

»10/2«	ELABORAT PREVERITVE PREPUSTOV VODOTOKOV
--------	--

NAROČNIK:

OBČINA GORENJA VAS - POLJANE
Poljanska cesta 87, 4224 Gorenja vas

OBJEKT:

Lokalna cesta LC 494013 Črni kal - Murave
Sanacija ceste od km 2+090 do km 3+590 (faza 2)
- Elaborat preveritve prepustov vodotokov

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

PZI

ZA GRADNJO:

REKONSTRUKCIJA

IZDELOVALEC NAČRTA:

TEMPOS, okoljsko gradbeništvo, d.o.o.,
Tehnološki park 21, 1000 Ljubljana
Direktor: dr. Jošt Sodnik

VODJA NAČRTA:

dr. Jošt SODNIK, u.d.i.grad.
IZS G-2812

VODJA PROJEKTA:

JANEZ ŽURA, univ.dipl.inž.grad.,
Id. IZS G-1443

ŠTEVILKA PROJEKTA:

P-387/20

ŠTEVILKA NAČRTA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA:

114/2020, Ljubljana, februar 2020

2	KAZALO VSEBINE ELABORATA 114/20
----------	--

1	Naslovna stran
2	Kazalo vsebine elaborata
3	Tehnično poročilo
4	Risbe

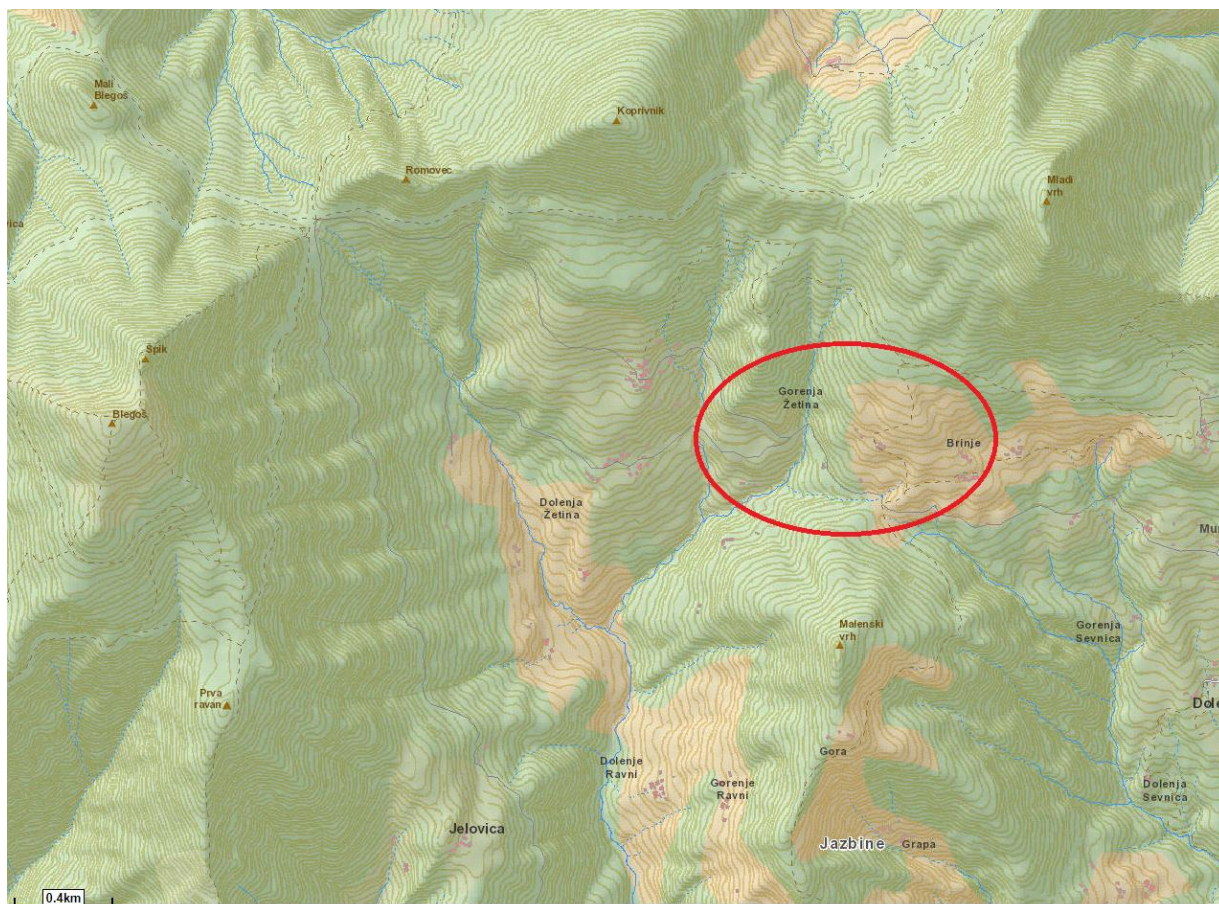
G.1 Situacija – prispevne površine vodotokov 1:2500

3	TEHNIČNO POROČILO
----------	--------------------------

Št. načrta: **114/202**

1 SPLOŠNI OPISI IN PROBLEMATIKA

Načrtovana je sanacija ceste na LC 494013 Črni kal – Murave od km 2+090 do km 3+590, ki nudi dostop do vasi na vznožjih Škofjeloškega hribovja od Starega vrha do Blegoša. Obravnavani odsek lokalne ceste se prične cca. 300m pod križiščem petih lokalnih cest na sedlu med Blegošem in Koprivnikom in poteka po pobočju Koprivnika in Mladega vrha proti vasi Murave kjer se naveže na občinsko cesto LC 401023 (Zapreval-Poljane). Del ceste je v zgornjem delu tudi v makadamski izvedbi. Na nekaterih mestih je neustrezno urejeno odvodnjavanje meteornih in zalednih voda, prav tako pa je cesta poškodovana. Po načrtu sanacije poškodb na cesti iz leta 2019 je bila predvidena sanacija 2. odseka, ki ga obravnavamo v tem elaboratu, med km 2+090 in km 3+590 v dolžini 1500m.



Slika 1: Pregledna karta z označenim območje predvidene sanacije ceste.

Namen elaborata je hidravlična preverba prevodnosti in ustreznosti obstoječih prepustov za vodotoke na obravnavanem odseku lokalne ceste, kjer cesto prečka pet vodotokov. Pri preveritvi prepustov vodotokov smo upoštevali predvideno življenjsko dobo ceste 20 – 30 let. S hidrološko analizo smo določili visoke vode Q100, pri katerih smo torej upoštevali tudi vpliv podnebnih sprememb za nadaljnjih 30 let in s tem povezano naraščanje intenzitete padavin. Za prepuste vodotokov, ki so hidravlično neustrezni so podane nove dimenzije pretočnih odprtin predvidenih prepustov, kjer je upoštevana pretočnost za pretoke Q100 in varnostno nadvišanje.

Vse predlagane dimenzije novih prepustov so minimalne potrebne. Iz vidika vzdrževanja pa predlagamo, da se za prečkanja hudournikov nikjer ne uporabi cevi manjših od Ø80cm, saj je cenovna razlika med cevmi, v primerjavi s prednostmi pri vzdrževanju, zanemarljiva.

2 HIDROLOŠKA ANALIZA

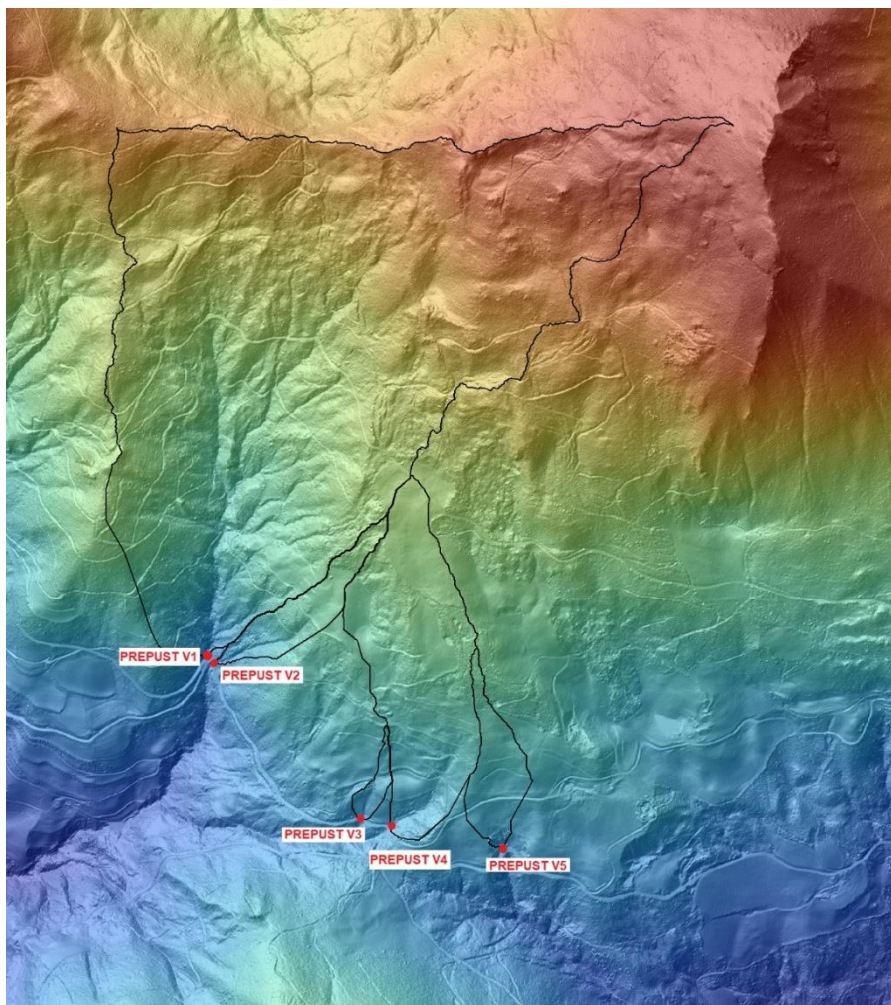
Na obravnavanem odseku sanacije ceste na LC 494013 Črni kal – Murave od km 2+090 do km 3+590 cestno povezavo prečka 5 vodotokov, ki so hudourniškega značaja. Terenski ogled, s katerim so bili evidentirani vodotoki ter obstoječi vtočni objekti ter prepusti na obravnavni cestni povezavi, je bil opravljen v februarju 2020.

2.1 Metodologija in podatki

V prvem delu hidrološke analize vodotokov smo s topografsko analizo terena določili vhodne podatke za nadaljnjo analizo površinskega odtoka. Temeljno podlago za topografsko analizo predstavlja javno dostopni digitalni model reliefa Slovenije z resolucijo 1m (DMR1), ki je bil pridobljen na spletnih straneh Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO, spletni LIDAR pregledovalnik). Z analizo v programskem orodju SAGA GIS in na podlagi terenskega ogleda območja smo določili velikosti prispevnih površin vodotokov gorvodno od prepustov na lokalni cesti. Visokovodni pretoki Q100 posameznega vodotoka do cestnih prepustov so bili določeni po metodi SCS hidrograma enote v programu HEC-HMS in po Kresnikovi enačbi. Za nadaljnjo hidravlično preverbo ter dimenzioniranje prepustov smo se odločili, da uporabimo pretoke Q100 dobljene po metodi SCS hidrograma enote, saj na ta način upoštevamo padavine in vpliv podnebnih sprememb na naraščanje intenzitete padavin ter smo tako na varni strani.

2.2 Topografska analiza območja

S programskim orodjem SAGA (System for Automated Geo-Scientific Analysis) so bile določene topografske karakteristike (površina, nagib, ipd.) prispevnih površin pritokov na podlagi Digitalnega modela reliefa z resolucijo 1m (DMR1) Slovenije, javno dostopnega na spletnih straneh Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO, portal evode.si). Omenjen DMR1 je bil posnet z LiDAR-sko tehniko in trenutno predstavlja najbolj natančne javno dostopne topografske podatke, katere je možno uporabiti pri analizah, raziskavah in študijah. SAGA je odprtokodni geografski informacijski sistem, ki podpira vektorske in rastrske podatkovne formate in zadostuje tudi zahtevnejšim GIS analize. Vsebuje veliko zbirko geoznanstvenih algoritmov in je predvsem močno orodje za analize digitalnih modelov višin (DMV) in digitalnih modelov reliefa (DMR). Z analizo topografije terena in na podlagi terenskega ogleda so določene prispevne površine vodotokov do prepustov na obravnavani sanaciji cestne povezave.



Slika 2: Digitalni model reliefa in prispevne površine vodotokov .

2.3 Analiza površinskega odtoka

Visokovodni pretoki Q100 posameznega hudournika so bili določeni po dveh različnih metodah:

i. Metoda SCS hidrograma enote v programu HEC-HMS

Simuliranje površinskega odtoka je mogoče izvesti z modeli hidrograma enote. Metode sintetičnih hidrogramov enote (HE) spadajo med empirične metode modeliranja površinskega odtoka. Sintetične HE uporabljamo, ko ne razpolagamo z meritvami ali pa te niso dovolj točne, da bi lahko oblikovali hidrogram enote po postopku z merjenimi podatki padavin. Vrsto sintetičnega hidrograma, ki ga želimo uporabiti določimo na osnovi primernih vhodnih podatkov. Za določitev časa koncentracije prispevne površine smo zaradi relativno enostavne uporabnosti, natančno določenih topografskih karakteristik prispevnih površin ter odtočnega koeficienta CN, izbrali metodo SCS HE. Parameter SCS hidrograma enote je čas zakasnitve T_p . Vrednost retenzije S_r se računa neposredno na osnovi koeficienta CN (curve number).

$$T_p = L^{0.8} \cdot \frac{(S_r + 25.4)^{0.7}}{28.14 \cdot \sqrt{Y}}$$

kjer so:

T_p	čas od težišča histograma efektivnih padavin do vrha enotnega hidrograma [h],
L	hidravlična dolžina povodja [km],
S_r	maksimalna retenzija povodja [mm],
Y	naklon povodja [%].

Čas zakasnitve HE je povezan s časom koncentracije po sledeči formuli: $T_p = 0,6 * t_c$.

Za določanje projektnega pretoka, ki jih povzročijo padavine s 100- letno povratno dobo z upoštevanim vplivom podnebnih sprememb, smo uporabili program za hidrološko modeliranje HEC-HMS.

ii. Kresnikova enačba

Kresnikova enačba je empirična metoda določanja maksimalnega površinskega odtoka. Primerna je predvsem za vodotoke s hudournim vodnim režimom, z vodozbirnimi območji v gorskem ali hribovitem svetu, z večjim deležem neporaslih površin ter pretežno neprepustno podlago. Za hudournike z manjšo prispevno površino ($A < 1 \text{ km}^2$) se uporablja sledeča enačba:

$$Q_{max} = 20 A \alpha$$

kjer so:

A = velikost prispevne površine [km^2]

α = koeficient (vrednosti od 0,4 do 1)

2.3.1 Določitev odtočnih koeficientov

Za izdelavo hidrološke analize po metodi SCS hidrograma enote se je določilo hidrološko skupino tal za posamezno prispevno površino ter rabo tal. Podatke o hidroloških skupinah tal za posamezno prispevno površino smo pridobili iz podatkov Infrastrukturnega centra za pedologijo in varstvo okolja (ICPVO), ki je pripravil karto hidroloških skupin tal Slovenije v raster formatu za projekt V4-1066 Projekcija Vodnih količin za namakanje v Sloveniji. Prispevne površine pritokov vodotokov na območju, kjer prevladuje odtočni potencial C. Po SCS klasifikaciji zemljin in infiltracijskih izgub v odvisnosti od vrste zemljine je za tla skupine C značilen visok do zmeren odtočni potencial. Zemljina ima, če je nasičena, povprečno stopnjo infiltracije vode.

2.3.2 Raba tal

Raba tal na območju posamezne prispevne površine je določena na podlagi evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, ki jo ima Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) dostopno na Javnem pregledovalniku grafičnih podatkov MKGP. Na območju prispevnih površin prevladujeta gozd ter travnate površine. Na podlagi hidroloških skupin tal in rabe tal so bili določeni odtočni koeficienti (CN), v preglednici 2, ki so bili nadaljnje uporabljeni pri izračunu časa zakasnitve in pri modeliranju površinskega odtoka v programu HEC-HMS. Koeficient CN je večji pri prispevnih površinah, katere imajo večji delež urbaniziranih in kmetijskih površin.

Preglednica 1: Deleži rabe tal (v %) za prispevne površine.

Prispevna površina	Njiva (1100)	Trajni travnik (1300)	Drevesa in grmičevje (1500)	Gozd (2000)	Pozidano in sorodno zemljišče (3000)
P1	0,0%	2,7%	0,0%	97,2%	0,0%
P2	0,0%	30,8%	0,0%	69,2%	0,0%
P3	0,0%	95,4%	3,8%	0,0%	0,8%
P4	0,2%	68,8%	0,0%	28,0%	3,0%
P5	0,0%	85,0%	0,0%	13,0%	1,9%

2.3.3 Karakteristike prispevnih površin

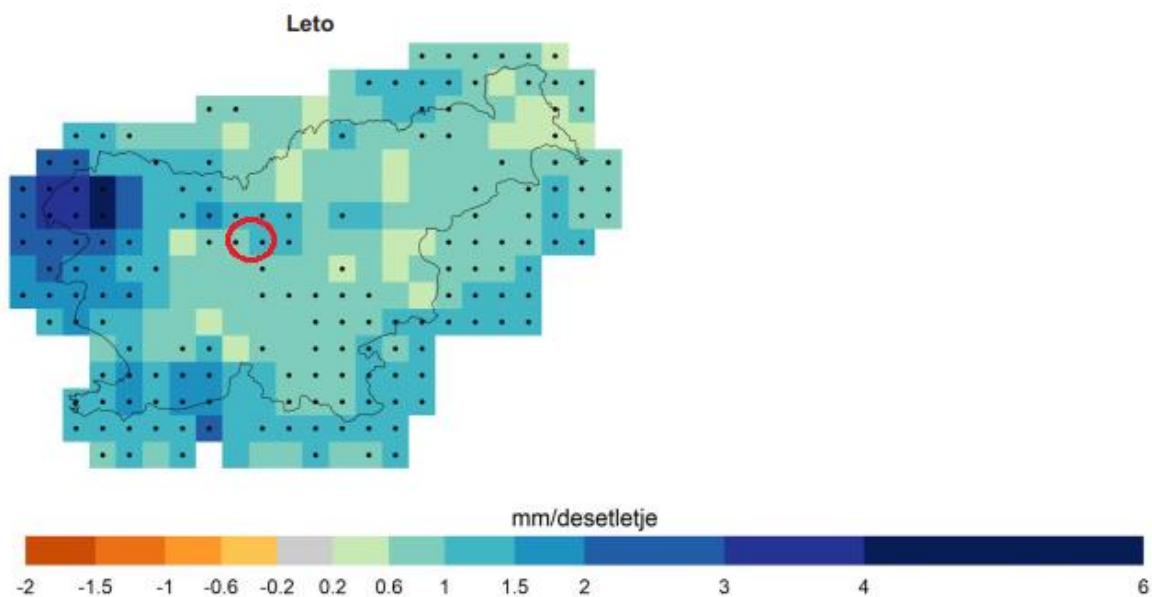
Preglednica 2: Karakteristike posameznih prispevnih površin.

oznaka prepusta	površina prispevnega območja	povpr. padec	hidravlična dolžina povodja	odtočni koef.	začetne izgube	čas zakasnitve	čas konc.
Prepust	A [km ²]	I [%]	L [km]	CN	I _a [mm]	T _p [min]	T _c [min]
P1	0,59	47,0	1,0	72,9	18,9	8,9	15
P2	0,02	56,5	0,4	71,4	20,4	4,3	7
P3	0,005	39,9	0,2	71,3	20,4	2,5	4
P4	0,09	36,2	0,7	71,7	20,1	7,7	13
P5	0,02	36,0	0,4	71,4	20,4	4,7	8

2.3.4 Padavine

Sintetični histogrami padavin so najpomembnejši vhodni podatek pri določanju projektnih pretokov. V hidrološkem modelu smo uporabili padavine, ki so na podlagi zgodovinskega vzorca že preračunane za posamezne povratne dobe in so bile v meteorološki model vnesene kot sintetične padavine z določeno povratno dobo. V Sloveniji za statistične analize padavin ITP krivulj skrbi Agencija republike Slovenije za okolje (ARSO). Najbližja avtomatska padavinska postaja obravnavanemu območju z merodajnimi podatki (ITP krivulje) je Javorje nad Poljanami.

Pri izvrednotenih vrednostih količine padavin za 100-letno povratno dobo smo upoštevali tudi vpliv podnebnih sprememb na količino in intenziteto nalivov do leta 2050 (predvidena življenjska doba ceste je 20 – 30 let). V *Oceni sprememb kratkotrajnih nalivov za območje vasi Javorje nad Poljanami* (ARSO-Medved Anže, avgust 2019) je podana ocena za ekstremne 24-urne padavine s 100-letno povratno dobo za območje vasi Javorje nad Poljanami v prihodnjem podnebj, in sicer $P_{2050} = 230\text{mm}$. V sinteznem poročilu *Ocena podnebnih sprememb do konca 21. stoletja* (OPS21) (ARSO, november 2018) so podrobneje navedene jakosti dolgotrajnih ekstremnih padavin in se nahajajo zemljevidi s trendi za različne scenarije izpustov toplogrednih plinov. Pri scenariju izpustov RCP4.5 je trend ekstremnih dnevnih padavin zanesljiv, le te naraščajo za 1–1,5 mm/desetletje (razvidno iz slike 3). Do leta 2050 se bodo potemtakem padavine povečale za 3–4,5 mm.



Slika 3: Srednja vrednost trenda največje tridnevne višine padavin za obdobje celega leta s pripadajočo zanesljivostjo za scenarij RCP4.5 v obdobju 1981-2100. Črna pika – zanesljiv trend, prazne celice ni izrazitega trenda (ARSO, 2018).

Uporabljeni podatki v hidrološkem modelu o količini padavin za 100-letno povratno dobo so prikazani v preglednici 3.

Preglednica 3: Povratne dobe za ekstremne padavine P100 za meteorološko postajo Javorje nad Poljanami.

trajanje padavin	P100
5 min	21
15 min	46
60 min	91

2.3.5 Hidrološki model

Za določanje projektnega pretoka po metodi SCS hidrograma enote, ki jih povzročijo padavine s 100-letno povratno dobo z vključenim vplivom podnebnih sprememb do leta 2050, smo uporabili program za hidrološko modeliranje HEC-HMS. Pri modeliranju površinskega odtoka visokih voda smo uporabili za sintetično razporeditev padavin znotraj padavinskega dogodka metodo Frequency Storm. Frequency Storm določa razporeditev padavin na osnovi pogostosti pojava (z določeno povratno dobo). Pri izračunu smo upoštevali padavinski dogodek (»storm duration«) s trajanjem 1 ure in položaj

konice pri 50 %. Upoštevali smo predpostavko, da padavine z določeno povratno dobo (npr. 100 let) povzročijo odtok z isto povratno dobo (Q100).

2.3.6 Vrednosti visokih voda

Dobljeni visokovodni pretoki vodotokov za povratno dobo 100 let so prikazani v preglednici 4. Pri Kresnikovem empiričnem obrazcu je za odtočni koeficient α vzeta vrednost 0,6.

Preglednica 4: Vrednosti visokovodnih voda Q100 po metodi Frequency storm ter Kresnikovi enačbi.

Prepust	FREQUENCY STORM	KRESNIK
	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]
P1	11,5	7,0
P2	0,46	0,24
P3	0,12	0,05
P4	1,8	1,1
P5	0,45	0,24

Odločili smo se za uporabo visokovodnih pretokov Q100 dobljenih po metodi SCS hidrograma enote, saj so hidravlično bolj neugodni in smo na ta način na varni strani. Prav tako pa so pri tej metodi (za razliko od Kresnikove enačbe) upoštevane padavine in vpliv podnebnih sprememb v prihodnjih 30-ih letih na naraščanje intenzitete padavin.

3 HIDRAVLIČNA PREVODNOST PREPUSTOV VODOTOKOV IN PREDLAGANE UREDITVE

Terenski ogled, s katerim so bili evidentirani vodotoki ter obstoječi vtočni objekti ter prepusti na obravnavni cestni povezavi, je bil opravljen v februarju 2020.

Nadalje smo preverili hidravlično prevodnost in ustreznost obstoječih prepustov. Hidravlična prevodnost cevnih prepustov je določena po Colebrook-Whiteovi enačbi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

λ = Darcy-Weisbachov koeficient trenja [/]

k_s = koeficient hrapavosti [mm]

D = notranji premer cevi [m]

V = povprečna hitrost [m/s]

$Re \equiv VD/\nu$ = Reynoldsovo število

Uporabljene privzete vrednosti:

$\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

koeficient hrapavosti (k_s): 1.00 mm

% polnitve: 80 %

kinematična viskoznost $\nu = 1.3 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$

Podatki o obstoječih odprtinah, njihovi ustreznosti ter potrebnih in predlaganih odprtinah so navedeni za posamezen prepust v nadaljnjih poglavljih.

3.1 PREPUST ZA VODOTOK 1

3.1.1 Opis obstoječega stanja

Prepust V1 se za hudourniški pritok, ki prečka lokalno cesto, nahaja na cca. km 2+740 odseka LC 494013 Črni kal – Murave, kjer se cesti priključi še javna pot Suša - Dolenja Žetina. Vodotok 1 je eden izmed izvirov Andrejaševega grabna, ki se izliva v Logarščico, ta se na to v Volaščico, Volaščica teče v Kopačnico, slednja pa v Poljansko Soro. Vodotok 1 priteče po strmi brežini, v spodnjem delu prispevne površine je na levi brežini gorvodno nad prepustom golosek. V obstoječem stanju je cesta speljana čez betonsko premostitev. Svetli profil premostitve je na gorvodnem in dolvodnem delu 1,5m x 1,6m. Dno struge pod premostitvijo je v naravnem stanju, viden nanosen material.



Slika 4: Gorvodni pogled na vodotok 1, na levi brežini viden golosek in strmo pobočje.



Slika 5: Obstoječa premostitev čez vodotok 1 – dolvodni pogled.



Slika 6: Dno struge pod premostitvijo.



Slika 7: Obstoječa premostitev čez vodotok 1 – gorvodni pogled.



Slika 8: Dolvodni pogled od premostitve V1 čez lokalno cesto, za katero je predvidena sanacija.

3.1.2 Predvidene ureditve

Predvidena je nova premostitev čez vodotok 1, saj obstoječa ne prevaja visokih voda Q_{100} . Obstoječa premostitev naj odstrani. Predvidena je premostitev s svetlim profilom $2\text{m} \times 2\text{m}$, ki zagotavlja 50 cm varnostnega nadvišanja. Padec nivelete dna naj bo najmanj $I = 4\text{ ‰}$. Strugo naj se ureja le na krajšem odseku, kolikor je potrebno za navezave novih opornikov na obstoječe zavarovanje brežin. Hidravlično ustrezna je tudi odprtina $1,5\text{m} \times 2,0\text{m}$, to pomeni, da bi se lahko niveleta dna obstoječe premostitve poglobila za cca. $0,4 - 0,5\text{m}$, premostitev pa ohranila. Pri tem se mora temelje obstoječih zidov podbetonirati in dno struge pod premostitvijo potlakovati, da se prepreči erozija. Pred tem posegom je potrebno preveriti kvaliteto opornikov in globino obstoječih temeljev. Najbolj smiselna rešitev je vsekakor zamenjava obstoječe premostitve s premostitvijo $2\text{m} \times 2\text{m}$, ki zagotavlja tudi $0,5\text{m}$ varnostnega nadvišanja.

3.1.3 Hidravlični model

Prevodnost pretočnega profila obstoječe premostitve V1 je bila preverjena s hidravličnim izračunom v programu HEC-RAS. V modelu so bili uporabljeni Manningovi koeficienti hrapavosti za območje dna struge $n_g = 0,036$ ter za območje betonskih sten $n_g = 0,012$. Za spodnji robni pogoj se je upoštevala

normalna gladina. Narejen je bil račun gladin za pretok $Q_{100}=11,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Obstoječa premostitev ne prevaja visokih voda, prevodnost premostitve je okoli $9,5 \text{ m}^3/\text{s}$. S pomočjo hidravlične analize v programu HEC-RAS je bil določen tudi potreben svetel profil premostitve $1,5\text{m} \times 2,0\text{m}$, ki prevaja visoke vode $Q_{100} + 0,20\text{m}$ varnostnega nadvišanja. Svetel profil premostitve $2,0\text{m} \times 2,0\text{m}$ prevaja $Q_{100} + 0,5\text{m}$ varnostnega nadvišanja.

3.2 PREPUST ZA VODOTOK 2

3.2.1 Opis obstoječega stanja

Prepust V2 se za hudourniški pritok, ki prečka lokalno cesto, nahaja na cca. km 2+760 odseka LC 494013 Črni kal – Murave, kjer se cesti priključi še javna pot Suša - Dolenja Žetina. Vodotok 2 se izliva v vodotok 1 pod premostitvijo V1. Struga je vodnata predvsem ob večjih nalivih, ko voda gravitira proti lokalni cesti in nato po manjšem naravnem jarku v dolžini cca. 20m ob cesti proti vtočnemu objektu (betonska cev pokrita s kovinsko rešetko). V vtočnem objektu je BC Ø40cm, prav tako pa ima obstoječ prepust na iztočni strani odprtino BC Ø40cm.



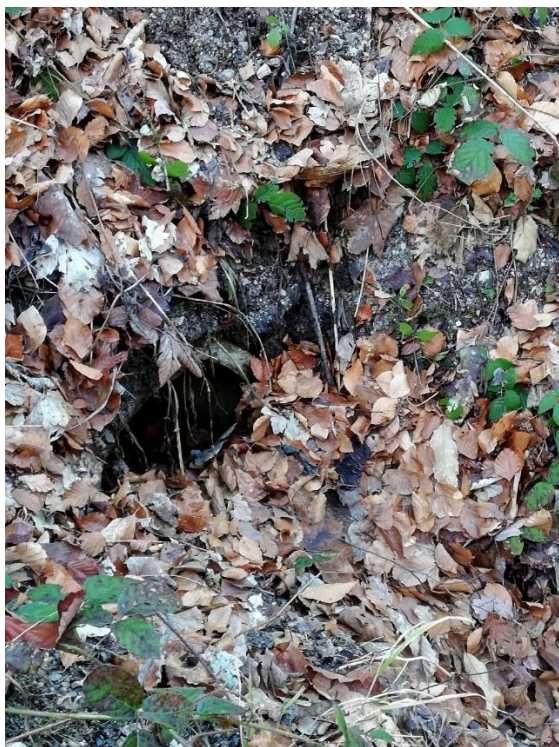
Slika 9: Gorvodni pogled na vodotok 2 nad lokalno cesto.



Slika 10: Voda iz vodotoka 2 gravitira po naravnem jarku ob cesti do vtočnega objekta.



Slika 11: Vtočni objekt s kovinsko rešetko na vodotoku 2 in viden vtok v BC Ø40cm.



Slika 12: Iztočna odprtina BC Ø40cm.

3.2.2 Predvidene ureditve

Iz rezultatov hidravlične preverbe prepusta V2 (poglavje 3.2.3 Analiza rezultatov) je razvidno, da obstoječ prepust prevaja visoke vode Q100 pri 80 % polnitvi prepusta. Obstoječa odprtina prepusta BC Ø40cm v vtočnem objektu je torej hidravlično ustrezna. Pri izračunu obstoječe odprtine je upoštevan padec cevi 4 %.

Obstoječi cestni vtočni objekt ima neustrezno urejen vtok v objekt, ki je bil prekrit z listjem in zemljino, zaščiten pa je z dotrajano kovinsko rešetko. Predvidena je zamenjava objekta z vtočnim objektom z ustrezno zaščitenim in urejenim vtokom vode v objekt. Potrebna je izvedba kanalete za odvodnjo zaledne vode od stičišča struge in lokalne ceste (slika 10) do vtočnega objekta (slika 11). Dolvodno od prepusta V2 naj se uredi iztočni del in izdela navezavo na brežino.

Preglednica 5: Podatki o vtočnem objektu prepusta V2.

Obstoječ vtočni objekt	Ustreznost	Predvidena ureditev
DA (betonska cev s kovinsko rešetko)	NE (neustrezno zaščiten, zasut z listjem in zemljo, dotrajana rešetka)	nov vtočni objekt z ustrezno zaščitenim vtokom v objekt

Preglednica 6: Podatki o prepustu V2.

Q100 [m ³ /s]	Obstoječi prepust - vtok	Prevodnost [m ³ /s]	Potrebna odprtina	Prevodnost nove odprtine [m ³ /s]
0,46	BC Ø40cm	0,47	obstoječa ustrezna	/

3.2.3 Analiza rezultatov

3.2.3.1 Obstoječe stanje

Rezultati izračuna za **obstoječ prepust V2** - BC Ø 40cm, naklon cevi I = 4,0 %:

količina vode	Q =	472.15	l/s
hitrost vode	v =	3.949	m/s
omočeni prerez	S =	0.120	m ²
omočeni obod	O =	1.005	m
hidravlični radij	R =	0.119	m
višina polnitve	h =	0.362	m
kot polnitve	Fi =	288.00	stop.
% polnitve	% =	80.00	%
tau	T =	47.57	N/m ²

3.3 PREPUST ZA VODOTOK 3

3.3.1 Opis obstoječega stanja

Prepust V3 se za vodotok 3, ki prečka lokalno cesto, nahaja na cca. km 3+180 odseka LC 494013 Črni kal – Murave. Vodotok 3 se dolvodno izliva v vodotok 4. Struga je vodnata občasno, predvsem ob večjih nalivih, ko voda gravitira proti cestnemu požiralniku (BC pokrov Ø60cm) z vtočno odprtino elipsaste oblike (višina h = 0,3m, širina b = 0,5m). V požiralniku je vtok v prepust pod cesto BC Ø40cm, prav tako pa ima obstoječ prepust na iztočni strani odprtino BC Ø40cm.

Gorvodno nad prepustom, se zraven ruševin nekdanjega objekta nahaja objekt, za katerega sklepamo, da je razbremenilnik (slika 15). Na spletni strani iObčina smo preverili bazo gospodarske javne infrastrukture, toda tam ni evidentiranega nobenega objekta na tej lokaciji. Pri hidravlični preverbi smo v nadaljevanju poleg visokih vod Q100 za vodotok 3 upoštevali tudi morebiten iztok iz te odprtine na razbremenilniku.



Slika 13: Gorvodni pogled na vodotok 3 nad lokalno cesto.



Slika 14: Gorvodni pogled na travnati zgornji del prispevne površine vodotoka 3, desno od dreves se nahaja objekt, za katerega sklepamo, da je razbremenilnik.



Slika 15: Objekt, za katerega sklepamo, da je razbremenilnik.



Slika 16: Cestni požiralnik na prepustu V3 z vtočno odprtino elipsaste oblike.



Slika 17: Iztočna odprtina BC Ø40cm.

3.3.2 Predvidene ureditve

Iz rezultatov hidravlične preverbe prepusta V3 (poglavje 3.3.3 Analiza rezultatov) je razvidno, da obstoječ prepust prevaja pretok $Q=1,165 \text{ m}^3/\text{s}$ pri 80 % polnitvi prepusta. Obstoječa odprtina prepusta BC Ø40cm v cestnem požiralniku je torej hidravlično ustrezna. Pri izračunu obstoječe odprtine je upoštevan padec cevi 4 %.

Obstoječi cestni požiralnik je ustreznih dimenzij, a ima neustrezno urejen vtok. Obstoječ cestni požiralnik se ohrani, predvidena pa je ureditev vtoka v požiralnik. Dolvodno od prepusta V3 naj se uredi iztočni del in izdela navezavo na brežino.

Preglednica 7: Podatki o vtočnem objektu prepusta V3.

Obstoječ vtočni objekt	Ustreznost	Predvidena ureditev
DA (cestni požiralnik z elipsasto odprtino)	cestni požiralnik DA, vtok v požiralnik NE (zasuto z listjem)	ureditev vtoka v cestni požiralnik

Preglednica 8: Podatki o prepustu V3.

Q100+Qrazbr. [m ³ /s]	Obstoječi prepust - vtok	Prevodnost [m ³ /s]	Potrebna odprtina	Prevodnost nove odprtine [m ³ /s]
0,165	BC Ø40cm	0,47	obstoječa ustrezna	/

3.3.3 Analiza rezultatov

Pri hidravlični preverbi prepusta V3 smo upoštevali poleg visokih vod Q100 vodotoka 3 tudi morebiten iztok iz odprtine na razbremenilniku. Površina odprtine je cca. 0,015 m², za hitrost vode smo prevzeli 3m/s. Ocenjen iztok iz odprtine je torej 0,045 m³/s. Ob upoštevanju možnega dodatnega dotoka vode iz odprtine in visokih vod Q100 vodotoka 3 smo prepust V3 preverjali na pretok Q=1,165 m³/s.

3.3.3.1 Obstoječe stanje

Rezultati izračuna za **obstoječ prepust V3** - BC Ø 40cm, naklon cevi I = 4,0 %:

količina vode	Q =	472.15	l/s
hitrost vode	v =	3.949	m/s
omočeni prerez	S =	0.120	m ²
omočeni obod	O =	1.005	m
hidravlični radij	R =	0.119	m
višina polnitve	h =	0.362	m
kot polnitve	Fi =	288.00	stop.
% polnitve	% =	80.00	%
tau	T=	47.57	N/m ²

3.4 PREPUST ZA VODOTOK 4

3.4.1 Opis obstoječega stanja

Prepust V4 se za vodotok 4, ki prečka lokalno cesto, nahaja na cca. km 3+240 odseka LC 494013 Črni kal – Murave. Vodotok 4 se dolvodno izliva v vodotok 1. Struga je vodnata občasno, predvsem ob večjih nalivih, ko se voda izliva proti prepustu z vtočno odprtino BC Ø30cm, ki se nahaja med koreninam dveh dreves (slika 19). Na iztočni strani ima obstoječ prepust odprtino BC Ø40cm.



Slika 18: Gorvodni pogled na vodotok 4 nad prepustom V4.



Slika 19: Vtok v prepust V4 z odprtino BC Ø30cm.



Slika 20: Iztočna odprtina BC Ø40cm.

3.4.2 Predvidene ureditve

Iz rezultatov hidravlične preverbe prepusta V4 (poglavje 3.4.3 Analiza rezultatov) je razvidno, da obstoječ prepust ne prevaja visoke vode Q100 pri 80 % polnitvi prepusta. Obstoječa odprtina vtoka prepusta BC Ø30cm je torej hidravlično neustrezna. Pri izračunu obstoječe odprtine je upoštevan padec cevi 4 %. Predvidena je zamenjava obstoječega prepusta z novim, ki ima predlagano odprtino BC Ø80cm. Pri izračunu je upoštevan padec cevi 4 %, zato naj se nov prepust izvede v naklonu $I = 4 \%$ ali več. Predvidena je tudi ureditev vtočnega dela. Gorvodno od prepusta naj se strugo naveže na obstoječe dno in brežine, dolvodno pa naj se izdela navezavo na brežino.

Preglednica 9: Podatki o vtočnem objektu prepusta V4.

Obstoječ vtočni objekt	Ustreznost	Predvidena ureditev
NE	/	nov vtočni objekt

Preglednica 10: Podatki o prepustu V4.

Q100 [m ³ /s]	Obstoječi prepust - vtok	Prevodnost [m ³ /s]	Potrebna odprtina	Prevodnost nove odprtine [m ³ /s]
1,8	BC Ø30cm	0,22	BC Ø80cm	2,9

3.4.3 Analiza rezultatov

3.4.3.1 Obstoječe stanje

Rezultati izračuna za **obstoječ prepust V4** - BC Ø 30cm, naklon cevi I = 4,0 %:

količina vode	Q =	220.81	l/s
hitrost vode	v =	3.284	m/s
omočeni prerez	S =	0.067	m ²
omočeni obod	O =	0.754	m
hidravlični radij	R =	0.089	m
višina polnitve	h =	0.271	m
kot polnitve	Fi =	288.00	stop.
% polnitve	% =	80.00	%
tau	T =	35.68	N/m ²

3.4.3.2 Predvideno stanje

Rezultati izračuna za **predviden prepust V4** - BC Ø 80cm, naklon cevi I = 4,0 %:

količina vode	Q =	2927.43	l/s
hitrost vode	v =	6.122	m/s
omočeni prerez	S =	0.478	m ²
omočeni obod	O =	2.011	m
hidravlični radij	R =	0.238	m
višina polnitve	h =	0.724	m
kot polnitve	Fi =	288.00	stop.
% polnitve	% =	80.00	%
tau	T =	95.14	N/m ²

3.5 PREPUST ZA VODOTOK 5

3.5.1 Opis obstoječega stanja

Prepust V5 se za vodotok 5, ki prečka lokalno cesto, nahaja na cca. km 3+520 odseka LC 494013 Črni kal – Murave. Vodotok 5 je eden izmed zgornjih pritokov Sevnščice, ki se izliva v Ločivnico, slednja pa se v Poljansko Soro. Vodotok gravitira proti lokalni cesti in nato teče v dolžini cca. 20m po manjšem naravnem jarku ob cesti proti cestnemu požiralniku, ki ima vtočni odprtini s trapezno obliko. V cestnem požiralniku, kamor se steka vodotok 5 in odvodnja s ceste, je vtok v plastična cev Ø30cm, ki ima tudi iztočno odprtino Ø30cm. Na tem odseku vodotoka 5 je prisotno zastajanje vode.



Slika 21: Vodotok 5 teče proti cestnemu požiralniku.



Slika 22: Vtočna odprtina na cestnem požiralniku, kamor se steka vodotok 5.



Slika 23: Gorvodni pogled na vodotok 5.



Slika 24: Iztočna odprtina plastična cev Ø30cm.



Slika 25: Predvidena je nova lokacija prepusta, ki bo speljana direktno pod lokalno cesto in ne več preko naravnega jarka do obstoječega cestnega požiralnika.



Slika 26: Pogled na grapo pod lokalno cesto, kamor se steka vodotok 5, vidno je nasutje z materialom pod cesto.

3.5.2 Predvidene ureditve

Iz rezultatov hidravlične preverbe prepusta V5 (poglavje 3.5.3 Analiza rezultatov) je razvidno, da obstoječ prepust ne prevaja visoke vode Q100 pri 80 % polnitvi prepusta. Obstoječa odprtina vtoka prepusta plastična cev Ø30cm je torej hidravlično neustrezna. Pri izračunu obstoječe odprtine je upoštevan padec cevi 4 %.

Obstoječi cestni požiralnik je ustreznih dimenzij, a ima neustrezno urejen vtok. Predvidena je nova lokacija prepusta, vodotok naj se dolvodno spelje naravnost pod lokalno cesto in ne več preko naravnega jarka do obstoječega cestnega požiralnika. Predviden je nov vtočni objekt in prepust BC Ø40cm. Pri izračunu je potrebne dimenzije prepusta je upoštevan padec cevi 4 %, zato naj se nov prepust izvede v naklonu $I = 4 \%$ ali več. Dolvodno od novega prepusta V5 naj se uredi iztočni del in izdela navezavo na brežino.

Preglednica 11: Podatki o vtočnem objektu prepusta V4.

Obstoječ vtočni objekt	Ustreznost	Predvidena ureditev
DA (cestni požiralnik s trapezno odprtino)	cestni požiralnik DA, vtok v požiralnik NE (zasuto z listjem)	nov vtočni objekt in prepust na novi lokaciji

Preglednica 12: Podatki o prepustu V4.

Q100 [m ³ /s]	Obstoječi prepust - vtok	Prevodnost [m ³ /s]	Potrebna odprtina	Prevodnost nove odprtine [m ³ /s]
0,45	plastična cev Ø30cm	0,22	BC Ø40cm	0,47

3.5.3 Analiza rezultatov

3.5.3.1 Obstoječe stanje

Rezultati izračuna za **obstoječ prepust V5** – plastična cev Ø 30cm, naklon cevi $I = 4,0 \%$:

količina vode	Q =	220.81	l/s
hitrost vode	v =	3.284	m/s
omočeni prerez	S =	0.067	m ²
omočeni obod	O =	0.754	m
hidravlični radij	R =	0.089	m

višina polnitve	$h =$	0.271	m
kot polnitve	$Fi =$	288.00	stop.
% polnitve	$\% =$	80.00	%
tau	$T =$	35.68	N/m ²

3.5.3.2 Predvideno stanje

Rezultati izračuna za predviden prepust V4 - BC Ø 40cm, naklon cevi I = 4,0 %:

količina vode	$Q =$	472.15	
hitrost vode	$v =$	3.949	
omočeni prerez	$S =$	0.120	
omočeni obod	$O =$	1.005	
hidravlični radij	$R =$	0.119	
višina polnitve	$h =$	0.362	
kot polnitve	$Fi =$	288.00	
% polnitve	$\% =$	80.00	%
tau	$T =$	47.57	N/m ²

4 ZAKLJUČKI

Izdelan je elaborat preveritve prepustov vodotokov na cesti LC 494013 Črni kal – Murave od km 2+090 do km 3+590. Elaborat podaja visokovodni pretok Q100 vodotokov, ki prečkajo lokalno cesto na obravnavanem odseku. Pri preveritvi prepustov vodotokov je upoštevana predvidena življenjska doba ceste 20 – 30 let, zato smo pri hidrološki analizi določanja Q100 upoštevali tudi vpliv podnebnih sprememb za nadaljnjih 30 let in s tem povezano naraščanje intenzitete padavin.

Na začetku so podana hidrološka izhodišča in nato za vsakega od prepustov na lokalni cesti potrebne dimenzije in predvidene ureditve, ki so osnova za nadaljnje projektiranje hidrotehničnih ureditev. Pri hidravlično neustreznih odprtinah naj bodo pri nadaljnjem načrtovanju ureditev upoštevane podane potrebne velikosti odprtin prepustov. Vse prepuste je potrebno ustrezno projektno obdelati, vključno z uvajalnimi objekti in navezavo na gorvodno strugo.

Vse predlagane dimenzije novih prepustov so minimalne potrebne. Iz vidika vzdrževanja pa predlagamo, da se za prečkanja hudournikov nikjer ne uporabi cevi manjših od Ø80cm, saj je cenovna razlika med cevmi, v primerjavi s prednostmi pri vzdrževanju, zanemarljiva.

V poročilu ni obdelana odvodnja vod z območja cestišča, le-ta se je obdelala v Elaboratu preveritve cestnih prepustov (E-387/20).

Ljubljana, februar 2020

Sestavila:

Urška Maček, dipl.inž.ok.grad.

dr. Jošt Sodnik, univ.dipl.inž.grad.

4	RISBE
----------	--------------

G.1	Situacija – prispevne površine vodotokov	M 1:2500