VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.

Glavni trg 19c, 2000 Maribor, Slovenija, tel.: +386 (0)2 2346 500, fax: +386 (0)2 2346 520
TRR: 03121-1006463796 E-mail: tajnistvo@vgb.si, Website: http://www.vgb.si

NASLOVNA STRAN

11/3 ELABORAT

NAROČNIK: **TIRING d.o.o.**
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11
1236 Trzin

OBJEKT: **Nadgradnja odseka Maribor – Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor – Prevalje – d.m. in nadgradnja železniške infrastrukture na območju železniškega trikotnika v Mariboru**

Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE: **ELABORAT**

IN NJENA ŠT.: **4237/23**

Številka rednika/zvezka **1/1**

PROJEKTANT: **VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o,**
Glavni trg 19c,
2000 Maribor,
Direktor:
Boštjan ROZMAN, udgi

M.P.
podpis

ODGOVORNI NOSILEC NALOGE: **Tijana Mićić, udivki**

Podpis

PROJEKTANT: **Urban JAKOP, miog**

Podpis

Št. projekta **8660**
Št. načrta **4237/23_2**

KRAJ IN DATUM IZDELAVE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE: **Maribor, avgust 2024, dopol. februar 2025**

IZVOD št. 1 2 3

Družba je registrirana pri Okrožnem sodišču v Mariboru vložna številka: 10109400
Osnovni kapital: 489.013,00 EUR. Davčna številka: 97173720. Matična številka: 5150531

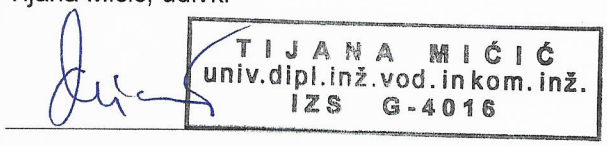
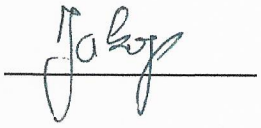
VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.

Glavni trg 19c, 2000 Maribor, Slovenija, tel.: +386 (0)2 2346 500, fax: +386 (0)2 2346 520
TRR: 03121-1006463796 E-mail: tajnistvo@vgb.si, Website: http://www.vgb.si

3/1.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

PODATKI O GRADNJI	
Naziv gradnje	**Nadgradnja odseka Maribor – Ruše na progi št. 34 in nadgradnja žel. infrastrukture železniškega trikotnika v Mariboru**
Kratek opis gradnje	Nadgradnja tirnih naprav, gradnja peronov, podhodov, nadhoda, ureditev parkirišč, obnova postajnih poslopij, gradnja novih postajališč, SVTK naprav in elektrifikacija proge
Vrsta gradnje	VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI	
Vrsta dokumentacije:	IZVEDBENI NAČRT
Številka projekta:	**8660**
PODATKI O NAČRTU	
Strokovno področje načrta	11 Elaborati
Naziv načrta	**11/3 HH študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše**
Številka načrta	**4237/23_2**
Datum izdelave Datum spremembe	**avgust 2024** **februar 2025**
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA	
Projektant načrta (naziv družbe) Naslov	VGB Maribor d.o.o. Glavni trg 19 c, 2000 Maribor
Odgovorna oseba projektanta načrta	Boštjan Rozman, udgj.
Podpis Odgovorne osebe projektanta načrta	

VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o. 3
2000 Maribor, Glavni trg 19c

PODATKI O IZDELOVALCIH	
Ime in priimeK izvajalcev	Tijana Mićić, udivki  Urban Jakop, miog 

PRILOGA 2C:

IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA STROKOVNJAKA, KI JE IZDELAL IZVEDBENI NAČRT IN PID

PROJEKTANT NAČRTA	
projektant (naziv družbe)	VGB Maribor d.o.o.
naslov	Glavni trg 19 c, 2000 Maribor
odgovorna oseba projektanta načrta	Boštjan Rozman, udgi

IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT	
pooblaščeni strokovnjak	Tijana Mićić, udivki; G-4016
pooblaščeni strokovnjak	
pooblaščeni strokovnjak	

IZJAVLJAVA:

da načrt

vrsta dokumentacije	**Izvedbeni načrt (IZn)**
strokovno področje načrta	11 Elaborati
naziv načrta	11/3 HH študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše
številka načrta	4237/23_2
datum izdelave	avgust 2024, dopol. februar 2025

upošteva relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštevane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščeni strokovnjak	Tijana Mićić, udivki
podpis pooblaščenega strokovnjaka	TIJANA MIĆIĆ univ.dipl.inž.vod.in kom.inž. IZS G-4016

odgovorna oseba projektanta načrta	Boštjan Rozman, udgi
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o. 3 2000 Maribor, Glavni trg 19c

2 KAZALO VSEBINE NAČRTA 4237/23_2

1 Naslovna stran

2 Kazalo vsebine elaborata

3 Izdelovalci naloge

4 Poročilo

1 UVOD 6
2 OBMOČJE OBRAVNAVE IN PREGLED OBSTOJEČEGA STANJA 7
2.1 Hidrografske značilnosti obravnavanih vodotokov 11
3 OPIS NAČRTOVANIH UREDITEV NADGRADNJE ŽELEZNIŠKE PROGE 12
3.1 Most na Bezenskem potoku – objekt na stac. km 9+876 12
3.2 Most na Kramarjevem potoku – objekt na stac. km 10+237 13
3.3 Prepust na Brsteljškovem potoku – objekt na stac. km 10+533 14
3.4 Podaljšanje prepusta na Ruškem potoku – objekt na stac. km 11+841 14
3.5 Nadgradnja pragovnega odseka – podaljšanje perona na žel. postaji Ruše tovarna 15
3.6 Nadgradnja železniške postaje Ruše 16
3.7 Gradnja ENP Ruše 17
4 GEODETSKE PODLAGE 18
5 HIDROLOGIJA 19
5.1 Hidrološka študija – projekt [1] 19
5.1.1 Padavine 19
5.1.2 Model transformacije in propagacije 20
5.1.3 Visokovodni valovi 20
5.2 Hidrološka študija – projekt [6] 22
5.2.1 Padavine 22
5.2.2 Hidrološki model 22
5.2.3 Visokovodni valovi – rezultati 22
5.2.4 Upoštevanje podnebnih sprememb pri Ruškem potoku in Jugovem grabnu 23
6 HIDRAVLIČNI MODEL 25
6.1 Model M3 25
6.2 Model M4 27
6.3 Model M5 28
7 OPREDELITEV NA POPLAVNI DOGODEK 4.8.2023 29
8 HIDRAVLIČNA ANALIZA 30
8.1 Obstoječe stanje 30
8.1.1 Model M3 30
8.1.2 Model M4 31
8.1.3 Model M5 32
8.2 Projektirano stanje 33
8.2.1 Modela M3 in M4 33
8.2.2 Model M5 36
8.3 Primerjava gladin in pretokov OS/PS 38
9 KARTE POPLAVNE NEVARNOSTI IN RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI 41
9.1 Opredelitev glede na CC-SI klasifikacijo 41
10 EROZIJSKA NEVARNOST 43
11 OMILITVENI UKREPI 43
12 ZAKLJUČEK 44

5 Grafike

G.1	PREGLEDNA SITUACIJA	M 1:25000/20000
G.2	PREGLEDNA KARTA POPLAV – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 10000
G.3.1	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.3.2	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.4.1	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI (h x v) – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.4.2	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI (h x v) – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.5.1	KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.5.2	KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.6.2	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI – PROJEKT STANJE	M 1 : 12000
G.7.2	KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI – PROEJKT STANJE	M 1 : 2500
G.8.1	VZD PROFIL BEZ. POTOK	M 1 : 1000/100
G.8.2	VZD PROFIL BRST. POTOK	M 1 : 1000/100
G.8.3	VZD PROFIL RUŠKI POTOK	M 1 : 500/100

3 IZDELOVALCI NALOGE

HIDROLOŠKO HIDRAVLIČNA ANALIZA ZA IZDELAVO IZVEDBENEGA NAČRTA (IZN) »NADGRADNJA ODSEKA MARIBOR – RUŠE NA REGIONALNI ŽELEZNIŠKI PROGI ŠT. 34 MARIBOR – PREVALJE – d.m. IN NADGRADNJA ŽELEZNIŠKE INFRASTRUKTURE NA OBMOČJU ŽELEZNIŠKEGA TRIKOTNIKA V MARIBORU
HHŠ faza2

Projektivna organizacija:
VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR, d.o.o.
Glavni trg 19/c, 2000 Maribor

Odgovorni nosilec naloge:

Tijana Mićić, udivki

Sodelavci:
Urban Jakop, miog
Miha Kračun, miog
Timotej Mišič, MsC(GIS)

4 POROČILO

1 UVOD

Načrtovana je nadgradnja železniške proge Maribor – Ruše. Za potrebe pridobitve vodnega soglasja in dimenzioniranja hidravlično ustreznih načrtovanih objektov (mostovi, prepusti…) pod rekonstruirano železnico smo izdelali celovito hidrološko hidravlično študijo za tangirane vodotoke. Zaradi velikosti območja načrtovane nadgradnje železnice smo se odločili, da območje obravnave razdelimo na dva dela. Predmetna hidrološko hidravlična analiza predstavlja drugi del študije in obravnava odsek od Bistrice ob Dravi do Ruš. V nadaljevanju smo to poimenovali kot faza 2 HHŠ. Faza 1 HHŠ je skupaj s hidrološko študijo v fazi recenziranja. Na obravnavanem odseku smo analizirali šest vodotokov – pritoki Drave. Vodotok Drava ni bil analiziran, saj se železnica nahaja na visoki južni rečni terasi in je tako izven širšega poplavnega območja Drave.

V sklopu projekta smo izdelali hidravlične modele za obstoječe in načrtovano stanje, kjer smo upoštevali vse načrtovane ureditve v sklopu nadgradnje železnice. Na podlagi rezultatov hidravličnih modelov - poplavne karte (razredi poplavne nevarnosti), smo se opredelili glede poplavne ogroženosti obravnavanega odseka železnice. Hidravlično smo analizirani vse nove načrtovane objekte pod železnico in podali ustrezne usmeritve pri njihovem dimenzioniranju.

V projektu za fazo 2 smo analizirali šest vodotokov in sicer v odsekih na širšem vplivnem območju križanja z železnico. Hidravlična analiza je bila za štiri vodotoke izdelana na podlagi novih geodetskih in hidroloških podlag. Za Ruški in Jugov potok v Rušah pa smo privzeli rezultate iz potrjene HHŠ: *»Hidrološko hidravlična študija za namen OPPN za stanovanjsko cono S8 v Rušah, št. proj.: 4118/21, VGB Maribor d.o.o., november 2021 in dopol junij 2022«*. V hidrološki študiji so bili izračunani tudi pretoki (poplavni valovi) z upoštevanimi podnebnimi spremembami, s katerimi smo preverjali odpornost načrtovanih objektov na podnebne spremembe.

Elaborat je bil izdelan v skladu s Pravilnikom o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Ur.l. RS, št. 60/2007) (v nadaljevanju *Pravilnik*) ter Uredbo o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Ur.l. RS, št. 89/2008 z dop.) (v nadaljevanju *Uredba*).

Podlage za izdelavo predmetnega elaborata in poročila so bile:

[1] Hidrološka obdelava manjših vodotokov pri Rušah, št. proj.: 2/2024-HŠ, HEK Starec s.p., januar 2024; v nadaljevanju projekt [1]
[2] Nadgradnja železniške infrastrukture na odseku Maribor Studenci – Bistrica ob Dravi, št. proj.: 8662, Tiring d.o.o., oktober 2023; v nadaljevanju projekt [2]
[3] Nadgradnja železniške infrastrukture na postaji Bistrica ob Dravi, št. proj.: 3764/B, sž – projektivno podjetje Ljubljana, d.d., oktober 2023; v nadaljevanju projekt [3]
[4] Nadgradnja železniške infrastrukture na odseku Bistrica ob Dravi – Ruše, št. proj.: 3764/BR, sž – projektivno podjetje Ljubljana, d.d., oktober 2023; v nadaljevanju projekt [4]
[5] Hidrološko hidravlična študija za namen OPPN za stanovanjsko cono S8 v Rušah, št. proj.: 4118/21, VGB Maribor d.o.o., november 2021 in dopol junij 2022; v nadaljevanju projekt [5]
[6] Gradnja elektro napajalne postaje ENP Ruše z zunanjo, prometno in komunalno ureditvijo, št. proj.: 3764/ENP, sž – projektivno podjetje Ljubljana, d.d., december 2023; v nadaljevanju projekt [6]

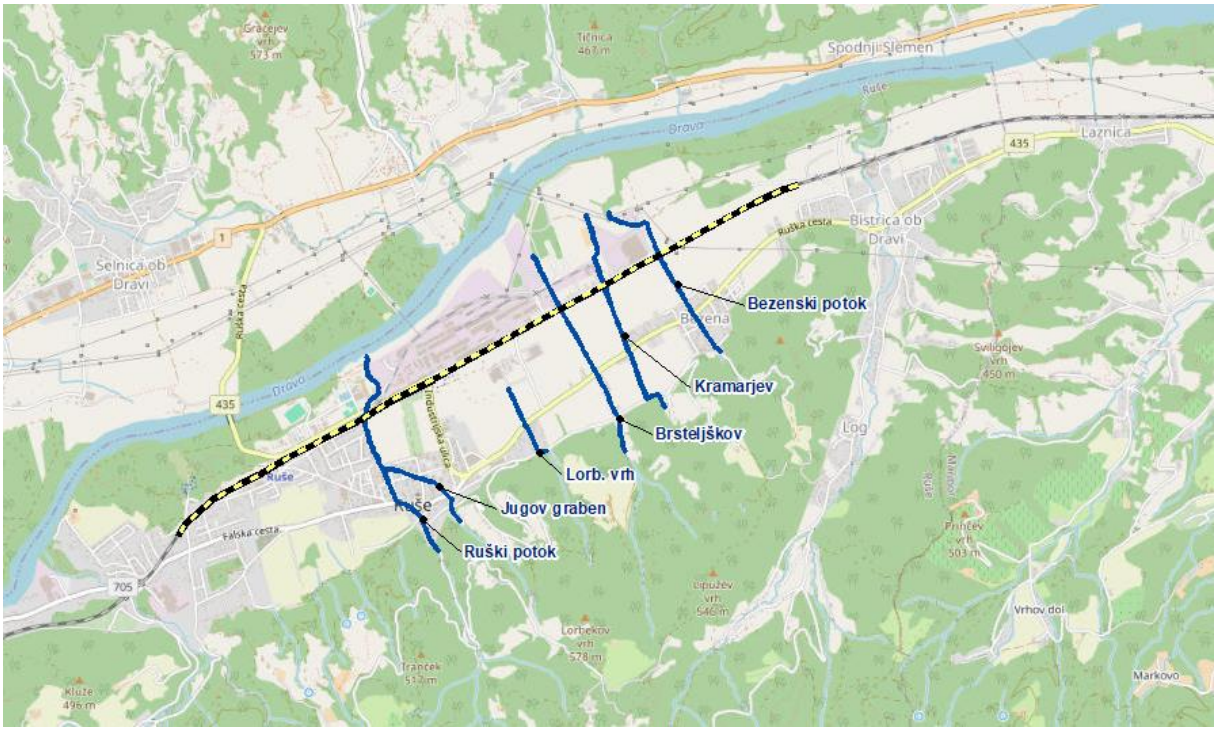
2 OBMOČJE OBRAVNAVE IN PREGLED OBSTOJEČEGA STANJA

Območje obravnave obsega cca. 4.2 km dolg odsek železnice med Bistrico ob Dravi in Rušami, ki je predmet načrtovane nadgradnje (drugi del). Na obravnavanem odseku smo evidentirali šest vodotokov, ki bodisi prečkajo traso železnice, bodisi predstavljajo potencialno nevarnost za poplavno ogroženost železnice. Evidentirani vodotoki, ki so predmet hidravlične analize, so prikazani v spodnji tabeli. Razvrščeni so po vrsti – od vzhoda proti zahodu (v smeri rasti stacionaže železnice).

Preglednica 1: Odseki obravnavanih vodotokov – HHŠ faza2

VODOTOK	STACIONAŽA OD [km + m]	STACIONAŽA DO [km+m]	DOLŽINA [m]	OZNAKA PROFILOV
Bezenski potok	0+226.96	1+364.33	1138.39	PBZ_
Kramarjev potok	0+328.77	1+634.20	1306.19	PKR_
Brsteljškov potok	0+270.01	1+552.03	1283.26	PBR_
Potok iz Lorb. vrha	0+009.74	0+471.57	462.43	PLV_
Jugov graben	0+000.00	0+602.72	602.72	PJUG_
Ruški potok	0+004.15	1+354.73	1350.58	PRUS_

Vsi obravnavani vodotoki predstavljajo desne pritoke Drave, kjer stacionaža 0+000 predstavlja izlivno točko v glavni odvodnik Dravo. Jugov potok se v stacionaži 0+000 izliva v Ruški potok, potok iz Lorbkovega vrha pa dejanskega izliva nima in se konča kot odprti jarek v območju poslovne cone (Messer). Pregledna karta z obravnavanimi odseki vodotokov je prikazana na spodnji sliki (slika 1). Pregledna karta s prikazom razmejitve posameznih projektov nadgradnje železnice se nahaja v grafičnih prilogah (G.1).



Slika 1: Pregledna karta s prikazom obravnavanih odsekov vodotokov in odseka nadgradnje železnice za fazo 2 HHŠ.

Obravnavani odsek nadgradnje železnice za HHŠ faza 2 je na sliki 1 označen s črtkasto črno-rumeno črto. S fazo 2 HHŠ začnemo obravnavo v območju naselja Bistrica ob Dravi. Vodotok Bistrica je že obdelan v fazi 1 HHŠ. Trasa železnice nato proti zahodu poteka mimo manjših naselij na južnem in poslovno-obrtne cone na severni strani vse do naselja Ruše. Območje načrtovane nadgradnje se konča pod Matavškovo ulico v Rušah.

Obravnavan odsek Bezenskega potoka v zgornji tretjini teče skozi gosto urbanizirano naselje Bezena. Posledično se na vodotoku pojavlja kar nekaj prečnih objektov – mostov, ki povezujejo dostopno cesto s parcelami. Vodotok nato teče pod regionalno cesto R2, Maribor - Ruše. Struga vodotoka je v zgornjem delu obravnave bolj ali manj regulirana. Korito je trapezne oblike, oblikovano s kamnito-betonskimi zidovi (slika 2).



Slika 2: Bezenski potok v zgornjem, urbaniziranem območju obravnave.

Pod regionalno cesto po cca. 105 m Bezenski potok preide v območje travnikov in drugih obdelovalnih površin. Struga je bolj naravna, brežine so poraščene z grmičevjem in drugo lesno zarastjo. Bezenski potok doseže železnico v stacionaži cca. km 0+692 m, kjer teče skozi manjši betonski škatlast prepust. Pred križanjem z železnico preko vodotoka poteka še kolesarski most. Dolvodno – severno od železniške proge teče vodotok skozi delno urbanizirano območje, kjer se kasneje razlije v območje gramoznice in naprej v Dravo.

Obravnavan odsek Kramarjevega potoka ima podobne karakteristike, kot Bezenski potok. Nad regionalno cesto R2 teče najprej po delno urbaniziranem območju, nato pa preide v območje kmetijskih površin, kjer je struga bolj naravna in poraščena. Pod regionalno cesto teče potok po zemeljskem, dobro očiščenem jarku. Dobrih 400 m pod regionalno cesto potok najprej prečka kolesarska steza in nato še železniška proga. Obstoječi prepust pod železniško progo je zaprta AB konstrukcija svetle razpetine 4,8 m in svetle višine 2,65 m.

Pod železnico Kramarjev potok teče po delno urbaniziranem območju (poslovna cona) in se tako kot Bezenski potok razliva v območje gramoznice in naprej v Dravo.

Še nekoliko bolj zahodno iz območja Pohorskih vrhov priteče Brsteljškov potok. V zgornjem območju obravnave teče po ozki grapi, ki se nato nad regionalno cesto R2 odpre. Ožje območje ob potoku (desni breg) je delno urbanizirano, večji dela pa predstavljajo kmetijske obdelovalne površine in travniki (levi breg). Pod regionalno cesto teče vodotok po relativno močno poraščeni naravni strugi skozi območje travnikov. V stacionaži cca. km 0+645 najprej teče pod kolesarsko stezo, nato skozi železniški prepust in potem takoj v manjši betonski cevni prepust v dolžini cca. 185 m (slika 3).



Slika 3: Brsteljškov potok med železniškim in cestnim cevnim prepustom.

Iz cevnega prepusta se nato potok izliva v naravno odprto strugo in se nato po cca. 430 m izlije v Dravo.

Naslednji izmed obravnavanih vodotokov je manjši potok, ki smo ga poimenovali potok iz Lorbkovega vrha. V zgornjem delu obravnavne teče kot jarek skozi gozd in nato preide v urbanizirano območje – naselje. Potok je tu speljan v trapeznem reguliranem profilu, oblikovna s kamnito-betonskimi zidovi (slika 4).



Slika 4: Lorbkov potok v zgornjem-urbaniziranem območju obravnave.

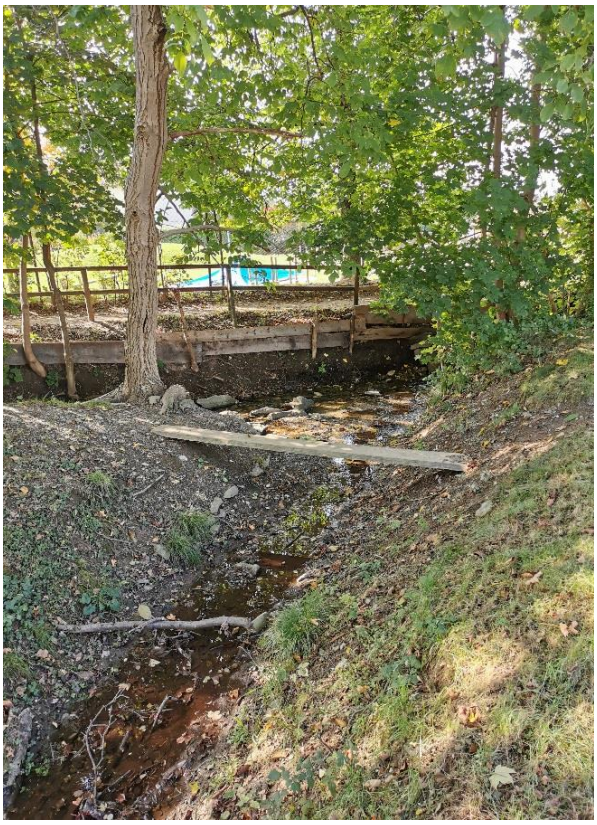
Urbanizirano območje poteka vse do regionalne ceste R2, kjer nato skozi prepust vodotok preide v zemeljski zatravljen jarek z dvignjenimi brežinami (brežine delujejo kot nasip). Vodotok se nato v območju industrijske cone prelije v prečni jarek, kjer nato ponika (ni vidnega iztoka, prepusta).

Na območju Ruš sta zaradi nadgradnje železniške proge obravnavana še dva vodotoka: Ruški potok in Jugov graben. Analizirana odseka vodotokov v zgornjem delu tečeta po kamnito-betonskih reguliranih strugah. Jugov graben ima pred vtokom v prepust pod Mariborsko cesto manjši zadrževalnik/usedalnik, ki pa je popolnoma zamuljen in trenutno več ne opravlja svoje funkcije (slika 4). Pod Mariborsko oz. Falsko cesto je struga že bolj naravna z zatravljenimi brežinami in dnom prekritim s prodom in kamni različnih frakcij.

Jugov graben se izliva v Ruški potok cca. 315 m nad križanjem z železniško progo. Obstoječi prepust pod železnico je izveden kot kamnito betonski ločni objekt, maksimalne/spodnje širine 1,6 m in višine v osi 1,5 m.



Slika 5: Ruški potok v zgornjem delu obravnave.



Slika 6: Sotočje Ruškega potoka in Jugovega grabna.

2.1 Hidrografske značilnosti obravnavanih vodotokov

Obravnavani vodotoki spadajo med odvodnike iz območja Ruškega Pohorja, kjer presegajo vrhovi višino 1000 m.n.v.. Vzdolžni padci vodotokov so zato relativno visoki, absolutni padec v zaključnih profilih dosega vrednost okoli 10 %. Povprečni padec terena v zaključnem profilu se giblje med 22,6 % in 46,4 %. Vse zgoraj opisane karakteristike dajejo obravnavanim vodotokom močan hudourniški značaj, kjer so praviloma najbolj neugodni kratkotrajni intenzivni nalivi (doseženi najvišji konični pretoki pri padavinah krajšega trajanja).

Prispevna površina vodotokov je z izjemo Ruškega potoka manjša od 1 km^2. Ruški potok s svojimi 2,52 km^2 vodozbirne površine (profil Ruški potok do izliva v Dravo) nekoliko izstopa. V spodnji tabeli so podane hidrografske karakteristike obravnavanih vodotokov v izbranih profilih (projekt [1] in projekt [5]).

Preglednica: 1: Odseki obravnavanih vodotokov.

Vodotok	Prispevno območje F[km^2]	Povp. Padec naklona terena OLS [%]	Dolžina vodotoka L [km]	Absolutni padec vodotoka La [m/m,%]
Bezenski potok do železniške proge	0,642	40,14	1,089	10,92
Kramarjev potok do železnice	0,643	38,84	1,397	11,46
Brsteljškov potok do železniške proge	1,192	39,54	2,728	11,48
Pritok izpod Lorbkovega vrha do ponikanja	0,646	46,39	1,685	12,41
Jugov graben do Ruškega potoka	0,375	39,04	1,383	12,30
Ruški potok pod Jugovim grabnom (bližina železnice)	2,325	50,86	3,377	17,16

Na porečjih vseh obravnavanih vodotokov prevladujejo gozdne površine. Delež gozdnih površin presega 50 % površine prispevnega območja posameznega vodotoka.

3 OPIS NAČRTOVANIH UREDITEV NADGRADNJE ŽELEZNIŠKE PROGE

V nadaljevanju je na kratko predstavljen Izvedbeni načrt nadgradnje in posamezne ureditve na trasi načrtovane nadgradnje v vplivnem območju obravnavanih vodotokov.

Za obravnavane ureditve je bil izdelan izvedbeni načrt (IzN): *»Nadgradnja odseka Maribor – Ruše na regionalni železniški progi št. 34: Maribor – Prevalje – d.m. in nadgradnjo železniške infrastrukture na območju železniškega trikotnika v Mariboru ».* Načrt je izveden v skladu s Pravilnikom o pogojih in postopku za začetek, izvajanje in dokončanje tekočega in investicijskega vzdrževanja ter vzdrževalnih del v javno korist.

Izvedbeni načrt se glede na lokacijo deli na več posameznih sklopov:
1. Nadgradnja pragovnega odseka Maribor – Maribor Studenci.
2. Nadgradnja progovnega odseka Maribor Studenci – Ruše.
3. Nadgradnja železniške postaje Maribor Studenci.
4. Nadgradnja železniškega postajališča Bistrica ob Dravi v postajo.
5. Nadgradnja železniške postaje Ruše.
6. Nadgradnja železniške infrastrukture na območju železniškega trikotnika v Mariboru.

Namen nadgradnje odseka železniške proge Maribor – Ruše je predvsem:
- povečanje zmogljivosti postaj,
- dvig največje dovoljene osne obremenitve na 225 kN/os in dolžinske obremenitve 80 kN/m,
- vzpostavitev parametrov zmogljivosti za prometni kodi P5 in F2 v skladu s TSI kategorizacijo,
- zagotovitev interoperabilnosti,
- povečanje stopnje varnosti prometa,
- uporabniku prijaznejša infrastruktura,
- fleksibilnejše odvijanje prometa,
- povečanje progovne hitrosti pri čemer nas trasa tirov poteka v okviru zemljišč JŽI,
- vzpostavitev svetlega profila GC,
- zagotovitev peronske infrastrukture skladno s TSI PRM.

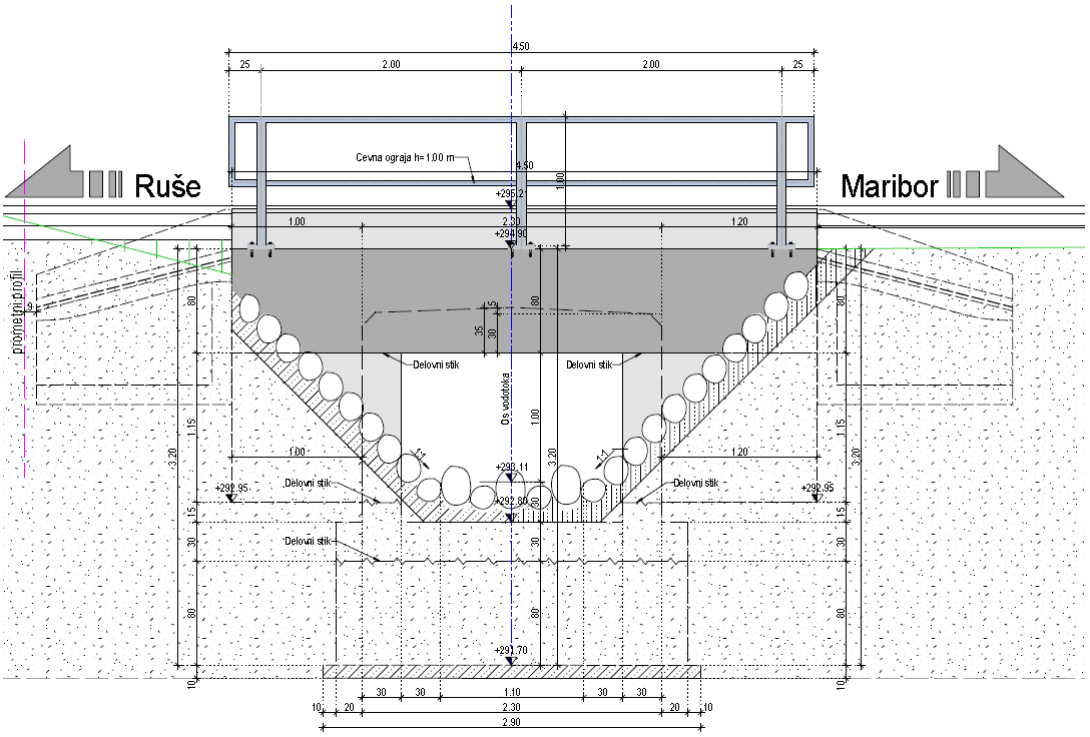
Niveletno ostaja železnica na isti koti, z minimalnimi odmiki (+,-). Z ohranitvijo nivelete ne prihaja do spremembe poplavnega režima (večja zajezba na eni strani zaradi dviga železnice ali večji pretok poplavne vode preko železnice zaradi znižanja nivelete) v območju potencialnih poplav. V nadaljevanju so natančneje opisane ureditve/objekti, ki tangirajo na obravnavane vodotoke faze 2 hidrološko-hidravlične analize. Opisi so narejeni na podlagi načrtov za gradnjo ali sanacijo posameznih objektov.

3.1 Most na Bezenskem potoku – objekt na stac. km 9+876

Obstoječi objekt se popolnoma odstrani in nadomesti z novim škatlastim, monolitnim prepustom. Svetle odprtine prepusta so 170/130 cm, debeline sten 30 cm. Skupna dolžina prepusta vključno z robnim vencem je 6,70 m. Krila na objektu so konzolna, vzporedna dolžine 1,0 m in 1,2 m debeline 30 cm.

Del struge, ki je na celotni potezi zavarovana s tlakovanjem s kamnom in betonom, se za potrebe gradnje objekta poruši in izvede na novo. Brežine se zaščitijo s kamnito zložbo v debelini 30 cm (20 cm kamen + 10 cm pusti beton). Tlakovanje se izvede z izrazito neporavnanimi kamni na način, da so s ploščato stranjo vtisnjeni proti brežini.

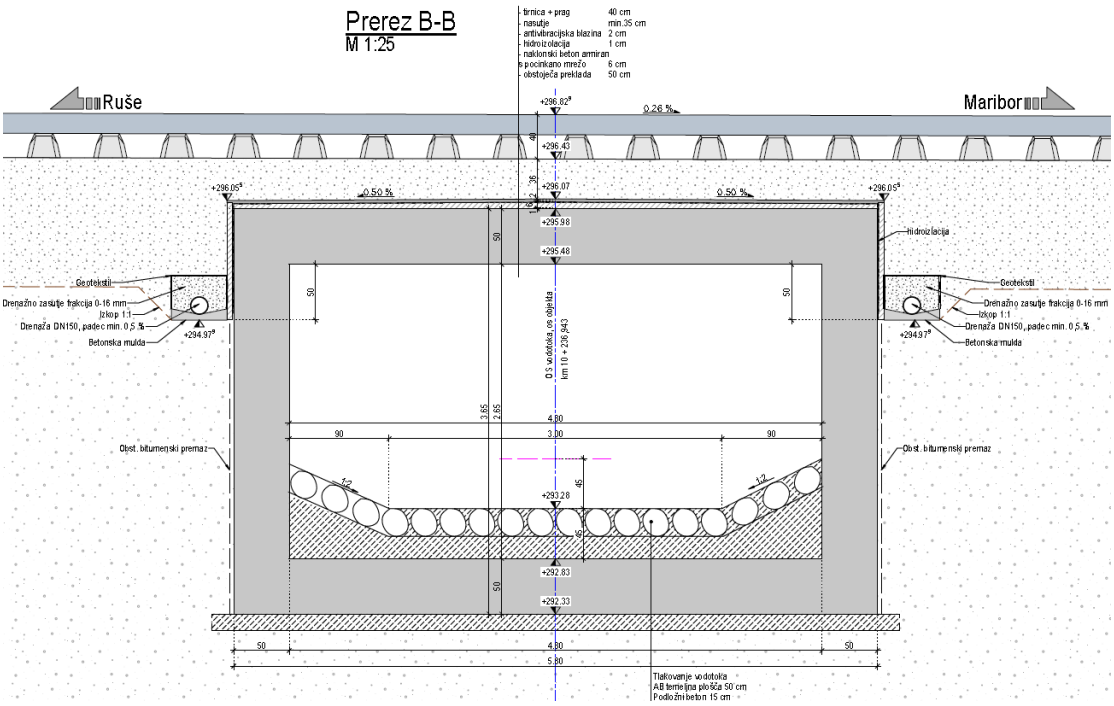
S hidravlično analizo je bilo ugotovljeno, da glede na karakteristične pretoke dimenzije niso ustrezne. Minimalne potrebne dimenzije so podane v poglavju 7 – Hidravlična analiza.



Slika 7: Profil saniranega železniškega prepusta na Bezenskem potoku (hidravlično neustrezen).

3.2 Most na Kramarjevem potoku – objekt na stac. km 10+237

Načrtovana je sanacija in rekonstrukcija obstoječega prepusta. Prepust je zasnovan kot okvirna škatlasta konstrukcija, svetle razpetine 4,80 m. Dolžina prepusta skupaj z robnimi venci znaša 6,80 m. Konstrukcijski elementi, temeljna plošča, stena opornika, preklada in krila so debeline 50 cm. Pod objektom se obstoječ profil vodotoka ne spreminja.

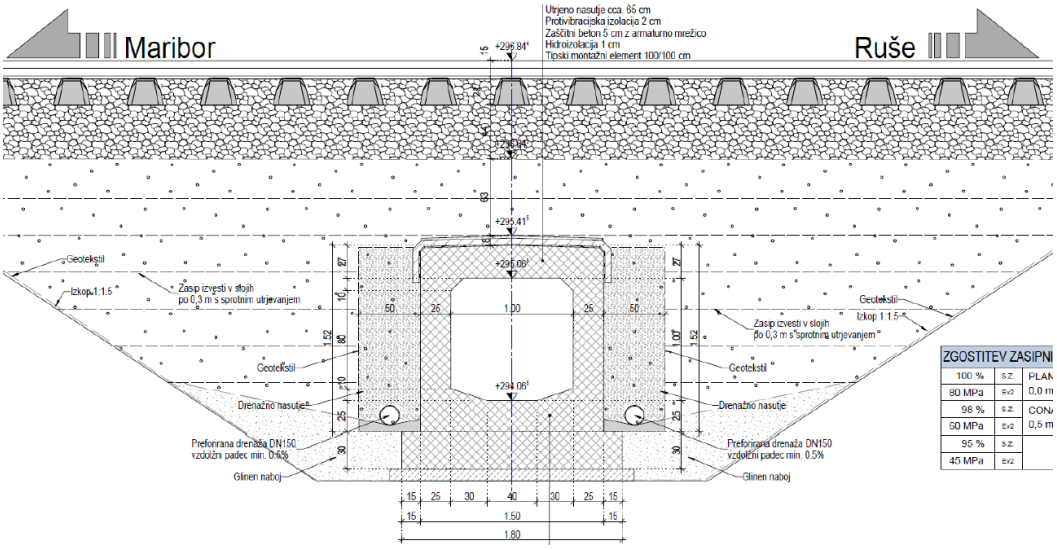


Slika 8: Prečni profil rekonstruiranega objekta na križanju železnice in Kram. potoka.

3.3 Prepust na Brsteljškovem potoku – objekt na stac. km 10+533

Obstoječi objekt se popolnoma odstrani in nadomesti z novim škatlastim, montažnim prepustom temeljenim na temeljni plošči. Svetle odprtine prepusta so 100/100 cm, debeline sten 25 cm. Skupna dolžina prepusta vključno s pragom je 20,42 m. Krila na objektu so vzporedna z vodotokom dolžine 2,0-2,8 m in debeline 25 cm.

Zaradi višine nasutja je nad izpustom in iztokom AB parapetni zid debeline 30 cm in višine 1,25 m. na objektu poteka kolesarska pot in železniški tir.

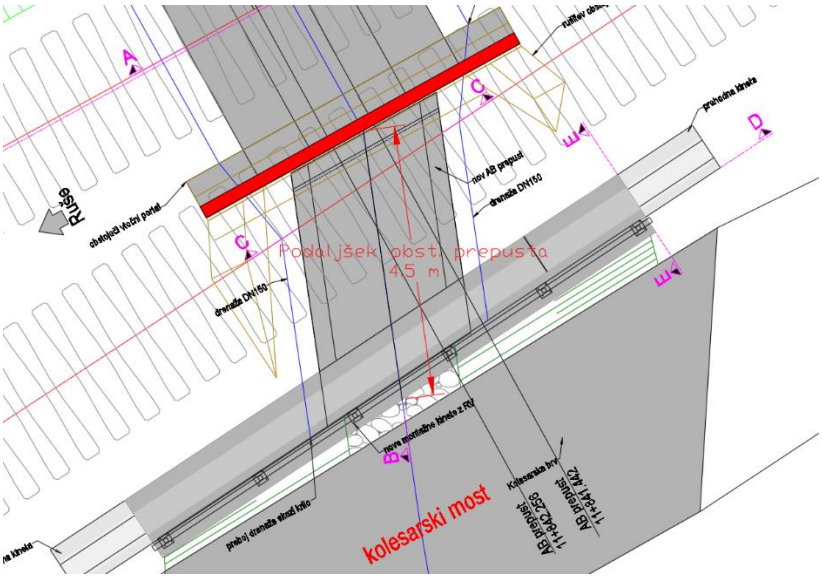


Slika 9: Prečni profil rekonstruiranega objekta na križanju železnice in Brsteljškovega potoka.

S hidravlično analizo je bilo ugotovljeno, da glede na karakteristične pretoke dimenzije niso ustrezne. Minimalne potrebne dimenzije so podane v poglavju 7 – Hidravlična analiza.

3.4 Podaljšanje prepusta na Ruškem potoku – objekt na stac. km 11+841

Za potrebe nadgradnje železniške proge se načrtuje podaljšanje obstoječega kamnito betonskega ločnega prepusta (slika 10). Podaljšanje se izvede v dolžini cca. 4,5 m na zgornji vtočni strani obstoječega prepusta v smeri proti kolesarki. Podaljšanje se načrtuje kot okvirna škatlasta konstrukcija svetle razpetine 2,2 x 1,7 m.



Slika 10: Tlorisni prikaz načrtovanega podaljška prepusta na Ruškem potoku.

S hidravlično analizo je bilo ugotovljeno, da glede na karakteristične pretoke dimenzije podaljšanega prepusta niso ustrezne. Minimalne potrebne dimenzije so podane v poglavju 7 – Hidravlična analiza.

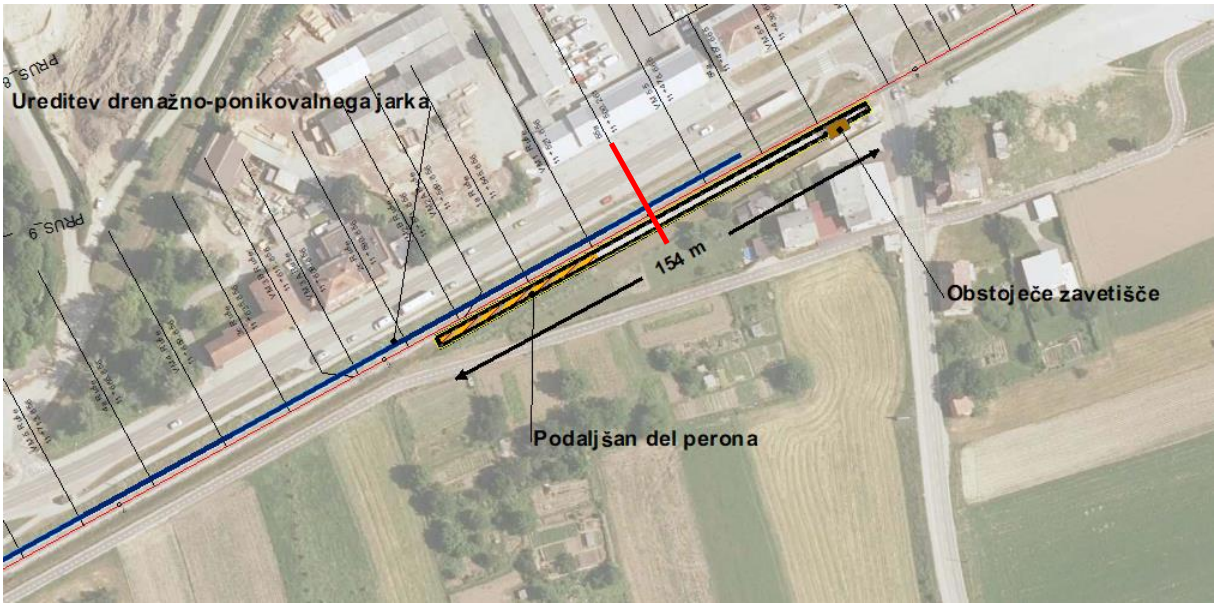
3.5 Nadgradnja pragovnega odseka – podaljšanje perona na žel. postaji Ruše tovarna

Postajališče Ruše tovarna je v km 11+400, peron v dolžini 100 metrov, višine 550 mm se nahaja na levi strani proge. Peron se nahaja v premi.

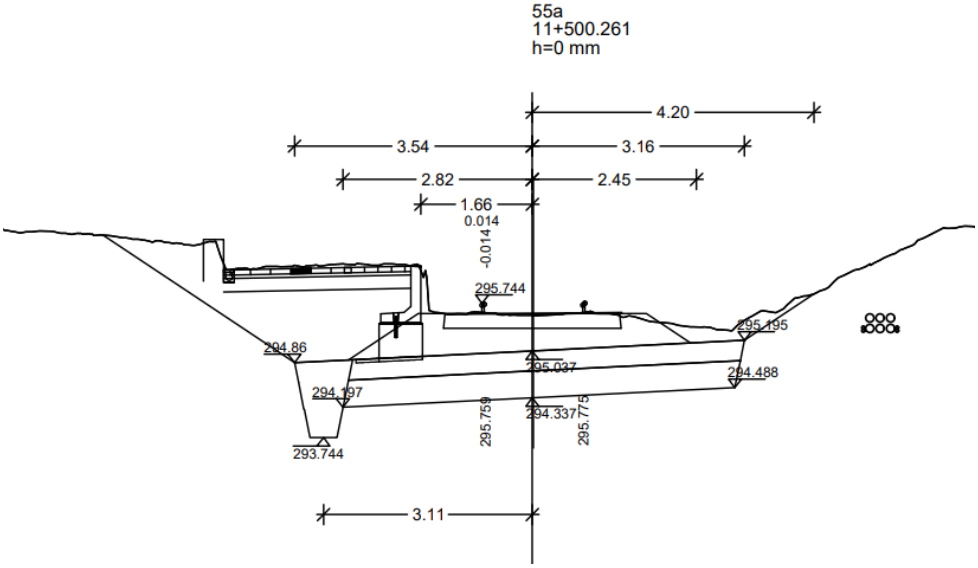
Načrtuje se podaljšanje perona na dolžino 154 m. Podaljšek perona bo nadgrajen na obstoječo višino 0,55 m. Dostop za potnike na peron je predviden po obstoječi dostopni poti. Minimalna širina perona je 3 m.

Stranski peron bo na strani ob tiru narejen iz montažnih AB peronskih »L« elementov dimenzije 60/85 cm dolžine 1,0 m. Peronski element se vgradi na pasovni betonski temelj širine 60 cm, na katerega se pred polaganjem L elementov položi tanek sloj cementne malte.

Odvodnja trupa železniške proge se vrši s pomočjo drenažnega ponikovalnega jarka ali odcejanja. Planum proge je obrnjen proti drenažnim ponikovalnim jarkom (slika 11). Med izvedbo je potrebno preveriti zmožnost ponikanja v drenažnih ponikovalnih jarkih s strani geomehanika. V primeru, da ponikanje zadostno je potrebna vgradnja ponikovalnih vodnjakov. Za ta primer je predvidenih 10 vodnjakov globine 12,3 m.
Odvodnja perona se vrši z linijsko kanaleto ob zidu po celotni dolžini perona. Ob izvedbi del je potrebno preveriti kam se izteka obstoječa linijska kanalizacija. Če je možno se za podaljšano kanaleto uporabi obstoječ iztok, če ne je potrebno izvesti ponikovalnico.



Slika 11: Tlorisna situacija na območju podaljšanja prepusta. Označen profil z rdečo je prikazan na sliki spodaj (slika 12)



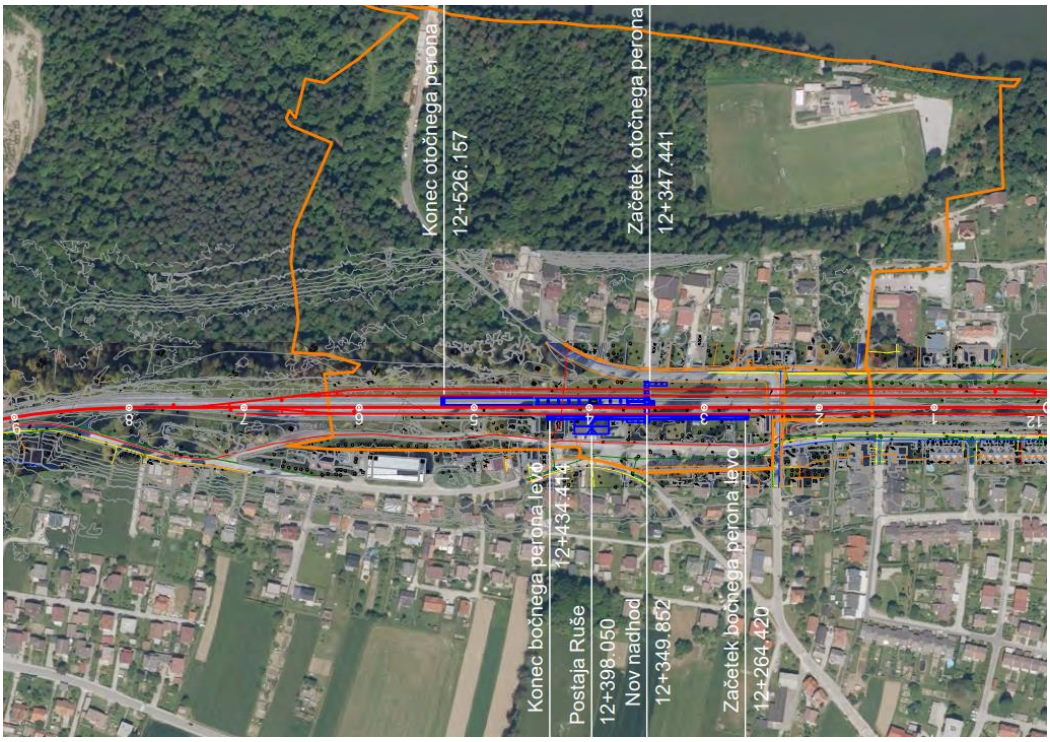
Slika 12: Prečni profil 55a - načrtovano stanje.

3.6 Nadgradnja železniške postaje Ruše

Postaja Ruše je postaja na regionalni enotirni progi 34. Sredina postajnega poslopja je v km 12+387. Postajno območje sega od uvoznega signala A1 v km 11+786 do uvoznega signala B1 v km 13+169. Dolžina postajnega območja je 1383 m.

Postaja Ruše ima bočni peron ob tiru 1 dolžine 80 metrov, širine 1,6 m in višine 0,35 m ter peron med tiroma 1 in 2 dolžine 38 metrov, širine 1,6 m in višine 0,35 m. Dostop na peron je izveden v nivoju preko tira 1 v km 12+404.

Postaja Ruše se v celoti nadgradi. Odstranijo se vsi obstoječi tiri s kretnicami ter obstoječa perona. Zgradita se dva nova perona, en otočni ter en bočni peron za tri peronizirane tire (slika 13).

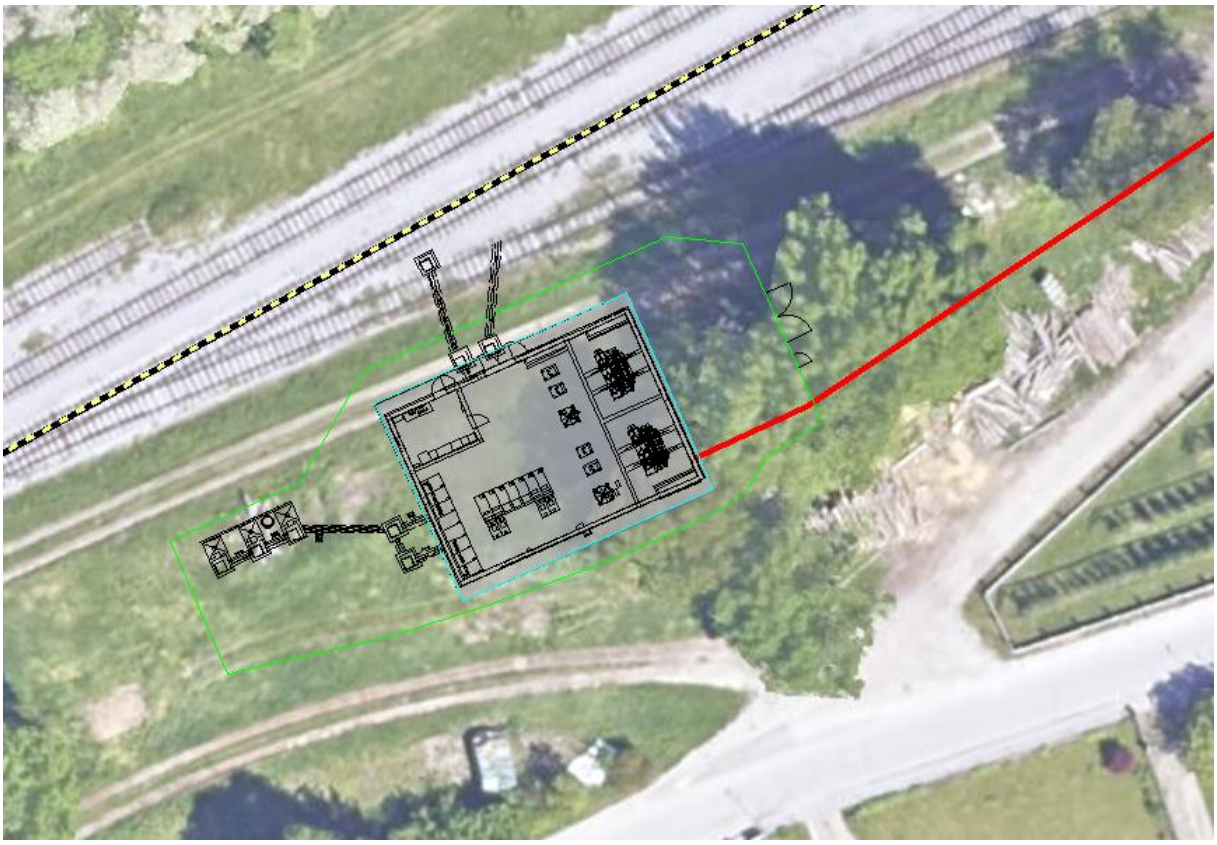


Slika 13: situacija nadgradnje na območju železniške postaje Ruše.

3.7 Gradnja ENP Ruše

Za potrebe nadgradnje železnice bo potrebno zagotoviti dodatno elektro napajalno postajo voznega omrežja (ENP), električni parametri obstoječega voznega omrežja namreč ne zadoščajo potrebam. Izdelava projektne dokumentacije za gradnjo nove ENP – ENP Ruše, se vodi kot ločen projekt – 3764/ENP.

Objekt ENP Ruše je elektroenergetski postroj za napajanje električne vleke enosmernega sistema nazivne napetosti 3 kV. Objekt ENP je tehnično in funkcionalno transformatorska postaja, ki ima za dovod distribucijsko 20 kV srednjo napetost. Napetost se v ENP na vgrajenih transformatorjih samo transformira na nižjo vrednost, usmeri na 3kV DC in z njo napaja vozno železniško omrežje elektro vlakov.
Objekt je zasnovan kot masiven, klasično ograjen, opečni objekt tipske zasnove. Zasnovan je kot pritličen objekt s podolžno tlorisno zasnovo. ENP predstavlja ograjen plato, kot električno obratovališče zaprtega tipa. Objekt je ograjen z varovalno žično ograjo višine 2,0 m.



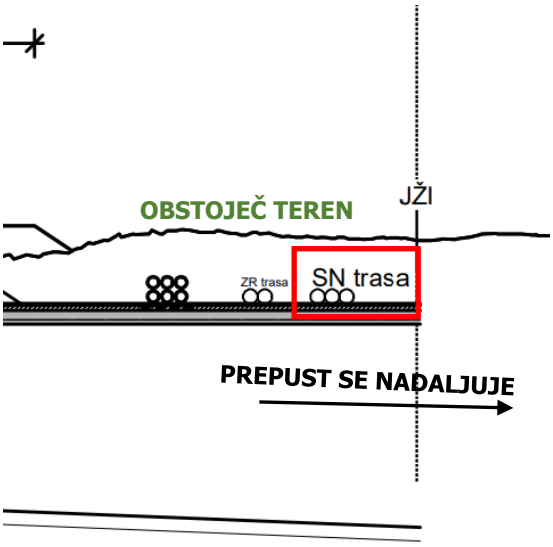
Slika 14: Lokacija načrtovane ENP s prikazom nove trase kablovoda (rdeča linija).

Napajanje ENP Ruše je predvideno iz obstoječe RTP Ruše po dveh ločenih 20 kV kablovodih. Potek in izvedba SN kablovoda je del ločenega načrta v sklopu projekta 3764/ENP. Kablovod 2 x 20 kV iz RTP Ruše do nove ENP Ruše bo potekal po cevni kanalizaciji v novi zemeljski trasi: iz RTP Ruše po dovozni cesti preko lokalne ceste, kjer se priključi ožjemu območju trase obstoječega železniškega tira. Ob žel. tiru poteka kablovod do objekta ENP Ruše. Po celotni trasi se izvedejo na ustreznih razdaljah kabelski betonski jaški.

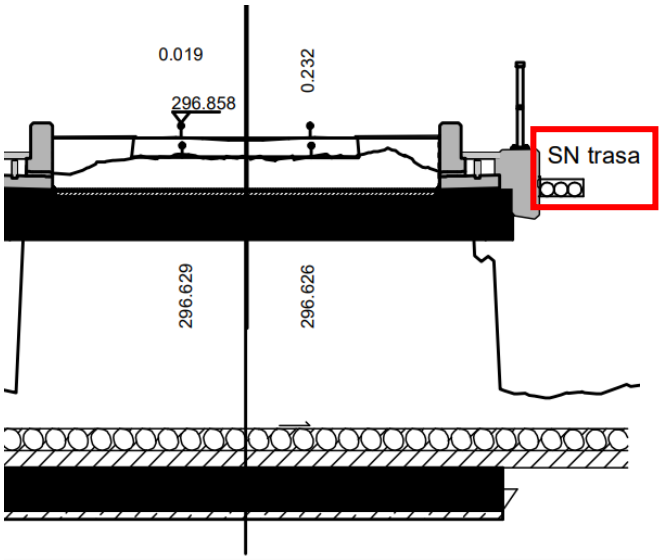
Trasa 20 kV povezave poteka delno preko zelenih in delno preko voznih površin in bo dvakrat prečkala cesto in enkrat tirnico (celotna trasa z ENP je nakazana na pregledni situaciji in tudi na poplavnih kartah predmetnega elaborata). Načrtovan kablovod v večji meri poteka po trasi, kjer se že sedaj nahajajo kablovodi. Na nekaterih odsekih se z novimi cevnimi prepusti trasa dogradi, drugje pa bo kablovod potekal po že postavljenih ceveh.
Na predvideni trasi kablovoda pride tudi do križanj z obravnavanimi vodotoki, ki pa se načrtujejo na način, da s kablovodom v nobenem primeru ne posegamo v pretočni profil vodotokov in ne oviramo

naravnega toka vode. Križanja s posameznimi vodotoki so predstavljena v projektu 3764/ENP, na kratko jih predstavljamo v spodnjih alinejah,

- Pri Ruškem potoku gre kablovod ob železniški progi v zemlji in nad obstoječim prepustom (slika 15),
- pri Kramarjevem in Brsteljškovem potoku se načrtuje kablovod v kovinskem kabelskem koritu, ki je montirano na betonski steni na dolvodni strani prepusta (slika 16),
- pri Bezenskem potoku se SN vod načrtuje v kabelski kanalizaciji, ki se nahaja v telesu obstoječe ceste.



Slika 15: Potek SN kablovoda nad prepustom na Ruškem potoku.



Slika 16: Potek SN kablovoda na Kramarjevem potoku, na Brsteljškovem je po istem principu.

Trasa novega kablovoda cca. 180 m poteka vzporedno z Bezenskim potokom (od železniške proge do RTP). Na tem odseku je kablovod načrtovan v območju kabelske kanalizacije, ki se nahaja v telesu obstoječe lokalne ceste. V nobenem primeru s traso ne posegamo v območje vodotoka in tako ohranjamo ustrezno hidravlično pretočnost/prevodnost.

Predmetni elaborat – HHŠ obravnava postavitev nove ENP in nove trase kablovoda z vidika poplav. V nadaljevanju je bila narejena analiza/pregled križanj načrtovanih ureditev v sklopu projekta 3764/ENP s poplavnimi območji/razredi obravnavanih vodotokov.

4 GEODETSKE PODLAGE

Za potrebe izdelave predmetne HHŠ je bila v januarju 2024 posneta in izdelana nova geodetska podlaga za širši obseg obravnavanih vodotokov. Izdelana je bila s klasičnim geodetskim snemanjem profilov na posameznih vodotokih. Za Ruški potok in Jugov graben so bile narejene podlage v sklopu projekta [5].

Skupno je bilo na petih obravnavanih vodotokih znotraj faze 2 HHŠ posnetih cca. 130 profilov. Razdalja med profili je med 15 m in 80 m in je odvisna od razgibanosti struge in geometrije profila struge, lokacije prečnih objektov ipd.

Na vodotokih so bili na novo posneti tudi gabariti vseh objektov (mostovi, prepusti, pragovi …). Posnete objekte smo kasneje upoštevali v hidravličnem modelu.

Za 2D inundacijski teren (topologija obravnavanega območja), teren po katerem teče poplavna voda iz struge, so bil uporabljeni podatki iz LIDAR posnetkov, ki so javno dostopni na straneh Agencije RS za okolje. Uporabljeni so bili najnovejši sloji iz portala Atlasa okolja, kjer je LIDAR višinsko korigiran na nov višinski datum Koper.

Posnetek je bil narejen v KS D96 in novem višinskem datumu Koper (tudi posnetek Ruškega potoka in Jugovega grabna). Tako so tudi vsi rezultati (gladine) v omenjenem višinskem datumu. V primeru uporabe starejšega višinskega datuma je potrebno rezultate (gladine) ustrezno konvertirati.

5 HIDROLOGIJA

Za potrebe modeliranja in hidravlične analize je bila izdelana nova hidrološka analiza – projekt [1], kjer so zajeti vodotoki za fazo 1 in fazo 2 HHŠ. Rezultati hidrološke analize – visokovodni valovi so bili uporabljeni za vhodne podatke v hidravlične modele za vodotoke Bezenski potok, Kramarjev potok, Brsteljškov potok in potok iz Lorbkovega vrha (vodotoki iz faze 2 HHŠ). Za vodotoka Ruški potok in Jugov graben, katerih rezultate – poplavne karte samo povzemamo, je bila izdelana hidrologija v sklopu projekta [5]: *»Hidrološka obdelava visokih vod Ruškega potoka – HIDROLOŠKA ŠTUDIJA, št. proj.: 6/2021-HS, HEK Doroteja Starec s.p., oktober 2021« (v nadaljevanju projekt [6]),* hidrološka študija je bila potrjena skupaj s celotno HHŠ – projekt [5].

V nadaljevanju je narejen kratek povzetek iz uporabljenih hidroloških študij. Celotna hidrološka študija – projekt [1] je kot priloga dodana elaboratu.

5.1 Hidrološka študija – projekt [1]

V hidrološki študiji – projekt [1] so bili določeni visokovodni valovi za visokovodne dogodke s povratno dobo 10, 100 in 500 let pri različnih trajanjih padavin za vse vodotoke (razen za vodotoka obdelana v projektu [5]) na odseku med Mariborom in Rušami – faza 1 in faza 2 HHŠ. Posebej so bili izračunani tudi visokovodni valovi za pripadajoče pretoke povišane zaradi podnebnih sprememb.

Hidrološka obdelava se nanaša na vodotoke oziroma porečja, na katerih ni bilo hidroloških opazovanj in meritev. Hidrološki podatki za obravnavane vodotoke v hidrološkem arhivu ARSO ne obstajajo.

V primeru določitve visokovodnih valov vodotokov med Rušami in Limbušem je bil uporabljen splošno znani hidrološki program HEC-HMS, razvit v ZDA. Program je splošno dostopen, kar je njegova velika prednost, za sam izračun pa je bila uporabljena njegova verzija 4.9.

Hidrološki program HEC-HMS omogoča izračun visokovodnih valov tudi v računskih profilih, v katerih ni hidroloških opazovanj. V tem primeru predstavljajo hidrografske karakteristike posameznega računskega območja robne pogoje za izračun visokovodnih valov, sama računska območja pa shematično obliko hidrološkega modela.

5.1.1 Padavine

Za povirni del Bistrice (RU-O-15, RU-O-16) so bile privzete projektne 24 urne padavine padavinske postaje Koča nad Šumnikom, za ostali del porečja Bistrice in porečja ostalih vodotokov pa projektne 24 urne padavine padavinske postaje Ruše.

Za padavine krajšega trajanja je bilo upoštevano razmerje med padavinami krajšega trajanja in 24 urnimi padavinami.

Pri časovni porazdelitvi padavin smo izhajali iz analize merjenih padavinskih podatkov za Maribor. Na podlagi statistične analize so bili v magistrski nalogi z naslovom »Algoritem za analizo časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka« (Domen Dolšak, UL, FGG, 2015) določene tako imenovane Huffove normirane brezdimenzijske krivulje. Na osnovi teh krivulj je možno izdelati sintetične normirane histograme padavin.

5.1.2 Model transformacije in propagacije

Model transformacije se nanaša na transformacijo padavin v direktni odtok in ga karakterizira sintetični hidrogram enote. Kot je bilo predhodno že omenjeno, je bila za določitev sintetičnega hidrograma enote izbrana metoda brezdimenzijskega hidrograma enote SCS, ki temelji na izračunu časa zakasnitve Tp. Čas zakasnitve je podan z enačbo:

$$Tp = \frac{(Lr^{0,8} * (S + 25,4)^{0,7})}{28,14 * OLS^{0,5}}$$

kjer je:

Tp čas zakasnitve, ki je enak časovni razliki med težiščem hietograma efektivnih padavin in pojavom maksimalnega odtoka hidrograma enote (h),
Lr hidravlična dolžina porečja (km),
S maksimalno potencialno zadrževanje (mm),
OLS povprečni padec terena (%).

V hidrološki model je bila vključena tudi metoda Muskingum – Cunge, ki predstavlja nadgradnjo klasične metode Muskingum. Za izračun propagacije med dvema računskima profiloma je potrebno v hidrološkem programu HEC – HMS določiti dolžino rečnega odseka, padec vodotoka, koeficient hrapavosti po Manningu in prečni profil, katerega zapis je omejen z osmimi točkami. Dolžino rečnega oseka in padec vodotoka podajajo hidrografske karakteristike, prečni profili vodotokov pa so bili določeni iz LIDAR-ja.

5.1.3 Visokovodni valovi

Visokovodni valovi za obravnavane vodotoke so bili določeni na osnovi 10, 100 in 500 letnih padavin, katerih osnovo za časovno porazdelitev predstavljajo Huffove krivulje. Za namen predmetne naloge so pomembni predvsem računski profili, ki se nanašajo na križanja obravnavanih vodotokov z železniško progo. Ti profili so:

- pritok izpod Lorbekovega vrha (računski profil RU-4),
- Brsteljškov potok (RU-9),
- pritok iz Lipuževega vrha (imenovan Kramarjev potok) (RU-12),
- pritok izpod Dekleve (imenovan Bezenski potok) (RU-15),
- Bistrica (RU-24),
- Lazniški potk (RU-30),
- Potok izpod Pelca (RU-35).

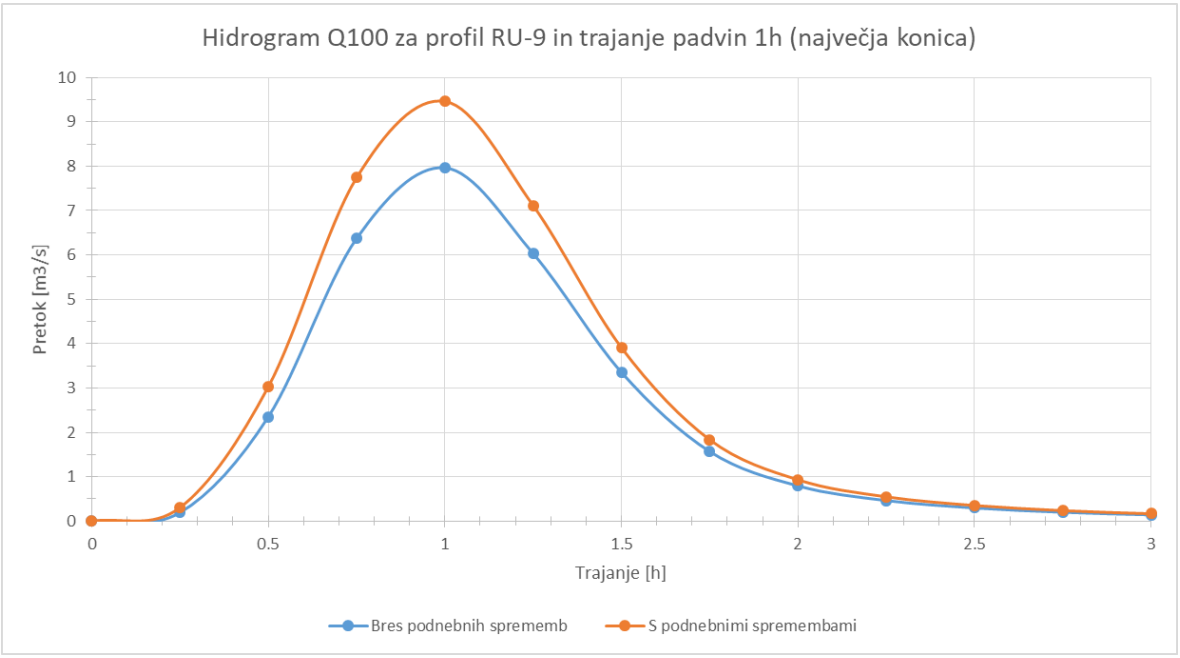
Konične vrednosti visokovodnih valov za povratno dobo 100 let z in brez podnebnih sprememb so predstavljene v tabelah spodaj. Predstavljene so za računske profile za fazo 1 in fazo 2 HHŠ.

Preglednica 2: Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih sprememb za povratno dobo 100 let.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q100																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4	Berstoljškov potok do ceste	Berstoljškov potok do železniške proge	Berstoljškov potok do izliva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "izliva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do izliva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do izliva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,740	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	3,85	5,14	5,53	6,69	3,79	3,45	3,67	3,24	4,32	4,09	25,81	25,73	24,86	4,24	4,95	4,36	3,74	4,41
1 ura	5,30	6,96	7,97	9,58	4,78	4,77	5,28	3,88	5,64	5,73	45,85	44,77	44,41	5,38	6,34	6,11	4,65	5,93
1,5 ure	4,76	6,22	7,61	9,46	3,90	4,39	5,13	3,11	4,92	5,45	52,73	52,88	52,08	4,28	5,12	5,63	3,94	5,37
2 ure	4,51	6,01	7,16	9,02	3,79	4,04	4,80	3,02	4,68	5,10	56,07	56,57	55,78	4,15	5,03	5,20	3,89	5,33
3 ure	3,90	5,10	6,04	7,43	3,24	3,48	4,05	2,59	4,07	4,34	52,62	53,56	53,85	3,54	4,25	4,47	3,29	4,55
4 ure	3,78	4,96	6,00	7,40	3,20	3,46	4,04	2,39	3,98	4,23	48,08	49,11	49,48	3,49	4,17	4,38	3,20	4,35
5 ur	3,46	4,56	5,63	7,06	2,80	3,21	3,81	2,49	3,56	4,00	45,16	46,07	46,09	3,09	3,73	4,08	2,93	4,11
6 ur	3,18	4,19	5,32	6,67	2,75	3,03	3,60	2,09	3,36	3,70	43,01	43,89	44,31	2,98	3,55	3,82	2,74	3,77

Preglednica 3: Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi spremembami za povratno dobo 100 let.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q100																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4	Berstoljškov potok do ceste	Berstoljškov potok do železniške proge	Berstoljškov potok do izliva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "izliva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do izliva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do izliva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,097	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	4,72	6,36	6,74	8,08	4,58	4,16	4,51	3,89	5,23	4,88	33,26	32,66	32,12	5,19	6,08	5,29	4,48	5,30
1 ura	6,35	8,25	9,46	11,30	5,66	5,62	6,27	4,56	6,71	6,78	57,73	54,76	55,30	6,39	7,53	7,19	5,47	6,99
1,5 ure	5,57	7,25	8,99	11,11	4,58	5,14	6,05	3,74	5,82	6,37	63,20	63,66	63,79	5,03	6,04	6,60	4,58	6,30
2 ure	5,27	6,98	8,38	10,49	4,35	4,70	5,60	3,46	5,38	5,91	66,87	67,66	67,26	4,80	5,81	6,06	4,46	6,19
3 ure	4,58	6,01	6,96	8,59	3,78	4,12	4,74	2,95	4,76	5,12	61,69	62,83	63,44	4,12	4,97	5,30	3,83	5,19
4 ure	4,44	5,85	7,06	8,67	3,74	4,03	4,73	2,78	4,65	4,91	55,88	56,85	57,52	4,08	4,88	5,12	3,72	5,09
5 ur	4,02	5,31	6,63	8,26	3,29	3,75	4,47	2,94	4,13	4,65	52,14	53,10	53,18	3,68	4,41	4,77	3,40	4,77
6 ur	3,73	4,93	6,20	7,71	3,21	3,53	4,17	2,43	3,93	4,30	51,60	52,42	52,96	3,48	4,16	4,47	3,18	4,40



Slika 17: Hidrograma iz hidrološke študije za profil Brsteljškov potok do železnice.

Predmetna hidrološka obdelava se nanaša na določitev visokih vod s povratno dobo 10, 100 in 500 let za manjše vodotoke (pritoke Drave) med Rušami in Limbušem, na katerih ni hidroloških opazovanj. Zato predstavljajo osnovno izhodišče za določitev visokih vod podatki o padavinah, pri katerih je bil upoštevan tudi podnebni scenarij RCP8.5 ter časovna porazdelitev padavin, katere osnova so Huffove krivulje za padavinsko postajo Maribor. Za sam izračun visokovodnih valov pa je bil uporabljen hidrološki program HEC-HMS, verzija 4.9.

5.2 Hidrološka študija – projekt [6]

5.2.1 Padavine

Osnova za določitev hidroloških količin so podatki o merjenih padavinah. Z ozirom na primernost podatkov izven porečja Ruškega potoka so bili pri vrednotenju padavin, poleg padavinske postaje v Rušah, upoštevani tudi podatki padavinskih postaj Maribor (Tezno, Tabor, Letališče) in Koča nad Šumnikom.

Na podlagi maksimalnih letnih vrednosti dnevnih višin padavin je bila izdelana verjetnostna analiza. Uporabljena je bila metoda Gumbel, ki uporablja za funkcijo teoretične porazdelitve dvojno eksponentno funkcijo.

Na osnovi rezultatov verjetnostne analize in korekcijskega faktorja, ki podaja razmerje med 24 urnimi in dnevnimi višinami padavin, so bile izračunane projektne padavine (preglednica 1). Projektne padavine predstavljajo osnovo za izdelavo hidrološkega modela, katerega rezultat so hidrološke količine v obliki karakterističnih pretokov.

Preglednica 4: Projektne višine 24 urnih padavin.

PADAVINSKA POSTAJA	P10	P100	P500
	mm	mm	mm
Ruše	119,8	177,8	217,6
Koča pri Šumniku	136,6	203,2	248,9

5.2.2 Hidrološki model

Za določitev visokovodnih valov Ruškega potoka in Jugovega grabna je bil uporabljen hidrološki program HEC-HMS.

Za obravnavana vodotoka so bile določene efektivne padavine (tisti del celotnih padavin, ki povzročijo visokovodni val) z metodo SCS, ki določa izgube glede na različno vrst zemljine in njihovo prevodnost. Lastnosti zemljine so opisane s koeficientom CN, ki zajema vplive pokrovnosti, pedologije in predhodne vlažnosti zemljine.

5.2.3 Visokovodni valovi – rezultati

Visokovodni valovi za izbrane profile na obravnavanem porečju so bili določeni na osnovi 10, 100 in 500 letnih padavin, katerih osnovo za časovno porazdelitev predstavljajo Huffove krivulje. Huffove krivulje so bile uporabljene za trajanje padavin, ki je daljše od treh ur.

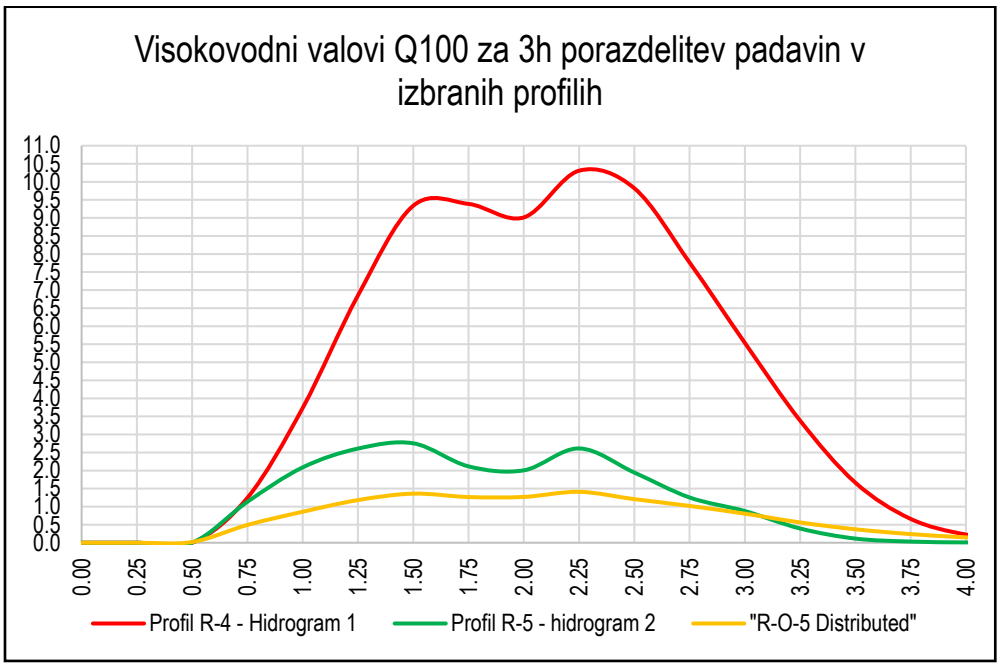
Dodatno so se v hidrološki študiji obdelali visokovodni valovi tudi za krajša trajanja padavin. Obdelani so bili valovi za enakomerne padavine s trajanjem 0,5H, 1H in 2H.

Preglednica 5: Maksimalne vrednosti pretoka pri različnih povratnih dobah za različna trajanja padavin.

		Q100							
Računski profil	F [km^2]	0,5H	1H	2H	3H	6H	9H	12H	24H
R-1	1,229	4,050	6,163	6,664	6,407	5,600	4,706	4,033	2,802
R-2	0,290	2,083	2,607	2,301	2,112	1,627	1,472	1,159	0,731
R-3	1,519	4,956	7,863	8,965	8,440	7,074	5,927	5,138	3,533
R-4	1,950	6,083	9,181	10,675	10,308	8,934	7,381	6,388	4,450
R-5	0,375	2,734	3,533	2,846	2,755	2,134	1,871	1,540	0,953
R-6	2,325	8,214	12,267	13,521	12,921	10,977	9,114	7,928	5,402
R-7	2,523	8,820	12,820	14,242	13,750	12,044	9,880	8,529	5,901

V hidravličnem modelu smo uporabili hidrograme za 3-urno trajanje padavin, ki so bili narejeni na podlagi Huffovih krivulj. Nekoliko višje konične vrednosti sicer izkazujejo izračuni pri 2-urnem trajanju padavin (znotraj 5%), vendar so hidrogrami pri 3-urnem trajanju volumensko veliko bolj neugodni (pomembno zaradi projektiranja zadrževalnika). Minimalno višje konice pretokov, ki so izračunane pri 2-urnem trajanju, pa na rezultate hidravličnega modela bistveno ne bi vplivale. Privzeli smo čisto koincidenco Ruškega potoka in Jugovega grabna, saj gre za dve manjši, sosednji in po karakteristikah podobni povodji.

Na slikah spodaj so prikazani uporabljeni hidrogrami Q100, ki smo jih uporabili v hidravličnem modelu. Hidrogram 1 in 2 sta vtočna hidrograma v naš hidravlični model – zgornji robni pogoj. Hidrogram 3 pa se je v modelu uporabil kot porazdeljen (distributed) dotok na območju R-O-5.



Slika 18: Uporabljeni hidrogrami Q100.

Hidrogram 1 izvrednoten v profilu R-4 (Ruški potok do Jugovega grabna) predstavlja vtočni hidrogram Ruškega potoka, hidrogram 2 predstavlja vtočni hidrogram Jugovega grabna (R-O-4; ni predstavljen v preglednici 5). Rumeni hidrogram predstavlja porazdeljen dotok v območju R-O-5 (ni predstavljen v preglednici 5).

5.2.4 Upoštevanje podnebnih sprememb pri Ruškem potoku in Jugovem grabnu

Za potrebe hidravlične analize in dimenzioniranja objektov, ki so odporni na podnebne spremembe, smo pretoke Ruškega potoka in Jugovega grabna iz projekta [6] povečali skladno s smernicami.

Upoštevali smo tabelo, ki jo je pripravil ARSO. V tabeli se zaradi podnebnih sprememb povečujejo pritoki za RCP 4,5. Ob upoštevanju najbližjega obravnavanega vodotoka v tabeli (Radoljna) smo za obdobje 2071 – 2100 privzeli 12,6 % povečanje na Ruškem potoku in Jugovem grabnu. Izsek iz tabele je predstavljen na sliki spodaj.

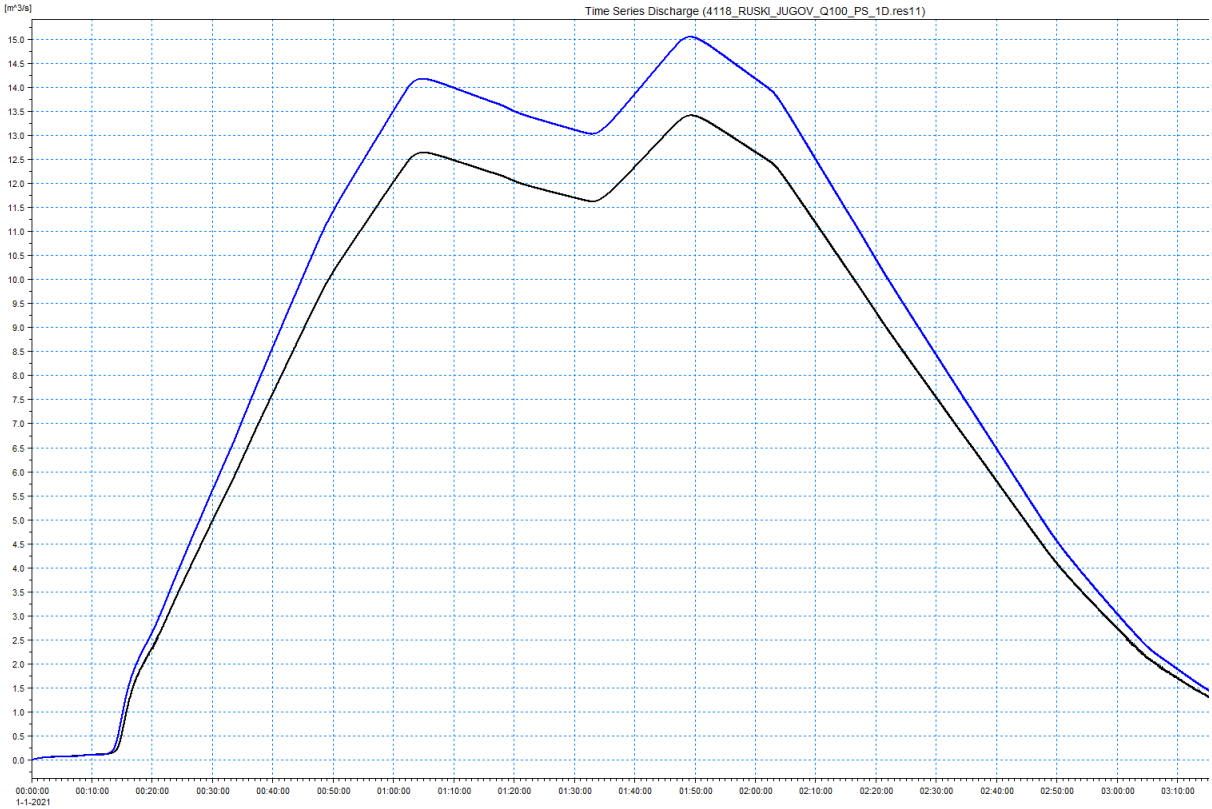
Vrednosti trenda povratnih nivojev visokovodnih pretokov za RCP4.5. Poleg srednje vrednosti trenda (mediane) sta podani tudi spodnja in zgornja meja 90-odstotnega intervala zaupanja.

Scenarij	Šifra	Vodotok	Merilno mesto	GKX	GKY	Spodnja meja intervala zaupanja (%/desetletje)	Mediana trenda (%/desetletje)	Zgornja meja intervala zaupanja (%/desetletje)	Zanesljivost	2011–2040 (v %)			2041–2070 (v %)			2071–2100 (v %)		
										sp. meja	mediana	zg. meja	sp. meja	mediana	zg. meja	sp. meja	mediana	zg. meja
rcp4.5	1140	ŠČAVNICA	PRISTAVA I	153470	594880	-1.7	1.8	6.6	0	-7.7	8.1	29.7	-12.8	13.5	49.5	-17.9	18.9	69.3
rcp4.5	1220	LEDAVA	POLANA I	171082	587362	-2.2	2.1	7.5	0	-9.9	9.5	33.8	-16.5	15.8	56.3	-23.1	22.1	78.8
rcp4.5	1260	LEDAVA	ČENTIBA	155645	613705	-2.1	2.3	8.6	0	-9.5	10.4	38.7	-15.8	17.3	64.5	-22.1	24.2	90.3
rcp4.5	1355	VELIKA KRKA	HODOŠ I	186450	602090	-1.9	2.6	9.1	1	-8.6	11.7	41.0	-14.3	19.5	68.3	-20.0	27.3	95.6
rcp4.5	2250	MEŽA	OTIŠKI VRH I	159305	502357	-1.1	1.6	4.9	1	-5.0	7.2	22.1	-8.3	12.0	36.8	-11.6	16.8	51.5
rcp4.5	2390	MISLINJA	OTIŠKI VRH I	158167	503225	-0.9	1.6	4.3	0	-4.1	7.2	19.4	-6.8	12.0	32.3	-9.5	16.8	45.2
rcp4.5	2530	RADOLJNA	RUTA	157270	532840	-0.7	1.2	3.4	0	-3.2	5.4	15.3	-5.3	9.0	25.5	-7.4	12.6	35.7
rcp4.5	2640	DRAVINJA	MAKOLE	130796	551997	-1.2	1.7	6.1	0	-5.4	7.7	27.5	-9.0	12.8	45.8	-12.6	17.9	64.1
rcp4.5	2719	ROGATNICA	PODLEHNIK I	132420	568000	-1.6	2.1	6.8	1	-7.2	9.5	30.6	-12.0	15.8	51.0	-16.8	22.1	71.4
rcp4.5	2754	POLSKAVA	TRŽEC	135886	567933	-1.5	2.1	7.9	1	-6.8	9.5	35.6	-11.3	15.8	59.3	-15.8	22.1	83.0
rcp4.5	2880	PESNICA	GOČOVA	157341	566968	-2.3	1.7	8.4	0	-10.4	7.7	37.8	-17.3	12.8	63.0	-24.2	17.9	88.2
rcp4.5	2900	PESNICA	ZAMUŠANI I	141640	579855	-1.8	1.8	7.7	0	-8.1	8.1	34.7	-13.5	13.5	57.8	-18.9	18.9	80.9
rcp4.5	3080	SAVA DOLINJKA	BLEJSKI MOST	136305	433785	-1.4	1.0	3.7	0	-6.3	4.5	16.7	-10.5	7.5	27.8	-14.7	10.5	38.9
rcp4.5	3250	SAVA BOHINJKA	BODEŠČE	133450	434315	-1.6	0.9	4.6	1	-7.2	4.1	20.7	-12.0	6.8	34.5	-16.8	9.5	48.3
rcp4.5	3465	SAVA	OKROGLO	123760	447916	-1.4	1.1	4.7	1	-6.3	5.0	21.2	-10.5	8.3	35.3	-14.7	11.6	49.4
rcp4.5	3570	SAVA	ŠENTJAKOB	104515	468075	-1.2	1.4	4.7	1	-5.4	6.3	21.2	-9.0	10.5	35.3	-12.6	14.7	49.4
rcp4.5	3650	SAVA	LITIJA I	101285	486670	-0.8	1.5	4.6	0	-3.6	6.8	20.7	-6.0	11.3	34.5	-8.4	15.8	48.3
rcp4.5	3725	SAVA	HRASTNIK	108630	507381	-0.8	1.5	4.6	0	-3.6	6.8	20.7	-6.0	11.3	34.5	-8.4	15.8	48.3
rcp4.5	3850	SAVA	ČATEŽ I	83402	547709	-1.1	1.3	4.3	0	-5.0	5.9	19.4	-8.3	9.8	32.3	-11.6	13.7	45.2
rcp4.5	4050	TRŽIŠKA BISTRICA	PRESKA	135100	446470	-0.7	1.4	3.9	1	-3.2	6.3	17.6	-5.3	10.5	29.3	-7.4	14.7	41.0
rcp4.5	4120	KOKRA	KOKRA I	129206	461770	-1.4	0.9	5.3	0	-6.3	4.1	23.9	-10.5	6.8	39.8	-14.7	9.5	55.7
rcp4.5	4200	SORA	SUHA I	113319	448320	-1.1	1.2	3.6	0	-5.0	5.4	16.2	-8.3	9.0	27.0	-11.6	12.6	37.8
rcp4.5	4230	POLJANSKA SORA	ZMINEC	112341	445539	-1.0	1.2	3.6	0	-4.5	5.4	16.2	-7.5	9.0	27.0	-10.5	12.6	37.8
rcp4.5	4298	SELŠKA SORA	VEŠTER	114477	445177	-1.4	1.0	3.6	0	-6.3	4.5	16.2	-10.5	7.5	27.0	-14.7	10.5	37.8
rcp4.5	4400	KAMNIŠKA BISTRICA	KAMNIK I	120070	470525	-1.4	1.1	5.1	0	-6.3	5.0	23.0	-10.5	8.3	38.3	-14.7	11.6	53.6
rcp4.5	4695	MIRNA	JELOVEC	93852	518208	-1.3	1.3	5.2	0	-5.9	5.9	23.4	-9.8	9.8	39.0	-13.7	13.7	54.6
rcp4.5	4740	SOTLA	RAKOVEC I	86540	555070	-1.4	1.9	5.9	1	-6.3	8.6	26.6	-10.5	14.3	44.3	-14.7	20.0	62.0
rcp4.5	4770	MESTINJŠČICA	SODNA VAS II	114480	546790	-0.7	2.2	5.9	1	-3.2	9.9	26.6	-5.3	16.5	44.3	-7.4	23.1	62.0
rcp4.5	4820	KOLPA	PETRINA	35521	488780	-0.9	1.0	3.7	0	-4.1	4.5	16.7	-6.8	7.5	27.8	-9.5	10.5	38.9

Slika 19: Trend povratnih nivojev visokovodnih pretokov.

Tabela (slika 17) izhaja iz sinteznega poročila ARSO o podnebnih spremembah: »*Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja, ARSO, 2018*«.

12,6 % povečanje pretokov na Ruškem potoku in Jugovem grabnu pomeni naslednje povišanje konic Q100 v profilu pred vtokom v nov prepust (podaljšek prepusta); Ruški potok pod Jugovim grabnom – združen dotok:



Slika 20: Povečanje hidrograma zaradi vpliva podnebnih sprememb na Ruškem potoku.

Maksimalna konica pretoka se iz cca. 13,4 m^3/s poveča na cca. 15,1 m^3/s. Pretok je izvrednoten v območju vtoka v nov načrtovan železniški prepust na Ruškem potoku.

6 HIDRAVLIČNI MODEL

Za izvedbo hidravličnih izračunov potrebnih za izdelavo predmetnega elaborata in preverbo hidravlične ustreznosti novih načrtovanih objektov na železnici, smo na podlagi novih geodetskih izmer izdelali dva hidravlična modela. Omejili smo jih glede na samo velikost območja in s tem povezano optimizacijo računskih časov.

Hidravlični račun gladin visokih vod z 10, 100 in 500 letno povratno dobo je bil izdelan z uporabo modela nestalnega toka MIKE 11, MIKE 21 in MIKE FLOOD ki ga je razvil danski inštitut (DHI).

Hidravlični izračun smo izdelali s kombinacijo modelov 1D in 2D, ki ju znotraj orodij MIKE povezuje modul MIKEFLOOD. V 1D modelu smo izdelali osnovno strugo. Za vhodne podatke smo uporabili podatke o rečni mreži, prečnih prerezih, robnih pogojih in hidrodinamičnih parametrih. 1D del modela predstavlja celotno obravnavano območje struge vodotoka (OSV). Območji 1D in 2D sta v modelu povezani preko »LINKOV«. Izdelali smo modele za obstoječe stanje in stanje po izvedbi nadgradnje železniške proge.

Glede na lego obravnavanih vodotokov in optimizacijo modelov, smo izdelali dva ločena računska modela. V hidravličnem modelu M3 smo modelirali vodotoke Bezenski potok, Kramarjev potok in Brsteljškov potok. Za vodotok potok iz Lorbkovega vrha smo izdelali ločen hidravlični model – M4. Model M5 predstavlja obstoječ, že narejen model iz projekta [5]. Z izbrano dolžino modeliranega odseka posameznega vodotoka smo zagotovili celostno obravnavo, s katero smo zajeli tudi morebitne poplave, ki bi lahko v območje železnice dotekale iz bolj oddaljenih območij. V spodnjih poglavjih sta natančneje opisana oba izdelana računska modela. Model M5, ki obravnava Ruški potok in Jugov graben pa je na kratko opisan na koncu poglavja.

V modele so bili vključeni vsi hidrotehnični objekti na obravnavanih odsekih (mostovi, prepusti, pragovi…).

MODELIRANJE OBJEKTOV:

Uporabljeno programsko orodje MIKE omogoča ločeno modeliranje prepustov in mostov. Pri prepustih se v program vnesejo dimenzije in oblika prepusta ter kote vtoka in iztoka iz prepusta. Na podlagi teh karakteristik in Manninga znotraj prepusta program izračuna Q/h krivuljo, ki jo uporablja v 1D simulacijah.

Modeliranje mostov je opisno – višina + razdalja od osi + spodnji rob konstrukcije. In sicer se na podlagi geodetskega posnetka mostu (spodnji rob konstrukcije, morebitni oporniki itd.) in posnetka profila struge vodotoka določi svetla odprtina mostu, ki predstavlja pretočno območje. Znotraj tega območja se določijo »markerji«, ki so potrebni v 1D simulacijah. Program v simulacijah pod mostovi uporablja druge enačbe in Manninge (glede na določene markerje) ter upošteva vse hidravlične izgube, ki nastajajo (izgube na vtoku, iztoku…). V programu se prav tako določi prelivni rob preko mostu (zgornji rob konstrukcije), ki se aktivira – enačba za preliv, ko ga doseže gladina vode.

6.1 Model M3

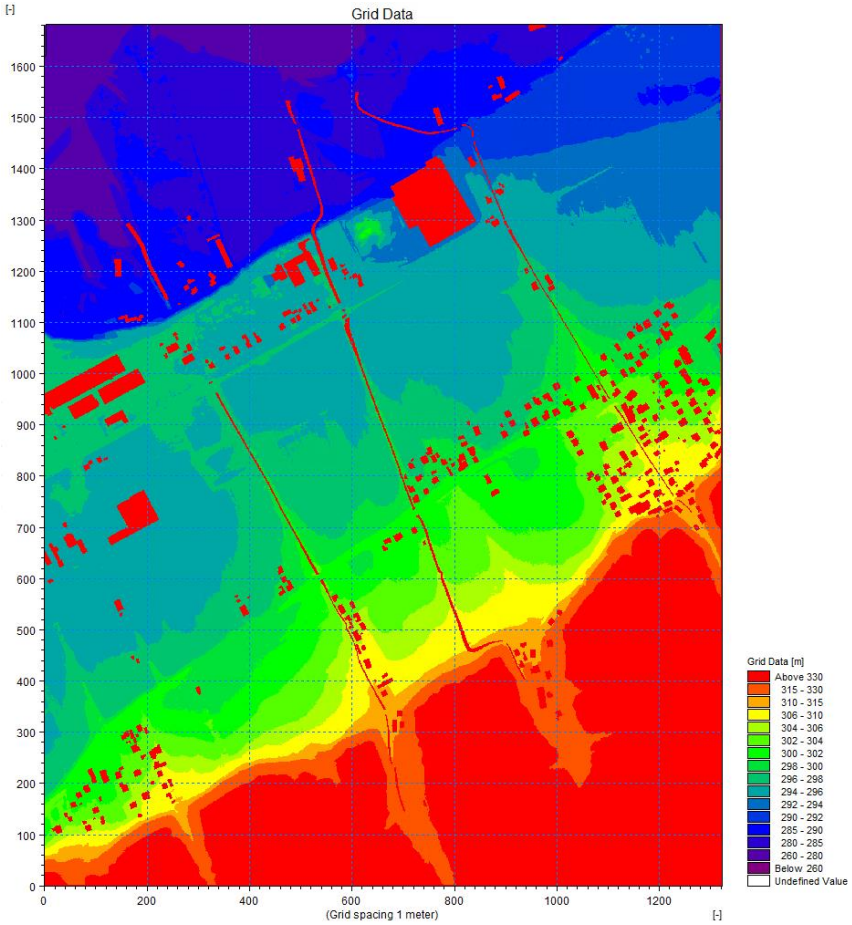
2D teren izven struge smo s pomočjo GIS orodij naredili iz podatkov LIDAR. V model terena smo vnesli stavbe, ki predstavljajo motilce toka poplavne vode. Tloris stavb je bil določen na podlagi katastra stavb (vir: Kataster stavb, 2020). Ker gre za vodotoke manjših dimenzij, smo za 2D opis inundacijskega območja uporabili gosto računsko mrežo z velikostjo celic 1 x 1 m, s katero smo lahko natančno opisali okoliški teren.

Na podlagi terenskega ogleda obravnavanih potokov, posnetkov DOF in inženirske ocene smo določili Manningove koeficiente hrapavosti struge – 1D modul. Lastnosti struge obravnavanih vodotokov na modeliranih odsekih se spreminjajo (umetna kamnito betonska struga in naravna poraščena struga), zato smo uporabili deljene koeficiente hrapavosti (glede na odsek). Skladno s stanjem struge, zaraščenostjo in tipom podlage smo za strugo uporabili sledeče koeficiente hrapavosti – ng:

- Za Bezenski potok – ng = 0,038 do 0,045.
- Za Kramarjev potok – ng = 0,04 do 0,047.

- Za Brsteljškov potok – ng = 0,04 do 0,05.

Uporabljeni koeficienti hrapavosti na poplavnem območju so odvisni od rabe prostora, tipa podlage in se gibljejo v območju n_g=0.05 – 0.08. Podatke o dejanski rabi prostora smo pridobili iz evidenc (shp sloji) ministrstva za kmetijstvo. Vrednosti smo pridobili s pomočjo GIS orodij, kjer smo vsakemu delu območja s pripadajočo dejansko rabo pripisali pripadajoč koeficient.



Slika 21: Uporabljena batimetrija v hidr. Modelu M3 obstoječega stanja (izsek iz MIKE-DHI).

Pomemben vhodni podatek v hidravlični model so pretoki - visokovodni valovi vodotoka. Uporabili smo hidrograme, ki so bili izračunani v hidrološki študiji (projekt [1]). Za vhodni podatek smo uporabili visokovodne valove za trajanje padavin, ki povzročijo najvišje konične pretoke – najbolj neugodne razmere pri posameznem karakt. pretoku. Praviloma vsi obravnavani vodotoki dosegajo najvišje konične vrednosti pri kratkih trajanjih padavin (0,5 h – 1 h), kar priča o močnem hudourniškem značaju obravnavanih vodotokov. Ker pa lahko večjo poplavno nevarnost (doseg) predstavljajo sicer konično manjši, ampak volumensko večji visokovodni valovi, smo dodatno naredili še izračun tudi s pretoki za nekoliko daljša trajanja padavin. Rezultat predstavlja ovojnico izračunov za različna trajanja pri različnih karakterističnih pretokih.

Glede na pridobljene hidrološke podatke se v izbranih hidroloških prerezih uporabljenih v modelih za posamezen obravnavan vodotok pojavljajo najbolj neugodni pretoki pri različnih trajanjih padavin. Izračun smo naredili s konično najbolj neugodnimi pretoki in s pretoki, ki bi lahko predstavljali večjo nevarnost zaradi večjega volumna vala:

Bezenski potok: Q10: 2h in 3h
Q100: 1h in 2h
Q500: 1h in 2h

Kram. potok: Q10: 2h in 3h
Q100: 1h in 2h
Q500: 1h in 2h

Brsteljškov potok: Q10: 2h in 3h
Q100: 1h in 2h
Q500: 1h in 2h

Za spodnji robni pogoj modela je bila uporabljena Q/h krivulja, ki jo program izračuna glede na vzdolžni padec vodotoka in Manningov koeficient hrapavosti v strugi. Gladine glavnega odvodnika - Drava, ki bi lahko povzročale določeno zajezbo tu niso relevantne, saj smo z modeli končali mnogo višje glede na položaj in gladine Drave.

Za umerjanje in verificiranje hidravličnega modela bi bilo potrebno pridobiti podatke o preteklih poplavnih dogodkih ter druge relevantne podatke. Pridobljeni podatki o preteklih visokovodnih dogodkih niso dovolj natančni oz. ustrezni za umerjanje in verifikacijo modela, zato le-to ni bilo izvedeno.

6.2 Model M4

V modelu M4 smo obravnavali samo potok iz Lorbkovega vrha.

2D teren izven struge smo s pomočjo GIS orodij naredili iz podatkov LIDAR. V model terena smo vnesli stavbe, ki predstavljajo motilce toka poplavne vode. Tloris stavb je bil določen na podlagi katastra stavb (vir: Kataster stavb, 2020). Tudi pri modelu M4 smo za 2D opis inundacijskega območja uporabili gosto računsko mrežo z velikostjo celic 1 x 1 m, s čimer smo zagotovili natančen opis okoliškega terena.

Na podlagi terenskega ogleda in inženirske ocene smo za potok iz Lorbkovega vrha uporabili deljen Manningove koeficiente hrapavosti struge – 1D modul ng = 0,033 - 0,047. Nižji koeficienti so bili uporabljeni na območjih, kjer je struga regulirana in očiščena (urbanizirano območje).

Uporabljeni koeficienti hrapavosti na poplavnem območju so odvisni od rabe prostora, tipa podlage in se gibljejo v območju n_g=0.05 – 0.08. Podatke o dejanski rabi prostora smo pridobili iz evidenc (shp sloji) ministrstva za kmetijstvo. Vrednosti smo pridobili s pomočjo GIS orodij, kjer smo vsakemu delu območja s pripadajočo dejansko rabo pripisali pripadajoč koeficient.

Za vhodni podatek smo uporabili visokovodne valove (projekt [1]) za trajanje padavin, ki povzročijo najvišje konične pretoke – najbolj neugodne razmere pri posameznem karakt. pretoku. Vodotok potok iz Lorbkovega vrha dosega najvišje konične pretoke pri krajših trajanjih padavin (1 h). Ker pa lahko večjo poplavno nevarnost (doseg) predstavljajo sicer konično manjši, ampak volumensko večji visokovodni valovi, smo dodatno naredili še izračun tudi s pretoki za nekoliko daljša trajanja padavin. Rezultat predstavlja ovojnico izračunov za različna trajanja pri različnih karakterističnih pretokih.

Glede na pridobljene hidrološke podatke se v izbranih hidroloških prerezih uporabljenih v modelu M4 (RU-O-2 je vhodni, RU-O-3 je distribuiran in RU-O-1 je točkovni dotok) najbolj neugodni pretoki pojavijo pri različnih trajanjih padavin. Izračun smo naredili s konično najbolj neugodnimi pretoki in s pretoki, ki bi lahko predstavljali večjo nevarnost zaradi večjega volumna vala:

- Q10: 1h in 2h
- Q100: 1h in 2h
- Q500: 1h in 2h

Za spodnji robni pogoj modela je bil uporabljen prost iztok v območje ponikovalnega jarka. Samega ponikanja nismo simulirali, saj je v času nastopa visokih vod zanemarljivo (namočenost zemlje). S tem smo analizirali najbolj neugodno stanje, s čimer smo z rezultati na varni, bolj neugodni strani.

Za umerjanje in verificiranje hidravličnega modela bi bilo potrebno pridobiti podatke o preteklih poplavnih dogodkih ter druge relevantne podatke. Pridobljeni podatki o preteklih visokovodnih dogodkih niso dovolj natančni oz. ustrezni za umerjanje in verifikacijo modela, zato le-to ni bilo izvedeno.

6.3 Model M5

Model je bil izdelan za potrebe študije – projekt [5], v kateri smo obravnavali Ruški potok in Jugov graben. V nadaljevanju je narejen kratek povzetek modela.

Hidravlični račun gladin visokih vod z 10, 100 in 500 letno povratno dobo je bil izdelan z uporabo modela nestalnega toka MIKE, ki ga je razvil danski inštitut (DHI).

Hidravlični izračun smo izdelali s kombinacijo modelov 1D in 2D, ki ju znotraj orodij MIKE povezuje modul MIKEFLOOD. V 1D modelu smo izdelali osnovno strugo in vstavili vse obstoječe objekte na vodotokih (mostovi, pragovi, prepusti). Za vhodne podatke smo uporabili podatke o rečni mreži, prečnih prerezih, robnih pogojih in hidrodinamičnih parametrih. Pri hidrodinamičnih parametrih smo uporabili Manningov koeficient hrapavosti, ki je bil določen na podlagi dejanske rabe in inženirske ocene.

Uporabljeni Manningovi koeficienti v strugi Ruškega potoka in Jugovega grabna se vzdolž osi vodotoka spreminjajo. V zgornjem delu, kjer vodotoka tečeta po regulirane pravokotnem betonskem koritu smo uporabili nižje koeficiente – ng = 0,040. Vmes, kjer struga preide v delno zaraščen zemeljski profil s prodnatim dnom smo uporabili koeficient ng = 0,053. V spodnji tretjini pa so brežine struge Ruškega potoka že bolj zaraščena, zato smo tu uporabili višji Manning – ng = 0,065.

V inundaciji smo uporabili Manningovie koeficiente glede na tip podlage in rabo prostora ng= 0.05 – 0.1.

Na podlagi Lidar posnetka inundacijskih območij je bil izdelan DMR celotnega bližnjega obravnavanega območja, čez katerega je bila postavljena pravokotna mreža z velikostjo celic 1x1 m. Tako pridobljeni DMR teren je bil uporabljen kot osnova za 2D izračun v hidravličnem modelu.

Zgornji robni pogoj hidravličnega modela predstavljal vtok – dobljeni SCS hidrogrami v Ruški potok in Jugov graben, za spodnji robni pogoj pa smo nastavili iztok v Ruški potok za Jugov graben ter Q/h krivuljo na Ruškem potoku.

Za hidravlično analizo v predmetnem projektu smo uporabili model in rezultate za obstoječe stanje iz projekta [5].

7 OPREDELITEV NA POPLAVNI DOGODEK 4.8.2023

4. avgusta 2023 so večji del Slovenije zajele obilne in intenzivne padavine, ki so tudi zaradi močne predhodne namočenosti rezultirale v močne poraste pretokov v vodotokih. Na številnih vodotokih so se v določenih hidroloških prerezih pojavljali pretoki, ki v celotni zgodovini meritev še niso bili doseženi. Nastopile so obsežne poplave z uničujočim delovanjem voda in plavin, zlasti ob Meži, Suhodolnici, Savinji, Dreti, Kamniški Bistrici, Nevljici, Pšati, Sori in tudi Mislinji.

Ker gre za tako izrazit poplavni dogodek, ki ima lahko vpliv na nadaljnjo rabo prostora, so se pojavile težnje in zahteve po ustreznih opredelitvah vpliva poplavnega dogodka 4.8.2023 na rezultate hidrološko hidravličnih študij. V nadaljevanju je iz možnih zbranih podatkov narejen pregled vpliva poplavnega dogodka 4.8.2023 na vodotoke na obravnavanem območju rekonstrukcije železnice med Mariborom in Bistrico ob Dravi.

Na obravnavanem odseku med Bistrico ob Dravi in Rušami (HHŠ faza 2) ni dostopnih podatkov o merjenih pretokih. Namreč na nobenem izmed obravnavanih vodotokov se ne nahaja delujoča vodomerna postaja. Zato direktna opredelitev, na podlagi merjenih podatkov, ni mogoča. Drava, ki sicer za obravnavano območje ni relevantna, saj se le to nahaja na visoki rečni terasi, je v svojem spodnjem toku dosegala pretoke 10-20 letnih povratnih dob (vir: Izjemne poplave v Sloveniji med 4. in 8. avgustom 2023, ARSO). Poplavljala je zlasti dolvodno od jezu Markovci (vir: Izjemne poplave v Sloveniji med 4. in 8. avgustom 2023, ARSO). Iz dostopnih podatkov in dejstva, da na obravnavanem območju nismo našli poročil o večjih razlivanjih vodotokov, prav tako pa za območje ni bil posnet DOF po poplavah (DRSV), sklepamo, da poplavni dogodek 4.8.2023 ni imel večjega vpliva na obravnavanem odseku.

8 HIDRAVLIČNA ANALIZA

Hidravlična analiza je bila izvedena za visoke vode Q10, Q100 in Q500 in sicer znotraj območja veljavnosti rezultatov. Karte poplavne nevarnosti in karte razredov poplavne nevarnosti so izrisane na podlagi ovojnic hidravličnih izračunov visokih vod vseh izdelanih hidravličnih modelov.

Poplavne karte so za modela M3 in M4 izdelane samo za obstoječe stanje, saj v načrtovanem stanju ni sprememb. Modele za načrtovano stanje smo izdelali samo za preveritev in dimenzioniranje novih objektov v sklopu rekonstrukcije železnice. Za model M5 pa smo izdelali tudi karte načrtovanega stanja, saj se na trasi železniške proge, ki je delno poplavljena, načrtuje podaljšanje perona in izvedba drenažnega ponikovalnega jarka. Niveletno/višinsko pa železnica ostaja na istem nivoju (v mejah tolerance in natančnosti hidravličnega modela).

8.1 Obstoječe stanje

8.1.1 Model M3

Bezenski, Kramarjev in Brsteljškov potok imajo podobne karakteristike in tudi podobne poplavne režime. V zgornjem območju obravnave, kjer so nakloni večji prihaja pri Kramarjevem in Brsteljškovem potoku do razlivanje vod že pri 10-letnih povratnih dobah. Delno so ogrožena urbanizirana območja nad regionalno cesto. Večje poplavno območje se ustvari pod regionalno cesto, kjer se teren poravna. Poplavna voda Q10 se združi in tudi iz Bezenskega potoka razlije po širokih kmetijskih in travnatih površinah ter odteka v smeri padca terena. Železniška proga ni ogrožena, saj je postavljena na rahlem nasipu in je vode ne dosežejo.

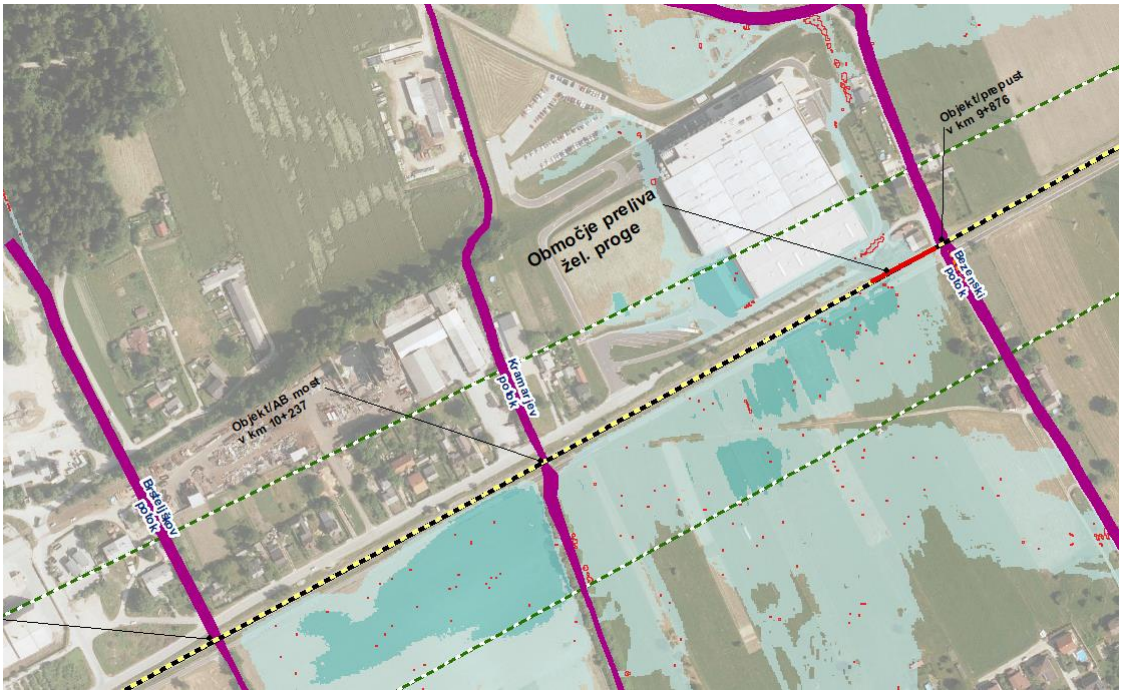


Slika 22: Poplavne razmere Q10 v območju železniške proge.

Q100

Pri pretokih Q100 pri še do bistveno večjega razlivanja pri vseh vodotokih modela M3 v zgornjem območju obravnave. Predvsem zaradi hidravlično neustreznih objektov (mostovi, prepusti) so ogrožena naselja nad regionalno cesto R2. Delno je ogroženo tudi urbanizirano območje pod regionalno cesto.

Poplavne vode Bezenskega, Kramarjevega in Brsteljškovega potoka odtekajo v smeri padca terena, prelijejo regionalno cesto in odtekajo po kmetijskih in travniških površinah v smeri proti železniški progi. Združena poplavna voda Q100 delno prelije železniško progo (v območju nivojskega prehoda) – slika 21. Globine in hitrosti poplavne vode so tu nizke



Slika 23: Poplavne razmere Q100 v območju železniškega proge za model M3.

Ker se velik del visokih vod razbremeni/razliva že v zgornjem delu vodotokov, prepusti pod železnico in kolesarko prevajajo količino vode, ki je ostala v strugi. Objekti zato ne ustvarjajo bistvenega zajeznega učinka in ne predstavljajo dodatne poplavne problematike.

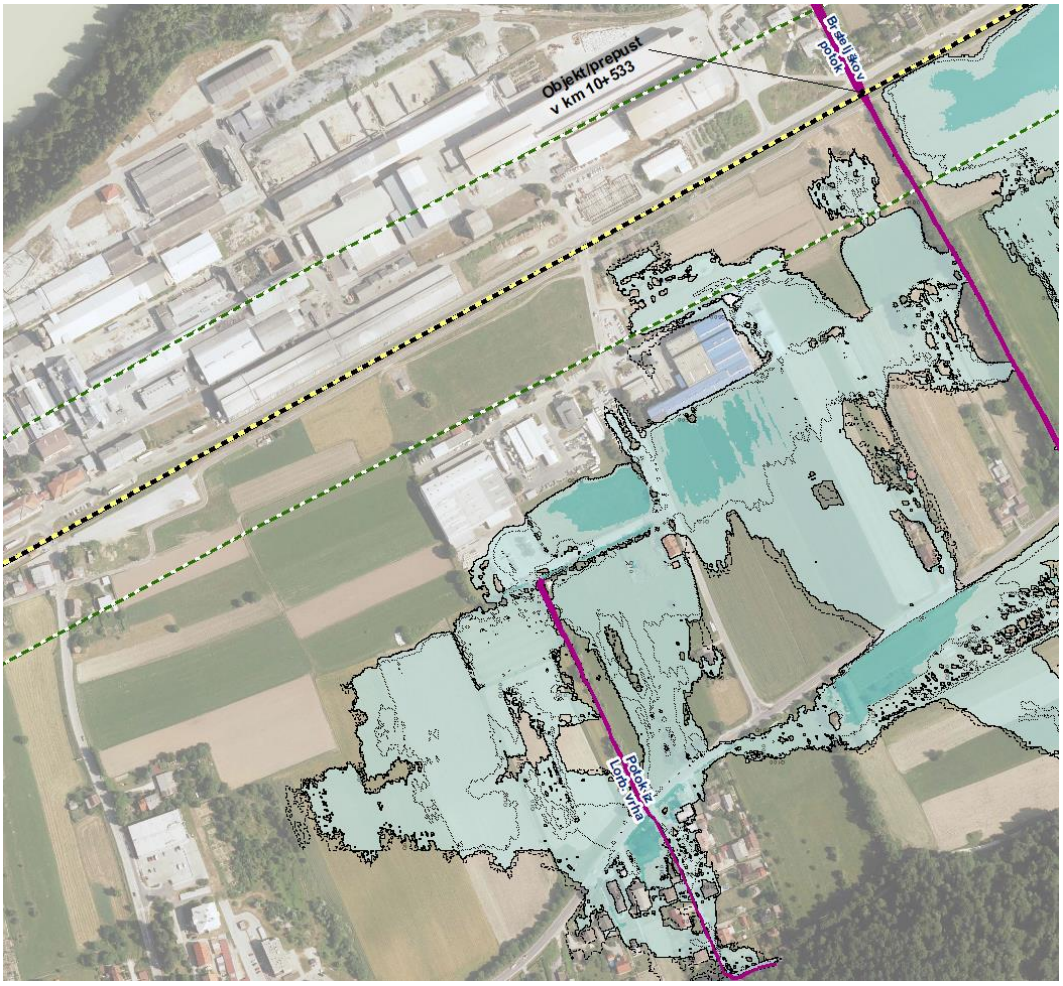
Q500
Pri pretokih Q500 so dosegi poplave še bistveno večji. Poplavno je ogrožen velik del urbaniziranega območja ob regionalni cesti. Poplavna voda Q500, v območju nivojskega prehoda, še v večji meri preliva železniško progo in ogroža bližnjo industrijsko cono ob železnici.

8.1.2 Model M4

Potok iz Lorbkovega vrha začne nad regionalno cesto R2 v manjšem obsegu poplavljati že pri pretokih Q10. Delno je ogroženo manjše naselje. Poplavna voda Q10 začne prelivati cesto in disperzno odteka v smeri padca terena. Do večjega razlivanja pride še v spodnji točki vodotoka, kjer se le-ta konča v ponikovalnem jarku. Poplavne vode Q10 delno ogrožajo industrijsko cono, trase železniške proge pa ne dosežejo.

Q100
Pri pretoku Q100 se poplavno območje Lorbkovega potoka poveča. Do večjega razlivanja pride že v zgornjem delu obravnave, kjer se poplava nad regionalno cesto združi s poplavo Brsteljškovega potoka. Pod regionalno cesto je poplavljen velik del kmetijskih površin in travnikov nad industrijsko cono. Kljub večjim dosegom poplave Q100 Lorbkovega potoka ne dosežejo železniške proge – slika 22.

Q500
Pri pretokih Q500 se dosegi poplave bistveno ne povečajo. Poplava je omejena s konfiguracijo terena in prav tako ne doseže trase železniške proge.



Slika 24: Poplavna situacija Q100 (modri odtenki) z dosegi Q10 in Q500 – združeno model M3 in M4.

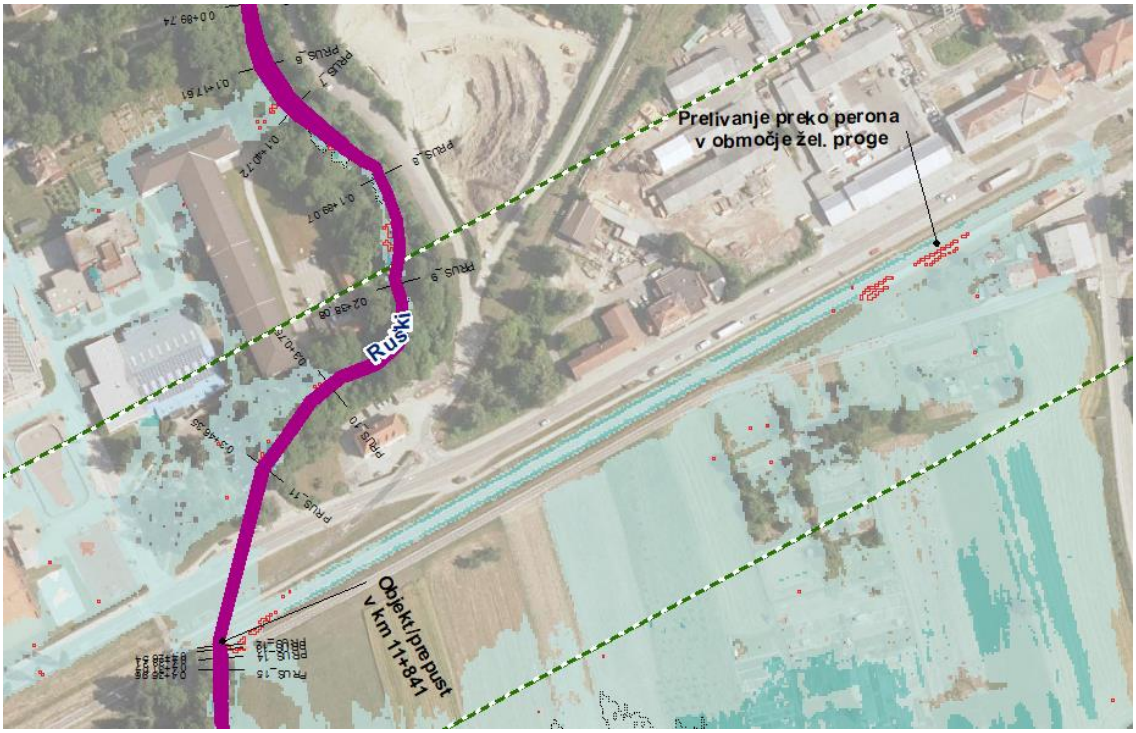
8.1.3 Model M5

Analiza poplav Ruškega potoka in Jugovega grabna je bila za območje načrtovane rekonstrukcije železnice narejena na podlagi rezultatov iz študije – projekt [5].

Q10
Do manjšega razlivanja pride na območju sotočja že pri pretokih Q10. Poplavne vode odtekajo v severni smeri od Jugovega grabna in ogrožajo stanovanjske objekte na ožjem območju ob sotočju. Vode odtekajo v smeri padca terena in se razlijejo na obsežno površino travnikov in kmetijskih površin. Poplavne vode Q10 Ruškega potoka in Jugovega grabna ne ogrožajo bližnje železniške proge.

Q100
Pri visokovodnih pretokih Q100 pride do bistveno večjega dosega poplavnih vod. Zaradi hidravlično neustreznih objektov (prepusti, mostovi…) in struge se začnejo 100-letne vode razlivati in ogrožajo del naselja ob samem sotočju obravnavanih vodotokov. Vode odtekajo v smeri padca terena in zalijejo večji del velikega območja travnikov in kmetijskih površin na severni strani naselja. Del poplavnih vod Q100 prelije obstoječo kolesarsko stezo in peron ob železnici (minimalna globina do 5 cm).

Poplavna voda se začne preko perona prelivati v območje železniške proge, ki je na tem odseku v rahlem vkopu. Voda odteka v smeri padca železniške proge – v smeri proti zahodu. V območju železniške proge se na robovih same železnice (ponižan teren, ki deluje kot drenažni/ponikovalni odvodni jarek) pojavljajo tudi globine vode večje od 0,5 m (slika 23). V območju, kjer železnica preide iz vkopa, se del poplavnih vod vrača nazaj v Ruški potok, del pa preplavi regionalno cesto R2 Ruše - Selnica. Poplavne vode Q100 Ruškega potoka in Jugovega grabna tako delno ogrožajo tudi industrijsko cono na severni strani R2.



Slika 25: Poplavna situacija Q100 modela M5 v območju železniške proge.

Ker se velik del visokih vod razbremeni/razliva nad žel. prepustom in kolesarskim mostom, obstoječi objekt na železnici zato ne ustvarja bistvenega zajeznega učinka in ne predstavljajo dodatne poplavne problematike.

Q500

Pri ekstremnih pretokih Q500 se poplavljeno območje še poveča. Tako ruški potok kot Jugov graben začne poplavljati že v zgornjem delu obravnave. Voda ogroža večji del naselja ob vodotokoma in odteka v smeri proti železnici.

Poplavna voda Q500 se preko perona preliva v območje železnice in delno ogroža industrijsko cono na severni strani naselja nad regionalno cesto.

8.2 Projektirano stanje

8.2.1 Modela M3 in M4

V projektiranem stanju smo v modele vključili načrtovane ureditve na železniški progi – novi objekti. Ker zaradi predhodnega razlivanja objekti pod železnico že v obstoječem stanju ne povzročajo zajezb in se v območju prelivanja železnice (območje nivojskega prehoda v bližini Bezenskega potoka) pri rekonstrukciji ne načrtuje niveletne spremembe železnice, se poplavna situacija tu ne spremeni.

Nove načrtovane objekte pod železnico smo preverjali in nato dimenzionirali na polni pretok v strugi - pretok brez upoštevanja predhodnega razlivanja (čisti 1D) in brez upoštevanja ostalih obstoječih objektov na vodotokih (najbolj neugodna situacija). Modele smo poganjali za pretoke Q100 brez in s podnebnimi spremembami (odpornost objektov na podnebne spremembe).

Z analizo rezultatov hidravličnih izračunov smo ugotovili, da načrtovana objekta/prepusta na Bezenskem in Brsteljškovem potoku nista ustrezna. Sanirani železniški prepust na Kramarjevem potoku pa s svojo veliko svetlo odprtino zagotavlja ustrezno hidravlično prevodnost. Na vtočnem profilu saniranega železniškega prepusta so se pojavile naslednje gladine pretoka Q100 (upoštevane podnebne spremembe):

- Saniran most/prepust na Kram. potoku: SRK = 295,48 m.n.v. in gladina = 294,30 m.n.v. – več kot 1 m pod SRK.

Dimenzioniranje prepusta na Bezenskem potoku

Za dimenzioniranje smo poganjali model s polnim pretokom (čisti 1D). Uporabili smo konično najbolj neugodne pretoke z upoštevanjem podnebnih sprememb (pretoki pri 1h trajanjem padavin). Poleg tega smo v modelu odstranili vse obstoječe mostove. Prepust na Bezenskem potoku smo tako poizkušali dimenzionirati na način, da prevaja celoten pretok - v primeru, da se struga gorvodno popolnoma poplavno uredi (ni več razlivanja pri pretokih Q100).

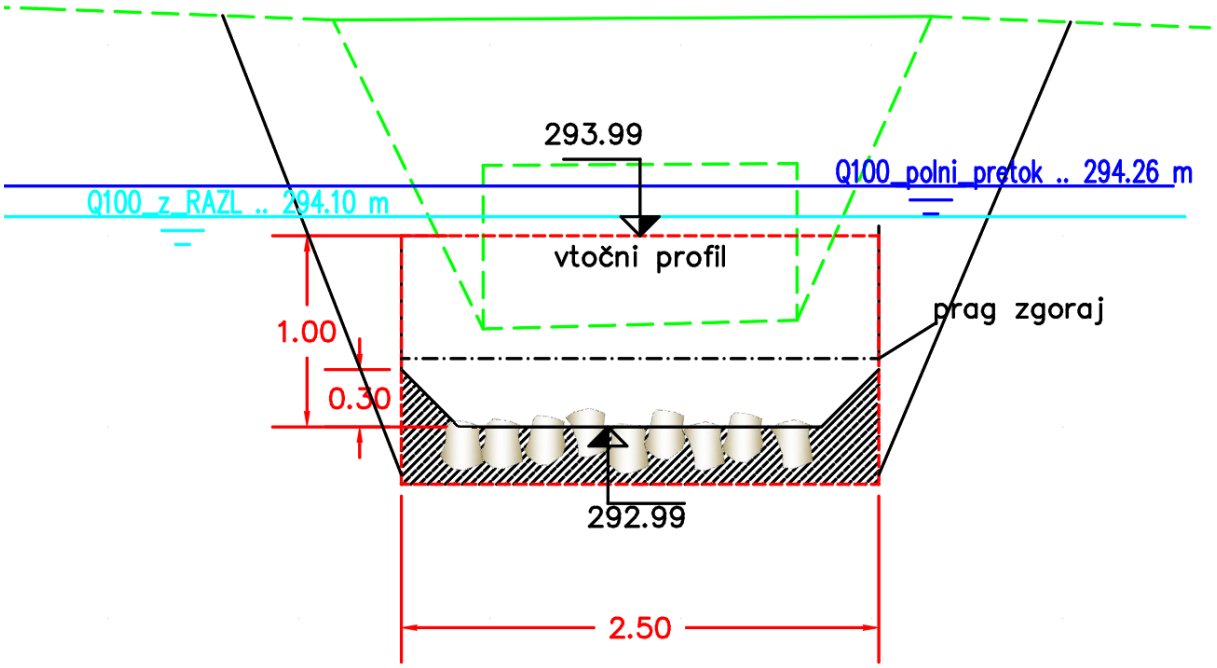
Ker gre zgolj za nadgradnjo železnice v okviru vzdrževalnih del, je spodnji rob konstrukcije/prepusta omejen glede na konstrukcijske lastnosti železnice (niveletno se železnica ne spreminja). Zaradi same statike in nosilnosti je namreč potrebno določeno nadkritje nad prepustom.

V območju železniškega prepusta se načrtuje prestavitev manjšega kamnito-betonski prag v območje pred vtokom v prepust, s čimer smo lahko dno novega načrtovanega prepusta postavili nekoliko nižje (vzdolžni profil – grafika G.6.1). Niveletno se nato z minimalnim padcem navežemo na obstoječe dno v strugi. Ker se takoj dolvodno od železniškega prepusta nahaja most in so padci dna minimalni, večje znižanje dna (višji prag) v območju železniškega prepusta ni mogoče.

Dno na vtočni strani prepusta smo s pragom znižali na koto 292,99 m.n.v.. Glede na niveleto železnice in potrebno debelino konstrukcije je robni pogoj za SRK (spodnji rob konstrukcije) na koti 293,99 m.n.v.. S širitvijo profila/prereza struge, smo poskušali zagotoviti, da nov prepust ne ustvarja dodatne zajezbe.

Ugotovili smo, da dimenzije prepusta 2,5 m x 1 m, zagotavljajo prevajanje polnega pretoka brez ustvarjanja zajezbe (pod pritiskom). S širšim profilom dejansko ne znižamo gladin, saj nam gladino narekuje vzdolžni padec nivelete dna potoka (zmanjšan padec) in zožanje profila pod železniškim prepustom. Naredili smo tudi kontrolni izračun z enako geometrijo struge (projektirano stanje) brez upoštevanja prepusta. Vzpostavile so se enake gladine, kot pri izračunu s prepustom (gladine vidne na vzdolžnem v grafiki G.6.1.). S tem smo dokazali, da umeščen prepust pod železnico ne ustvarja zajezbe.

S tako dimenzioniranim prepustom smo zagotovili, da nov načrtovan prepust pod železnico ne povzroča motilca pri prevajanju pretoka 100-letnih vod z upoštevanjem podnebnih sprememb. Prepust je zaradi karakteristik dol vodno sicer potopljen, gladine gor vodno pa so cca. 1 m pod nivojem razlivanja.



Slika 26: Prerez na vtočni strani železniškega prepusta z vrisanimi gladinami Q100 (podnebne spremembe).

Zelena črtkana linija na sliki 24 predstavlja obstoječi profil in prepust struge. Črtkana rdeča črta predstavlja nov načrtovan prepust pod železnico, ki je znotraj oblikovan s kamnom v betonu (neporavnani kamni s poglobljenimi fugami). Prag nad prepustom je nakazan s črno črtkano črto.
Svetlo modra linija predstavlja vzpostavljeno gladino Q100+podnebne za primer 1D+2D simulacije – omogočeno razlivanje gorvodno. Temno modra linija pa predstavlja vzpostavljeno gladino Q100+podnebne za primer čistega 1D – polni pretok brez predhodnega razlivanja.

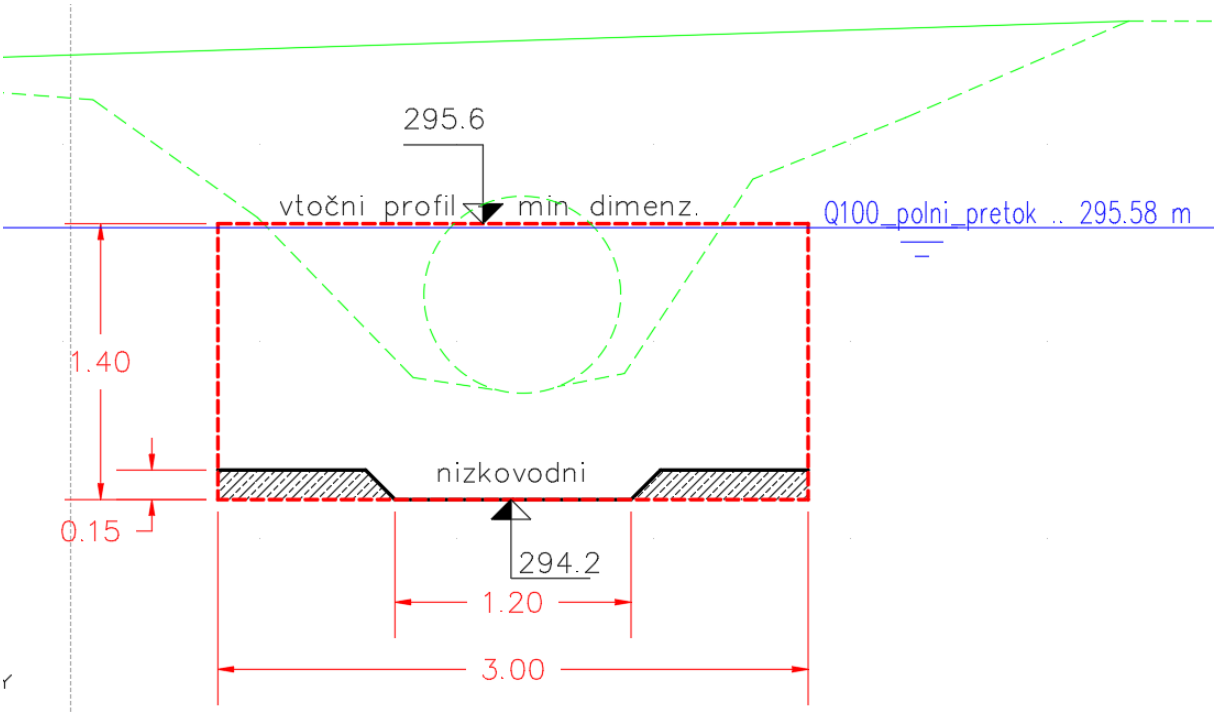
Dimenzioniranje prepusta na Brsteljškovem potoku

Za dimenzioniranje smo poganjali model s polnim pretokom (čisti 1D). Uporabili smo konično najbolj neugodne pretoke z upoštevanjem podnebnih sprememb (pretoki pri 1h trajanjem padavin). Poleg tega smo v modelu odstranili vse obstoječe mostove. Prepust na Brsteljškovem potoku smo tako poizkušali dimenzionirati na način, da prevaja celoten pretok - v primeru, da se struga gorvodno in dolvodno popolnoma poplavno uredi (ni več razlivanja pri pretokih Q100).

Za zagotavljanje prevajanja polnega 1D pretoka Q100 s podnebnimi spremembami zadošča škatlast prepust dimenzij 3,00 x 1,40 m z upoštevanim nizkovodnim profilom širine 1,20 m (slika 25). Nizkovodni profil omogoča bolj skoncentriran tok skozi prepust ob nižjih pretokih.

Pred prepustom se načrtuje dvostopenjski kamnito-betonski prag skupne višine cca. 60 cm. S pragom znižamo koto vtoka v prepust in omogočimo izvedbo novega prepusta pod železnico. Iztok iz prepusta je na koti 293,80 m.n.v.. Območje med železniškim in cestnim prepustom, ki deluje kot neke vrste usedalnik, se ohrani.

Ob polnem pretoku Q100 se vzpostavi gladina na vtočni strani žel. prepusta na koti 295,58 m.n.v.., kar je 2 cm pod spodnjim robom konstrukcije prepusta. Zagotovljena je prevodnost polnega pretoka (Q100 + podnebne) brez varnostne višine. Pri izračunih 1D+2D (realno stanje), kjer je upoštevano predhodno razlivanje pa se pri Q100+podnebne vzpostavi gladina na 294,55 m.n.v., kar je več kot 1 m pod SRK. Večji del pretoka se namreč razbremeni/razlije že gorvodno od prepusta in v strugi ostane zgolj cca. 0,6 m^3/s (gladine vidne v vzdolžnem – grafika G.6.2).



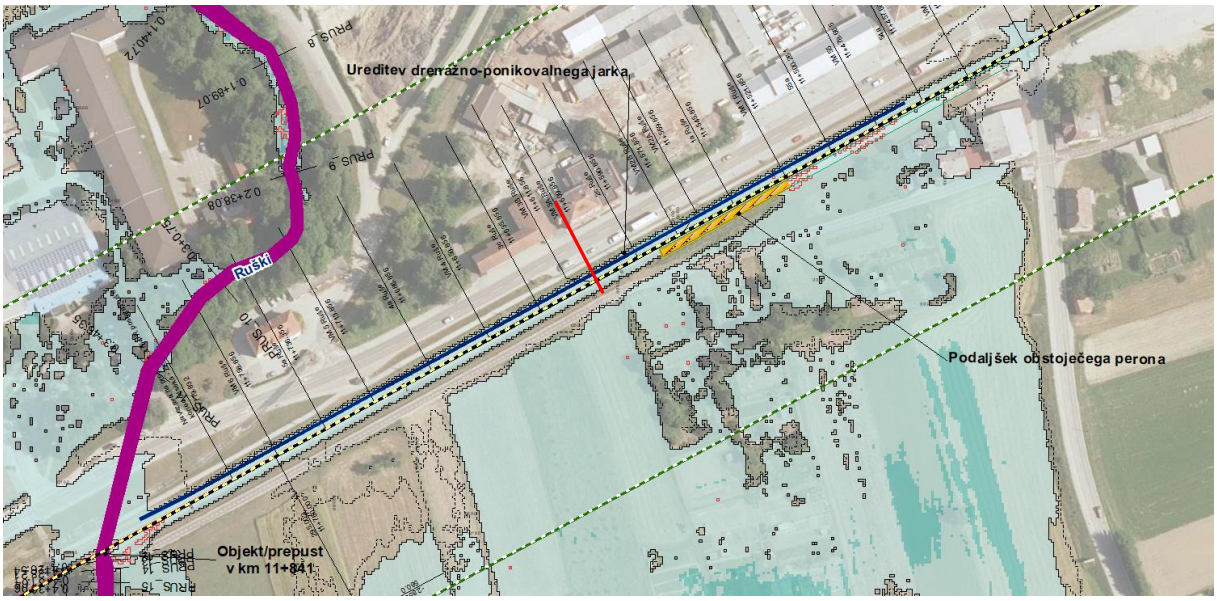
Slika 27: Prerez na vtočni strani železniškega prepusta z vrisanimi gladinami Q100 (podnebne spremembe).

Zelena črtkana linija na sliki 20 predstavlja obstoječi profil in prepust struge (cev fi 100 cm). Črtkana rdeča črta predstavlja nov načrtovan prepust pod železnico z oblikovanim nizkovodnim profilom.

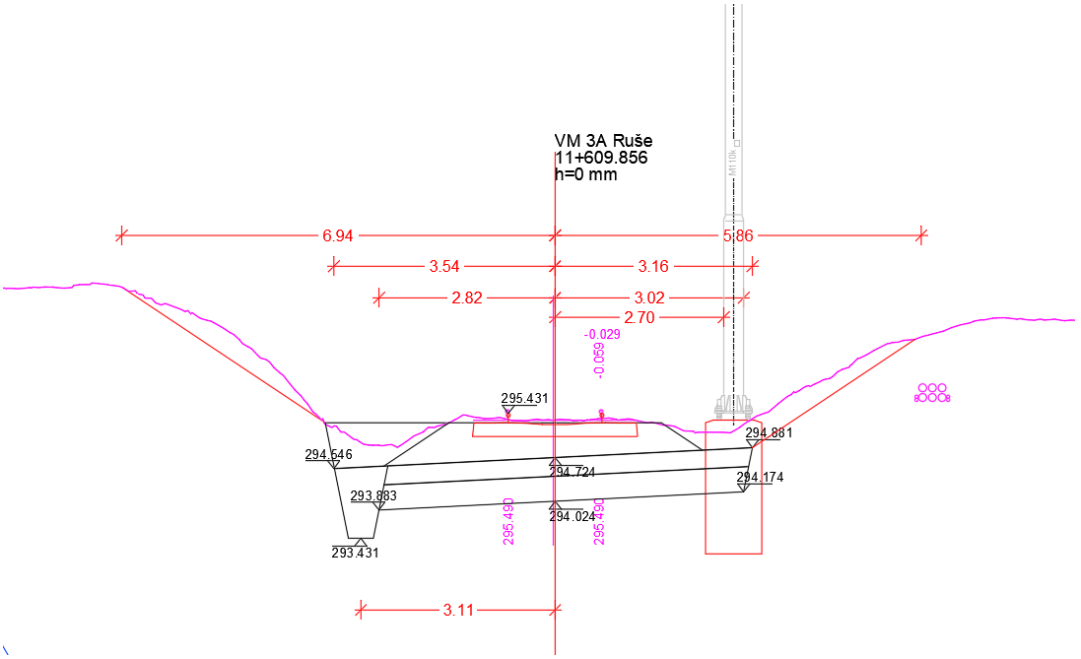
Modra linija predstavlja vzpostavljeno gladino Q100+podnebne za primer 1D simulacije – polni pretok brez predhodnega razlivanja.

8.2.2 Model M5

V projektiranem stanju pride enako, kot v obstoječem stanju, do delnega prelitja železnice, ki je na tem odseku delno v vkopu. V dolžini cca. 60 m se podaljša obstoječi peron na železniškem postajališču. V območju, kjer je prelita železnica, se načrtuje nadgradnja tudi z ureditvijo drenažnega ponikovalnega jarka ob železnici, ki je na eni strani zasut z drenažnim materialom. Zaradi teh ureditev v sklopu nadgradnje železnice, se v manjši meri spremeni tudi poplavni režim in sicer se zaradi podaljšanega perona in umeščenih jarkov, zmanjšajo globine poplavne vode ob sami železnici (slika 26). Na poplavnih kartah je to vidno kot prehod iz srednjega v mali razred.



Slika 28: Poplavna situacija v območju železniške proge po izvedbi nadgradnje.



Slika 29: Nadgradnja železnice v profilu VM 3A (profil označen na sliki 21)

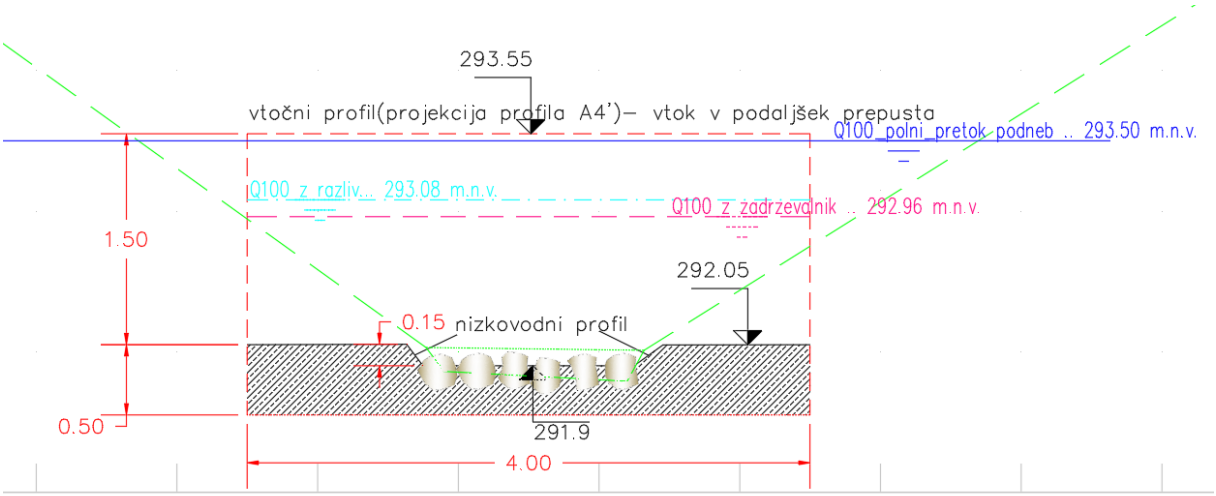
Na sliki 27 je viden način nadgradnje železnice v območju, kjer je le-ta pri Q100 poplavljena. Vijolična linija predstavlja obstoječ teren.

Dimenzioniranje hidravlično ustreznega prepusta na Ruškem potoku:

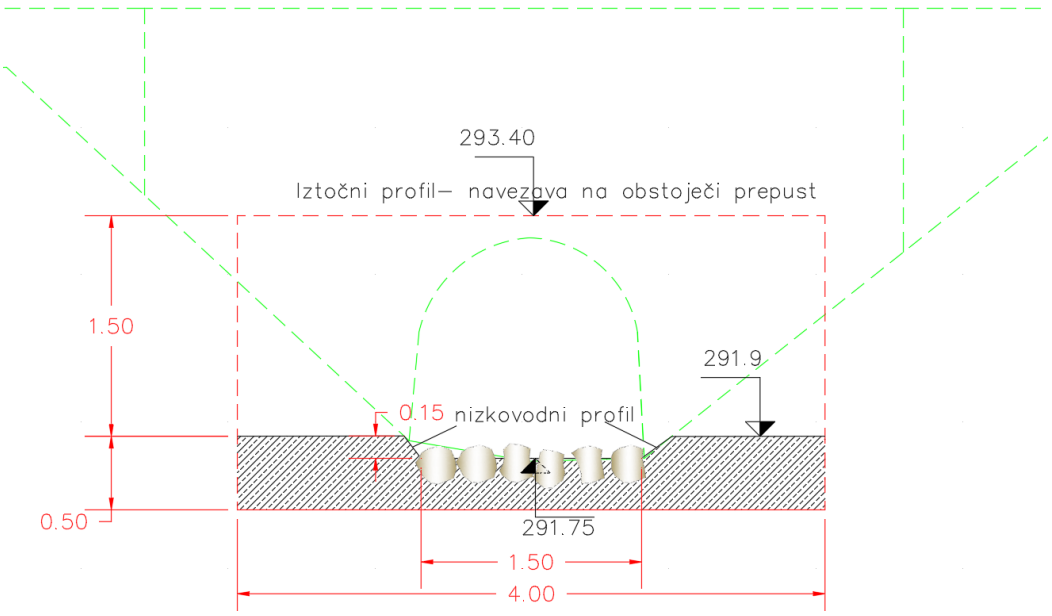
Načrtovan objekt/prepust na Ruškem potoku predstavlja podaljšek obstoječega železniškega prepusta. Kljub temu, da je že obstoječi prepust hidravlično neustrezen (pretoke prevaja pod tlakom) je potrebno podaljšan prepust ustrezno hidravlično dimenzionirati.

Za dimenzioniranje smo poganjali model s polnim pretokom (čisti 1D) in z odstranjenimi obstoječimi objekti na vodotoku. Uporabili smo konično najbolj neugodne pretoke z upoštevanjem podnebnih sprememb (pretoki povišani skladno s preglednico – slika 13). Poleg tega smo v modelu odstranili vse obstoječe mostove in prepuste (tudi obstoječi železniški prepust). Podaljšan del prepusta na Ruškem potoku smo tako poizkušali dimenzionirati na način, da prevaja celoten pretok - v primeru, da se struga gorvodno in dolvodno popolnoma poplavno uredi (ni več razlivanja pri pretokih Q100) in da se v prihodnosti zamenja tudi obstoječ prepust pod železnico.

Za zagotovitev polne prevodnosti pretoka Q100 s podnebnimi spremembami moramo zagotoviti škatlasti prepust dimenzij minimalno 4 x 1,5 m (slika 28). Znotraj prepusta je predviden tudi nizkovodni profil. Za zagotovitev potrebne kote vtoka v prepust je potrebno gorvodno narediti nižji kamnito betonski prag – višina cca. 10 cm.



Slika 30: Minimalni gabariti hidravlično ustreznega prepusta na Ruškem potoku – vtočni profil.



Slika 31: Iztočni profil podaljšanega prepusta z navezavo na obstoječi prepust (črtkana zelena črta).

S prepustom dimenzij 4 m x 1,5 m je zagotovljena prevodnost polnih pretokov z minimalno varnostjo 5 cm:
- Q100 + podnebne: gladina 293,50 m.n.v. (5 cm varnostne višine)

Večje varnostne višine zaradi omejitev železnice - niveleta in same konstrukcije prepusta ne moremo zagotavljati. Širši prepust bi zaradi statike zahteval debelejše nadvišanje, s čimer bi glede na fiksno niveleto železnice morali znižati spodnji rob konstrukcije svetle odprtine.

Maksimalne konične pretoke, na katere je bil dimenzioniran prepust, povzročajo intenzivne kratkotrajne padavine trajanja 1h. Naraščanje pretokov je hipno, prav tako je hipno tudi njihovo upadanje. Zato ocenjujemo, da tu zastajanja plavja ne bo.

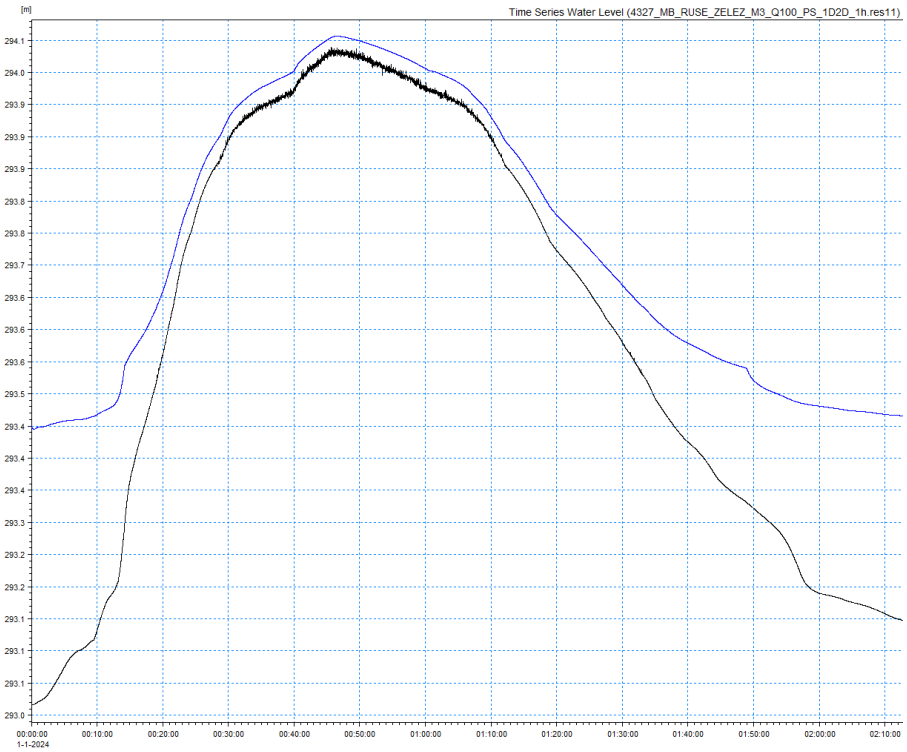
Dodatno smo naredili še izračuna:
- upoštevanje predhodnega razlivanja (1D+2D), s čimer smo simulirali dejanske gladinske razmere v območju prepusta,
- upoštevanje suhega zadrževalnika na Ruškem potoku iz projekta [5], ki smo ga načrtovali kot kompenzacijski ukrep izgradnje stanovanjske cone S8 (OPPN).

Z upoštevanjem predhodnega razlivanja se gladina Q100 na vtoku v načrtovan prepust vzpostavi na koti 293,08 m.n.v. (obstoječega železniškega prepusta, ki ustvarja zajezbo pri izračunih nismo upoštevali), kar je 43 cm pod načrtovanim SRK (slika 28 - Q100 z razliv)).

Z upoštevanjem zadrževalnika dolvodno po Ruškem potoku omejimo pretok na cca. 7,3 m^3/s. Gladina Q100 se na vtoku v načrtovan prepust vzpostavi na koti 292,96 m.n.v. (obstoječega železniškega prepusta, ki ustvarja zajezbo pri izračunih nismo upoštevali), kar je več kot 50 cm pod načrtovanim SRK (slika 28 - Q100 z zadrževalnik).

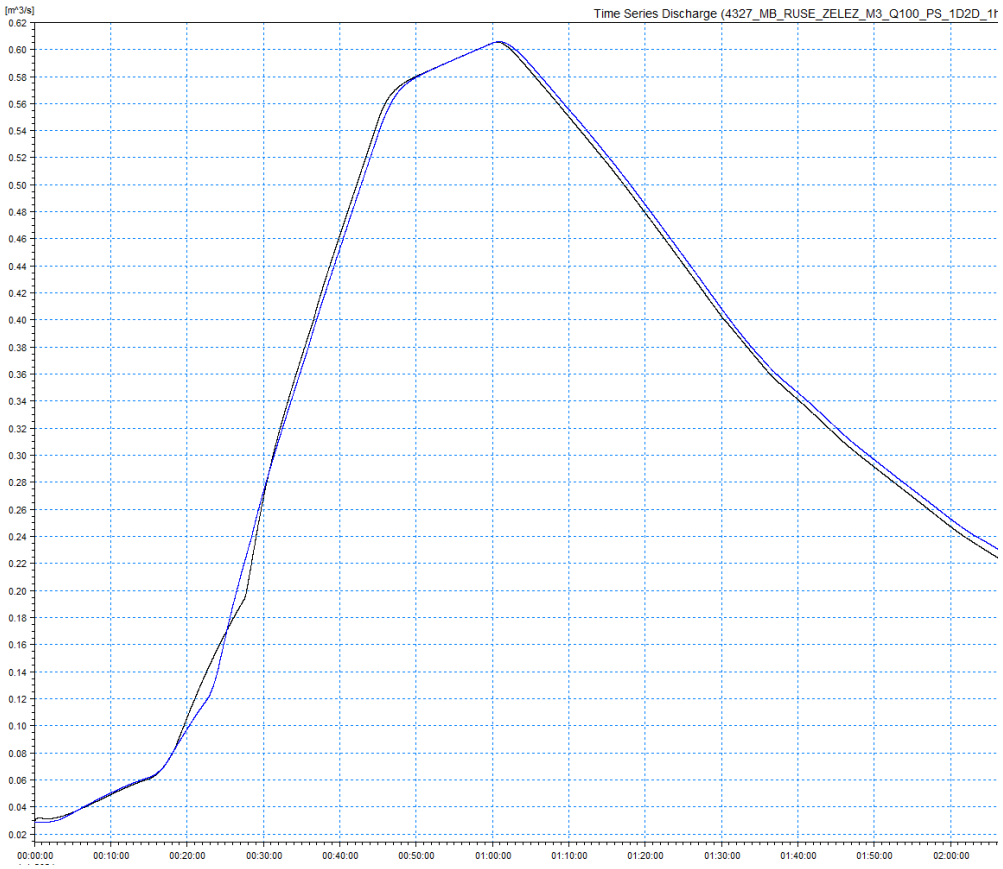
8.3 Primerjava gladin in pretokov OS/PS

V nadaljevanju je za vodotoke (Bezenski, Brsteljškov, Ruški) narejena primerjava gladin in pretokov (Q100) na območju iztoka iz prepustov – obstoječe stanje in stanje po izvedbi ureditev/zamenjavi prepustov. Črna linija predstavlja gladino/pretok po izvedbi ureditev (PS), modra linija predstavlja gladino/pretok, ki se vzpostavi v obstoječem stanju (OS).



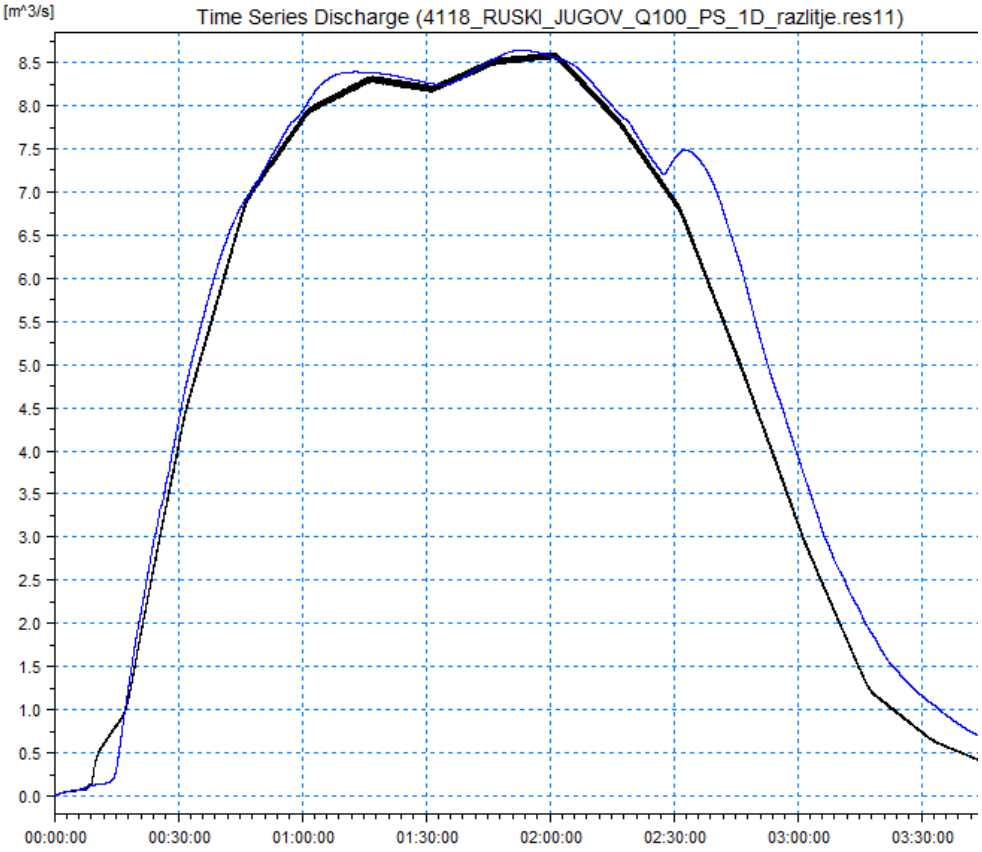
Slika 32: Primerjava vzpostavljenih gladin pod prepustom na Bezenskem potoku.

Primerjava gladin Q100 med projektiranim in obstoječim stanjem pod železniškim prepustom na Bezenskem potoku je pokazala minimalna odstopanja. Vzpostavljena gladina je po izvedbi novega objekta/prepusta za par cm nižja kot v obstoječem stanju. To gre predvsem na račun samega niveletnega znižanja prepusta.



Slika 33: Primerjava pretokov na iztoku iz prepusta na Brsteljškovem potoku.

Primerjava pretokov Q100 med projektiranim in obstoječim stanjem pod železniškim prepustom na Brsteljškovem potoku je pokazala, da so pretoki praktično identični. V obeh primerih (obstoječe stanje in stanje po izvedbi novega prepusta) se na iztoku iz prepusta vzpostavi enka pretok, ki je odvisen/omejen predvsem z obstoječim prepustom pod cesto, ki ostaja. S tem smo dokazali, da se dolvodno, zaradi izvedbe novega večjega prepusta, pretoki ne povečujejo.



Slika 34:Primerjava pretokov na iztoku iz železniškega prepusta na Ruškem potoku.

Graf – slika 32 prikazuje primerjavo pretokov na iztoku iz obstoječega prepusta pod železnico – obstoječe stanje (modra linija) in stanje po izvedbi podaljška obstoječega prepusta (črna linija). Pretoka/iztočna hidrograma sta praktično identična, s čimer dokazujemo, da z izvedbo novega prepusta dolvodno ne pride do povečanja pretoka. Merilo (ozko grlo) ostaja obstoječi prepust pod železnico.

9 KARTE POPLAVNE NEVARNOSTI IN RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI

Za območje obravnave so bile izdelane karte poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti. Na podlagi meril iz 11. člena Pravilnika o metodologiji za določanje območij ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Ur.l. RS, št. 60/07), se določajo naslednji razredi:

- ***razred velike nevarnosti (Pv)***, kjer je pri pretoku Q(100) ali gladini G(100) globina vode enaka ali večja od 1,5 m oziroma zmnožek globine in hitrosti vode enak ali večji od 1,5 m^2/s,

- ***razred srednje nevarnosti (Ps)***, kjer je pri pretoku Q(100) ali gladini G(100) globina vode enaka ali večja od 0,5 m in manjša od 1,5 m oziroma zmnožek globine in hitrosti vode enak ali večji od 0,5 m^2/s in manjši od 1,5 m^2/s oziroma, kjer je pri pretoku Q(10) ali gladini G(10) globina vode večja od 0,0 m,

- ***razred majhne nevarnosti (Pm)***, kjer je pri pretoku Q(100) ali gladini G(100) globina vode manjša od 0,5 m oziroma zmnožek globine in hitrosti vode manjši od 0,5 m^2/s, in

- ***razred preostale nevarnosti (Pp)***, kjer poplava nastane zaradi izrednih naravnih ali od človeka povzročenih dogodkov (npr. izredni meteorološki pojavi ali poškodbe ali porušitve proti poplavnih objektov ali drugih vodnih objektov).

Karte poplavne nevarnosti so bile izdelane na podlagi kriterija maksimalne globine vode pri pretoku Q_{10}, Q_{100} in Q_{500} ter kriterija produkta maksimalnih globin in hitrosti (pri pretoku Q_{100}), ki se določa le za območja, kjer so hitrosti večje od 1 m/s. Karte so izrisane na podlagi ovojnic vseh obravnavanih vodotokov in njihovih najbolj neugodnih poplavnih situacij.

Izdelane so bile poplavne karte obstoječega in projektiranega stanja – stanje po izvedbi nadgradnje železnice. Za projektirano stanje smo izdelali grafike - karte samo za model M5, kjer pride do določenih sprememb poplavnega režima – KPN in KRPN. Poplavne karte so kot grafike priložene elaboratu.

Na kartah poplavne nevarnosti so poleg vseh potrebnih elementov izrisane še lokacije geodetsko posnetih prečnih profilov posameznih odsekov obravnavanih vodotokov. Vsakemu posameznemu profilu je dodana še njegova stacionaža in ime. Izrisani prečni profili na kartah so bili uporabljeni v hidravličnih izračunih.

Skladnost rezultatov oz. kart s predhodno izvedenimi študijami:

V območju obravnave in znotraj območja OVR predmetne študije prihaja do prekrivanja kart poplavne nevarnosti s kartami določenih predhodnih študij.

Hidravlična analiza v predmetni študiji je narejene na podlagi novejših vhodnih podatkov (nova hidrološka študija in geometrija strug vodotokov), zato smatramo, da so rezultati predmetne študije (poplavne karte) boljši, bolj natančni, predvsem pa prikazuje bolj realno ažurirano stanje. Na podlagi zapisanega je rezultate predmetne študije smiselno privzeti za veljavne (znotraj OVR).

OVR smo na območju prekrivanja nekoliko prilagodili, da bodo na mejah karte bolj smiselno združene. Predvsem zaradi drugih hidroloških količin (nova hidrologija 2024), ki so večje od predhodnih, se karte na nekaterih odsekih ne prekrivajo povsem (večji dosegi pri predmetni študiji), zato se lahko zgodi, da bo pri združenih kartah, na mejah dveh študij, nastalo določeno neskladje – nezveznost kart.

9.1 Opredelitev glede na CC-SI klasifikacijo

Na obravnavanem območju nadgradnje železnice (HHŠ faza 2) prihaja do poplav železnice na dveh odsekih. Prvi del je območje ob Bezenskem potoku, kjer se nahaja nivojski prehod. Drugo pa je nekoliko večje območje v Rušah, kjer je delno zalita železnica, ki je tu v vkopu.



Slika 35: prelitje železnice ob Bez. potoku.



Slika 36: Prelitje železnice v območju Ruš.

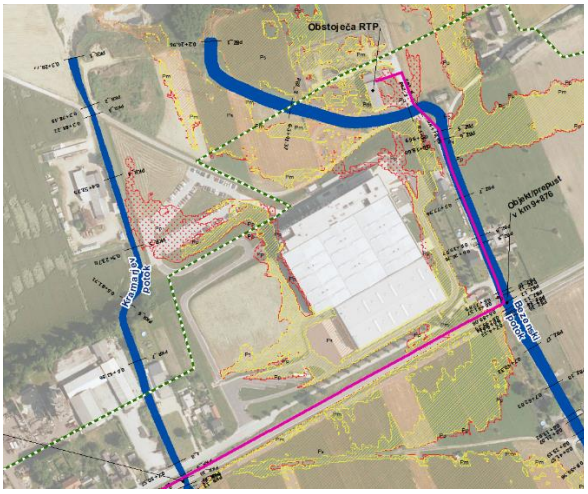
Železniška proga se na obeh lokacija nahaja v območju razreda majhne in preostale poplavne nevarnosti. Srednja poplavna nevarnost se pojavlja neposredno ob železnici v Rušah, kjer voda odteka po drenažno/ponikovalnih jarkih. Zato tu dejansko ne gre za poplavo, ampak odtok, dreniranje poplavne vode po jarku.

Glede na enotno klasifikacijo vrst objektov (CC-SI) se posegi – nadgradnja železnice uvršča med:
- *212 Železnice*

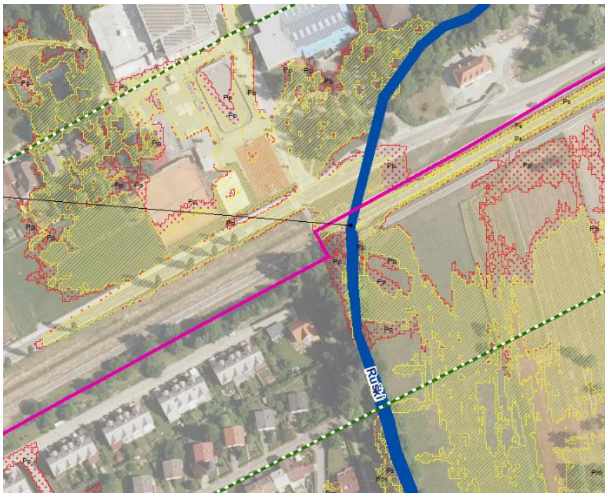
Skladno s prilogo 1 poplavne Uredbe so posegi v prostor z oznako 212, ki se nahajajo v malem razredu, označeni z oznako **»+«.** To pomeni, da so dovoljeni z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja.

V projektiranem stanju sprememb glede razredov poplavne nevarnosti ni, razen na območju naselja Ruše, kjer je načrtovano podaljšanje perona.

Trasa kablovoda, ki se načrtuje v okviru projekta 3764/ENP, delno poteka po poplavnem območju obravnavanih vodotokov. V nadaljevanju je narejen slikovni pregled tangiranja trase kablovoda s poplavnimi območji. Sam objekt ENP Ruše (elektro napajalna postaja) se nahaja izven območja poplavne nevarnosti, zato dodatni pogoji/omilitveni ukrepi niso potrebni.



Slika 37: Trasa kablovoda (magenta linija) v območju Bezenskega in Kramarjevega potoka.



Slika 38: Trasa kablovoda (magenta linija) v območju Ruškega potoka.

Na slikah 35 in 36 sta prikazani lokaciji križanj poplavnega območja z načrtovano traso kablovoda. Gre za območja tik ob železnici (trasa kablovoda je večji del načrtovana vzporedno z železnico), kjer prihaja do poplav pri visokih vodah Ruškega (slika 36) oz. Bezenskega potoka (slika 35).

Načrtovan kablovod na svoji trasi prečka poplavno območje delno majhne in delno preostale poplavne nevarnosti. Glede na enotno klasifikacijo vrst objektov (CC-SI) se posegi – izvedba kablovoda uvršča med:

- *22240 Distribucijski elektroenergetski vodi in distribucijska komunikacijska omrežja.*

Skladno s prilogo 1 poplavne Uredbe so posegi v prostor z oznako 22240, ki se nahajajo v malem razredu, označeni z oznako **»+«.** To pomeni, da so dovoljeni z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja.

V projektiranem stanju sprememb glede razredov poplavne nevarnosti v območju trase kablovoda ni.

10 EROZIJSKA NEVARNOST

Praktično vsi obravnavani vodotoki spadajo pod hudourniški tip vodotokov. Ob obilnih padavinah se pričakuje hipni odtok in hitro naraščanje pretoka v strugi vodotoka. Hitrosti vode v strugi so relativno velike, predvsem na odsekih bolj utrjenih (betonske in kamnite utrditve), kanaliziranih vodotokov.

Zaradi večjih hitrosti v strugi in relativno strmih padcev terena, poplavne vode Q100 na poplavnih območjih pogosto presegajo hitrosti 1 m/s, kar izkazujejo tudi priložene poplavne karte.

Zaradi zgoraj opisanega, se lahko na območju obravnavanih vodotokov pričakuje določene erozijske procese odplavljanja in odlaganja preperelega kamninskega materiala. Ožje obravnavano območje ob železnici leži v izlivnem delu vodotokov, kjer se padci (tako terena, kot tudi niveleta dna struge) močno položijo. Iz zgoraj zapisanega in na podlagi terenskih ogledov sledi, da erozijskih procesov na ožjem obravnavanem območju ni. Z vidika erozijske nevarnosti vodotokov rekonstrukcija železnice tako ni kritična in dodatni protierozijski ukrepi niso potrebni. Karte erozijske nevarnosti in karte razredov erozijske nevarnosti niso bile izdelane.

11 OMILITVENI UKREPI

Za zagotovitev nemotene hidravlične prevodnosti morajo novi načrtovani objekti na železnici dosegati naslednje minimalne gabarite svetle odprtine (tabela predstavlja povzetek iz poglavja 8.2):

Vodotok	Geometrija	Dimenzije š x v [m]	Padec [%]	Opomba
Bezenski potok	Škatlast prepust	**2,5 x 1,0** (upoštevana krila v prepustu)	0,2	Prevaja pod pritiskom brez ustvarjanja zajezbe.
Brsteljškov potok	Škatlast prepust	**3,0 x 1,4** (nizkovodni profil 1,2 x 0,15)	1,9	Pod cesto ostaja hidravlično neustrezen prepust – cev
Ruški potok	Škatlast prepust	**4,0 x 1,5**	3,3	Pod železnico ostaja obstoječi prepust. Nov prepust je podaljšek tega prepusta.

Predstavljene so minimalne dimenzije, ki jih mora pri določenih hidravličnih pogojih (naklon prepusta – vtok/iztok, dolžina prepusta) upoštevati in dosegati projektant železnice/objektov na železnici. Dimenzije so določene glede na hidravlične količine in konstrukcijske zmožnosti na železnici (fiksna niveleta železnice).

12 ZAKLJUČEK

Načrtovana je nadgradnja železniške proge Maribor – Ruše. V predmetni hidrološko hidravlični študiji smo obravnavali aktivnosti nadgradnje na odseku Bistrica ob Dravi – Ruše; faza 2 HHŠ.

Na obravnavanem odseku načrtovane nadgradnje se nahaja 6 vodotokov, ki neposredno tangirajo na traso železniške proge. S hidravlično analizo smo ugotovili, da prihaja do poplav v območju železnice na lokaciji ob Bezenskem potoku in v naselju Ruše. Železniška proga se v obstoječem in načrtovanem stanju nahaja v območju razreda majhne poplavne nevarnosti.

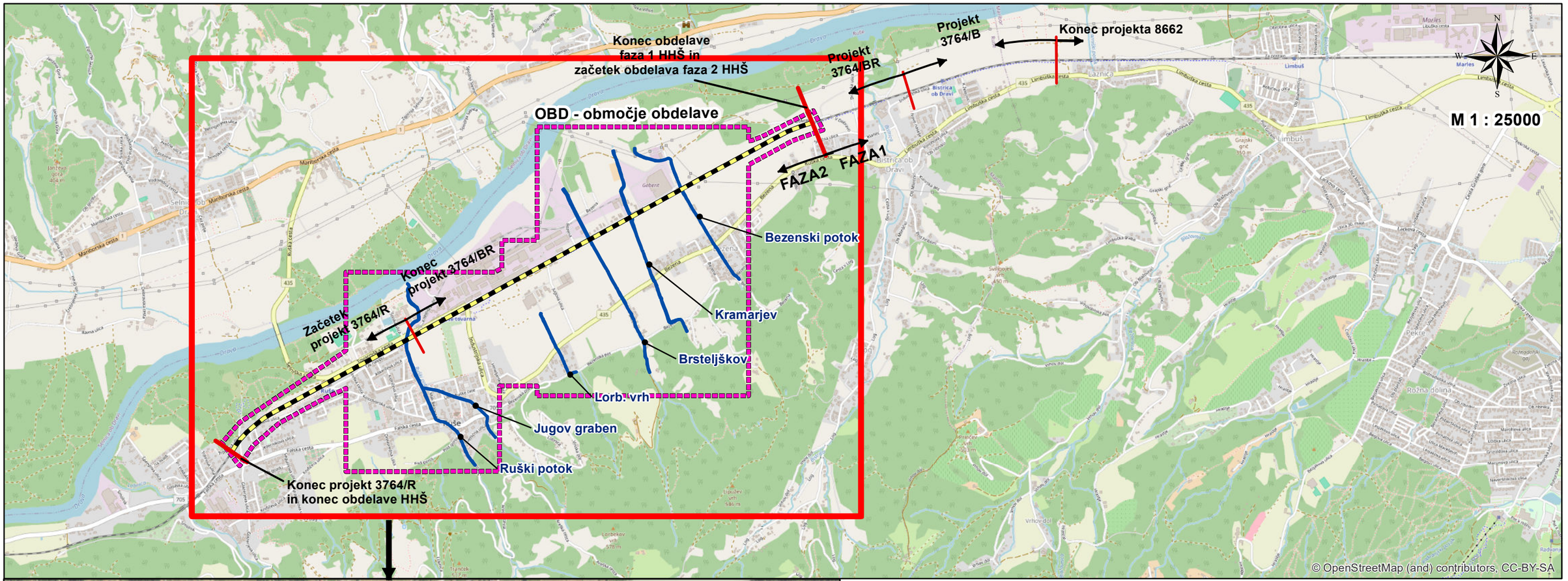
V predmetni študiji smo preko hidravličnih izračunov podali hidravlično ustrezne gabarite novih prepustov pod železnico. Glede na konstrukcijske omejitve (niveleta železnice) smo dimenzionirali objekte, ki prevajajo polni pretok Q100, z upoštevanimi podnebnimi spremembami, brez varnostne višine. Izjema je Bezenski potok, kjer je prepust pri polnem pretoku Q100 potopljen zaradi zajeznega vpliva dolvodno. Maksimalne konične pretoke, na katere so bil dimenzionirani prepusti, povzročajo intenzivne kratkotrajne padavine trajanja 1h. Naraščanje pretokov je hipno, prav tako je hipno tudi njihovo upadanje. Zato tu ni pričakovati problematike zastajanja plavja. Ob računu 1D+2D, ki predstavlja realno stanje s predhodnim razlivanjem, dimenzionirani prepusti prevajajo pretok z dodatno varnostjo.

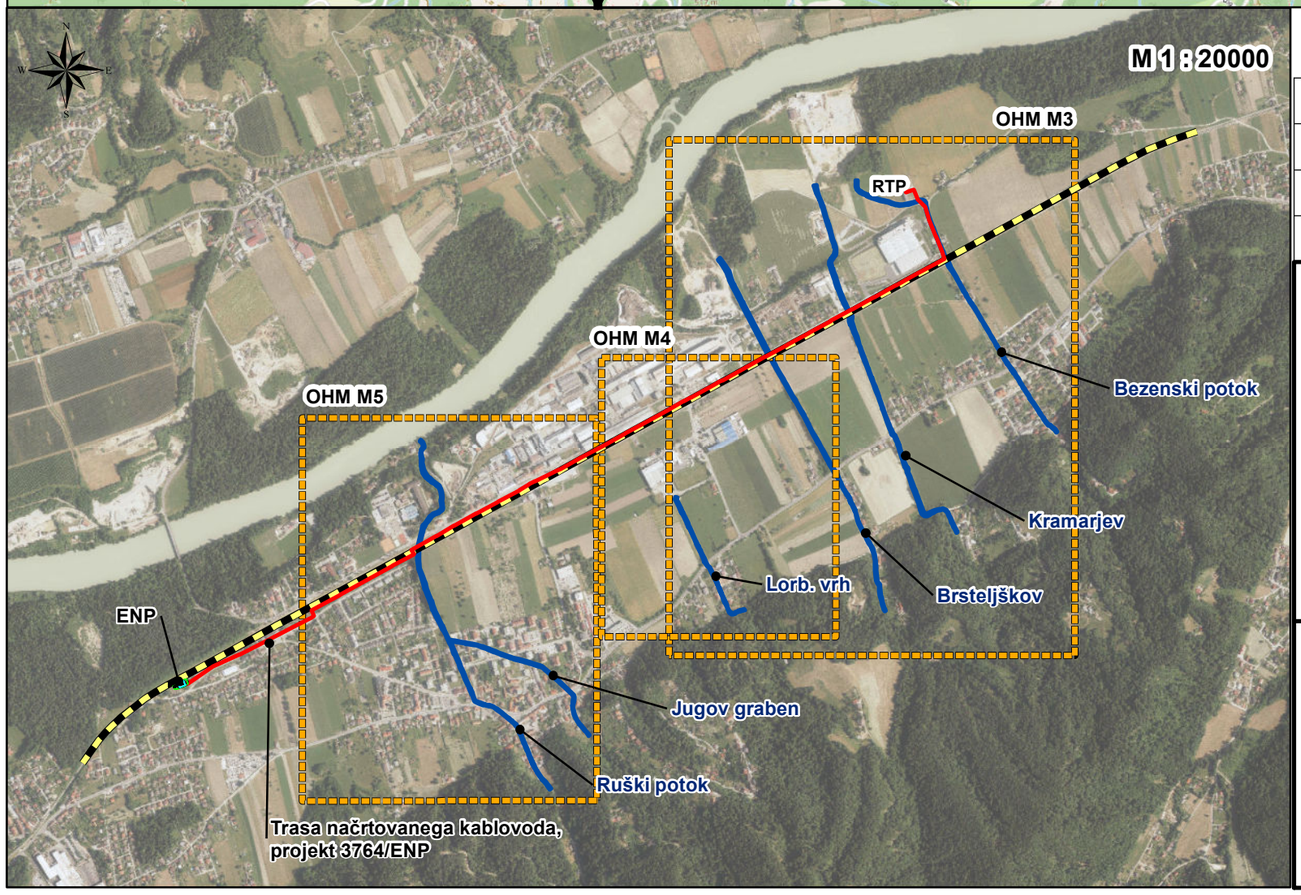
Načrtovana nadgradnja železniške proge na obravnavanem odseku ne vpliva na poplavni režim obravnavanih vodotokov in ne poslabšuje poplavne varnosti. Z upoštevanjem dimenzij prepustov pod železnico, ki smo jih dobili s hidravlično analizo, so vodotoki pripravljeni za morebitno celostno poplavno ureditev.

Izdelal:
Urban Jakop, miog

5 GRAFIKE

G.1	PREGLEDNA SITUACIJA	M 1:25000/20000
G.2	PREGLEDNA KARTA POPLAV – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 10000
G.3.1	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.3.2	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.4.1	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI (h x v) – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.4.2	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI (h x v) – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.5.1	KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.5.2	KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI – OBSTOJEČE STANJE	M 1 : 2500
G.6.2	KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI – PROJEKT STANJE	M 1 : 12000
G.7.2	KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI – PROEJKT STANJE	M 1 : 2500
G.8.1	VZD PROFIL BEZ. POTOK	M 1 : 1000/100
G.8.2	VZD PROFIL BRST. POTOK	M 1 : 1000/100
G.8.3	VZD PROFIL RUŠKI POTOK	M 1 : 500/100





PREGLEDNA KARTA

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor: TIRING d.o.o. -
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11
1236 Trzin

izvajalec: VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.
2000 MARIBOR , Glavni trg 19c

podizvajalec

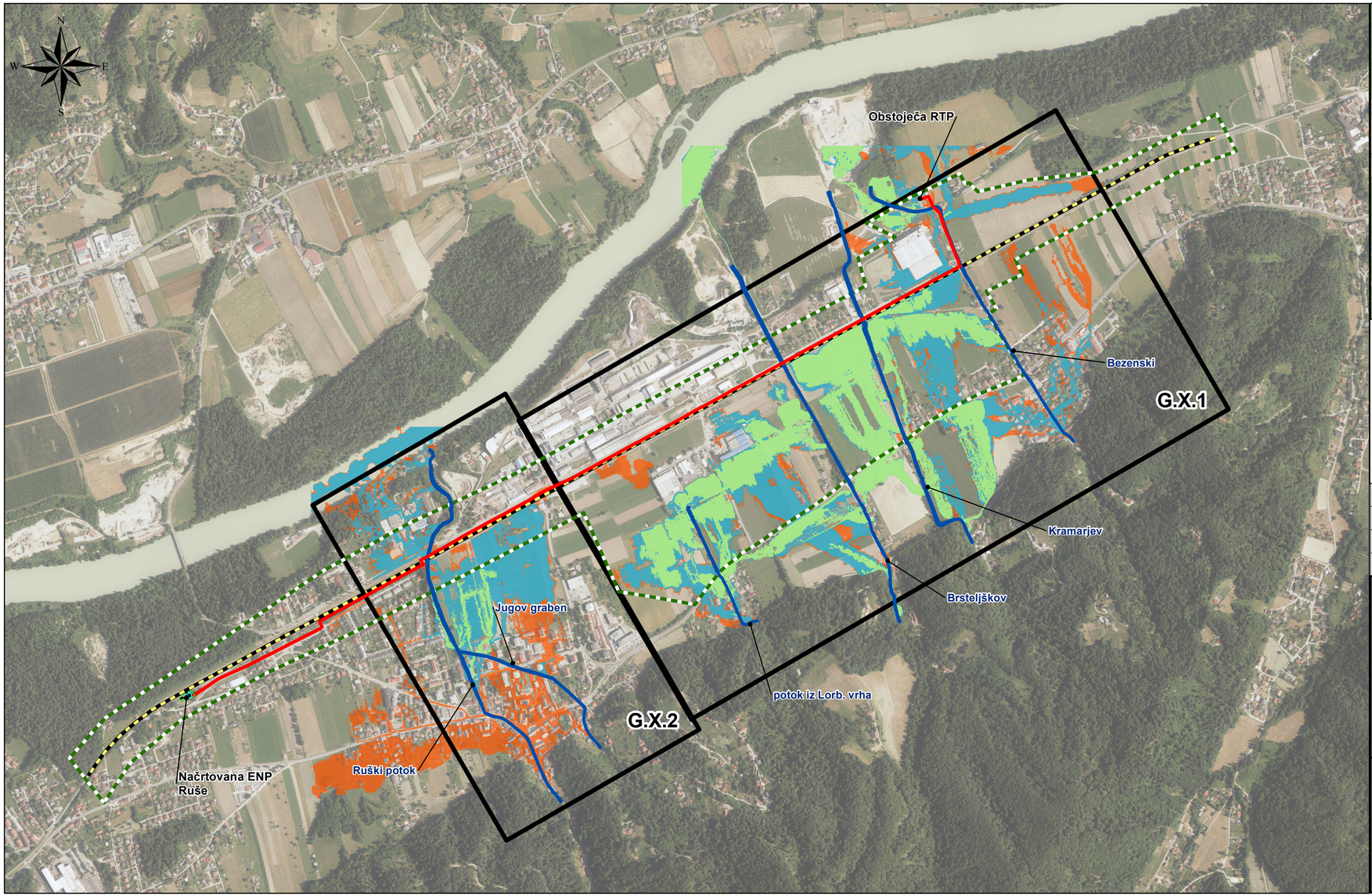
projekt:
Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru

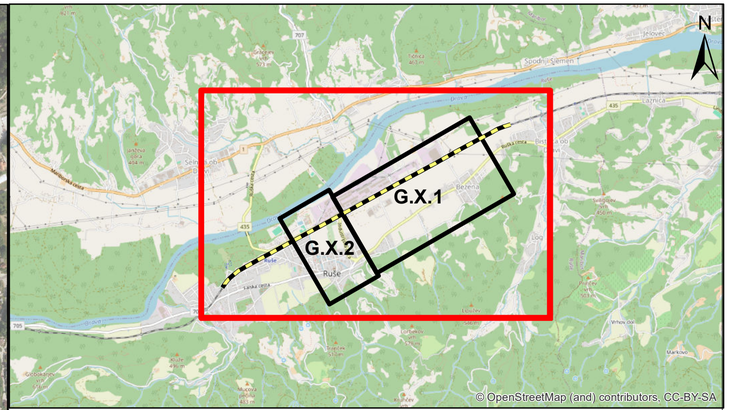
načrt:
11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

vsebina/naslov risbe:
PREGLEDNA KARTA

	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T. MIĆIĆ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

št. projekta: **8660**	oznaka načrta: **HHŠ faza2**	datum: **AVGUST 2024**	faza: **ELABORAT**
št. načrta: **4237/23_2**		dopolnitev: **FEBRUAR 2025**	merilo: **1:25000/20000**
		avtor risbe: **VGB Maribor**	št. risbe/lista: **G.1**





Legenda

- Območje dosega Q10
- Območje dosega Q100
- Območje dosega Q500
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- OSV - območje struge vodotoka (obr. odsek)
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Načrtovana trasa novega kablovoda

PREGLEDNA POPLAVNA KARTA - OBSTOJEČE STANJE
M 1: 12000

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor: TIRING d.o.o. - Podjetje za železniški inženiring, Motnica 11, 1236 Trzin

izvajalec: VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o., 2000 MARIBOR, Glavni trg 19c

podizvajalec

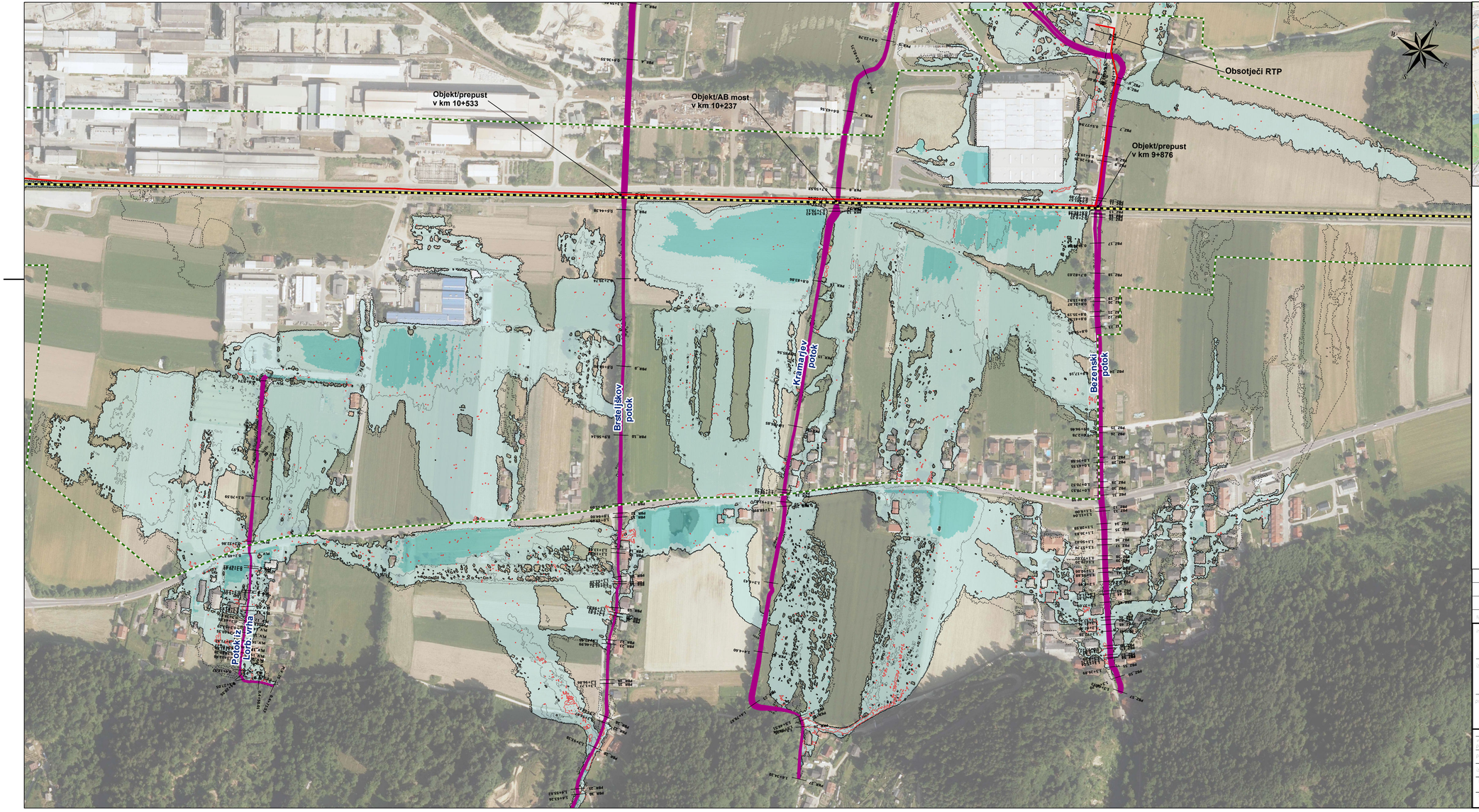
projekt:
Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru

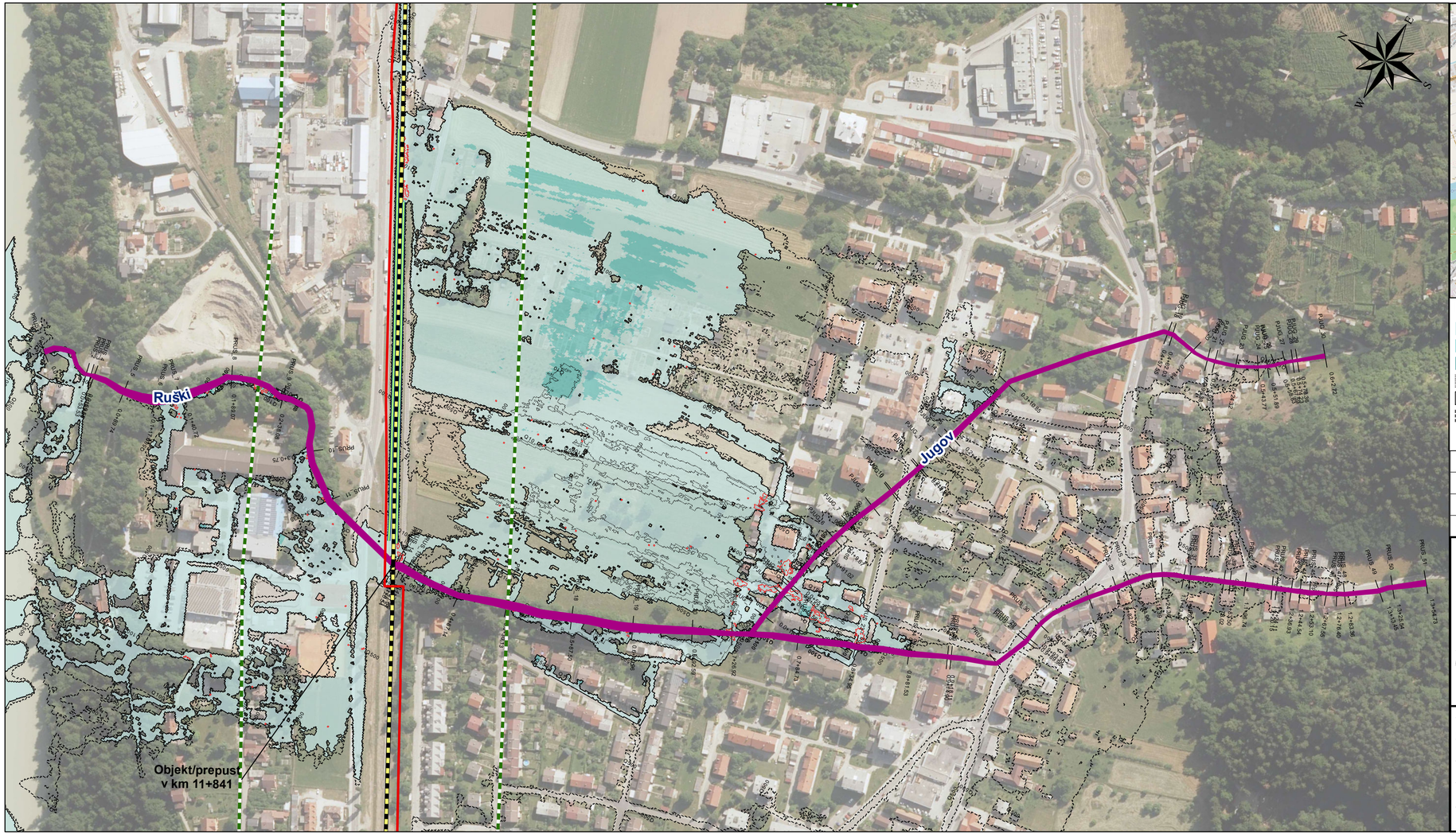
načrt:
11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

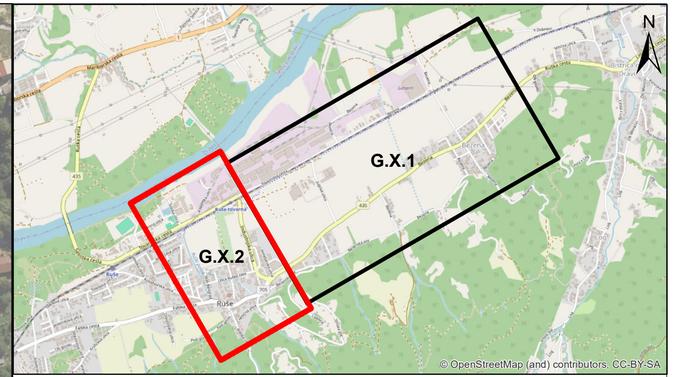
	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T. MIĆIĆ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

vsebina/naslov risbe:
PREGLEDNA POPL. KARTA - OBSTOJEČE STANJE

št. projekta:	oznaka načrta:	datum:	faza:	merilo:
8660	HHŠ faza2	AVGUST 2024	ELABORAT	1:10000
št. načrta: 4237/23_2		dopolnitev: FEBRUAR 2025	avtor risbe: VGB Maribor	št. risbe/lista: G.2


Objekt/prepust
v km 10+533
Objekt/AB most
v km 10+237
Obsotječi RTP
Objekt/prepust
v km 9+876
Bistrica
Bistrica - Desni vrh
Bistrica - Levi vrh
Bistrica - Levi vrh
Bistrica - Desni vrh
Bistrica - Levi vrh
Bistrica - Desni vrh
Bistrica - Levi vrh
Bistrica - Desni





Legenda

- (območje) globin pri pretoku Q100: <0,5 m
- (območje) globin pri pretoku Q100: 0,5-1,5 m
- (območje) globin pri pretoku Q100: >1,5 m
- meja območja pri pretoku Q10
- meja območja pri pretoku Q100
- meja območja pri pretoku Q500
- območja, kjer so hitrosti večje od 1 m/s (pri pretoku Q100)
- OSV - območje struge vodotoka
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Obstoječa drenažno/ponikovalna jarka ob žel. progi
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - OBSTOJEČE STANJE
M 1: 2500

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor:
TIRING d.o.o. -
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11
1236 Trzin

izvajalec:
VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.
2000 MARIBOR , Glavni trg 19a

podizvajalec

projekt:
Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru

načrt:
11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

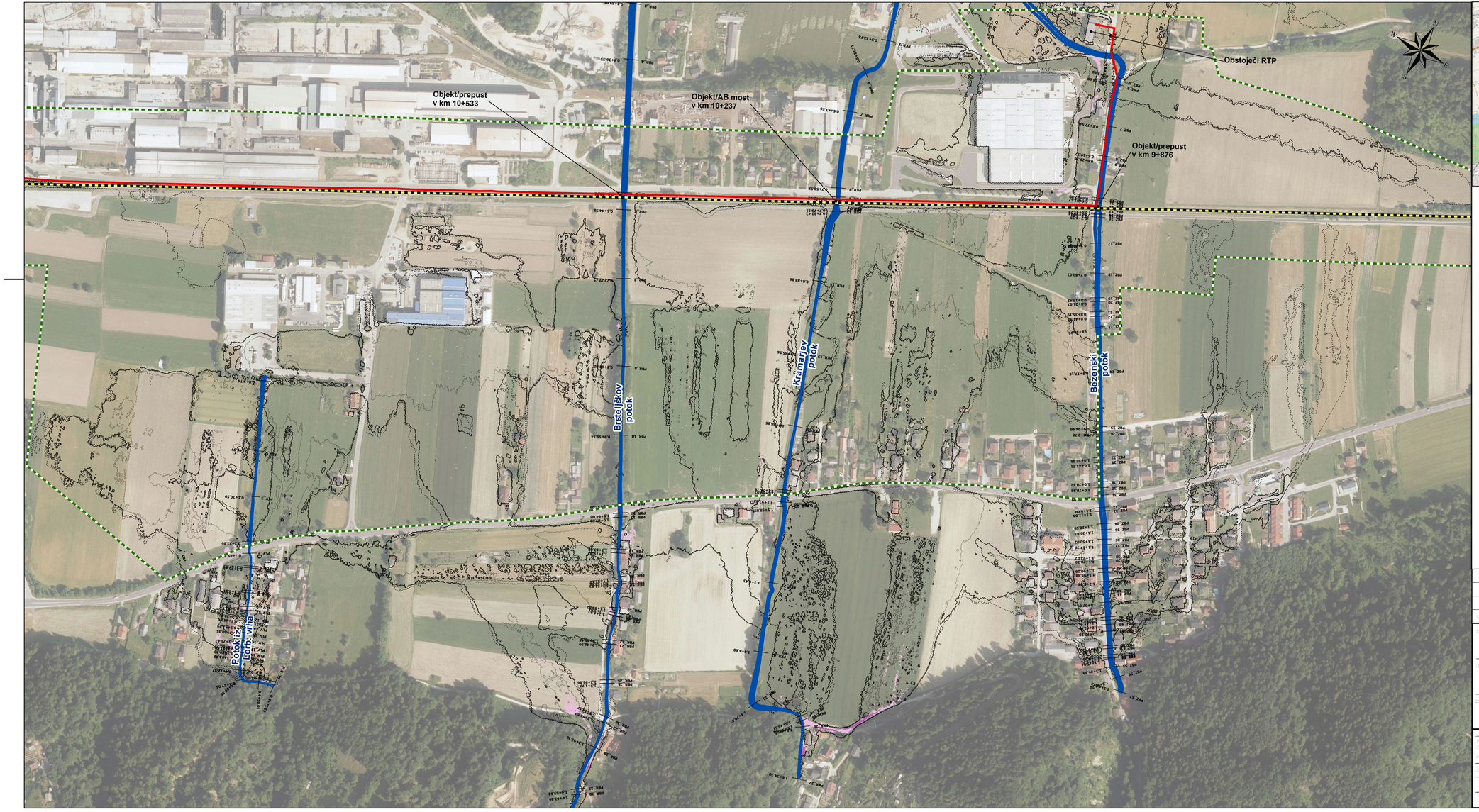
	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T.MIČIČ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

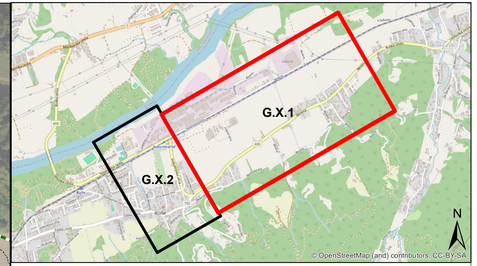
št. projekta:	8660	oznaka načrta:	datum: AVGUST 2024
št. načrta:	4237/23_2	HHŠ faza2	dopolnitev: FEBRUAR 2025

vsebina/naslov risbe:
KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - OBSTOJEČE STANJE

faza:	merilo:
ELABORAT	1:2500

avtor risbe:	št. risbe/lista:
VGB Maribor	G.3. 2





Legenda
velja za območja, kjer so hitrosti večje od 1 m/s

- (območje) produkta globina x hitrost pri pretoku Q100: <0,5 m2/s
- (območje) produkta globina x hitrost pri pretoku Q100: 0,5-1,5 m2/s
- (območje) produkta globina x hitrost pri pretoku Q100: >1,5 m2/s
- meja območja pri pretoku Q10
- meja območja pri pretoku Q100
- meja območja pri pretoku Q500
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- OSV - območje struge vodotoka
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - globina x hitrost
OBSTOJEČE in NAČRTOVANO STANJE (ni sprememb)
M 1: 2500

spremenil	opis spremembe	datum	podpis

investitor: TIRING d.o.o. - Podjetje za železniški inženiring, Molnica 11, 1236 Trzin

pooblaščenec: VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.d.o., 2000 MARIBOR, Glavni trg 18a

projekt: **Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru**

naročnik:

načrt: **11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše**

vodja projekta:	T.MIČIČ, udiviki	ime datoteke:
projektant:	U. JAKOP, mag	
izdelal:	U. JAKOP, mag	

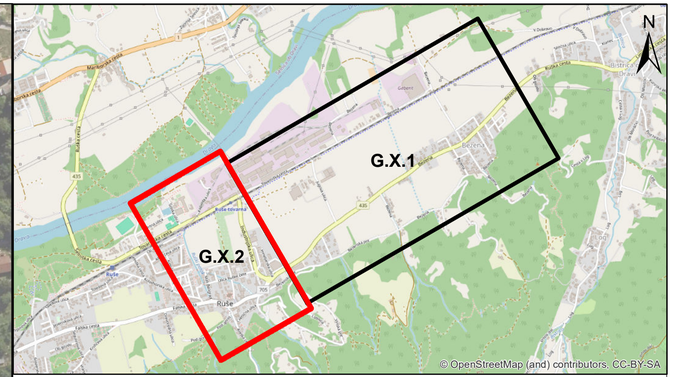
vsebina/naziv risbe: **KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - h x v OBSTOJEČE in NAČRTOVANO STANJE**

št. projekta:	8660	oznaka načrta:	HHŠ faza2	datum:	AVGUST 2024
št. načrta:	4237/23_2			dopolnitev:	FEBRUAR 2025

faza: ELABORAT | merilo: 1:2500

avtor risbe: VGB Maribor | št. risbe/načrta: G.4.1





Legenda,
velja za območja, kjer je hitrost večja od 1 m/s

- (območje) produkta globina x hitrost pri pretoku Q100: <0,5 m2/s
- (območje) produkta globina x hitrost pri pretoku Q100: 0,5-1,5 m2/s
- (območje) produkta globina x hitrost pri pretoku Q100: >1,5 m2/s
- meja območja pri pretoku Q10
- meja območja pri pretoku Q100
- meja območja pri pretoku Q500
- OSV - območje struge vodotoka
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Obstoječa drenažno/ponikovalna jarka ob žel. progi
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - globina x hitrost
OBSTOJEČE in NAČRTOVANO STANJE (ni sprememb)
M 1: 2500

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor:
TIRING d.o.o. -
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11
1236 Trzin

izvajalec:
VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.
2000 MARIBOR , Glavni trg 19b

podizvajalec

projekt:
Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru

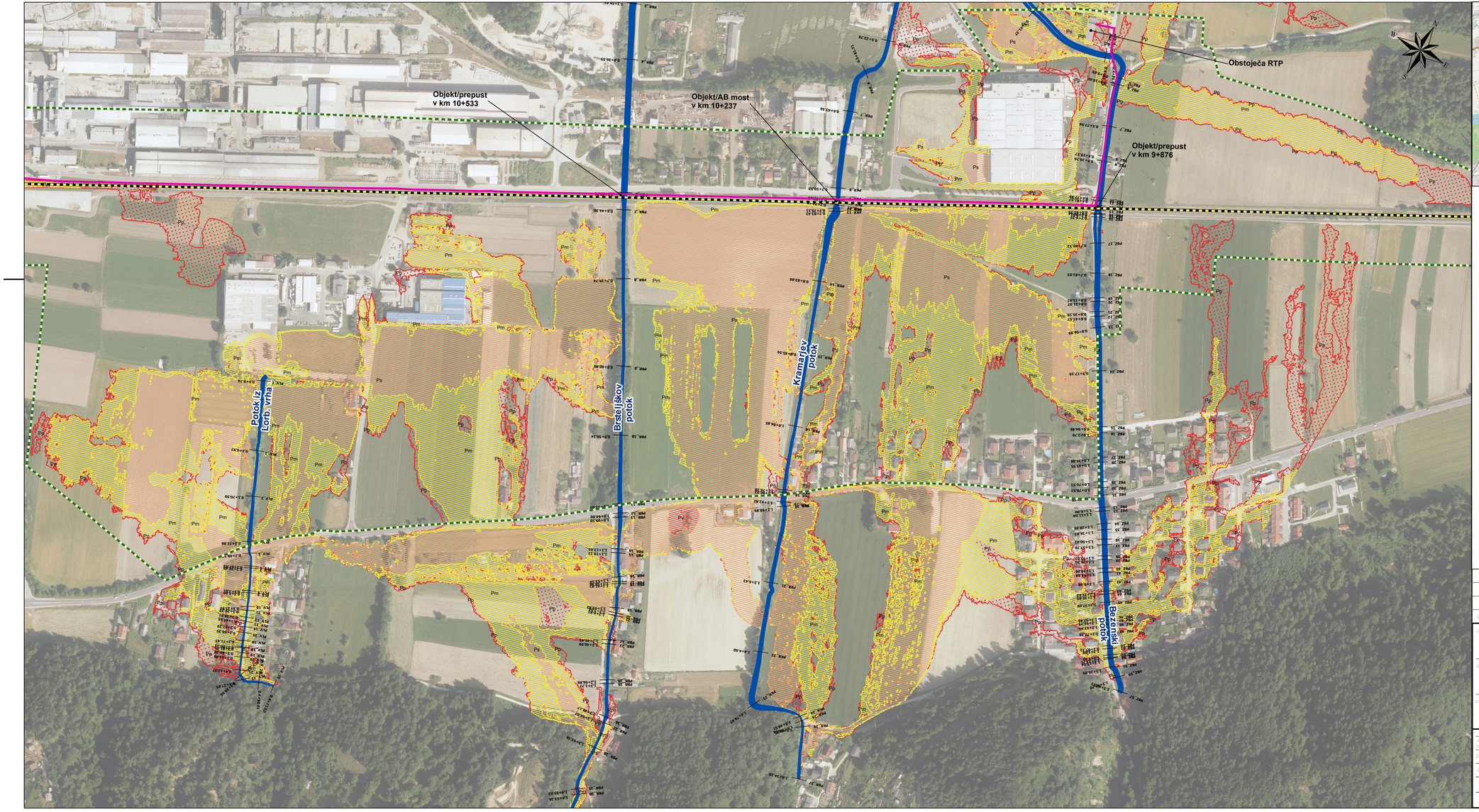
načrt:
11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

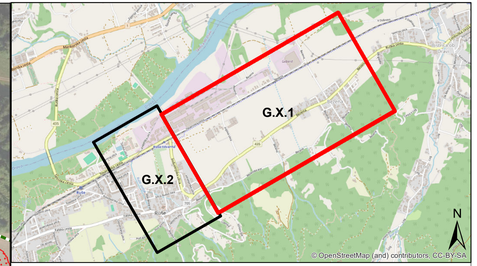
	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T.MIČIČ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

št. projekta:	8660	oznaka načrta:	datum: AVGUST 2024
št. načrta:	4237/23_2	HHŠ faza2	dopolnitev: FEBRUAR 2025

vsebina/naslov risbe:
KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - h x v OBSTOJEČE in NAČRTOVANO STANJE

faza: ELABORAT	merilo: 1:2500
avtor risbe: VGB Maribor	št. risbe/lista: G.4. 2





Legenda

- Pm - območje razreda majhne poplavne nevarnosti
- Ps - območje razreda srednje poplavne nevarnosti
- Pv - območje razreda velike poplavne nevarnosti
- Pp - območje razreda preostale poplavne nevarnosti
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- OSV - območje struge vodotoka
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI
OBSTOJEČE in NAČRTOVANO STANJE (ni spremememb)
M 1: 2500

spremenba	opis spremembe	datum	podpis

investitor: TIRING d.o.o. - Podjetje za železniški inženiring, Molnica 11, 1236 Trzin

izvajalec: VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.d., 2000 MARIBOR, Glavni trg 18a

projekt: **Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru**

načrt: **11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše**

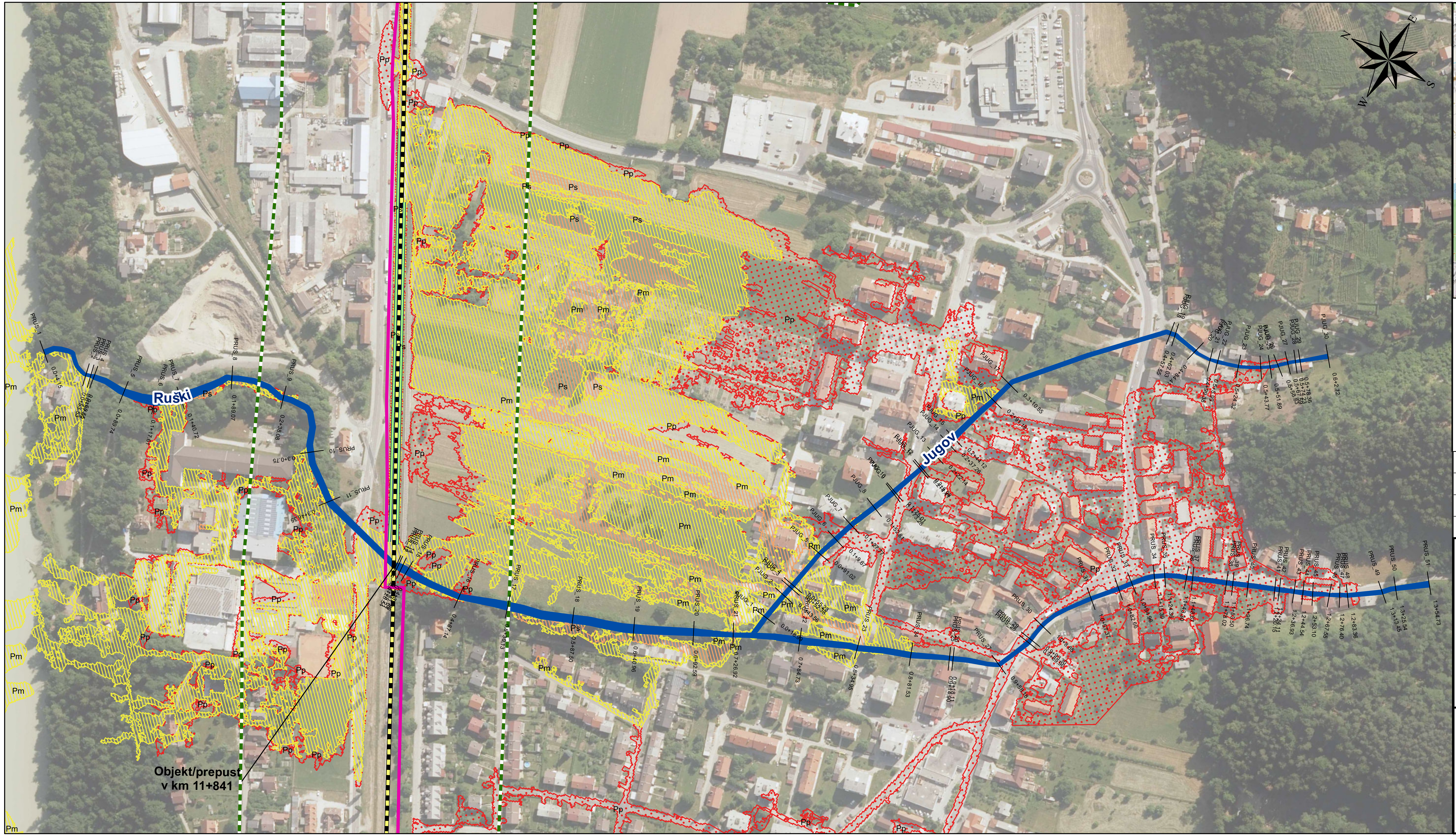
vodja projekta:	T.MIČIČ, udiveli	
projektant:	U. JAKOP, miog	
izdelal:	U. JAKOP, miog	

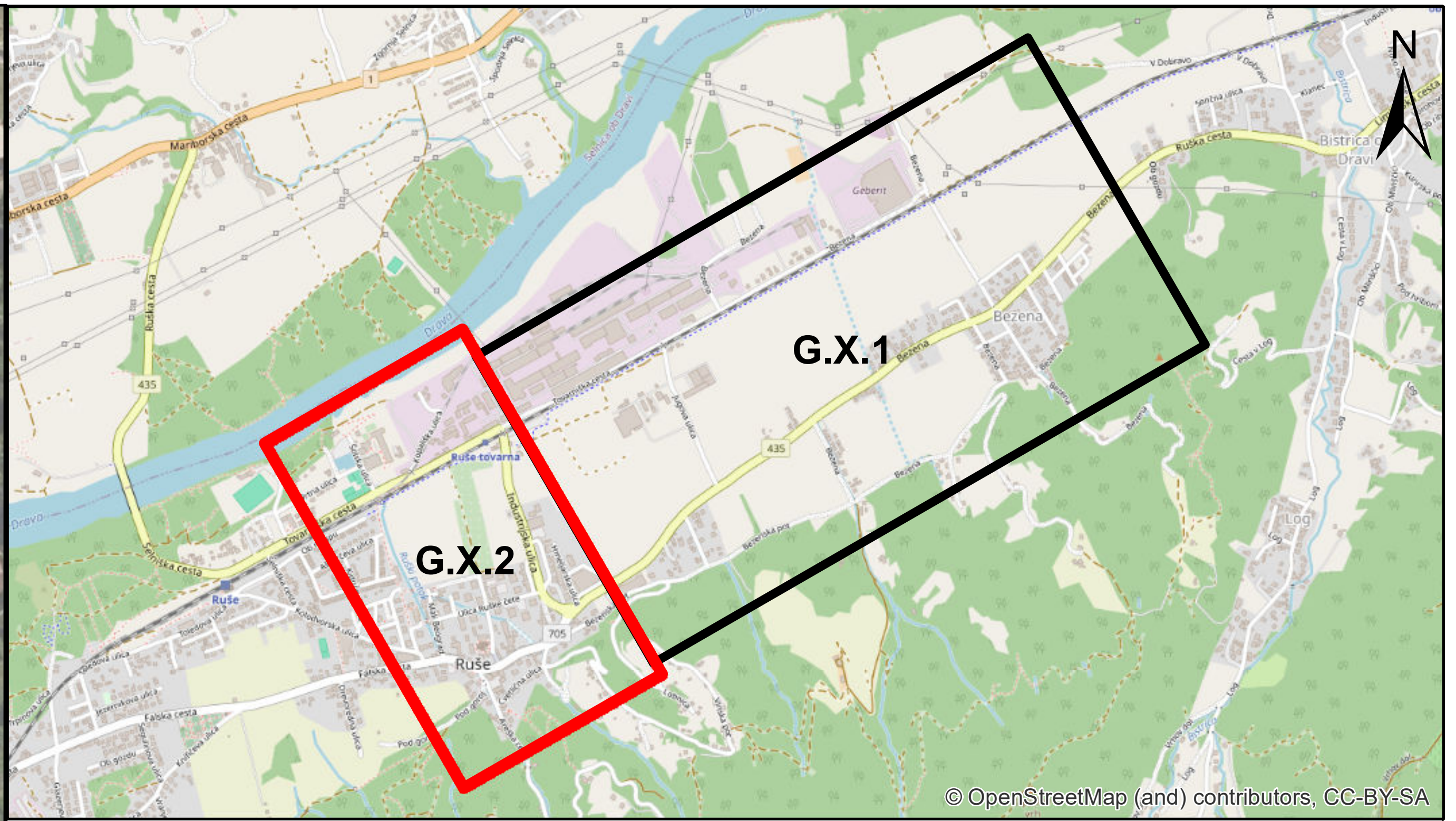
vsebina/naslov načrta: **KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI OBSTOJEČE in NAČRTOVANO STANJE**

faza: **ELABORAT** | merilo: **1:2500**

št. projekta:	8660	oznaka načrta:	HHŠ faza2	datum:	AVGUST 2024
št. načrta:	4237/23_2			dopolnitev:	FEBRUAR 2025

avtor načrta: **VGB Maribor** | št. risbe/načrta: **G.5.1**





Legenda

- Pm - območje razreda majhne poplavne nevarnosti
- Ps - območje razreda srednje poplavne nevarnosti
- Pv - območje razreda velike poplavne nevarnosti
- Pp - območje razreda preostale poplavne nevarnosti
- OSV - območje struge vodotoka
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Obstoječa drenažno/ponikovalna jarka ob žel. progi
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI - OBSTOJEČE STANJE
M 1: 2500

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor: TIRING d.o.o. - Podjetje za železniški inženiring, Motnica 11, 1236 Trzin

izvajalec: VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o., 2000 MARIBOR, Glavni trg 19c

podizvajalec

	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T. MIĆIĆ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

št. projekta:	8660	oznaka načrta: HHŠ faza2	datum: AVGUST 2024
št. načrta:	4237/23_2		dopolnitev: FEBRUAR 2025

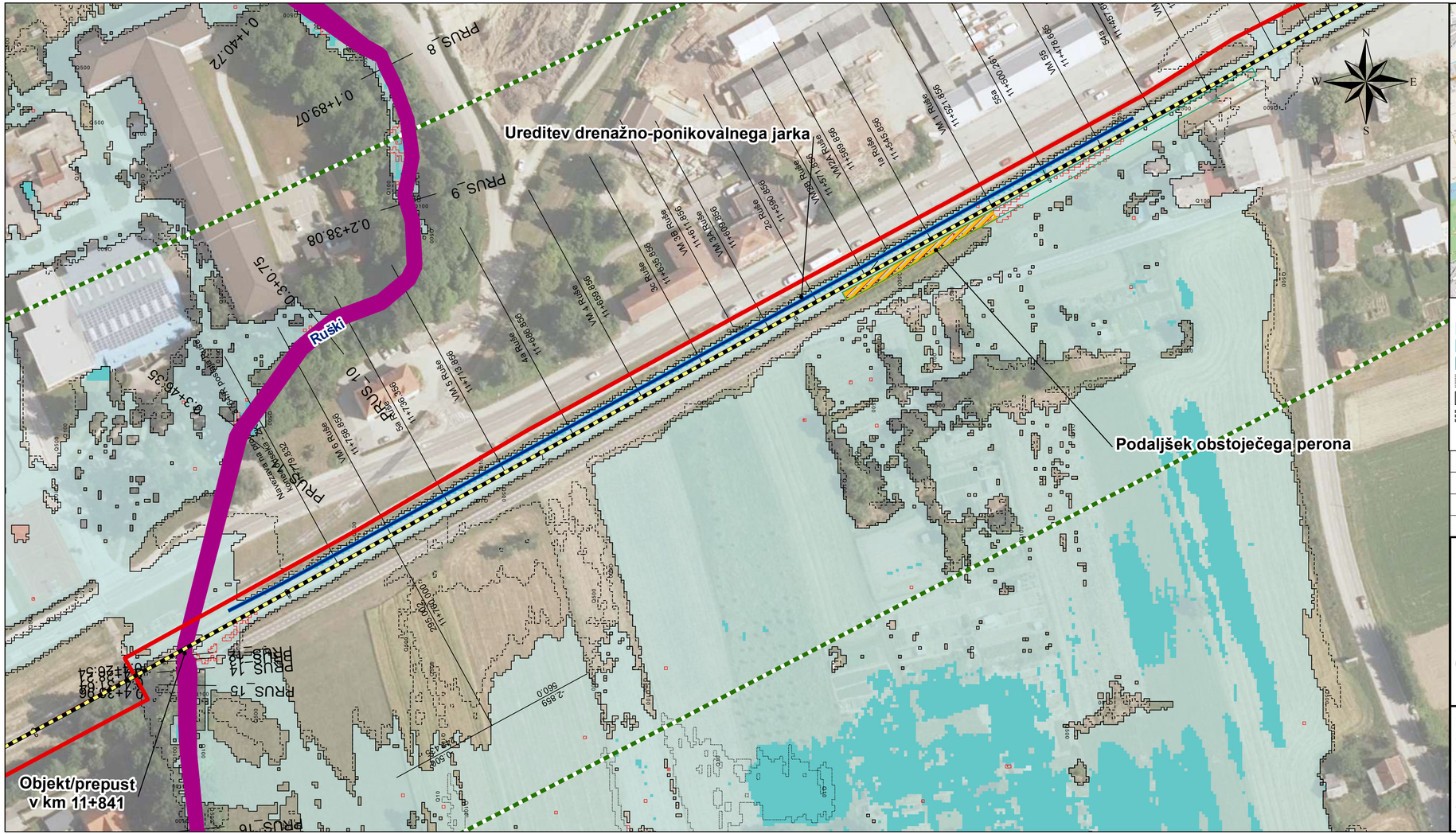
projekt: **Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru**

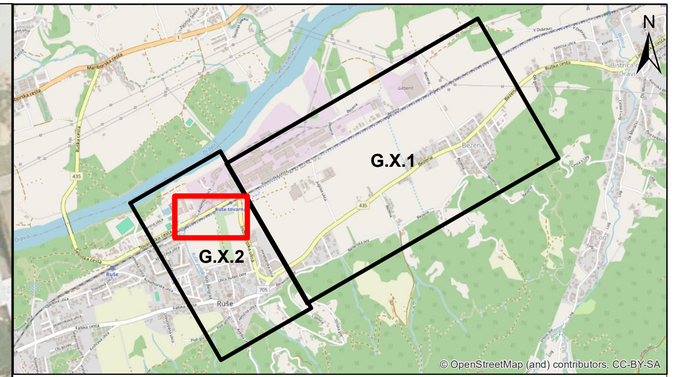
načrt: **11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše**

vsebina/naslov risbe: **KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI - OBSTOJEČE STANJE**

faza: **ELABORAT** | merilo: **1:2500**

avtor risbe: **VGB Maribor** | št. risbe/lista: **G.5.2**





Legenda

- (območje) globin pri pretoku Q100: <0,5 m
- (območje) globin pri pretoku Q100: 0,5-1,5 m
- (območje) globin pri pretoku Q100: >1,5 m
- meja območja pri pretoku Q10
- meja območja pri pretoku Q100
- meja območja pri pretoku Q500
- območja, kjer so hitrosti večje od 1 m/s (pri pretoku Q100)
- OSV - območje struge vodotoka
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - NAČRTOVANO STANJE
M 1: 1000

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor: TIRING d.o.o. - Podjetje za železniški inženiring, Motnica 11, 1236 Trzin

izvajalec: VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o., 2000 MARIBOR, Glavni trg 19a

podizvajalec:

projekt: **Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru**

načrt: **11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše**

	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T.MIČIČ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

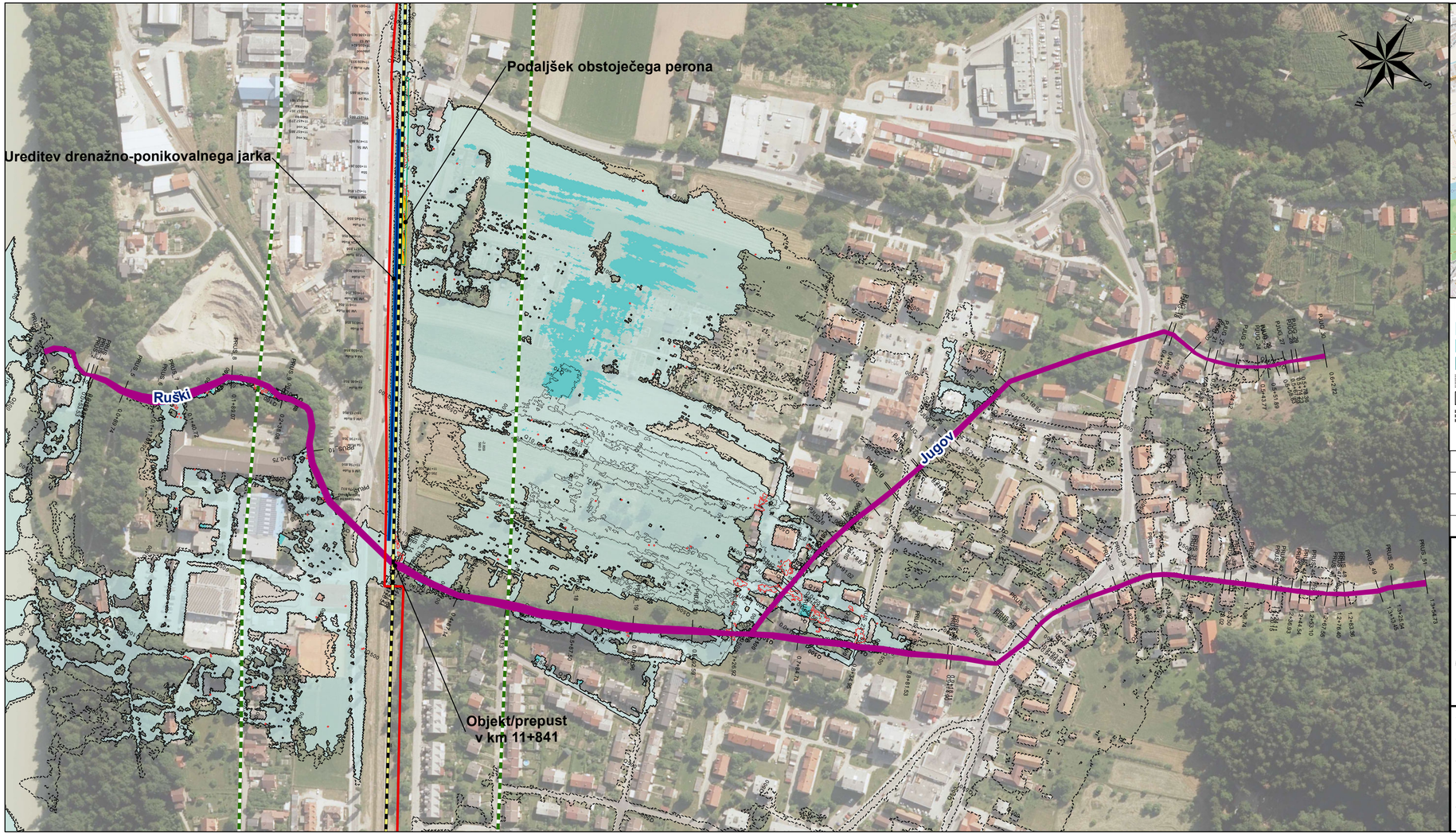
št. projekta:	8660	oznaka načrta:	datum: AVGUST 2024
št. načrta:	4237/23_2	HHŠ faza2	dopolnitev: FEBRUAR 2025

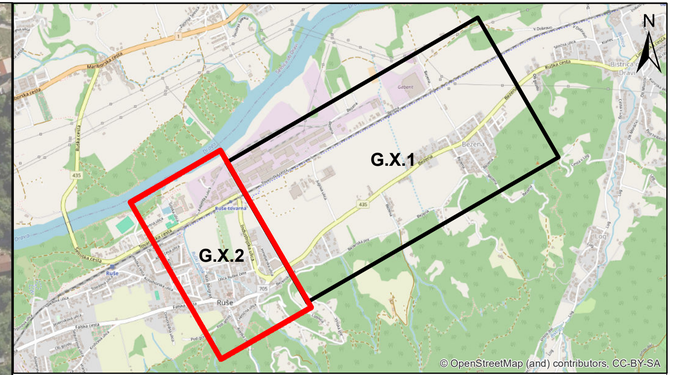
vsebina/naslov risbe: **KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - NAČRTOVANO STANJE**

faza:	merilo:
ELABORAT	1:1000

avtor risbe: **VGB Maribor**

št. risbe/lista: **G.6.2.1**





Legenda

- (območje) globin pri pretoku Q100: <0,5 m
- (območje) globin pri pretoku Q100: 0,5-1,5 m
- (območje) globin pri pretoku Q100: >1,5 m
- meja območja pri pretoku Q10
- meja območja pri pretoku Q100
- meja območja pri pretoku Q500
- območja, kjer so hitrosti večje od 1 m/s (pri pretoku Q100)
- OSV - območje struge vodotoka
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - NAČRTOVANO STANJE
M 1: 2500

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor: TIRING d.o.o. - Podjetje za železniški inženiring, Motnica 11, 1236 Trzin

izvajalec: VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o., 2000 MARIBOR, Glavni trg 19a

podizvajalec:

projekt:
Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru

načrt:
11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

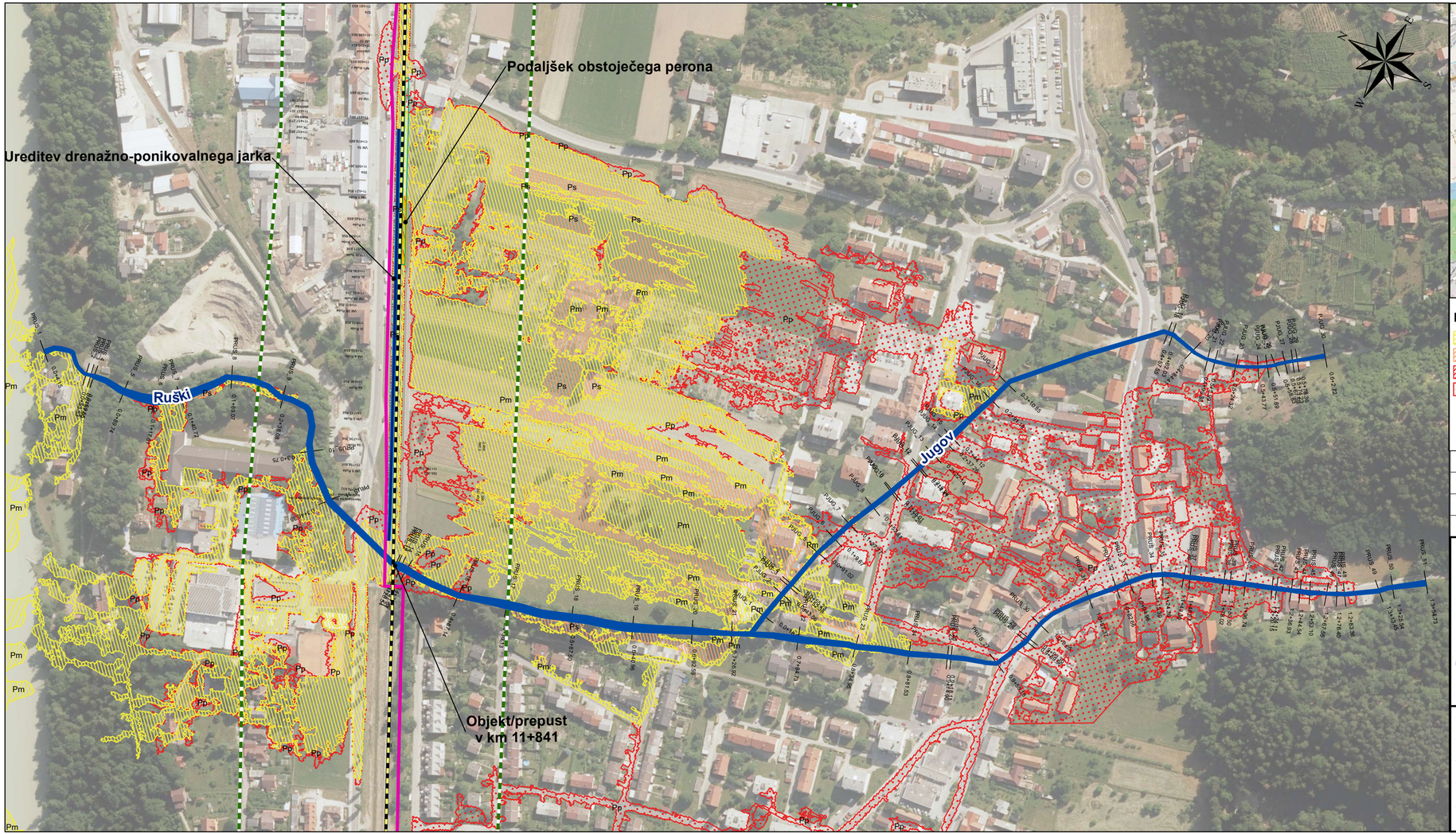
	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T.MIČIČ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

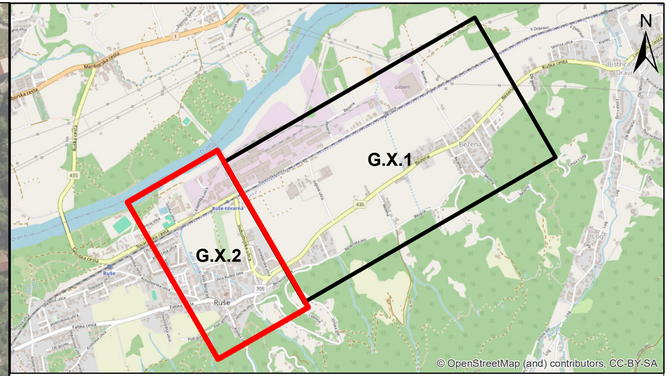
št. projekta:	8660	oznaka načrta:	datum: AVGUST 2024
št. načrta:	4237/23_2	HHŠ faza2	dopolnitev: FEBRUAR 2025

vsebina/naslov risbe:
KARTA POPLAVNE NEVARNOSTI - NAČRTOVANO STANJE

faza:	merilo:
ELABORAT	1:2500

avtor risbe:	št. risbe/lista:
VGB Maribor	G.6.2





Legenda

- Pm - območje razreda majhne poplavne nevarnosti
- Ps - območje razreda srednje poplavne nevarnosti
- Pv - območje razreda velike poplavne nevarnosti
- Pp - območje razreda preostale poplavne nevarnosti
- OSV - območje struge vodotoka
- OVR - območje veljavnosti rezultatov modela
- Obravnavan odsek nadgradnje železnice - HHŠ faza2
- Trasa načrtovnega kablovoda - 3764/ENP

KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI - NAČRTOVANO STANJE
M 1: 2500

sprememba	opis spremembe:	datum	podpis

investitor:
TIRING d.o.o. -
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11
1236 Trzin

izvajalec:
VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.
2000 MARIBOR , Glavni trg 19b

podizvajalec

projekt:
Nadgradnja odseka Maribor - Ruše na regionalni železniški progi št. 34 Maribor - Prevalje - d.m. in nadgradnja železniške infrastrukt. na območju Železniškega trikotnika v Mariboru

načrt:
11/2 ELABORAT - Hidrološko hidravlična študija na odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

	ime in priimek	id. številka
vodja projekta	T.MIČIČ, udivki	
projektant	U. JAKOP, miog	
izdelal	U. JAKOP, miog	

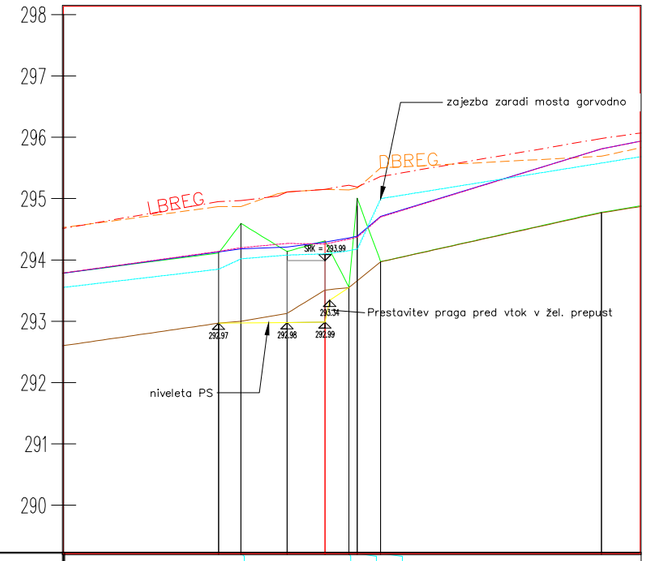
vsebina/naslov risbe:
KARTA RAZREDOV POPLAVNE NEVARNOSTI - NAČRTOVANO STANJE

št. projekta:	oznaka načrta:	datum:	
8660	HHŠ faza2	AVGUST 2024	
št. načrta: 4237/23_2		dopolnitev:	FEBRUAR 2025

faza:	merilo:
ELABORAT	1:2500
avtor risbe: VGB Maribor	št. risbe/lista: G.7.2

PROFIL-2: OS_BEZENSKI_P

MERILO 1:1000/100



OZNAKE PROFILOV	13	PBZ_16	35.99	PBZ_17
		3.67 7.51 6.17 3.89 3.73 3.82		
STACIONAŽE	77.89 81.56	89.07	95.24 99.13 100.50 104.32	40.31
KOTE DNA – v osi	294.11 294.60	294.14	294.31 293.56 293.00 293.97	294.78
KOTE LEVEGA BREGA	294.95 294.97	295.04 295.11	295.15 295.22 295.49 295.36	295.98
KOTE DESNEGA BREGA	294.87 294.87	295.08 295.11	295.15 295.14 295.17 295.50	295.69
GLADINA Q100_1D_PODNEB	294.13 294.18	294.21	294.29 294.36 294.39 294.71	295.81
GLAD Q100_1D_PODNEB_B_PREP	294.14 294.20	294.27	294.26 294.34 294.37 294.70	295.81
GLAD Q100_1D2D_PODNEB	293.85 294.02	294.08	294.10 294.15 294.18 295.00	295.58

spremenba	opis spremembe	datum	podpis

investitor

TIRING d.o.o.
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11, 1236 Trzin

projekt:

Nadgradnja odseka Maribor - Ruše
na regionalni železniški progi št. 34
Maribor - Prevalje - d.m.
in nadgradnja železniške infrastrukture
na območju železniškega trikotnika v MB

načrt:

11/2 ELABORAT -
Hidrološko hidravlična študija na
Odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

izvajalec

VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.
Maribor, Glavni trg 19c

vsebina/ naslov risbe:

VZDOLŽNI PROFIL
Bezenski potok
v območju prečkanja železnice - PS

	ime in priimek	id. številka	podpis
vodja projekta	Tijana MIČIĆ, udivki	G-4016	
projektant	Urban JAKOP, miog	G-2657	
izdelal	Urban JAKOP, miog		

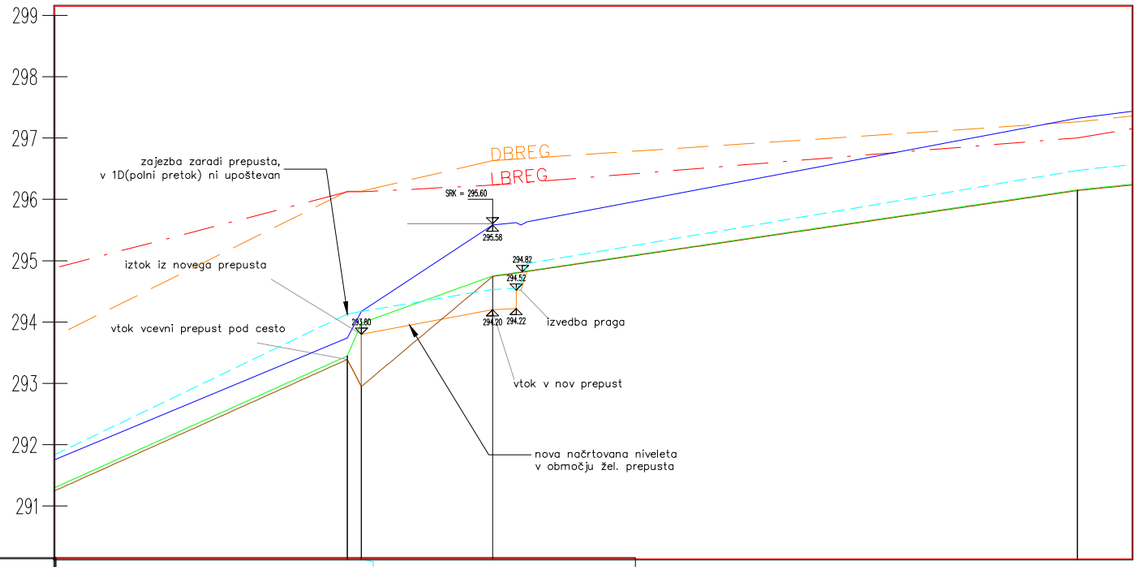
št. projekta:	8660	oznaka načrta:	HHŠ faza 2
št. načrta:	4237/23_2	datum:	avgust 2024

faza:	merilo:
ELABORAT	1 : 1000/100

avtor risbe:	št. lista:
VGB Maribor	G.8.1

PROFIL-4: OS_BRSTELJSKOV_P

MERILO 1:1000/100



290.14

OZNAKE PROFILOV		PBR_6	21.40	PBR_7
STACIONAŽE		0.6	20.70 22.98	44.38
KOTE DNA – v osi			293.45 293.98	294.75
KOTE LEVEGA BREGA			296.12 296.12	296.23
KOTE DESNEGA BREGA			296.13 296.13	296.63
GLADINA Q100 PODNEB 1D			293.74 294.17	295.60 295.62 295.58 295.63
Q100_1D2D_PODNEB			294.13 294.17	294.53 294.55 294.82 294.95

sprememba	opis spremembe	datum	podpis

investitor

TIRING d.o.o.
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11, 1236 Trzin

projekt:

Nadgradnja odseka Maribor - Ruše
na regionalni železniški progi št. 34
Maribor - Prevalje - d.m.
in nadgradnja železniške infrastrukture
na območju železniškega trikotnika v MB

načrt:

11/2 ELABORAT -
Hidrološko hidravlična študija na
Odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

izvajalec

VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.
Maribor, Glavni trg 19c

vsebina/ naslov risbe:

VZDOLŽNI PROFIL
Brsteljškov potok
v območju prečkanja železnice - PS

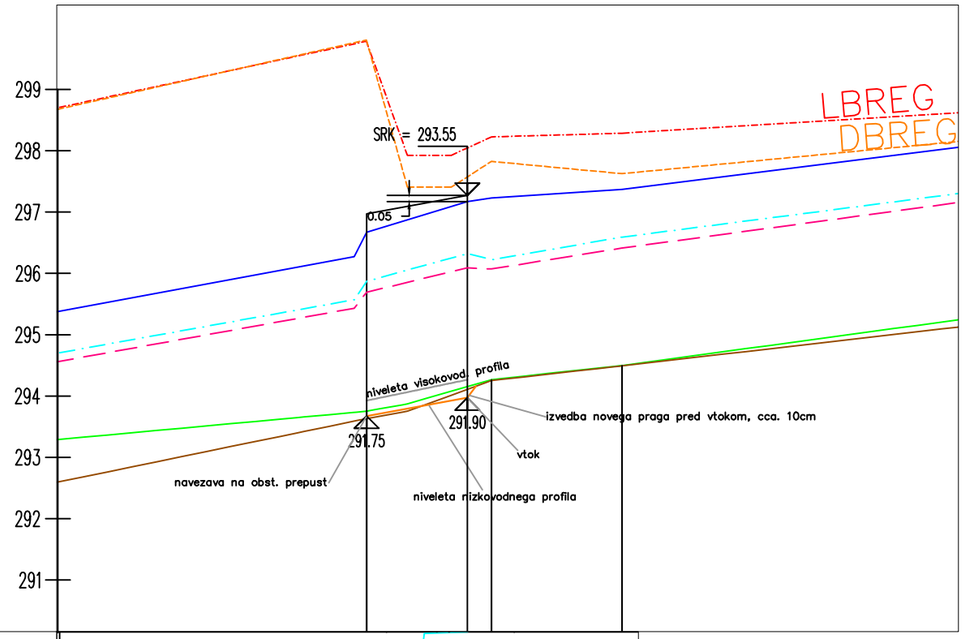
	ime in priimek	id. številka	podpis
vodja projekta	Tijana MIČIĆ, udivki	G-4016	
projektant	Urban JAKOP, miog	G-2657	
izdelal	Urban JAKOP, miog		

št. projekta:	8660	oznaka načrta:	HHŠ faza 2
št. načrta:	4237/23_2	datum:	avgust 2024

faza:	merilo:	avtor risbe:	št. lista:
ELABORAT	1 : 1000/100	VGB Maribor	G.8.2

PROFIL-4: OS_RUSKI_P

MERILO 1:500/100



OZNAKE PROFILOV		PRUS_12	vtok	PRUS_14	PRUS_15
STACIONAŽE		0.4	26.54	30.50 31.63	36.95
KOTE DNA	———		291.79	291.85 292.05	292.16
KOTE LEVEGA BREGA	-·-·-·-		294.81	293.88 294.03	294.06
KOTE DESNEGA BREGA	- - - - -		294.82	293.62 293.83	293.73
GLADINA Q100 PODNEB 1D	———		293.25	293.50 293.53	293.60
GLADINA Q100 z razliv.	—·—·—		292.85	293.076 293.071	293.21
GLADINA Q100 z zadrz	— — — —		292.76	292.96 292.97	293.12

sprememba	*opis spremembe*	*datum*	*podpis*

investitor
TIRING d.o.o.
Podjetje za železniški inženiring
Motnica 11, 1236 Trzin

projekt:
Nadgradnja odseka Maribor - Ruše
na regionalni železniški progi št. 34
Maribor - Prevalje - d.m.
in nadgradnja železniške infrastrukture
na območju železniškega trikotnika v MB

načrt:
11/2 ELABORAT -
Hidrološko hidravlična študija na
Odseku proge Bistrica ob Dravi - Ruše

izvajalec
VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.
Maribor, Glavni trg 19c

vsebina/ naslov risbe:
VZDOLŽNI PROFIL
Ruški potok
v območju prečkanja železnice - PS

	ime in priimek	*id. številka*	*podpis*
vodja projekta	Tijana MIČIĆ, udivki	G-4016	
projektant	Urban JAKOP, miog	G-2657	
izdelal	Urban JAKOP, miog		

št. projekta: 8660 — *oznaka načrta:* HHŠ faza 2

št. načrta: 4237/23_2 — *datum:* avgust 2024 dopol. februar 2025

faza: ELABORAT — *merilo:* 1 : 500/100

avtor risbe: VGB Maribor — *št. lista:* G.8.3

PRILOGA 1 - digitalna oddaja:

Hidrološka obdelava manjših vodotokov pri Rušah, št. proj.: 2/2024-HŠ, HEK Starec s.p., januar 2024;

HIDROLOGIJA
EKOLOGIJA
KOMUNALA
, Doroteja Starec s.p.
Projektiranje in svetovanje
Rožna dolina, cesta III 17F, 1000 Ljubljana

Naročnik: **VODNOGOSPODARSKI BIRO MARIBOR d.o.o.**
Glavni trg 19c
2000 Maribor

Številka načrta: 2/2024-HŠ

HIDROLOŠKA OBDELAVA MANJŠIH VODOTOKOV PRI RUŠAH

HIDROLOŠKO POROČILO

Direktor: Doroteja Starec, dipl. okoljevar. (VS)

Prokurist: Mitja Starec, dipl. univ. inž. grad.

Ljubljana, januar 2024

Kazalo vsebine:

1.0 NAMEN HIDROLOŠKE OBDELAVE 4
2.0 HIDROGRAFSKE KARAKTERISTIKE 5
3.0 POKROVNOST IN PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE 8
4.0 PADAVINE 14
5.0 HIDROLOŠKI PODATKI 16
6.0 HIDROLOŠKI MODEL 17
6.1 Splošno 17
6.2 Model padavin 18
6.3 Model transformacije 21
6.4 Model propagacije 22
7.0 VISOKOVODNI VALOVI 23
8.0 ZAKLJUČEK 27
9.0 LITERATURA IN VIRI 28

Kazalo slik:

Slika 1: Vodotoki med Rušami in Laznico od Bersteljškovega potoka do neimenovanega vodotoka med Laznico in Limbušem. 5
Slika 2: Računska območja in računski profili, v katerih so bile določene hidrografske karakteristike..... 6
Slika 3: Karta pokrovnosti za obravnavane vodotoke na območju Ruš. 8
Slika 4: Pedološka karta za območje obravnavanih vodotokov na območju Ruš 11
Slika 5: Shematična oblika hidrološkega modela. 17
Slika 6: Grafični prikaz normiranega sintetičnega histograma za 5 urno trajanje padavin. 19
Slika 7: Grafični prikaz vrednosti CN na porečju obravnavanih vodotokov 20

Kazalo tabel:

Tabela 1: Hidrografske karakteristike za računska območja. 7
Tabela 2: Vrednosti posameznih enot pokrovnosti v % za računska območja in računske profile. 10
Tabela 3: Deleži posameznih pedokartografskih enot v % za računska območja in računske profile. ... 13
Tabela 4: Vrednosti dnevnih višin padavin za padavinski postaji Ruše in Koča nad Šumnikom. 14
Tabela 5: Rezultati verjetnostne analize za Maribor Tabor + Maribor Letališče. 14
Tabela 6: Razmerje med padavinami krajšega trajanja in 24 urnimi padavinami za povratno dobo 100 let. 15
Tabela 7: 24 urne projektne padavine za padavinski postaji Ruše in Koča pri Šumniku. 15
Tabela 8: 24 urne projektne padavine z upoštevanjem podnebnih sprememb. 15
Tabela 9: Brezdimenzijske vrednosti Huffovih krivulj za 50. percentil in normirani čas od 0 do 1. 19
Tabela 10: Vrednosti CN za vsa računska območja 21

Tabela 11: Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi spremembami za povratno dobo 10 let. 24
Tabela 12: Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi spremembami za povratno dobo 100 let. 24
Tabela 13: Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi spremembami za povratno dobo 500 let. 24
Tabela 14: Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih sprememb za povratno dobo 10 let. 25
Tabela 15: Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih sprememb za povratno dobo 100 let. 25
Tabela 16: Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih sprememb za povratno dobo 500 let. 25
Tabela 17: Primerjava koničnih vrednosti brez upoštevanja podnebnih sprememb in z upoštevanjem podnebnih sprememb. 26

Kazalo prilog (priložene v digitalni obliki):

Priloga 1: Ordinate visokovodnih valov za povratno dobo 10 let s podnebnimi spremembami
Priloga 2: Ordinate visokovodnih valov za povratno dobo 100 let s podnebnimi spremembami
Priloga 3: Ordinate visokovodnih valov za povratno dobo 500 let s podnebnimi spremembami
Priloga 4: Ordinate visokovodnih valov za povratno dobo 10 let brez podnebnih sprememb
Priloga 5: Ordinate visokovodnih valov za povratno dobo 100 let brez podnebnih sprememb
Priloga 6: Ordinate visokovodnih valov za povratno dobo 500 let brez podnebnih sprememb

1.0 NAMEN HIDROLOŠKE OBDELAVE

Osnovni namen hidrološke obdelave je določitev hidrološke količine visokih vod s povratno dobo 10 , 100 in 500 let na križanju vodotokov z železniško progo, kar predstavlja strokovno podlago za projekt »Ureditev križanj z železnico na odseku Maribor Studenci – Ruše, regionalna proga Maribor – Prevalje - d.m.«

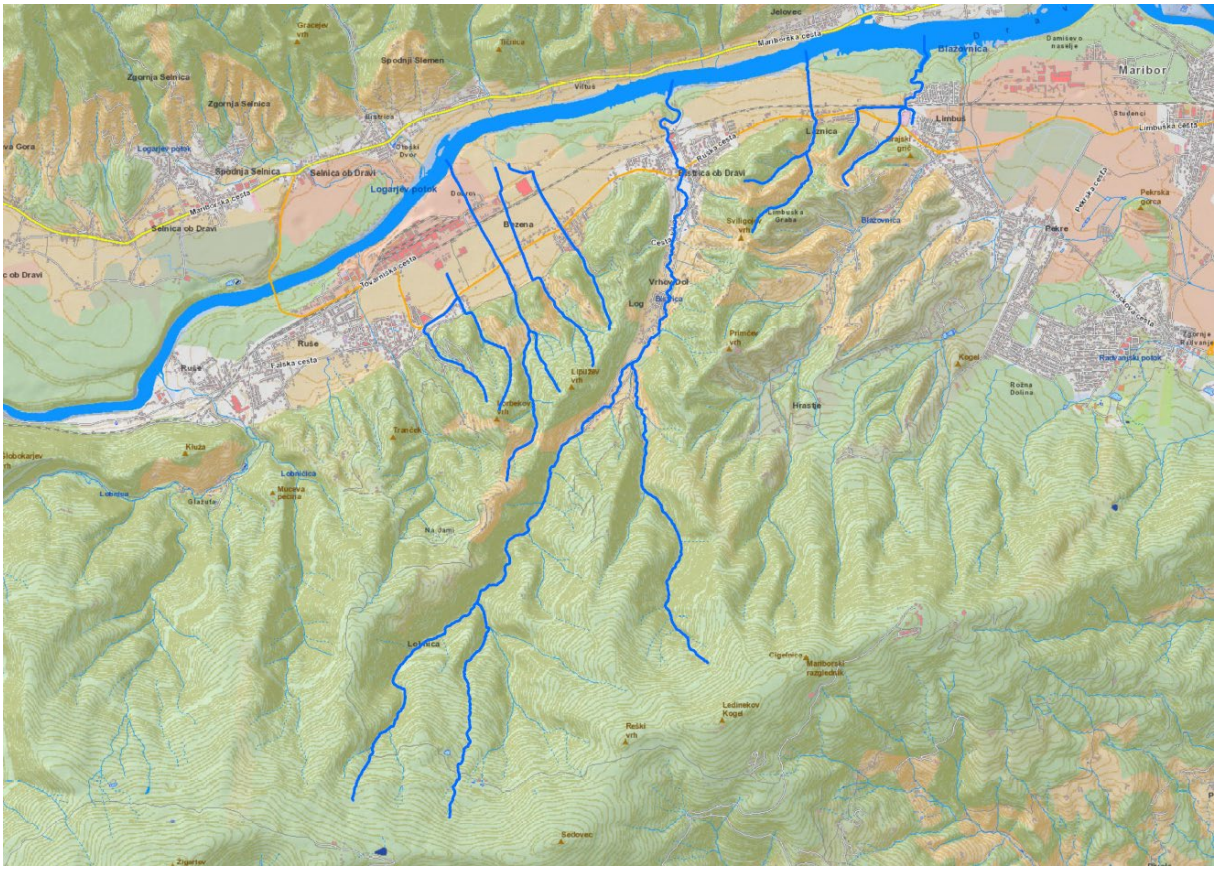
Poleg Ruškega potoka, ki teče skozi Ruše in je bil obdelan v hidrološki študiji »Hidrološka obdelava visokih vod Ruškega potoka«, imamo na območju med Rušami, Bistrico ob Dravi in Limbušem več manjših vodotokov, ki se izlivajo v Dravo in tangirajo železniško progo na odseku Maribor Studenci – Ruše. Nekateri od obravnavanih vodotokov v geografskih kartah nimajo zemljepisnega imena, zato so bila zanje privzeta imena, ki se navezujejo na posamezne zaselke oziroma druga obstoječa zemljepisna imena.

Ker gre, z izjemo Bistrice, za manjše vodotoke brez hidroloških opazovan in meritev, je potrebno določiti konične pretoke in visokovodne valove za različna trajanja padavin na osnovi podatkov o padavinah. Pri tem je bila podana zahteva, da je potrebno pri padavinah upoštevati tudi vpliv podnebnih sprememb.

Pri določitvi visokovodnih valov iz padavin je bila upoštevana osnovna predpostavka, da povzročijo X« letne padavine pri primernih odtočnih razmerah tudi »X« letne visoke vode.

2.0 HIDROGRAFSKE KARAKTERISTIKE

V študiji so bili obdelani vodotoki med Rušami in Limbušem od Bersteljškovega potoka do neimenovanega vodotoka med Laznico in Limbušem. Situacija z vrisanimi vodotoki je razvidna iz slike 1.

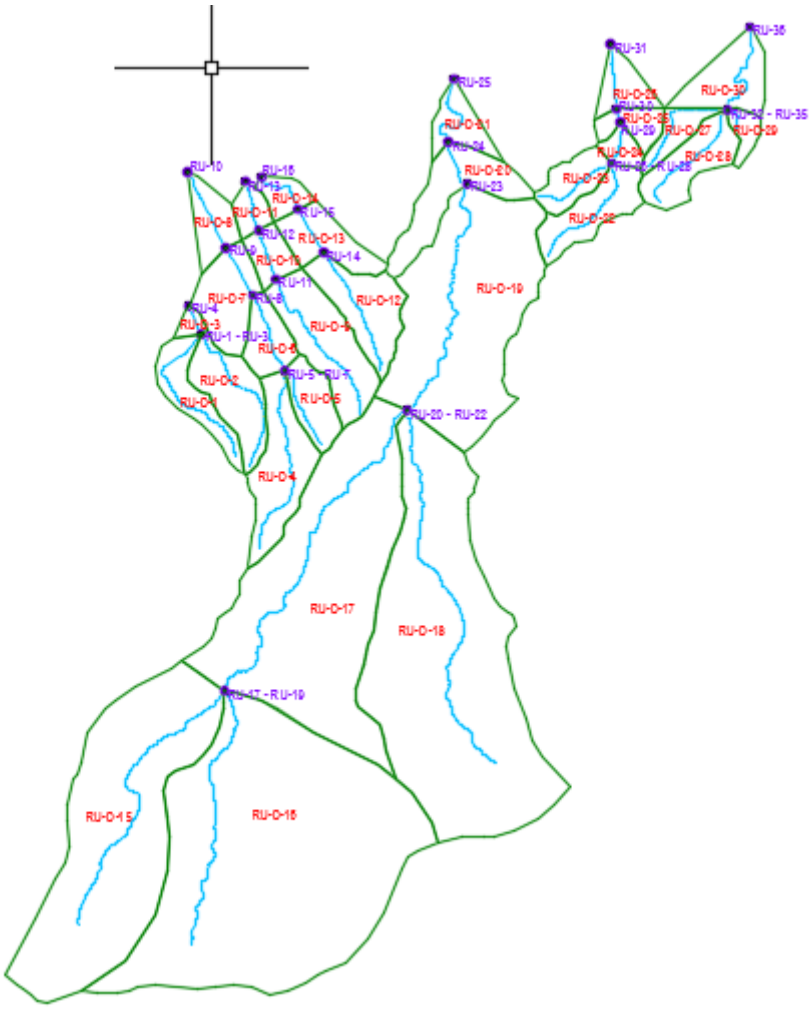


Slika 1: Vodotoki med Rušami in Limbušem od Bersteljškovega potoka do neimenovanega vodotoka med Laznico in Limbušem.

Hidrografske karakteristike so bile določene za naslednje vodotoke:

- pritok izpod Lorbekovega vrha,
- Bersteljškov potok,
- pritok iz Lipuževega vrha,
- pritok izpod Dekleve,
- Bistrica,
- Lazniški potok,
- pritok izpod Pelca.

Računska območja in računski profili, v katerih so bile določene hidrografske karakteristike, so razvidni iz slike 2.



Slika 2: Računska območja in računski profili, v katerih so bile določene hidrografske karakteristike.

Osnovo za izračun hidrografskih karakteristik so predstavljali LIDAR posnetki (pokrivajo območje 1 km^2) in temeljni topografski načrt v merilu 1 : 5000/10000. Za izračun vseh podanih hidrografskih karakteristik je bil uporabljen program ArcMap 10.8.1 oziroma njegova modula Arc Hydro Tools in GeoHMS Tools.

Z ozirom na zahteve hidrološkega modela so bile določene naslednje hidrografske karakteristike:

- F prispevna površina območja (km^2),
- O obseg računskega območja (km) – za posamezna območja,
- L dolžina vodotoka (km),
- Lr dolžina vodotoka do razvodnice (km),
- OLS povprečni padec naklona terena (%),
- H_z kota izvira, oziroma začetna kota vodotoka znotraj računskega območja (m.n.m.),
- H_s zaključna kota vodotoka znotraj računskega območja (m.n.m.),
- I_a absolutni padec vodotoka (m/m, %).

Hidrografske karakteristike za računska območja so podane v tabeli 1.

Zap. št.	Opis	Računsko območje	Računski profil	Obseg [km]	Površina [km2]	OLS	L [km]	Hz [m.n.m.]	Hs [m.n.m.]	Ia [%]
1	Levi pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-1	RU-1	3,055	0,251	41,46	1,435	503,73	300,25	14,18
2	Desni pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-2	RU-2	2,873	0,356	54,42	1,358	527,59	300,25	16,75
3	Sotočje levega in desnega pritoka		RU-3		0,607	49,07	1,435	503,73	300,25	14,18
4	Dotok iz vmesnega območja med RU-3 in RU-4	RU-O-3		0,829	0,040	5,36	0,251	300,25	294,56	2,27
5	**Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4**		**RU-4**		**0,646**	**46,39**	**1,685**	**503,73**	**294,56**	**12,41**
6	Bersteljškov potok	RU-O-4	RU-5	3,708	0,466	54,11	1,616	608,35	328,12	17,34
7	Pritok iz Lipuževega vrha(1)	RU-O-5	RU-6	1,963	0,209	54,55	0,702	495,83	328,12	23,89
8	Bersteljškov potok pod pritokom iz Lipuževega vrha(1)		RU-7		0,675	54,25	1,616	608,35	328,12	17,34
9	Bersteljškov potok med pritokom iz Lipuževega vrha(1) in cesto	RU-O-6		1,808	0,194	39,44	0,675	328,12	301,63	3,92
10	**Bersteljškov potok do ceste**		**RU-8**		**0,869**	**50,94**	**2,291**	**608,35**	**301,63**	13,39
11	Bersteljškov potok med cesto in železniško progo	RU-O-7		2,371	0,323	8,87	0,438	301,63	295,03	1,51
12	**Bersteljškov potok do železniške proge**		**RU-9**		**1,192**	**39,54**	**2,728**	**608,35**	**295,03**	11,48
13	Bersteljškov potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-8		1,994	0,187	15,04	0,687	295,03	266,84	4,10
14	**Bersteljškov potok do izliva v Dravo**		**RU-10**		**1,379**	**36,22**	**3,416**	**608,35**	**266,84**	**10,00**
15	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do ceste**	RU-O-9	RU-11	3,368	0,506	45,40	1,397	461,11	300,96	11,46
16	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med cesto in železniško progo	RU-O-10		1,557	0,137	5,25	0,418	300,96	295,26	1,36
17	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do železniške proge**		**RU-12**		**0,643**	**36,84**	**1,397**	**461,11**	**300,96**	11,46
18	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-11		1,239	0,097	11,12	0,424	295,26	286,18	2,14
19	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do "izliva v Dravo"**		**RU-13**		**0,740**	**33,45**	**1,821**	**461,11**	**286,18**	**9,61**
20	**Pritok izpod Dekleve do ceste**	RU-O-12	**RU-14**	2,999	**0,379**	**56,28**	**1,089**	**414,05**	**303,96**	**10,11**
21	Pritok izpod Dekleve med cesto in železniško progo	RU-O-13		2,443	0,263	16,92	0,406	303,96	295,05	2,19
22	**Pritok izpod Dekleve do železniške proge**		**RU-15**		**0,642**	**40,14**	**1,089**	**414,05**	**295,05**	**10,92**
23	Pritok izpod dekleve med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-14		1,340	0,102	6,30	0,470	295,05	283,9	2,37
24	**Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"**		**RU-16**		**0,744**	**35,52**	**1,089**	**414,05**	**283,9**	**11,95**
25	Bistrica	RU-O-15	RU-17	7,106	2,202	42,15	2,597	1149,84	567,61	22,42
26	Pritok iz Glažute	RU-O-16	RU-18	8,565	3,860	38,59	2,358	1119,28	567,61	23,39
27	Bistrica pod pritokom iz Glažute		RU-19		6,062	39,88	2,597	1149,84	567,61	22,42
28	Bistrica med pritokom iz Glažute in pritokom izpod Ledinekovega kogela	RU-O-17		8,171	2,524	54,32	3,093	567,61	359,92	6,71
29	Bistrica do pritoka izpod Ledinekovega kogela		RU-20		8,586	44,13	5,690	1149,84	359,92	13,88
30	Pritok izpod Ledinekovega kogela	RU-O-18	RU-21	8,619	3,040	49,37	3,377	985,91	359,92	18,53
31	Bistrica pod pritokom izpod Ledinekovega kogela		RU-22		11,626	45,50	5,690	1149,84	359,92	13,88
32	Bistrica med pritokom izpod Ledinekovega kogela in cesto	RU-O-19		5,958	1,778	42,86	2,279	359,92	292,88	2,94
33	**Bistrica do ceste**		**RU-23**		**13,404**	**45,15**	**7,970**	**1149,84**	**292,88**	10,75
34	Bistrica med cesto in železniško progo	RU-O-20		3,714	0,397	36,98	0,409	292,88	280,05	3,14
35	**Bistrica do železniške proge**		**RU-24**		**13,801**	**44,91**	**8,379**	**1149,84**	**280,05**	10,38
36	Bistrica med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-21		2,185	0,172	17,18	0,795	280,05	266,83	1,66
37	**Bistrica do izliva v Dravo**		**RU-25**		**13,973**	**44,57**	**9,173**	**1149,84**	**266,83**	**9,63**
38	Lazniški potok	RU-O-22	RU-26	2,744	0,296	56,01	1,086	412,9	300,84	10,32
39	Pritok izpod Kovačiča	RU-O-23	RU-27	1,786	0,181	59,25	0,710	411,36	300,84	15,58
40	Lazniški potok pod pritokom izpod Kovačiča		RU-28		0,477	57,24	1,086	412,9	300,84	10,32
41	Lazniški potok med pritokom izpod Kovačiča in cesto	RU-O-24		1,157	0,080	57,26	0,364	300,84	292	2,43
42	**Lazniški potok do ceste**		**RU-29**		**0,557**	**57,24**	**1,449**	**412,9**	**292**	8,34
43	Lazniški potok med cesto in železniško progo	RU-O-25		1,765	0,123	31,89	0,119	292	287,52	3,77
44	**Lazniški potok do železniške proge**		**RU-30**		**0,680**	**52,65**	**1,568**	**412,9**	**287,52**	8,00
45	Lazniški potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-26		1,871	0,155	8,09	0,534	287,52	266,82	3,88
46	**Lazniški potok do izliva v Dravo**		**RU-31**		**0,836**	**44,37**	**2,102**	**412,9**	**266,82**	**6,95**
47	Potok izpod Pahernika	RU-O-27	RU-32	2,012	0,131	30,11	0,950	354,97	280,71	7,82
48	Potok izpod Pelca	RU-O-28	RU-33	2,527	0,293	30,48	1,047	363,09	280,71	7,87
49	Dotok iz Limbuša	RU-O-29	RU-34	1,261	0,075	13,57	0,215	288,62	280,71	3,68
50	**Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)**		**RU-35**		**0,499**	**27,85**	**1,047**	**363,09**	**280,71**	7,87
51	Dotok iz območja RU-O-30 med železniško progo in Dravo	RU-O-30		2,540	0,309	14,13	0,962	280,71	266,89	1,44
52	**Potok izpod Pelca do Drave**		**RU-36**		**0,808**	**22,60**	**2,009**	**363,09**	**266,89**	**4,79**

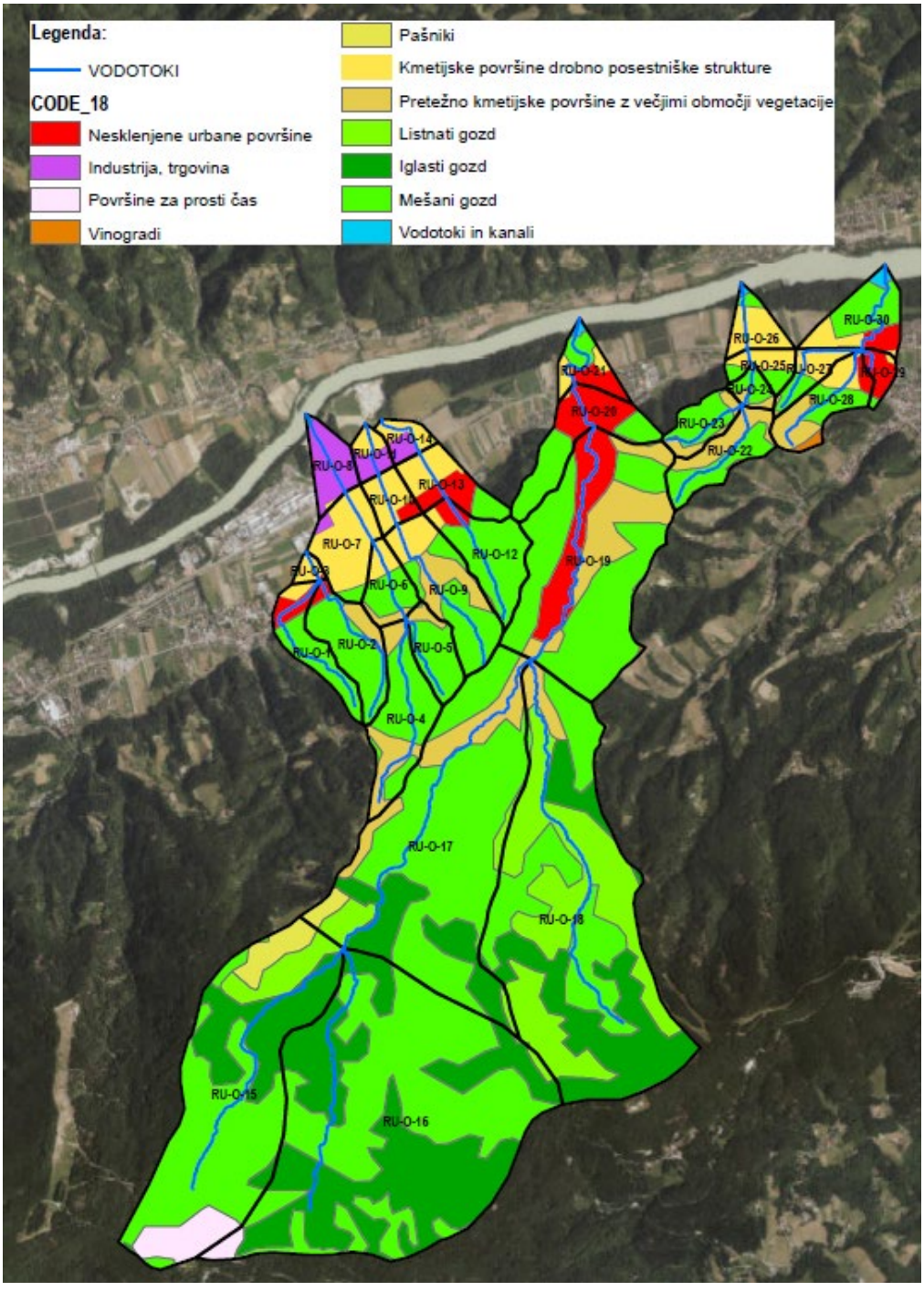
Tabela 1: Hidrografske karakteristike za računska območja.

Iz tabele 1 je razvidno, da je prispevna površina obravnavanih vodotokov z izjemo Bersteljškovega potoka in Bistrice manjša od 1 km^2. Pri tem v velikosti izstopa samo porečje Bistrice s svojimi 14 km^2. Povprečni padec terena obravnavanih vodotokov v zaključnem profilu se giblje med 22,6 % in 46,4 %, kar je povezano z dejstvom, da uvrščamo omenjene vodotoke med odvodnike iz območja Ruškega Pohorja, kjer presegajo vrhovi višino 1000 m.n.m. To potrjujejo tudi padci vodotokov, saj dosega absolutni padec v zaključnem profilu z izjemo Lazniškega potoka in potoka izpod Pelca vrednost okoli 10 %.

Vsa računska območja (30), ki predstavljajo zaključena hidrografska območja, so bila izbrana skladno z zasnovo hidrološkega modela in so vključena v hidrološki model.

3.0 POKROVNOST IN PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Pomemben vpliv na odtok ima pokrovnost oziroma raba tal. Pokrovnost porečja obravnavanih vodotokov je bila določena na osnovi mednarodne tematske karte Corine Land Cover 2018 (CLC 2018), ki je dostopna na spletni strani Copernicus, Land Monitoring Service[1]. Vrednosti posameznih enot pokrovnosti v % pripadajoče površine so za računska območja in računske profile podane v tabeli 2. Grafični prikaz pokrovnosti je razviden iz slike 3.



Slika 3: **Karta pokrovnosti za obravnavane vodotoke na območju Ruš**.

[1] https://doi.org/10.2909/71c95a07-e296-44fc-b22b-415f42acfdf0

Zap. št.	Opis	Računsko območje	Računski profil	Površina [km2]	112	121	142	221	231	242
1	Levi pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-1	RU-1	0,251	22,38					7,95
2	Desni pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-2	RU-2	0,356	5,58					0,23
3	Sotočje levega in desnega pritoka		RU-3	0,607	12,52					3,42
4	Dotok iz vmesnega območja med RU-3 in RU-4	RU-O-3		0,040	5,77					94,23
5	**Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4**		**RU-4**	**0,646**	**12,11**					**8,98**
6	Bersteljškov potok	RU-O-4	RU-5	0,466						
7	Pritok iz Lipuževega vrha(1)	RU-O-5	RU-6	0,209						
8	Bersteljškov potok pod pritokom iz Lipuževega vrha(1)		RU-7	0,675						
9	Bersteljškov potok med pritokom iz Lipuževega vrha(1) in cesto	RU-O-6		0,194						27,53
10	**Bersteljškov potok do ceste**		**RU-8**	**0,869**						**6,15**
11	Bersteljškov potok med cesto in železniško progo	RU-O-7		0,323		5,59				87,79
12	**Bersteljškov potok do železniške proge**		**RU-9**	**1,192**		**1,51**				**28,27**
13	Bersteljškov potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-8		0,187		96,42				1,62
14	**Bersteljškov potok do izliva v Dravo**		**RU-10**	**1,379**		**14,39**				**24,65**
15	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do ceste**	RU-O-9	RU-11	0,506	0,37					19,69
16	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med cesto in železniško progo	RU-O-10		0,137	16,07	0,77				83,16
17	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do železniške proge**		**RU-12**	**0,643**	**3,72**	**0,16**				**33,22**
18	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-11		0,097	58,84					41,16
19	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do "izliva v Dravo"**		**RU-13**	**0,740**	**10,97**	**0,14**				**34,27**
20	**Pritok izpod Dekleve do ceste**	RU-O-12	RU-14	0,379	**10,61**					**3,78**
21	Pritok izpod Dekleve med cesto in železniško progo	RU-O-13		0,263	35,77	1,35				42,28
22	**Pritok izpod Dekleve do železniške proge**		**RU-15**	**0,642**	**20,92**	**0,55**				**19,56**
23	Pritok izpod dekleve med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-14		0,102		37,32				62,68
24	**Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"**		**RU-16**	**0,744**	**18,06**	**5,58**				**25,46**
25	Bistrica	RU-O-15	RU-17	2,202			9,42		6,34	
26	Pritok iz Glažute	RU-O-16	RU-18	3,860			1,2			
27	Bistrica pod pritokom iz Glažute		RU-19	6,062			4,19		2,30	
28	Bistrica med pritokom iz Glažute in pritokom izpod Ledinekovega kogela	RU-O-17		2,524					2,02	
29	Bistrica do pritoka izpod Ledinekovega kogela		RU-20	8,586			2,96		2,22	
30	Pritok izpod Ledinekovega kogela	RU-O-18	RU-21	3,040						
31	Bistrica pod pritokom izpod Ledinekovega kogela		RU-22	11,626			2,18		1,64	
32	Bistrica med pritokom izpod Ledinekovega kogela in cesto	RU-O-19		1,778	19,91			0,15		
33	**Bistrica do ceste**		**RU-23**	**13,404**	**2,64**		**1,89**	**0,02**	**1,42**	
34	Bistrica med cesto in železniško progo	RU-O-20		0,397	44,46					0,41
35	**Bistrica do železniške proge**		**RU-24**	**13,801**	**3,84**		**1,84**	**0,02**	**1,38**	**0,01**
36	Bistrica med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-21		0,172	38,05					25,16
37	**Bistrica do izliva v Dravo**		**RU-25**	**13,973**	**4,27**		**1,82**	**0,02**	**1,36**	**0,32**
38	Lazniški potok	RU-O-22	RU-26	0,296				1,35		
39	Pritok izpod Kovačiča	RU-O-23	RU-27	0,181						
40	Lazniški potok pod pritokom izpod Kovačiča		RU-28	0,477				**0,84**		
41	Lazniški potok med pritokom izpod Kovačiča in cesto	RU-O-24		0,080						3,32
42	**Lazniški potok do ceste**		**RU-29**	**0,557**				**0,72**		**0,48**
43	Lazniški potok med cesto in železniško progo	RU-O-25		0,123						61,14
44	**Lazniški potok do železniške proge**		**RU-30**	**0,680**				**0,59**		**11,46**
45	Lazniški potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-26		0,155						85,43
46	**Lazniški potok do izliva v Dravo**		**RU-31**	**0,836**				**0,48**		**25,21**
47	Potok izpod Pahernika	RU-O-27	RU-32	0,131						59,02
48	Potok izpod Pelca	RU-O-28	RU-33	0,293	8,82			5,97		19,49
49	Dotok iz Limbuša	RU-O-29	RU-34	0,075	86,73					5,38
50	**Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)**		**RU-35**	**0,499**	**18,17**			**3,51**		**27,75**
51	Dotok iz območja RU-O-30 med železniško progo in Dravo	RU-O-30		0,309	16,82					22,35
52	**Potok izpod Pelca do Drave**		**RU-36**	**0,808**	**17,65**			**2,17**		**25,68**

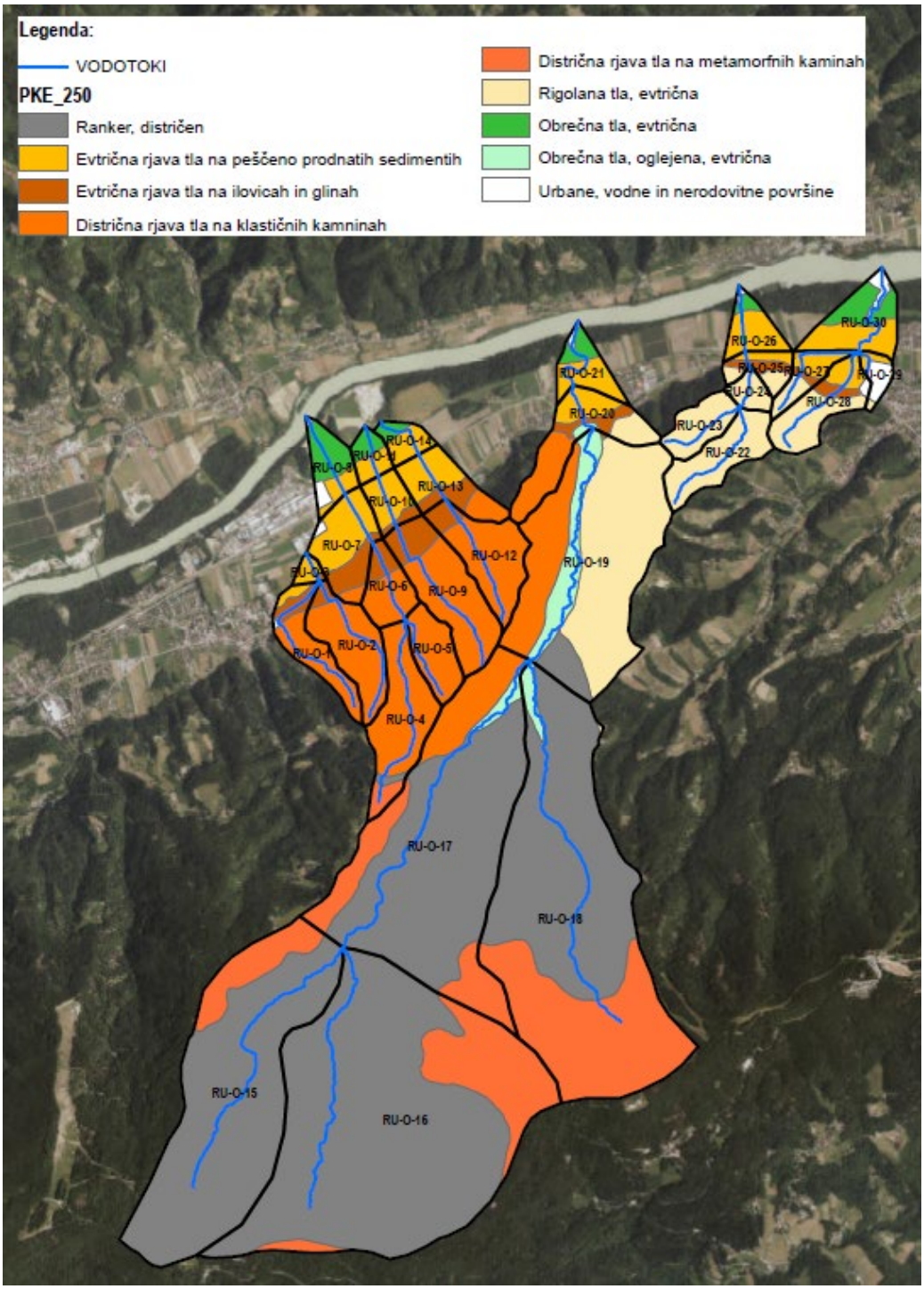
Tabela se nadaljuje na naslednji strani.

Zap. št.	Opis	Računsko območje	Računski profil	Površina [km2]	243	311	312	313	511
1	Levi pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-1	RU-1	0,251				69,67	
2	Desni pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-2	RU-2	0,356	14,74			79,44	
3	Sotočje levega in desnega pritoka		RU-3	0,607	8,65			75,40	
4	Dotok iz vmesnega območja med RU-3 in RU-4	RU-O-3		0,040					
5	**Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4**		**RU-4**	**0,646**	**8,12**			**70,79**	
6	Bersteljškov potok	RU-O-4	RU-5	0,466	33,53			66,47	
7	Pritok iz Lipuževega vrha(1)	RU-O-5	RU-6	0,209	13,32			86,68	
8	Bersteljškov potok pod pritokom iz Lipuževega vrha(1)		RU-7	0,675	27,27			72,73	
9	Bersteljškov potok med pritokom iz Lipuževega vrha(1) in cesto	RU-O-6		0,194	14,56			57,91	
10	**Bersteljškov potok do ceste**		**RU-8**	**0,869**	**24,43**			**69,42**	
11	Bersteljškov potok med cesto in železniško progo	RU-O-7		0,323	0,03			6,59	
12	**Bersteljškov potok do železniške proge**		**RU-9**	**1,192**	**17,82**			**52,39**	
13	Bersteljškov potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-8		0,187					1,96
14	**Bersteljškov potok do izliva v Dravo**		**RU-10**	**1,379**	**15,40**			**45,29**	**0,27**
15	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do ceste**	RU-O-9	RU-11	0,506	27,32			52,61	
16	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med cesto in železniško progo	RU-O-10		0,137					
17	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do železniške proge**		**RU-12**	**0,643**	**21,50**			**41,39**	
18	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-11		0,097					
19	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do "izliva v Dravo"**		**RU-13**	**0,740**	**18,67**			**35,94**	
20	**Pritok izpod Dekleve do ceste**	RU-O-12	RU-14	0,379	**1,28**			**84,34**	
21	Pritok izpod Dekleve med cesto in železniško progo	RU-O-13		0,263				20,61	
22	**Pritok izpod Dekleve do železniške proge**		**RU-15**	**0,642**	**0,76**			**58,21**	
23	Pritok izpod dekleve med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-14		0,102					
24	**Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"**		**RU-16**	**0,744**	**0,65**			**50,26**	
25	Bistrica	RU-O-15	RU-17	2,202		8,53	25,96	49,76	
26	Pritok iz Glažute	RU-O-16	RU-18	3,860		0,55	49,68	48,57	
27	Bistrica pod pritokom iz Glažute		RU-19	6,062	0,00	3,45	41,06	49,00	
28	Bistrica med pritokom iz Glažute in pritokom izpod Ledinekovega kogela	RU-O-17		2,524	11,04	5,95	16,85	64,14	
29	Bistrica do pritoka izpod Ledinekovega kogela		RU-20	8,586	3,25	4,18	33,94	53,45	
30	Pritok izpod Ledinekovega kogela	RU-O-18	RU-21	3,040	2,92	40,23	30,49	26,36	
31	Bistrica pod pritokom izpod Ledinekovega kogela		RU-22	11,626	3,16	13,61	33,04	46,37	
32	Bistrica med pritokom izpod Ledinekovega kogela in cesto	RU-O-19		1,778	22,08			57,86	
33	**Bistrica do ceste**		**RU-23**	**13,404**	**5,67**	**11,80**	**28,66**	**47,89**	
34	Bistrica med cesto in železniško progo	RU-O-20		0,397	1,31			53,82	
35	**Bistrica do železniške proge**		**RU-24**	**13,801**	**5,54**	**11,46**	**27,83**	**48,06**	
36	Bistrica med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-21		0,172				30,97	5,81
37	**Bistrica do izliva v Dravo**		**RU-25**	**13,973**	**5,48**	**11,32**	**27,49**	**47,85**	**0,07**
38	Lazniški potok	RU-O-22	RU-26	0,296	43,57			55,08	
39	Pritok izpod Kovačiča	RU-O-23	RU-27	0,181	29,66			70,34	
40	Lazniški potok pod pritokom izpod Kovačiča		RU-28	0,477	**38,29**			**60,87**	
41	Lazniški potok med pritokom izpod Kovačiča in cesto	RU-O-24		0,080	28,78			67,9	
42	**Lazniški potok do ceste**		**RU-29**	**0,557**	**36,92**			**61,88**	
43	Lazniški potok med cesto in železniško progo	RU-O-25		0,123	0,37			38,48	
44	**Lazniški potok do železniške proge**		**RU-30**	**0,680**	**30,30**			**57,64**	
45	Lazniški potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-26		0,155				10,84	3,73
46	**Lazniški potok do izliva v Dravo**		**RU-31**	**0,836**	**24,67**			**48,94**	**0,69**
47	Potok izpod Pahernika	RU-O-27	RU-32	0,131	4,27			36,71	
48	Potok izpod Pelca	RU-O-28	RU-33	0,293	33,72			32,00	
49	Dotok iz Limbuša	RU-O-29	RU-34	0,075				7,89	
50	**Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)**		**RU-35**	**0,499**	**20,95**			**29,63**	
51	Dotok iz območja RU-O-30 med železniško progo in Dravo	RU-O-30		0,309				54,55	6,28
52	**Potok izpod Pelca do Drave**		**RU-36**	**0,808**	**12,94**			**39,16**	**2,40**

Tabela 2: Vrednosti posameznih enot pokrovnosti v % za računska območja in računske profile.

Iz tabele 2 je razvidno, da prevladujejo na porečjih vseh obravnavanih vodotokov gozdne površine. Delež gozdnih površin dosega oziroma presega 50 % površine prispevnega območja posameznega vodotoka. Edina izjema je porečje potoka izpod Pelca, kjer je delež gozdnih površin manjši kot 40 %. Pri gozdnih površinah prevladujejo mešani gozdovi, območja listnatega in iglastega gozda pa se pojavljajo samo znotraj porečja Bistrice.

Osnovo za določitev pedokartografskih enot na porečjih obravnavanih vodotokov predstavlja pedološka karta Slovenije, ki je prosto dostopna na spletnih straneh (GERK) Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Deleži posameznih pedokartografskih enot v % pripadajoče površine so razvidni iz tabele 3, njihova grafična predstavitev pa je podana v sliki 4.



Slika 4: Pedološka karta za območje obravnavanih vodotokov na območju Ruš

Zap. št.	Opis	Računsko območje	Računski profil	Površina [km2]	11	18	20	29	36
1	Levi pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-1	RU-1	0,251		8,84	17,18	72,74	
2	Desni pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-2	RU-2	0,356			7,37	92,63	
3	Sotočje levega in desnega pritoka		RU-3	0,607		3,65	11,42	84,41	
4	Dotok iz vmesnega območja med RU-3 in RU-4	RU-O-3		0,040		91,14	8,86		
5	**Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4**		**RU-4**	**0,646**		**9,01**	**11,27**	**79,25**	
6	Bersteljškov potok	RU-O-4	RU-5	0,466	3,34			86,27	10,39
7	Pritok iz Lipuževega vrha(1)	RU-O-5	RU-6	0,209				100	
8	Bersteljškov potok pod pritokom iz Lipuževega vrha(1)		RU-7	0,675	2,31			90,52	7,17
9	Bersteljškov potok med pritokom iz Lipuževega vrha(1) in cesto	RU-O-6		0,194			27,53	72,47	
10	**Bersteljškov potok do ceste**		**RU-8**	**0,869**	**1,79**		**6,15**	**86,49**	**5,57**
11	Bersteljškov potok med cesto in železniško progo	RU-O-7		0,323		64,13	27,02	6,56	
12	**Bersteljškov potok do železniške proge**		**RU-9**	**1,192**	**1,31**	**17,37**	**11,80**	**64,83**	**4,06**
13	Bersteljškov potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-8		0,187		27,35			
14	**Bersteljškov potok do izliva v Dravo**		**RU-10**	**1,379**	**1,13**	**18,73**	**10,20**	**56,04**	**3,51**
15	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do ceste**	RU-O-9	RU-11	0,506			20,15	79,85	
16	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med cesto in železniško progo	RU-O-10		0,137		83,41	16,59		
17	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do železniške proge**		**RU-12**	**0,643**		**17,78**	**19,39**	**62,83**	
18	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-11		0,097		54,64			
19	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do "izliva v Dravo"**		**RU-13**	**0,740**		**22,64**	**16,84**	**54,55**	
20	Pritok izpod Dekleve do ceste	RU-O-12	RU-14	0,379			12,83	87,17	
21	Pritok izpod Dekleve med cesto in železniško progo	RU-O-13		0,263		52,7	24,45	22,85	
22	**Pritok izpod Dekleve do železniške proge**		**RU-15**	**0,642**		**21,60**	**17,59**	**60,80**	
23	Pritok izpod dekleve med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-14		0,102		70,97			
24	**Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"**		**RU-16**	**0,744**		**28,35**	**15,19**	**52,49**	
25	Bistrica	RU-O-15	RU-17	2,202	87,71				12,29
26	Pritok iz Glažute	RU-O-16	RU-18	3,860	83,01				16,99
27	Bistrica pod pritokom iz Glažute		RU-19	6,062	84,72				15,28
28	Bistrica med pritokom iz Glažute in pritokom izpod Ledinekovega kogela	RU-O-17		2,524	71,04			11,04	15,7
29	Bistrica do pritoka izpod Ledinekovega kogela		RU-20	8,586	80,70			3,25	15,41
30	Pritok izpod Ledinekovega kogela	RU-O-18	RU-21	3,040	60,56				37,59
31	Bistrica pod pritokom izpod Ledinekovega kogela		RU-22	11,626	75,43			2,40	21,21
32	Bistrica med pritokom izpod Ledinekovega kogela in cesto	RU-O-19		1,778	6,32		0,12	22,11	
33	**Bistrica do ceste**		**RU-23**	**13,404**	**66,26**		**0,02**	**5,01**	**18,39**
34	Bistrica med cesto in železniško progo	RU-O-20		0,397		25,46	12,94	40,56	
35	**Bistrica do železniške proge**		**RU-24**	**13,801**	**64,36**	**0,73**	**0,39**	**6,03**	**17,86**
36	Bistrica med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-21		0,172		65,74	0,44		
37	**Bistrica do izliva v Dravo**		**RU-25**	**13,973**	**63,56**	**1,53**	**0,39**	**5,96**	**17,64**
38	Lazniški potok	RU-O-22	RU-26	0,296					
39	Pritok izpod Kovačiča	RU-O-23	RU-27	0,181					
40	Lazniški potok pod pritokom izpod Kovačiča		RU-28	0,477					
41	Lazniški potok med pritokom izpod Kovačiča in cesto	RU-O-24		0,080			3,04		
42	**Lazniški potok do ceste**		**RU-29**	**0,557**			**0,44**		
43	Lazniški potok med cesto in železniško progo	RU-O-25		0,123		29,36	29,98		
44	**Lazniški potok do železniške proge**		**RU-30**	**0,680**		**5,32**	**5,79**		
45	Lazniški potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-26		0,155		82,4	0,02		
46	**Lazniški potok do izliva v Dravo**		**RU-31**	**0,836**		**19,65**	**4,72**		
47	Potok izpod Pahernika	RU-O-27	RU-32	0,131		50,77	9,81		
48	Potok izpod Pelca	RU-O-28	RU-33	0,293		20,52	10,47		
49	Dotok iz Limbuša	RU-O-29	RU-34	0,075		31,16			
50	**Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)**		**RU-35**	**0,499**		**30,05**	**8,73**		
51	Dotok iz območja RU-O-30 med železniško progo in Dravo	RU-O-30		0,309		51,56			
52	**Potok izpod Pelca do Drave**		**RU-36**	**0,808**		**38,28**	**5,39**		

Tabela se nadaljuje na naslednji strani.

Zap. št.	Opis	Računsko območje	Računski profil	Površina [km2]	46	51	52	100
1	Levi pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-1	RU-1	0,251				1,23
2	Desni pritok izpod Lorbekovega vrha	RU-O-2	RU-2	0,356				
3	Sotočje levega in desnega pritoka		RU-3	0,607				0,51
4	Dotok iz vmesnega območja med RU-3 in RU-4	RU-O-3		0,040				
5	**Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4**		**RU-4**	**0,646**				**0,48**
6	Bersteljškov potok	RU-O-4	RU-5	0,466				
7	Pritok iz Lipuževega vrha(1)	RU-O-5	RU-6	0,209				
8	Bersteljškov potok pod pritokom iz Lipuževega vrha(1)		RU-7	0,675				0,00
9	Bersteljškov potok med pritokom iz Lipuževega vrha(1) in cesto	RU-O-6		0,194				
10	**Bersteljškov potok do ceste**		**RU-8**	**0,869**				**0,00**
11	Bersteljškov potok med cesto in železniško progo	RU-O-7		0,323				2,28
12	**Bersteljškov potok do železniške proge**		**RU-9**	**1,192**				**0,62**
13	Bersteljškov potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-8		0,187		60,55		12,1
14	**Bersteljškov potok do izliva v Dravo**		**RU-10**	**1,379**		**8,22**		**2,18**
15	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do ceste**	RU-O-9	RU-11	0,506				
16	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med cesto in železniško progo	RU-O-10		0,137				
17	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do železniške proge**		**RU-12**	**0,643**				
18	Pritok iz Lipuževega vrha(2) med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-11		0,097		45,36		
19	**Pritok iz Lipuževega vrha(2) do "izliva v Dravo"**		**RU-13**	**0,740**		**5,97**		
20	Pritok izpod Dekleve do ceste	RU-O-12	RU-14	0,379				
21	Pritok izpod Dekleve med cesto in železniško progo	RU-O-13		0,263				
22	**Pritok izpod Dekleve do železniške proge**		**RU-15**	**0,642**				
23	Pritok izpod dekleve med železniško progo in "izlivom v Dravo"	RU-O-14		0,102		29,03		
24	**Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"**		**RU-16**	**0,744**		**3,97**		
25	Bistrica	RU-O-15	RU-17	2,202				
26	Pritok iz Glažute	RU-O-16	RU-18	3,860				
27	Bistrica pod pritokom iz Glažute		RU-19	6,062				
28	Bistrica med pritokom iz Glažute in pritokom izpod Ledinekovega kogela	RU-O-17		2,524			2,22	
29	Bistrica do pritoka izpod Ledinekovega kogela		RU-20	8,586			0,65	
30	Pritok izpod Ledinekovega kogela	RU-O-18	RU-21	3,040	0,11		1,74	
31	Bistrica pod pritokom izpod Ledinekovega kogela		RU-22	11,626	0,03		0,94	
32	Bistrica med pritokom izpod Ledinekovega kogela in cesto	RU-O-19		1,778	57,66		13,79	
33	**Bistrica do ceste**		**RU-23**	**13,404**	**7,67**		**2,64**	
34	Bistrica med cesto in železniško progo	RU-O-20		0,397	17,66		3,38	
35	**Bistrica do železniške proge**		**RU-24**	**13,801**	**7,96**		**2,66**	
36	Bistrica med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-21		0,172		28,25		5,57
37	**Bistrica do izliva v Dravo**		**RU-25**	**13,973**	**7,86**	**0,35**	**2,63**	**0,07**
38	Lazniški potok	RU-O-22	RU-26	0,296	100			
39	Pritok izpod Kovačiča	RU-O-23	RU-27	0,181	100			
40	Lazniški potok pod pritokom izpod Kovačiča		RU-28	0,477	**100,00**			
41	Lazniški potok med pritokom izpod Kovačiča in cesto	RU-O-24		0,080	96,96			
42	**Lazniški potok do ceste**		**RU-29**	**0,557**	**99,56**			
43	Lazniški potok med cesto in železniško progo	RU-O-25		0,123	40,66			
44	**Lazniški potok do železniške proge**		**RU-30**	**0,680**	**88,89**			
45	Lazniški potok med železniško progo in izlivom v Dravo	RU-O-26		0,155		13,72		3,86
46	**Lazniški potok do izliva v Dravo**		**RU-31**	**0,836**	**72,37**	**2,55**		**0,72**
47	Potok izpod Pahernika	RU-O-27	RU-32	0,131	39,41			
48	Potok izpod Pelca	RU-O-28	RU-33	0,293	65,89			3,11
49	Dotok iz Limbuša	RU-O-29	RU-34	0,075	7,36			61,49
50	**Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)**		**RU-35**	**0,499**	**50,19**			**11,03**
51	Dotok iz območja RU-O-30 med železniško progo in Dravo	RU-O-30		0,309		37,8		10,64
52	**Potok izpod Pelca do Drave**		**RU-36**	**0,808**	**30,99**	**14,46**		**10,88**

Tabela 3: Deleži posameznih pedokartografskih enot v % za računska območja in računske profile.

Iz tabele 3 je razvidno, da se kljub relativno majhnemu območju pedološka sestava tal med posameznimi obravnavanimi vodotoki razlikuje. Na vodotokih do Bistrice prevladujejo večinoma distrična rjava tla na klastičnih kamninah, pod Bistrico pa rigolana tla, evtrična ter evtrična rjava tla na peščeno prodnatih sedimentih. Z ozirom na velikost porečja in zaledja na Ruškem Pohorju odstopa porečje Bistrice, kjer prevladuje z več kot 63 % ranker, distrični.

Upoštevajoč rezultate obsežne raziskave, ki jo je leta 2009 izvedla Biotehniška fakulteta iz Ljubljane, uvrščamo ranker med zemljine z visoko hidravlično prevodnostjo, medtem ko se uvrščajo tako rigolana kot rjava tla (izjema rjava tla na peščeno prodnatih sedimentih) med zemljine s srednjo hidravlično prevodnostjo.

4.0 PADAVINE

V letu 2021 je bila izdelana hidrološka obdelava Ruškega potoka, ki je bila po recenziji dopolnjena v letu 2022. Ker je Ruški potok sosednje porečje, so bila v predmetni hidrološki študiji privzeta padavinska izhodišča iz Hidrološke obdelave visokih vod Ruškega potoka (HEK, Doroteja Starec s.p., 2021/2022).

V hidrološki obdelavi Ruškega potoka so bili upoštevani podatki padavinskih postaj Ruše, Maribor in Koča nad Šumnikom na Pohorju. Obdelava je zajela tako dnevne padavine (Ruše, Maribor in Koča nad Šumnikom) kot tudi padavine krajšega trajanja za padavinsko postajo Maribor, kjer so bili združeni podatki na lokaciji Tabor in Maribor Letališče, saj so podatki ARSO za lokacijo Tabor po letu 2000 nepopolni.

Ker so časovna obdobja delovanja omenjenih padavinskih postaj nepopolna, je bila z ozirom na podatke postaje Maribor narejena korekcija rezultatov verjetnostne analize dnevnih višin padavin za padavinski postaji Ruše in Koča nad Šumnikom.

Iz pregleda dnevnih višin padavin je razvidno, da je bila po podatkih ARSO zabeležena najvišja dnevna višina padavin na padavinski postaji Ruše 195,2 mm 21.06.1962, v Mariboru 119,4 mm 4.8. 2009 in Koči nad Šumnikom 176,0 mm 6.13.1994. Na osnovi verjetnostne analize (Gumbel) dnevnih višin padavin so bile določene vrednosti za padavinski postaji Ruše in Koča nad Šumnikom, ki sta merodajni tudi za vodotoke, obravnavane v predmetni hidrološki obdelavi. Vrednosti dnevnih višin padavin za Ruše in Kočo nad Šumnikom so podane v tabeli 4.

VERJETNOST DNEVNIH PADAVIN

POV. DOBA	RUŠE	ŠUMNIK
2	66,4	75,7
10	108,6	123,8
50	145,5	166,1
100	161,1	184,1
500	197,1	225,5
1000	212,6	243,4

Tabela 4: Vrednosti dnevnih višin padavin za padavinski postaji Ruše in Koča nad Šumnikom.

Analiza padavin krajšega trajanja je v Hidrološki obdelavi visokih vod Ruškega potoka zajela maksimalne letne vrednosti padavin za trajanja med 5 minut in 24 ur v obdobju 1951 – 2014 za padavinsko postajo Maribor, kjer sta bili upoštevani tako lokacija Tabor kot Maribor Letališče. Iz predhodno navedene študije so rezultati verjetnostne analize (Gumbel) podani v tabeli 5.

POV. DOBA	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min
10	11,1	18,2	22,3	25,2	29,3	33,5	36,4	40,5	43,4
20	12,8	20,7	25,4	28,7	33,3	37,9	41,2	45,8	49,1
100	16,6	26,5	32,3	36,4	42,2	48,0	52,1	57,9	62,0
500	20,4	32,3	39,2	44,1	51,1	58,0	62,9	69,9	74,8

POV. DOBA	180 min	240 min	300 min	360 min	540 min	720 min	900 min	1080 min	1440 min
10	48,2	52,2	55,6	58,5	65,4	70,9	75,4	79,3	85,9
20	54,2	58,5	62,2	65,3	72,9	78,8	83,8	88,0	95,1
100	67,8	72,8	77,2	80,9	89,9	96,9	102,7	107,7	116,1
500	81,7	86,9	92,0	96,3	106,7	114,8	121,5	127,3	136,9

***Tabela 5:* Rezultati verjetnostne analize za Maribor Tabor + Maribor Letališče.**

Razmerje med padavinami krajšega trajanja in 24 urnimi padavinami za povratno dobo 100 let je bilo privzeto kot razmerje pri projektnih padavinah za Ruški potok. To razmerje, ki je podano v tabeli 6, je bilo privzeto tudi pri pričujoči hidrološki obdelavi pritokov Drave med Rušami in Limbušem.

Razmerje med padavinami krajšega trajanja in 24 urnimi padavinami								
5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min
0,143	0,228	0,278	0,314	0,364	0,413	0,449	0,499	0,534
180 min	240 min	300 min	360 min	540 min	720 min	900 min	1080 min	1440 min
0,584	0,627	0,665	0,697	0,775	0,835	0,885	0,928	1,000

Tabela 6: Razmerje med padavinami krajšega trajanja in 24 urnimi padavinami za povratno dobo 100 let.

Prav tako je bilo na osnovi analize padavin krajšega trajanja za padavinsko postajo Maribor določeno razmerje med 24 urnimi in dnevnimi padavinami s 100 letno povratno dobo, ki je bilo privzeto tudi za porečje Ruškega potoka. Na podlagi razmerja 1,104 so bile določene 24 urne projektne padavine za padavinski postaji Ruše in Koča pri Šumniku, ki so podane v tabeli 7.

PROJEKTNE 24 URNE PADAVINE - brez podnebnih sprememb			
PADAVINSKA POSTAJA	P10	P100	P500
	mm	mm	mm
Ruše	119,8	177,8	217,6
Koča pri Šumniku	136,6	203,2	248,9

Tabela 7: 24 urne projektne padavine za padavinski postaji Ruše in Koča pri Šumniku.

Vrednosti v tabeli 7 so bile kot projektne padavine obeh padavinskih postaj privzete tudi v predmetni hidrološki obdelavi. Ker je bila s strani naročnika podana zahteva, da se pri določitvi visokovodnih valov upoštevajo podnebne spremembe, je bilo upoštevano tudi povečanje padavin zaradi vpliva podnebnih sprememb.

Vpliv podnebnih prememb na posamezne meteorološke spremenljivke v Sloveniji je podrobno opisan v projektu OPS 21 oziroma projektu Ocena podnebnih prememb za Slovenijo v 21. stoletju (ARSO, 2018) ter njegovem povzetku (ARSO, 2019) . V navedenem projektu so bili pri oceni prememb posameznih meteoroloških spremenljiv upoštevani trije scenariji z ozirom na količino izpusta toplogrednih plinov. V predmetni nalogi je bil upoštevan tako imenovani pesimistični scenarij RCP 8.5. Upoštevajoč zaključke ocene podnebnih prememb v poglavju 5.3.3 Spremembe povratnih nivojev izjemnih padavin, so bile določene 24 urne projektne padavine z upoštevanjem podnebnih prememb. Te projektne padavine so podane v tabeli 8.

PROJEKTNE 24 URNE PADAVINE - s podnebnimi spremembami			
PADAVINSKA POSTAJA	P10	P100	P500
	mm	mm	mm
Ruše	135,8	193,8	233,6
Koča pri Šumniku	152,6	219,2	264,9

Tabela 8: 24 urne projektne padavine z upoštevanjem podnebnih prememb.

5.0 HIDROLOŠKI PODATKI

Že uvodoma je bilo navedeno, da se hidrološke obdelave nanašajo na vodotoke oziroma porečja, na katerih ni bilo hidroloških opazovanj in meritev. Hidrološki podatki za obravnavane vodotoke v hidrološkem arhivu ARSO ne obstajajo.

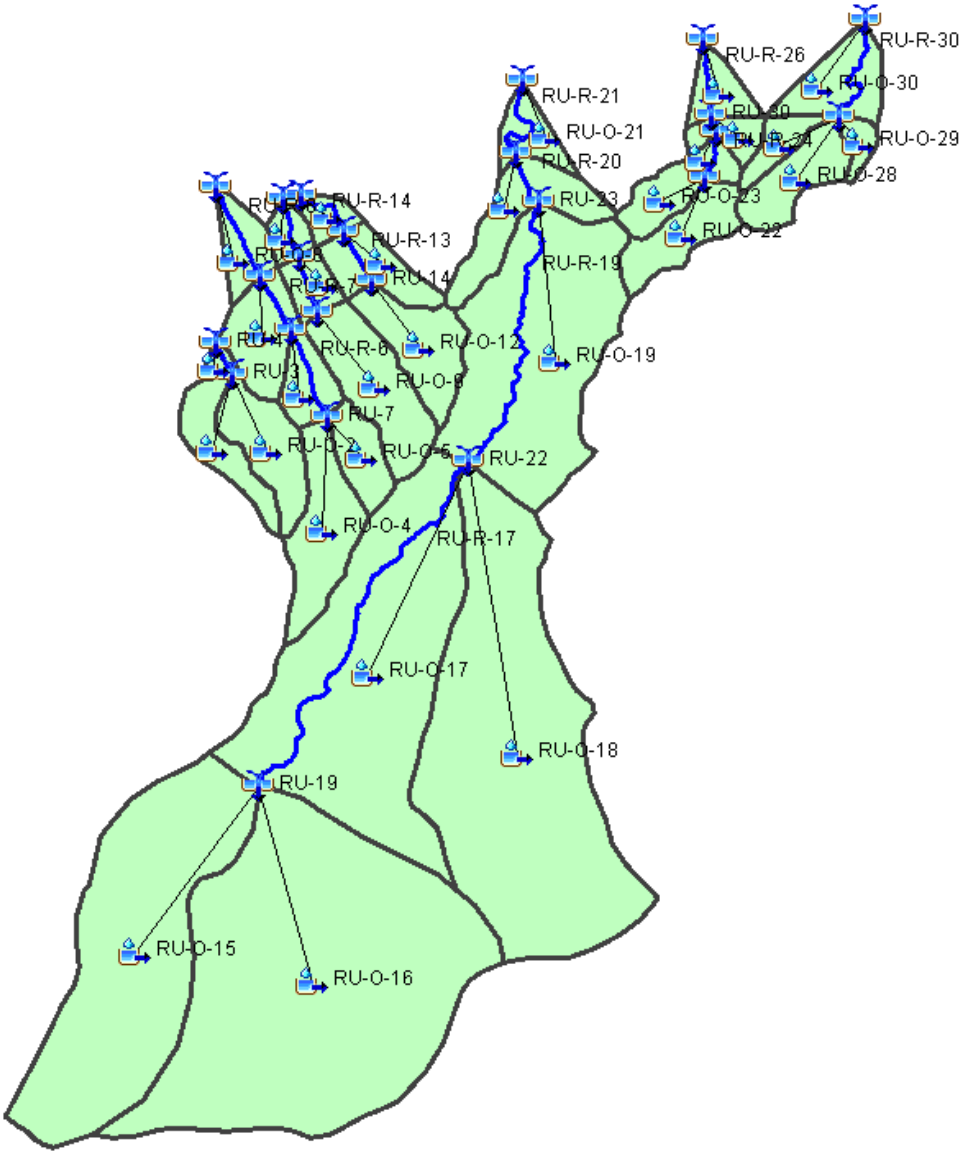
6.0 HIDROLOŠKI MODEL

6.1 Splošno

V primeru določitve visokovodnih valov vodotokov med Rušami in Limbušem je bil uporabljen splošno znani hidrološki program HEC-HMS, razvit v ZDA. Program je splošno dostopen, kar je njegova velika prednost, za sam izračun pa je bila uporabljena njegova verzija 4.9.

Hidrološki program HEC-HMS omogoča izračun visokovodnih valov tudi v računskih profilih, v katerih ni hidroloških opazovanj. V tem primeru predstavljajo hidrografske karakteristike posameznega računskega območja robne pogoje za izračun visokovodnih valov, sama računska območja pa shematično obliko hidrološkega modela.

Shematična oblika hidrološkega modela je podana v sliki 5.



Slika 5: Shematična oblika hidrološkega modela.

6.2 Model padavin

Pri postavitvi modela padavin je potrebno odgovoriti predvsem na dve vprašanji:

- kakšna je prostorska porazdelitev padavin,
- kakšna je časovna porazdelitev padavin.

Podani padavinski podatki v poglavju 4.0 se nanašajo prvenstveno na podatke padavinskih postaj. Ti podatki predstavljajo točkovne vrednosti padavin v prostoru. Izhajajoč iz točkovnih vrednosti lahko običajno določamo prostorsko porazdelitev z metodo simetral (Thiessen) ali metodo izohiet. Pri manjših porečjih, predvsem v primeru, ko se nahaja padavinska postaja znotraj ali v neposredni bližini obravnavanega porečja, pa lahko privzamemo kot prostorske vrednosti padavin tudi vrednost padavinske postaje.

Upoštevajoč vplivno območje (Thiessen) padavinske postaje Ruše pokriva to vplivno območje celotno porečje obravnavanih vodotokov pri Rušah. Problem, ki pri tem nastane, je povezan z nadmorsko višino padavinske postaje Ruše in nadmorsko višino povirnega dela Bistrice. Z ozirom na nadmorsko višino povirnega dela Bistrice na Ruškem Pohorju lahko na njenem povirnem delu upravičeno pričakujemo višje padavine, kar potrjujejo tudi podatki padavinske postaje Koča nad Šumnikom na Pohorju.

Zato so bile za povirni del Bistrice (RU-O-15, RU-O-16) privzete projektne 24 urne padavine padavinske postaje Koča nad Šumnikom, za ostali del porečja Bistrice in porečja ostalih vodotokov pa projektne 24 urne padavine padavinske postaje Ruše (tabela 8).

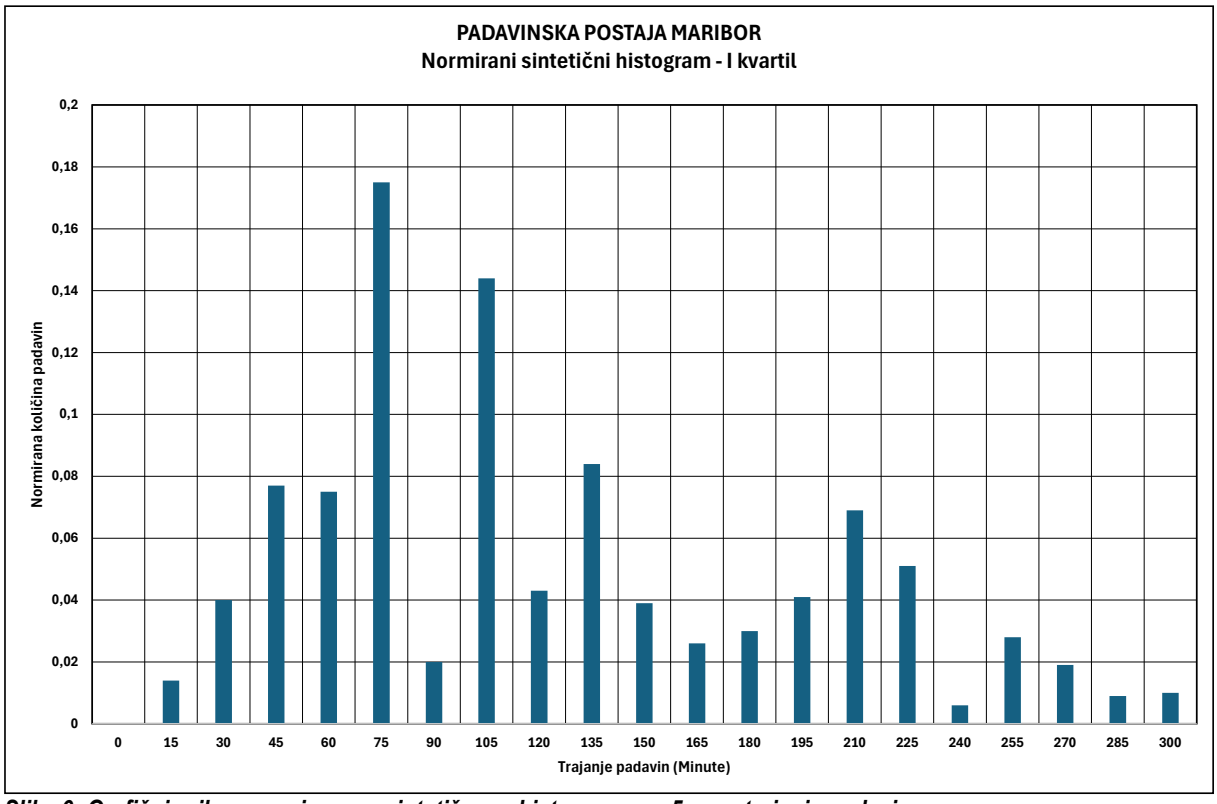
Za padavine krajšega trajanja je bilo upoštevano razmerje med padavinami krajšega trajanja in 24 urnimi padavinami, kot je podano v tabeli 6.

Pri časovni porazdelitvi padavin smo izhajali iz analize merjenih padavinskih podatkov za Maribor. Na podlagi statistične analize so bili v magistrski nalogi z naslovom »Algoritem za analizo časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka« (Domen Dolšak, UL, FGG, 2015) določene tako imenovane Huffove normirane brezdimenzijske krivulje. Na osnovi teh krivulj je možno izdelati sintetične normirane histograme padavin.

Brezdimenzijske vrednosti Huffovih krivulj za 50. percentil in normirani čas od 0 do 1 so podane v tabeli 9, grafični prikaz normiranega sintetičnega histograma za 5 urno trajanje padavin pa v sliki 6.

HUFFOVE KRIVULJE 50. PERCENTIL				
MARIBOR				
NOR.ČAS	I KVARTIL	II KVARTIL	III KVARTIL	IV KVARTIL
0	0	0	0	0
0,05	0,014	0,02	0,026	0,024
0,1	0,054	0,07	0,063	0,066
0,15	0,131	0,131	0,119	0,129
0,2	0,206	0,211	0,176	0,184
0,25	0,381	0,267	0,244	0,233
0,3	0,401	0,35	0,313	0,281
0,35	0,545	0,417	0,385	0,362
0,4	0,588	0,463	0,451	0,437
0,45	0,672	0,571	0,549	0,468
0,5	0,711	0,625	0,595	0,54
0,55	0,737	0,699	0,637	0,619
0,6	0,767	0,755	0,706	0,67
0,65	0,808	0,808	0,766	0,73
0,7	0,877	0,853	0,826	0,78
0,75	0,928	0,899	0,879	0,83
0,8	0,934	0,933	0,914	0,87
0,85	0,962	0,96	0,942	0,917
0,9	0,981	0,978	0,969	0,957
0,95	0,99	0,989	0,987	0,983
1	1	1	1	1

Tabela 9: Brezdimenzijske vrednosti Huffovih krivulj za 50. percentil in normirani čas od 0 do 1.



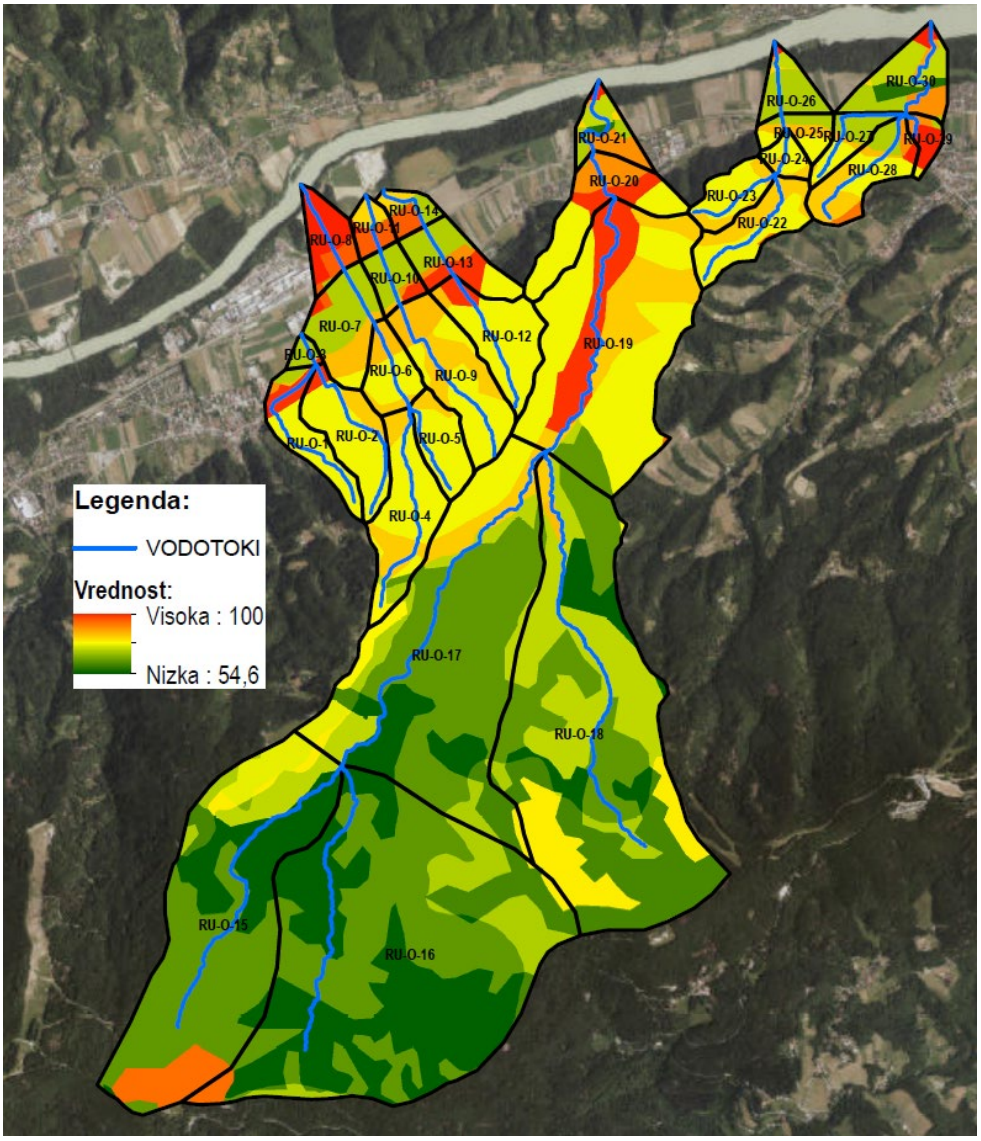
Slika 6: Grafični prikaz normiranega sintetičnega histograma za 5 urno trajanje padavin.

Kvartili so vezani na trajanje padavin. Po Huffovi teoriji naj bi I kvartil zajemal dogodke s trajanjem med 3 in 6 ur, II kvartil padavinske dogodke med 6 in 12 ur, III kvartil padavinske dogodke med 12 in 24 ur in IV kvartil padavinske dogodke nad 24 ur. Iz slike 17 je razvidno, da je bila z ozirom na velikost posameznih računskih območij v hidrološkem modelu izbrana časovna enota padavin 15 minut.

Sintetični histogrami padavin, ki izhajajo iz brezdimenzijskih Huffovih krivulj za Maribor, so bili privzeti tudi za padavinsko območje obravnavanih vodotokov.

Pri vrednotenju padavin je potrebno upoštevati tudi dejstvo, da površinsko ne odtečejo vse padle padavine. To pomeni, da volumen direktnega (površinskega) odtoka ni enak volumnu padlih padavin. Padavine, ki povzročijo visokovodni val, imenujemo efektivne padavine in predstavljajo padle padavine zmanjšane zaradi izgub, ki nastanejo zaradi evapotranspiracije in infiltracije. Določitev izgub je običajno vezana na večje število vhodnih podatkov, podatki o meritvah evapotranspiracije in infiltracije pa so redki in praviloma veljajo za merska mesta. Zato so se za določitev efektivnih padavin razvile različne metode, izmed katerih je bila v predmetni študiji upoštevana metoda SCS, ki je bila razvita v Agenciji ameriškega ministrstva za kmetijstvo (Soil Conservation Service), ki je izdelala klasifikacijo različnih vrst zemljin glede na njihovo prepustnost. Lastnosti zemljine so opisane s koeficientom CN, ki zajema vplive pokrovnosti, pedologije in predhodne vlažnosti zemljine.

Grafični prikaz vrednosti CN na porečju obravnavanih vodotokov je razviden iz slike 7, vrednosti CN za vsa računska območja pa so razvidne iz tabele 10.



Slika 7: Grafični prikaz vrednosti CN na porečju obravnavanih vodotokov.

6.3 Model transformacije

Model transformacije se nanaša na transformacijo padavin v direktni odtok in ga karakterizira sintetični hidrogram enote. Kot je bilo predhodno že omenjeno, je bila za določitev sintetičnega hidrograma enote izbrana metoda brezdimenzijskega hidrograma enote SCS, ki temelji na izračunu časa zakasnitve Tp. Čas zakasnitve je podan z enačbo:

$$Tp = \frac{(Lr^{0,8} * (S + 25,4)^{0,7})}{28,14 * OLS^{0,5}}$$

kjer je:

Tp čas zakasnitve, ki je enak časovni razliki med težiščem hietograma efektivnih padavin in pojavom maksimalnega odtoka hidrograma enote (h),

Lr hidravlična dolžina porečja (km),

S maksimalno potencialno zadrževanje (mm),

OLS povprečni padec terena (%).

Osnovna parametra (Tp, PRF), ki se navezujeta na določitev sintetičnega hidrograma enote, sta za obravnavana računska območja podana v tabeli 10.

Vrednosti parametrov CN, Tp in PRF

Računsko območje	CN	Tp (min)	PRF
RU-O-1	74,51	13,23	450
RU-O-10	70,71	14,02	150
RU-O-11	80,98	7,22	200
RU-O-12	73,09	9,31	500
RU-O-13	74,94	6,78	250
RU-O-14	76,04	12,11	150
RU-O-15	63,06	31,49	450
RU-O-16	59,13	36,93	450
RU-O-17	63,29	26,29	484
RU-O-18	64,11	32,95	484
RU-O-19	74,90	16,96	450
RU-O-2	72,70	11,09	484
RU-O-20	76,85	4,36	450
RU-O-21	74,46	11,68	250
RU-O-22	73,34	9,05	500
RU-O-23	72,48	6,34	500
RU-O-24	72,64	3,60	500
RU-O-25	71,75	2,02	400
RU-O-26	69,07	14,36	150
RU-O-27	69,68	12,72	400
RU-O-28	74,31	11,43	400
RU-O-29	86,23	6,65	200
RU-O-3	68,52	9,78	150
RU-O-30	71,20	16,43	200
RU-O-4	71,97	13,54	484
RU-O-5	71,67	6,95	484
RU-O-6	73,38	6,97	450
RU-O-7	71,15	11,06	150
RU-O-8	88,25	7,09	250
RU-O-9	73,61	12,88	484

Tabela 10: Vrednosti CN za vsa računska območja.

6.4 Model propagacije

Visokovodni valovi v računskih profilih so sestavljeni iz visokovodnih valov posameznih računskih območij. Med dvema računskima profiloma imamo poleg dotoka iz vmesnega območja tudi potovanje visokovodnega vala. Da s hidrološkim modelom primerno upoštevamo potovanje/transformacijo visokovodnega vala, je smiselno propagacijo vala vključiti v model.

Zato je bila v hidrološki model vključena tudi metoda Muskingum – Cunge, ki predstavlja nadgradnjo klasične metode Muskingum. Za izračun propagacije med dvema računskima profiloma je potrebno v hidrološkem programu HEC – HMS določiti dolžino rečnega odseka, padec vodotoka, koeficient hrapavosti po Manningu in prečni profil, katerega zapis je omejen z osmimi točkami. Dolžino rečnega oseka in padec vodotoka podajajo hidrografske karakteristike, prečni profili vodotokov pa so bili določeni iz LIDAR-ja.

Glede koeficientov hrapavosti je bila za poplavna območja privzeta vrednost 0,1, za osnovno strugo manjših vodotokov pa vrednost 0,075.

7.0 VISOKOVODNI VALOVI

Visokovodni valovi za obravnavane vodotoke so bili določeni na osnovi 10, 100 in 500 letnih padavin, katerih osnovo za časovno porazdelitev predstavljajo Huffove krivulje. Za namen predmetne naloge so pomembni predvsem računski profili, ki se nanašajo na križanja obravnavanih vodotokov z železniško progo. Ti profili so:

- pritok izpod Lorbekovega vrha (računski profil RU-4),
- Brsteljškov potok (RU-9),
- pritok iz Lipuževega vrha(2) (RU-12),
- pritok izpod Dekleve (RU-15),
- Bistrica (RU-24),
- Lazniški potk (RU-30),
- Potok izpod Pelca (RU-35).

Pri vrednotenju podanih visokovodnih valov je potrebno upoštevati:

- da predstavljajo visokovodni valovi v posameznih računskih profilih seštevek visokovodnih valov iz posameznih računskih območij,
- da pri izračunu visokovodnih valov ni bil upoštevan bazni/osnovni odtok,
- da so podani visokovodni valovi za sintetične histograme padavin, katerih osnova za časovno porazdelitev so normirane brezdimenzijske krivulje, poznane pod imenom Huffove krivulje,
- da predstavljajo osnovo za projektne padavine podatki padavinskih postaj Ruše in Koča nad Šumnikom,
- da so bili visokovodni valovi določeni za dva padavinska scenarija : brez podnebnih sprememb in s podnebnimi spremembami
- da je bil pri določitvi projektnih padavin je bil upoštevan podnebni scenarij RCP 8.5 (ARSO),
- da je časovna enota padavin za izračun visokovodnih valov 15 minut,
- da je časovna enota izračunanih hidrogramov (visokovodnih valov) 15 minut, kar zagotavlja njihov celovit prikaz.

Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi sprememb so podane za povratno dobo 10 let v tabeli 11, s povratno dobo 100 let v tabeli 12 in s povratno dobo 500 let v tabeli 13. Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih pa so podane za povratno dobo 10 let v tabeli 14, za povratno dobo 100 let v tabeli 15 in za povratno dobo 500 let v tabeli 16. Iz tabel 11 - 16 je razvidno, da so podane konične vrednosti visokovodnih valov za trajanja padavin od 0,5 ur do 6 ur tudi za računske profile, ki se nanašajo na cesto, ki povezuje Ruše, Bistrico ob Dravi in Limbuš, ter izliv v Dravo (izjema pritok izpod Lorbekovega vrha).

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q10																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4	Bersteljškov potok do ceste	Bersteljškov potok do železniške proge	Bersteljškov potok do izliva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "izliva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do izliva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do izliva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,740	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	1,88	2,47	2,73	3,49	1,95	1,80	1,84	1,72	2,15	2,16	10,13	10,13	9,99	2,12	2,46	2,23	2,01	2,31
1 ura	2,87	3,65	4,33	5,37	2,67	2,71	2,87	2,21	3,09	3,31	22,24	21,32	21,41	2,95	3,44	3,61	2,66	3,31
1,5 ure	2,84	3,67	4,25	5,45	2,33	2,56	2,96	1,75	2,95	3,22	25,29	25,02	24,66	2,53	3,06	3,26	2,44	3,24
2 ure	2,75	3,63	4,32	5,38	2,36	2,51	2,92	1,90	2,89	3,09	27,76	27,85	28,05	2,57	3,10	3,14	2,46	3,29
3 ure	2,38	3,18	3,81	4,68	2,09	2,19	2,52	1,67	2,51	2,66	28,46	28,89	28,86	2,27	2,71	2,73	2,11	2,90
4 ure	2,23	2,97	3,48	4,34	1,90	2,03	2,33	1,47	2,34	2,53	27,56	28,06	27,87	2,08	2,49	2,59	1,91	2,62
5 ur	2,18	2,88	3,44	4,20	1,79	2,01	2,27	1,41	2,26	2,45	26,74	27,20	26,89	1,97	2,37	2,59	1,82	2,48
6 ur	2,01	2,65	3,28	4,07	1,63	1,89	2,18	1,27	2,07	2,29	25,33	25,85	25,87	1,78	2,15	2,44	1,66	2,33

Tabela 11: Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi spremembami za povratno dobo 10 let.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q100																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4	Bersteljškov potok do ceste	Bersteljškov potok do železniške proge	Bersteljškov potok do izliva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "izliva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do izliva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do izliva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,097	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	4,72	6,36	6,74	8,08	4,58	4,16	4,51	3,89	5,23	4,88	33,26	32,66	32,12	5,19	6,08	5,29	4,48	5,30
1 ura	6,35	8,25	9,46	11,30	5,66	5,62	6,27	4,56	6,71	6,78	57,73	54,76	55,30	6,39	7,53	7,19	5,47	6,99
1,5 ure	5,57	7,25	8,99	11,11	4,58	5,14	6,05	3,74	5,82	6,37	63,20	63,66	63,79	5,03	6,04	6,60	4,58	6,30
2 ure	5,27	6,98	8,38	10,49	4,35	4,70	5,60	3,46	5,38	5,91	66,87	67,66	67,26	4,80	5,81	6,06	4,46	6,19
3 ure	4,58	6,01	6,96	8,59	3,78	4,12	4,74	2,95	4,76	5,12	61,69	62,83	63,44	4,12	4,97	5,30	3,83	5,19
4 ure	4,44	5,85	7,06	8,67	3,74	4,03	4,73	2,78	4,65	4,91	55,88	56,85	57,52	4,08	4,88	5,12	3,72	5,09
5 ur	4,02	5,31	6,63	8,26	3,29	3,75	4,47	2,94	4,13	4,65	52,14	53,10	53,18	3,68	4,41	4,77	3,40	4,77
6 ur	3,73	4,93	6,20	7,71	3,21	3,53	4,17	2,43	3,93	4,30	51,60	52,42	52,96	3,48	4,16	4,47	3,18	4,40

Tabela 12: Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi spremembami za povratno dobo 100 let.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q500																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4	Bersteljškov potok do ceste	Bersteljškov potok do železniške proge	Bersteljškov potok do izliva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "izliva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "izliva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do izliva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do izliva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,740	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	7,39	9,52	10,03	11,88	6,74	6,04	6,72	5,63	7,80	7,18	58,61	55,28	54,62	7,75	9,05	7,71	6,47	7,86
1 ura	9,14	12,02	13,40	15,88	7,95	7,81	8,87	6,33	9,54	9,43	87,90	85,45	83,12	9,02	10,68	9,96	7,63	9,80
1,5 ure	7,88	10,34	12,60	15,39	6,43	7,16	8,45	5,43	8,17	8,74	90,34	90,74	91,38	7,41	8,65	9,32	6,34	8,80
2 ure	7,09	9,37	11,55	14,29	6,04	6,39	7,66	4,73	7,38	7,94	93,52	94,68	95,14	6,78	8,08	8,24	5,94	8,29
3 ure	6,37	8,38	9,99	12,11	5,17	5,79	6,53	3,91	6,54	3,39	85,90	87,29	88,09	5,63	6,82	7,50	5,20	7,15
4 ure	6,18	8,15	9,80	11,90	5,12	5,53	6,51	3,86	6,40	6,78	80,08	83,08	83,14	5,57	6,71	7,20	5,06	7,04
5 ur	5,49	7,24	9,23	11,34	4,62	5,14	6,14	4,09	5,70	6,33	77,06	77,38	77,84	5,30	6,36	6,66	4,73	6,46
6 ur	5,16	6,89	8,51	10,38	4,39	4,84	5,62	3,31	5,39	5,84	75,51	77,20	76,71	4,78	5,73	6,14	4,32	6,09

Tabela 13: Konične vrednosti visokovodnih valov s podnebnimi spremembami za povratno dobo 500 let.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q10																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU 4	Berstetjškov potok do ceste	Berstetjškov potok do železniške proge	Berstetjškov potok do iziva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "iziva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "iziva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do iziva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do iziva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,740	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	1,31	1,66	1,86	2,48	1,37	1,27	1,27	1,22	1,48	**1,54**	5,42	5,35	5,35	1,45	1,68	1,47	1,45	**1,57**
1 ura	2,16	2,69	3,11	3,98	1,96	**2,00**	2,09	1,64	2,24	**2,47**	13,31	12,80	12,39	**2,13**	**2,48**	2,51	**1,99**	2,42
1,5 ure	**2,17**	2,79	3,20	4,13	1,80	1,92	2,27	1,37	**2,28**	2,45	17,32	16,94	17,00	1,96	2,36	2,44	1,91	2,50
2 ure	2,13	**2,79**	**3,33**	**4,20**	**1,85**	1,96	**2,27**	**1,50**	2,25	2,39	19,79	19,92	19,93	2,01	2,42	**2,45**	1,95	**2,56**
3 ure	1,89	2,51	3,00	3,71	1,67	1,74	2,00	1,34	2,00	2,11	**21,11**	21,37	**21,55**	1,80	2,16	2,16	1,70	2,30
4 ure	1,80	2,38	2,76	3,40	1,53	1,61	1,84	1,19	1,89	2,01	21,04	**21,40**	21,23	1,67	2,00	2,07	1,54	2,10
5 ur	1,76	2,32	2,75	3,29	1,46	1,62	1,77	1,10	1,84	1,98	20,79	21,13	20,84	1,60	1,92	2,08	1,45	1,99
6 ur	1,64	2,16	2,65	3,16	1,33	1,54	1,68	1,03	1,69	1,87	19,93	20,33	20,28	1,46	1,75	1,97	1,33	1,84

Tabela 14: Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih sprememb za povratno dobo 10 let.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q100																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU 4	Berstetjškov potok do ceste	Berstetjškov potok do železniške proge	Berstetjškov potok do iziva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "iziva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "iziva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do iziva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do iziva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,740	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	3,85	5,14	5,53	6,69	3,79	3,45	3,67	3,24	4,32	4,09	25,81	25,73	24,86	4,24	4,95	4,36	3,74	4,41
1 ura	**5,30**	**6,96**	**7,97**	**9,58**	**4,78**	**4,77**	**5,28**	**3,88**	**5,64**	**5,73**	45,85	44,77	44,41	**5,38**	**6,34**	**6,11**	**4,65**	**5,93**
1,5 ure	4,76	6,22	7,61	9,46	3,90	4,39	5,13	3,11	4,92	5,45	52,73	52,88	52,08	4,28	5,12	5,63	3,94	5,37
2 ure	4,51	6,01	7,16	9,02	3,79	4,04	4,80	3,02	4,68	5,10	**56,07**	**56,57**	**55,78**	4,15	5,03	5,20	3,89	5,33
3 ure	3,90	5,10	6,04	7,43	3,24	3,48	4,05	2,59	4,07	4,34	52,62	53,56	53,85	3,54	4,25	4,47	3,29	4,55
4 ure	3,78	4,96	6,00	7,40	3,20	3,46	4,04	2,39	3,98	4,23	48,08	49,11	49,48	3,49	4,17	4,38	3,20	4,35
5 ur	3,46	4,56	5,63	7,06	2,80	3,21	3,81	2,49	3,56	4,00	45,16	46,07	46,09	3,09	3,73	4,08	2,93	4,11
6 ur	3,18	4,19	5,32	6,67	2,75	3,03	3,60	2,09	3,36	3,70	43,01	43,89	44,31	2,98	3,55	3,82	2,74	3,77

Tabela 15: Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih sprememb za povratno dobo 100 let.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI Q500																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU 4	Berstetjškov potok do ceste	Berstetjškov potok do železniške proge	Berstetjškov potok do iziva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "iziva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "iziva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do iziva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do iziva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,740	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
0,5 ure	6,35	8,25	8,65	10,32	5,84	5,26	5,80	4,91	6,72	6,22	48,43	45,47	45,67	6,69	7,82	6,72	5,64	6,85
1 ura	**8,00**	**10,46**	**11,80**	**14,00**	**7,01**	**6,91**	**7,81**	**5,60**	**8,38**	**8,35**	78,77	75,49	74,87	**7,94**	**9,39**	**8,84**	**6,74**	**8,64**
1,5 ure	6,93	9,07	11,12	13,66	5,64	6,29	7,47	4,73	7,21	7,78	81,53	81,37	80,39	6,39	7,46	8,13	5,62	7,77
2 ure	6,35	8,37	10,26	12,74	5,31	5,71	6,82	4,18	6,47	7,11	**82,19**	**83,22**	**83,88**	5,96	7,09	7,35	5,32	7,43
3 ure	5,64	7,41	8,76	10,67	4,60	5,10	5,80	3,49	5,82	6,31	76,44	78,36	79,48	5,02	6,07	6,60	4,64	6,35
4 ure	5,48	7,22	8,67	10,58	4,55	4,91	5,79	3,41	5,68	6,02	69,45	70,80	71,60	4,96	5,96	6,33	4,51	6,26
5 ur	4,90	6,46	8,15	10,06	4,07	4,57	5,46	3,62	5,06	5,65	67,20	68,67	68,80	4,63	5,55	5,86	4,18	5,77
6 ur	4,58	6,09	7,54	9,30	3,91	4,30	5,03	2,95	4,80	5,21	66,30	67,63	67,66	4,25	5,09	5,46	3,85	5,38

Tabela 16: Konične vrednosti visokovodnih valov brez podnebnih sprememb za povratno dobo 500 let.

Časovni poteki visokovodnih valov oziroma ordinate visokovodnih valov so za vsa računska območja in računske profile podani v posebni prilogi predmetnega hidrološkega poročila. Zaradi preglednosti in možnosti spremljanja visokovodnih valov od povirja do zaključnih profilov so visokovodni valovi za

povratne dobe 10, 100 500 let podani samo v digitalni obliki. Časovni potek (ordinate) visokovodnih valov s podnebnimi spremembami je za povratno dobo 10 let je podan v prilogi 1, za povratno dobo 100 let v prilogi 2 in za povratno dobo 500 let v prilogi 3. Časovni potek visokovodnih valov brez podnebnih sprememb pa je podan za povratno dobo 10 let v prilogi 4, za povratno dobo 100 let v prilogi 5 in za povratno dobo 500 let v prilogi 6.

Razlika med maksimalnimi pretoki brez in z upoštevanjem podnebnih sprememb pa je razvidna iz primerjave, ki je podana v tabeli 17.

POTOKI PRI RUŠAH - KONIČNE VREDNOSTI																		
OPIS	Pritok izpod Lorbekovega vrha do RU-4	Bersteljškov potok do ceste	Bersteljškov potok do železniške proge	Bersteljškov potok do iziva v Dravo	Pritok iz Lipuževega vrha (2) do ceste	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do železniške proge	Pritok iz Lipoževega vrha (2) do "iziva v Dravo"	Pritok izpod Dekleve do ceste	Pritok izpod Dekleve do železniške proge	Pritok izpod Dekleve do "iziva v Dravo"	Bistrica do ceste	Bistrica do železniške proge	Bistrica do iziva v Dravo	Lazniški potok do ceste	Lazniški potok do železniške proge	Lazniški potok do iziva v Dravo	Potok izpod Pelca pod potokom izpod Pahernika in dotokom iz Limbuša (profil železniške proge)	Potok izpod Pelca do Drave
RAČUNSKI PROFIL	RU-4	RU-8	RU-9	RU-10	RU-11	RU-12	RU-13	RU-14	RU-15	RU-16	RU-23	RU-24	RU-25	RU-29	RU-30	RU-31	RU-35	RU-36
F(km^2)	0,646	0,869	1,192	1,379	0,506	0,643	0,740	0,379	0,642	0,744	13,404	13,801	13,973	0,557	0,680	0,836	0,499	0,808
Q10 brez podnebnih sprememb	*2,17*	*2,79*	*3,33*	*4,20*	*1,85*	*2,00*	*2,27*	*1,50*	*2,28*	*2,47*	*21,11*	*21,40*	*21,55*	*2,13*	*2,48*	*2,45*	*1,99*	*2,56*
Q10 s podnebnimi spremembami	2,87	3,67	4,33	5,45	2,67	2,71	2,96	2,21	3,09	3,31	28,46	28,89	28,86	2,95	3,44	3,61	2,66	3,31
Q100 brez podnebnih sprememb	*5,30*	*6,96*	*7,97*	*9,58*	*4,78*	*4,77*	*5,28*	*3,88*	*5,64*	*5,73*	*56,07*	*56,57*	*55,78*	*5,38*	*6,34*	*6,11*	*4,65*	*5,93*
Q100 s podnebnimi spremembami	6,35	8,25	9,46	11,30	5,66	5,62	6,27	4,56	6,71	6,78	66,87	67,66	67,26	6,39	7,53	7,19	5,47	6,99
Q500 brez podnebnih sprememb	*8,00*	*10,46*	*11,80*	*14,00*	*7,01*	*6,91*	*7,81*	*5,60*	*8,38*	*8,35*	*82,19*	*83,22*	*83,88*	*7,94*	*9,39*	*8,84*	*6,74*	*8,64*
Q500 s podnebnimi spremembami	9,14	12,02	13,40	15,88	7,95	7,81	8,87	6,33	9,54	9,43	93,52	94,68	95,14	93,52	94,68	95,14	7,63	9,80

Tabela 17: Primerjava koničnih vrednosti brez upoštevanja podnebnih sprememb in z upoštevanjem podnebnih sprememb.

8.0 ZAKLJUČEK

Predmetna hidrološka obdelava se nanaša na določitev visokih vod s povratno dobo 10, 100 in 500 let za manjše vodotoke (pritoke Drave) med Rušami in Limbušem, na katerih ni hidroloških opazovanj. Zato predstavljajo osnovno izhodišče za določitev visokih vod podatki o padavinah, pri katerih je bil upoštevan tudi podnebni scenarij RCP8.5 ter časovna porazdelitev padavin, katere osnova so Huffove krivulje za padavinsko postajo Maribor. Za sam izračun visokovodnih valov pa je bil uporabljen hidrološki program HEC-HMS, verzija 4.9.

9.0 LITERATURA IN VIRI

[1] Agencija RS za okolje. LIDAR. Dostopno na naslovu: http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso

[2] Copernicus. Land Monitoring Service. CORINE Land Cover. Dostopno na naslovu: https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover

[3] Agencija RS za okolje. Hidrološki arhiv. Dostopno na naslovu: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/

[4] Agencija RS za okolje. Meteorološki arhiv. Dostopno na naslovu: http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/

[5] Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. MKGP - Portal. Pedološka karta. Dostopno na naslovu: http://rkg.gov.si/GERK/

[6] Vir plastnic, naselij in vodotokov so Temeljni topografski načrti meril 1 : 5000 in 1 : 10000 (Javne informacije Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, TTN 5 in TTN 10, 1999)

[7] Geodetska uprava Republike Slovenije, Zbirka topografskih podatkov (DTM), 2002 – 2018

[8] Hidrografija (Javne informacije Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije, Zbirka topografskih podatkov (DTM), 2002 – 2017)

[9] Pintar, M., Zupan, M., Kralj, T., Prus, T., & Rupreht, J. (2009). Hidravlična prevodnost tal Slovenije (za kartografske enote pedološke karte v merilu 1:250.000). Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.