	8
11 Zamenjava prepusta L=14 m (AB podložna plošča, montaža betonskih cevi, zasip v plasteh 30 cm)	9 days	Fri 22.03.19	Mon 1.04.19	10
12 Asfaltiranje	1 day	Tue 2.04.19	Tue 2.04.19	11
13 Zaključna dela	1 day	Wed 3.04.19	Wed 3.04.19	12

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessor
0 Izvedba protipoplavnih ukrepov za območje IPC Loke - I. faza	37 days	Mon 18.02.19	Tue 2.04.19	
1 Pred dela	2 days	Mon 18.02.19	Tue 19.02.19	
2 Rušitvena dela	3 days	Wed 20.02.19	Fri 22.02.19	1
3 Izkop humusa	4 days	Thu 21.02.19	Mon 25.02.19	2SS+1 day
4 Izkopi, znižanje nivelete za ca 1 m	8 days	Sat 23.02.19	Mon 4.03.19	3SS+2 days
5 Zavarovanje pete brežine z lomljencem - levi in desni breg	11 days	Tue 26.02.19	Sat 9.03.19	4SS+2 days
6 Izvedba lesenih pragov	2 days	Fri 1.03.19	Sat 2.03.19	5SS+3 days
7 Izvedba kamnito betonske zložbe z lomljencem - levi breg	6 days	Sat 2.03.19	Fri 8.03.19	6FS-1 day
8 Izvedba dostopne poti š=3 m do ČN	7 days	Tue 5.03.19	Tue 12.03.19	7SS+2 days
9 Zasipi, humuziranje in zatravitev brežin	12 days	Wed 27.02.19	Tue 12.03.19	5SS+1 day
10 Zamenjava prepusta L=8 m (AB podložna plošča, montaža betonskih cevi, zasip v plasteh)	6 days	Wed 13.03.19	Wed 20.03.19	8
11 Zamenjava prepusta L=14 m (AB podložna plošča, montaža betonskih cevi, zasip v plasteh)	9 days	Thu 21.03.19	Sat 30.03.19	10
12 Asfaltiranje	1 day	Mon 1.04.19	Mon 1.04.19	11
13 Zaključna dela	1 day	Tue 2.04.19	Tue 2.04.19	12

Slika 80 Prvotni terminski plan

Slika 81 Posodobljen terminski plan



Slika 82 Posodobljen terminski plan prikazan z gantogramom

Zaradi vremenskih in drugih pogojev se je projekt končal 4 dni kasneje kot je bilo načrtovano v posodobljenem terminskem planu.

5.2.5 Uporaba betona

Beton je bilo potrebno vgrajevati v roku ene ure. Pri vgradnji betona smo v večini primerov uporabljali bager, ki ni smel stresati betona z višine večje od 1 metra, zaradi preprečevanja segregacije.

Rege v dvostopenjskem pragu in v kamnitih zložbah smo zapolnjevali ročno.

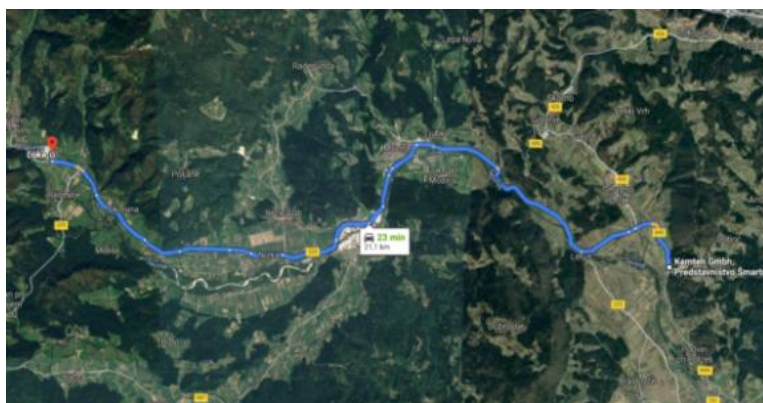
Uporabil se je hidrotehničen, zemeljsko vlažen beton:

- MB25 (C20/25) – uporaba pri:
 - o kamnito-betonskih petah brežin (Sanacija struge),
 - o kamnito-betonski brežini na območju dvostopenjskega pragu (Sanacija struge),
 - o kamnito-betonski zložbi pri izvedbi dostopne ceste (IPC Loke),
- MB30 (C25/30) – uporaba pri:
 - o dvostopenjskem pragu (Sanacija struge),
 - o cevni prepusti (IPC Loke).

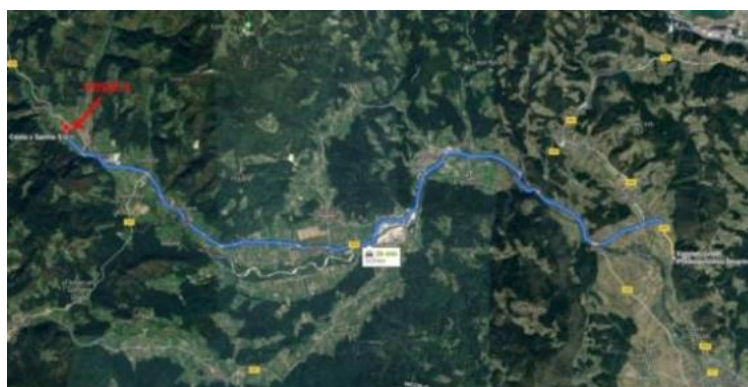
Pred izvedbo se je izdelal tudi projekt betona, ki je upošteval izpostavljenost na karbonatizacijo, kloride, zmrzovanje in tajanje.

Lokacija betonarne/kamoloma – KAMTEH GMBH, Šmartno ob Paki. Čas transporta do Ljubnega ob Savinji je znašala približno 25 minut.

Dobava betona je potekala po predvidenih potrebah izvedbe betoniranja.



Slika 83 Transportna pot betona - IPC Loke



Slika 84 Transportna pot betona in kamna - Sanacija struge

Ob betoniranju je bilo potrebno preprečiti izcejanje cementnega mleka v vodotok. Vsa predvidena betoniranja smo izvajali 'v suhem' vremenu, da ni prihajalo do kaljenja in spiranja cementa v vodo reke Savinje (slika 85).



Slika 85 Črpanje vode iz gradbene jame pri betoniranju dvostopenjskega pragu

V prvi fazi smo za nego sveže zabetonirane površine položili geotekstil, ki smo ga dodatno vlažili z škropljenjem vode. V nadaljevanju smo izsuševanje preprečili z vlaženjem brez geotekstila.

6 ZAKLJUČEK

Sanacije, oblikovanje in regulacija strug, protipoplavni nasipi in drugi vodogradbeni protipoplavni ukrepi, predstavljajo pomemben del varstva pred poplavami. Njihov namen je zmanjšati poplavne nevarnosti, na območjih ki so si jih prisvojili ljudje z najrazličnejšimi posegi, tudi z novogradnjami v bližini rek in potokov. S tem so ogrozili varnost sebe in svojega imetja, hkrati pa otežujejo delovanje že izvedenih protipoplavnih ukrepov. Ob obilnejših padavinah se zaradi usmerjanja in krajšanja poti meteornih voda v večje potoke in reke v zgornjem toku, povečujejo pretoki v srednjem in spodnjem toku. Zaradi tega lahko rečemo, da z reševanjem pojava poplav in priobalnih poškodb struge v zgornjih predelih potokov in rek, povzročamo nove težave na spodnjem delu rečnih strug.

S sodelovanjem na dveh opisanih protipoplavnih ukrepih sem spoznal, kako minimalno lahko vplivamo ljudje na rečno strugo in vodotok, ki jo vodi in oblikuje narava sama z vsemi vremenskimi in drugimi naravnimi vplivi. Z ukrepi lahko samo poskusimo preprečiti nadaljnje katastrofe. Dejanska učinkovitost in vpliv izvedenih protipoplavnih ukrepov se bo pokazala šele ob večjih pretokih, oziroma po več letih po izvedbi.

V diplomski nalogi smo opisali le bistvene faze izvedbe del, katerih vpliv se bo izkazal le na opisanem odseku. Že za naslednjim okljukom pa bo zgodba vodotoka lahko čisto drugačna in potrebovala bo drugačne in nove pristope. Vode in njenih naravnih sil v rekah in potokih ne moremo nikoli povsem nadzirati, lahko pa z različnimi ukrepi poskušamo obvarovati določene točke interesa.

VIRI

Aristovnik, B. 2005. Mesto v objemu voda : poplave v Celju v 20. Stoletju, Celje, Zgodovinski arhiv: 103 str.

Elektronski viri:

Geografski vidiki poplav v Sloveniji; Komac, Natek, Zorn

<https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/9789612540913.pdf> (Pridobljeno 29.6.2019)

ARSO : poročila in publikacije - Hidrološko poročilo o povodnji v dneh od 17. do 21. septembra 2010

<https://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Poplave%2017.%20-%2021.%20september%202010.pdf> (Pridobljeno 29.6.2019)

ARSO: poročila in publikacije - Hidrološko poročilo o poplavah v dneh med 4. in 6. novembrom 2012

<https://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Poplave%205.%20-%206.%20november%202012.pdf> (Pridobljeno 29.6.2019)

ARSO : poročila in publikacije - POROČILO O POPLAVAH - Poplavljanje rek 27. in 28. aprila 2017

<https://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Poplavljanje%20rek%2027.%20in%2028.%20aprila%202017.pdf> (Pridobljeno 29.6.2019)

URSZR – izpostava Celje - OCENA OGROŽENOSTI ZAHODNO ŠTAJERSKE ZARADI POPLAV – verzija 2.0

http://www.sos112.si/db/file/Celje/ocene_ogrozenosti/Ocena_ZS_poplave.pdf (Pridobljeno 2.7.2019)

MOP – Načrt zmanjševanja poplavne ogroženosti 2017 – 2021

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/NZPO/606504549e/nzpo_2017_2021.pdf (Pridobljeno 2.7.2019)