EL NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O ELABORATU

NAČRT IN ŠTEVILČNA OZNAKA ELABORATA

Hidrološko – hidravlična analiza, HH 26/4/1271

NAROČNIK

Občina Cirkulane, Cirkulane 58, 2282 Cirkulane

OBJEKT

HH preveritev odprtine prepusta – preko vodotoka Belana

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

elaborat

ZA GRADNJO

DGD

ŠTEVILKA PARCELE in KATASTRSKA OBČINA:

Parcelna št. 361, k.o. 479 Pristava

PROJEKTANT:

AZ Projekt d.o.o., Kamniška ulica 41, 1000 Ljubljana

AZ Projekt d.o.o.
Kamniška ulica 41, Ljubljana

POOBLAŠČENI INŽENIR:

Aleš Grašič, u.d.i.g. G-1875

ALEŠ GRAŠIČ
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1875

ŠTEVILKA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE ELABORATA:

HH 26/4/1271, Hoče, april 2026

S. SPLOŠNI DEL

S.1 KAZALO VSEBINE POROČILA

S. SPLOŠNI DEL 1
S.1 KAZALO VSEBINE POROČILA 2
S.2 KAZALO SLIK 2
S.2 KAZALO TABEL 2
T. TEHNIČNI DEL 3
T.1. UVOD 4
T.2. OPIS PRISPEVNEGA OBMOČJA 5
T.3. METODA DOLOČITVE POVRŠINSKEGA ODTOKA S PRISPEVNIH POVRŠIN 6
T.3.1. Meteorološki model 8
T.4. REZULTAT HIDROLOŠKEGA MODELA 9
T.4.1. Hidrogram odtoka 9
T.4.2. Upoštevanje podnebnih sprememb: 10
T.5. PREVERITEV MOSTNE ODPRTINE 11
T.6. SKLADNOST REZULATOV Z INTEGRALNO KARTO ATLAS VODA 12
T.7. DOLOČITEV STRIŽNE SILE 12
T.8. OMILITVENI UKREPI 13
T.9. ZAKLJUČEK 13

S.2 KAZALO SLIK

Slika 1: Makrolokacija 4
Slika 2: Mikrolokacija 4
Slika 3: prikaz prispevnega vodozbirnega območja za obravnavano lokacijo 5
Slika 4: prikaz prispevnega vodozbirnega območja za obravnavano lokacijo 1 6
Slika 5: Podatki o ekstremnih padavinah za območje Cirkulane 8
Slika 6: Hidrograf odtoka Q100 9
Slika 7 - prerez prepusta 11
Slika 8 - preračunan pretok v odprtini 11

S.2 KAZALO TABEL

Tabela 1: V spodnji tabeli je prikazan povprečni koeficient CN ki je bil določen za obravnavano prispevno območje 1 7
Tabela 2: Glavni parametri za posamezno prispevno območje uporabljeni v programu HEC HMS 7
Tabela 3: Maksimalen pretok pri poplavnem dogodku s 100 letno povratno dobo 9
Tabela 9: preglednica s prikazom računskih pretokov za vodotok Belana z upoštevanjem podnebnih sprememb 10

T. TEHNIČNI DEL

T.1. UVOD

Po naročilu investitorja občine Cirkulane smo izvedli hidrološko in hidravlično študijo za hidravlično preveritev odprtine obstoječega prepusta, po kateri poteka lokalna cesta.

Predmet tega elaborata je analiza pričakovanih povratnih dob pretokov Q100 in Q500, ter dimenzioniranje potrebne mostne odprtine.



Slika 1: Makrolokacija



Slika 2: Mikrolokacija

Osnova za izdelavo tega poročila so naslednje dokumentacije in strokovne podlage:

- Geodetski posnetek,
- Podatki LIDAR snemanja

Po pregledu atlasa okolja za območje obdelave ni javno objavljene opozorilne karte poplav.

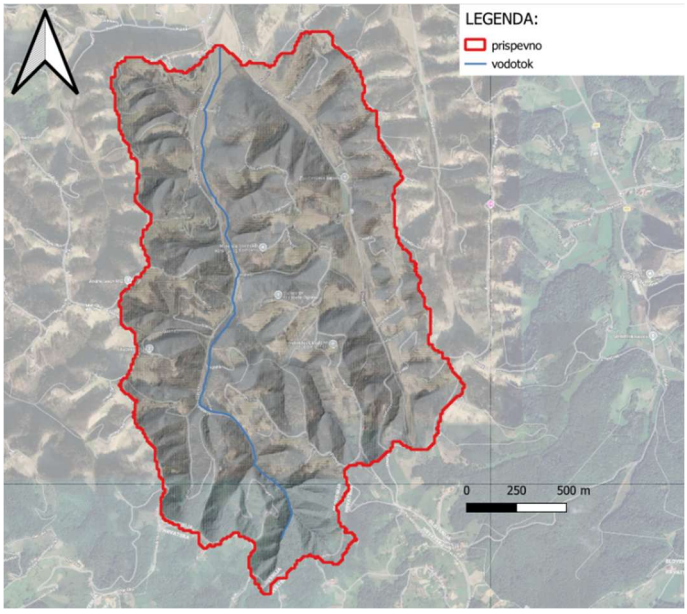
Pri izdelavi Hidrološko-hidravlične študije smo upoštevali ali uporabili naslednje dokumente in podlage:

- Gradbeni zakon (GZ-1),
  (Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 – ZZNŠPP)
- Zakon o vodah,
  Uradni list RS, št. 67/02 z vsemi dopolnitvami in spremembami
- Uredba 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,
  Uradni list RS, št. 89/2008 z vsemi dopolnitvami in spremembami
- Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena,
  Uradni list RS, št. 109/11 z vsemi dopolnitvami in spremembami
- Pravilnik 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,
  Uradni list RS, št. 60/07
- Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov,
  Uradni list RS, št. 61/17 z vsemi dopolnitvami in spremembami

T.2. OPIS PRISPEVNEGA OBMOČJA

Vodotok Belana je potok 3. razreda. Izvira cca 2,5 kilometer južno od lokacije v Haloških gričih. Prispevno območje je gričevnato. Na ravninskem delu prevladujejo travniki in njive medtem ko na bolj strmih delih prispevno območje predstavlja gozd.

Prispevno območje je bilo določeno na podlagi podatkov LIDAR snemanja, Lidar podatki po listih v projekciji D96TM (1km2) in izdelave DMR. Kjer se je preko funkcij, ki jih omogoča program Qgis določilo vodozbirno območje do obravnavane točke predvidene končne točke ureditve. Prispevno območje do obravnavanega objekta je veliko 3.26 km2. Podatki o povratnih dobah ekstremnih padavin so bili pridobljeni na uradni spletni strani ARSO in izračunani po Gumblovi metodi. Ekstremni pretoki so bili izračunani s pomočjo programa HEC - HMS. Obravnavali smo 1 prispevno območje.



Slika 3: prikaz prispevnega vodozbirnega območja za obravnavano lokacijo

T.3. METODA DOLOČITVE POVRŠINSKEGA ODTOKA S PRISPEVNIH POVRŠIN

Izračun padavinskega odtoka je bil izveden s programom HEC-HMS, po modelu SCS (Soil Conservation Service) mode. Program, ki ga je razvil Hidrološki inženirski center ameriške vojske je v osnovi nemenjem modeliranju padavinskega odtoka s povodij. Program vsebuje tri modele: model povodja, meteorološki model in kontrolni model. Model povodja omogoča izris sheme povodja, meteorološki model omogoča vnos padavinskih podatkov, kontrolni model pa je namenjen vnosu časovnih parametrov.

Algoritem hidrološkega modela je zasnovan v naslednjem zaporedju:

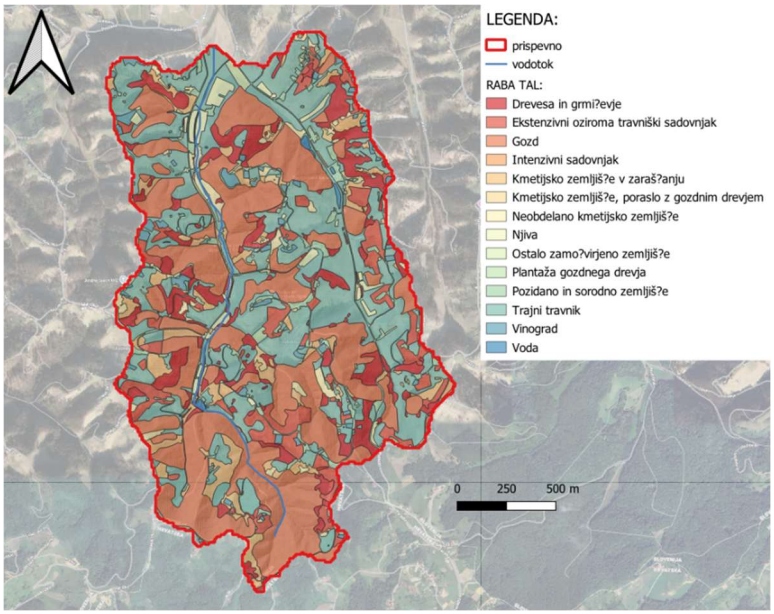
- površinski odtok iz porečja vodotoka Belana - potok (prispevno območje 1),

Hidrogram SCS je parametrična metoda določanja hidrograma enote, ki je bila uporabljena pri izračunu. Metoda temelji na osnovi povprečij, ki so določeni iz merjenih padavin in odtoka. SCS hidrogram enote je brezidmenzijski z enim samim vrhom. Hidrogram izraža pretok kot razmerje do konice hidrograma enote v odvisnosti od razmerja čas in časa pojava konice. Na podlagi izračunanega naraščanja hidrograma in konice hidrograma enote lahko hidrogram enote izpeljemo iz brezdimenzijske oblike.

Čas zakasnitve, ki je glavni parameter SCS hidrograma enote, se lahko oceni z umerjanjem v programu HEC-HMS, za nemerjena podpovodja pa se čas zakasnitve oceni na podlagi časa koncentracije (Tp).

Vhodni podatki ki so bili uporabljeni za izračun Hidrograma odtoka:

1. Velikost prispevnega območja
2. Raba tal kot vhodni podatek za izračun koeficienta CN



Slika 4: prikaz prispevnega vodozbirnega območja za obravnavano lokacijo 1

3. Koeficient CN ki ga ocenimo glede na rabo tal in pedološko karto s pomočjo preglednic podanih v knjigi »Modeliranje površinskega otoka in navodila za program HEC-HMS« (Brilly, Šraj, 2005).

Tabela 1: V spodnji tabeli je prikazan povprečni koeficient CN ki je bil določen za obravnavano prispevno območje 1

ŠIFRANT RABE TAL	RABA TAL	Površine [m^2]	Delež [%]	Koeficient CN [/]
1100	Njiva	62866	1,93%	81
1211	Vinograd	60540	1,86%	62
1221	Intenzivni sadovnjak	2325	0,07%	60
1222	Ekstenzivni oz. travniški sadovnjak	240750	7,39%	61
1300	Trajni travnik	1012610	31,09%	62
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	208221	6,39%	69
1420	Plantaža gozdnega drevja	3604	0,11%	62
1500	Drevesa in grmičevje	340362	10,45%	45
1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče	81379	2,50%	63
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	8832	0,27%	63
2000	Gozd	1039985	31,93%	51
3000	Pozidano in sorodno zemljišče	178864	5,49%	85
4220	Ostalo zamočvirjeno zemljišče	7704	0,24%	50
7000	Voda	9156	0,28%	100
1100	Njiva	62866	1,93%	81
1211	Vinograd	60540	1,86%	62
1221	Intenzivni sadovnjak	2325	0,07%	60
1222	Ekstenzivni oz. travniški sadovnjak	240750	7,39%	61
1300	Trajni travnik	1012610	31,09%	62
	Skupaj [km2]	**3,26**	**100,00%**	**58,82**

4. Začetne izgube [Ia],
5. Maksimalna retenzija porečja [Sr],
6. S naklon porečja [%],
7. Dolžina glavnega toka [km],
8. Čas koncentracije [Tp].
9.

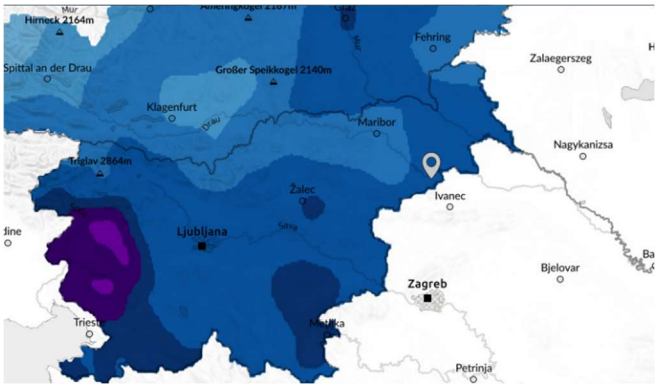
Tabela 2: Glavni parametri za posamezno prispevno območje uporabljeni v programu HEC HMS

Prispevno območje	**karakteristike vodotoka**	**Enota**
Dolžina glavnega vodotoka	2,87	[km]
Površina [km2]	3,2572	[km2]
SKUPINA ZEMLJINE	B	[/]
HIDROLOŠKI POGOJI	SREDNJI	[/]

KOEFICIENT CN	58,82	[/]
Povprečen naklon prispevne površine	45,48	[%]
Začetne izgube [Ia]	35,57	[mm]
Maksimalna retenzija porečja [Sr]	177,83	[mm]
Čas koncentracije [Tp]	**30,31**	[min]

T.3.1. Meteorološki model

Upoštevana količina Ekstremnih padavin za prispevna območja je privzeta po podatkih ARSO – merilne postaje Mestni vrh (Ptuj), ki predstavlja najbližjo točko obravnavanemu območju.



Padavine [mm]

Časovni interval	Povratna doba					
	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	12	14	16	18	19	21
10 min	18	21	26	30	33	38
15 min	21	26	31	36	41	47
20 min	24	29	35	40	46	53
30 min	27	33	40	46	52	61
45 min	31	36	45	51	58	68
60 min	33	39	48	55	62	73
90 min	36	42	51	58	66	78
2 h	38	45	54	62	70	82
3 h	43	50	59	67	76	88
4 h	47	54	64	72	81	93
5 h	51	58	69	77	86	99
6 h	54	62	73	81	90	104
9 h	62	71	82	92	101	116
12 h	68	77	90	100	110	125
15 h	72	82	96	107	118	134
18 h	76	87	101	112	124	140
24 h	82	93	109	120	133	150
48 h	97	110	127	141	154	173
72 h	106	120	138	153	167	187
96 h	113	127	146	161	176	196
120 h	118	133	153	168	183	203

Slika 5: Podatki o ekstremnih padavinah za območje Cirkulane

Padavinski podatki za ekstremne padavine so bili v meteorološki model HEC HMS vneseni s pomočjo Frequency storm (torej hipotetične nevihte). Torej lahko modeliramo padavinski dogodek s količino padavin s 100 – letno povratno dobo trajanja.

T.4. REZULTAT HIDROLOŠKEGA MODELA

Na podlagi vhodnih podatkov je s programom HEC-HMS določen površinski odtok z obravnavanega porečja oz. prispevne površine. Predstavljeni so površinski odtoki, ki so upoštevani v hidravličnem modelu.

T.4.1. Hidrogram odtoka

Hidrogram SCS je parametrična metoda določanja hidrograma enote, ki je bila uporabljena pri izračunu. Metoda temelji na osnovi povprečij, ki so določeni iz merjenih padavin in odtoka. SCS hidrogram enote je brezidmenzijski z enim samim vrhom. Hidrogram izraža pretok kot razmerje do konice hidrograma enote v odvisnosti od razmerja čas in časa pojava konice. Na podlagi izračunanega naraščanja hidrograma in konice hidrograma enote lahko hidrogram enote izpeljemo iz brezdimenzijske oblike. Na podlagi preverbe preteklih poplavnih dogodkov na območju obravnave, pogovorom z lastniki nepremičnin, preteklih že izdelanih študij in geografskih podatkov (LIDAR snemanja) je s programom HEC-HMS določen površinski odtok z obravnavanega povodja oz. prispevne površine. Predstavljeni so površinski odtoki, ki so upoštevani v hidravličnem modelu. Na podlagi vhodnih podatkov je s programom HEC-HMS določen površinski odtok z obravnavanega Dosežen je maksimalen pretok Q100 = 12,9 m^3/s.

Tabela 3: Maksimalen pretok pri poplavnem dogodku s 100 letno povratno dobo

Project: potok Simulation Run: Q100
Subbasin: Prispevno obmocje

Start of Run:	27feb.2026, 00:00	Basin Model:	prispevno
End of Run:	28feb.2026, 00:00	Meteorologic Model:	Q100
Compute Time:	09mar.2026, 07:42:34	Control Specifications:	Q100

Volume Units: (•) MM ( ) 1000 M3

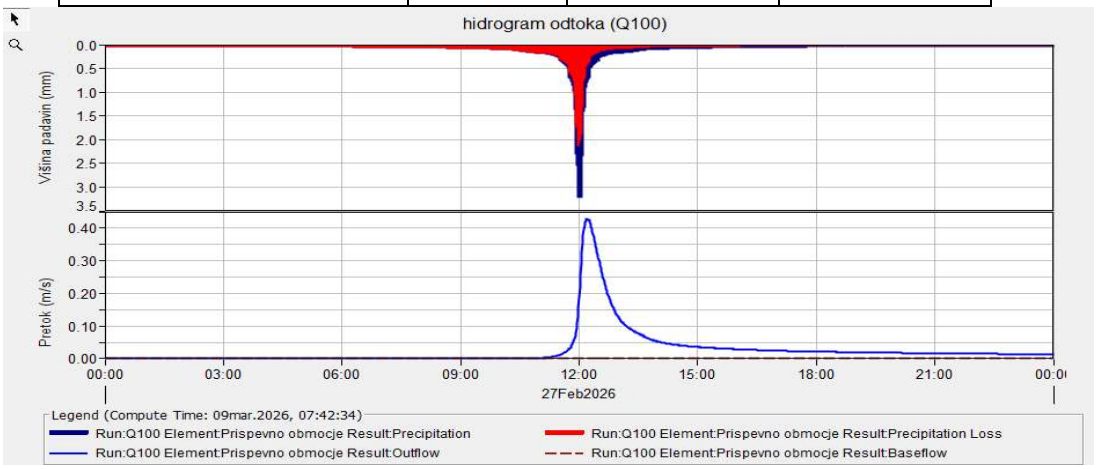
Computed Results

Peak Discharge:	0,4 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	27feb.2026, 12:12
Precipitation Volume:	135,00 (MM)	Direct Runoff Volume:	44,18 (MM)
Loss Volume:	90,51 (MM)	Baseflow Volume:	0,00 (MM)
Excess Volume:	44,49 (MM)	Discharge Volume:	44,18 (MM)

V spodnji tabeli je povzet podatek o karakterističnem pretoku Q100, ki je bil izračunan v računskem delu elaborata.

In sicer: Q500 = Q100 x 1,4

	A (km2)	Q100 (m3/s)	Q500 (m3/s)
Belana	3,26	12,9	18,06



Slika 6: Hidrograf odtoka Q100

T.4.2. Upoštevanje podnebnih sprememb:

Kot osnova za določitev vpliva podnebnih sprememb so prevzete hidrološke predikcije po študiji: »Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. Stoletja«, ARSO, Ljubljana, November 2018. Za porečje so uporabljene predvidene spremembe vpliva podnebnih sprememb za porečje Pesnice, ki je najbližje obstoječemu območju.

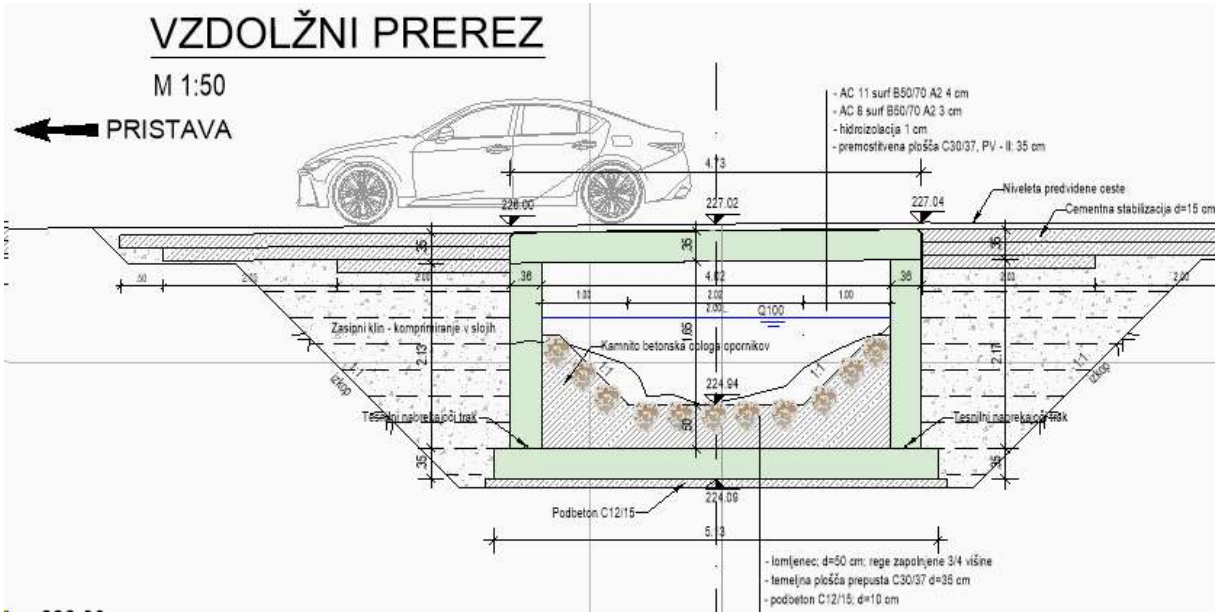
Prirast pretokov predvidenih zaradi podnebnih sprememb smo povzeli po elaboratu [2] Elaborat upoštevanja vpliva podnebnih sprememb, strokovna izhodišča za projektiranje ukrepov v sklopu podnebnega sklada RS, vodotok Pesnica – Gočova, št. Elaborata: 102/21-AS in znaša 12,8%.

Tabela 4: preglednica s prikazom računskih pretokov za vodotok Belana z upoštevanjem podnebnih sprememb

	brez upoštevanja podnebnih sprememb	**z upoštevanjem podnebnih sprememb**
F (km2)	3,26	3,26
Q100 (m3/s)	12,9	14,55
Q500 (m3/s)	18,06	20,37

T.5. PREVERITEV MOSTNE ODPRTINE

Na podlagi geometrije terena ter preračunanih pričakovanih pretokov smo preračunali prevodnost predvidene mostne odprtine.



Slika 7 - prerez prepusta

Prepust je zasnovan kot škatlasta konstrukcija v kateri se izdela kamnito trapezno dno. Dno potoka je usklajeno s širino struge potoka gor ter dolvodno. Širina dna je 2m, svetla višina je 1,65 m.

Pretok je preračun s pomočjno Manningove enačbe prilagojene za trapezno korito. Manningov koeficient je prilagojen izbranim materialom – 0,02. Višina stoletne vode s pretokom 14,5 m^3/s je ocenjena na 1,05 m. Glede na svetlo višino 1,65 m je tako še 0,5m proste varnostne višine.



Slika 8 - preračunan pretok v odprtini

T.6. SKLADNOST REZULATOV Z INTEGRALNO KARTO ATLAS VODA

Na območju obravnave na datum obdelave (marec 2026) v sklopu integralne karte na Atlasu voda(MOP, DSRV) ni objavljena nobena integralna karta na območju vodotoka.

T.7. DOLOČITEV STRIŽNE SILE

Pri dimenzioniranju elementov, ki so pod koto Q100 je potrebno upoštevati silo vleka. Vlečna sila ali potisna sila se izrazi s pomočjo strižnih napetosti, pri čemer upoštevamo, da so nihanja strižne napetosti na dnu zanemarljivo majhna. Strižna napetost ne narašča konstantno z naraščajočo globino, temveč doseže pri 77% globine svojo maksimalno vrednost.

Vlečna oz. potisna sila je bila izračunana po naslednji enačbi:

$$\tau_{max} = 0{,}77 * \rho * g * h_{max} * I$$

Kjer je:

τ_{max}	Maksimalna strižna oz. potisna napetost na brežini
ρ	Gostota vode
G	Zemeljski pospešek
h_{max}	Maksimalna pretočna globina potoka
I	Vzdolžni padec potoka

Povzeto po: MIKOŠ M.: Urejanje vodotokov – skripta: FGG Univerza v Ljubljani, 2000

Računske vrednosti so bile vzete:

$$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$g = 9{,}807 \frac{m^2}{s}$$

$$h_{max} = 1{,}05m$$

$$I = 1{,}5\%$$

$$\tau_{max} = 0{,}77 * 1000 \frac{kg}{m^3} * 9{,}807 \frac{m^2}{s} * 1{,}05m * 1{,}5\% = 118 \frac{N}{m^2}$$

Prijemališče vlečne sile je na 23% višine stoletnih voda, oz. 77% višine merjeno od zgornje kote stoletnih voda.

T.8. OMILITVENI UKREPI

načrtovane ureditve, ki so vodni objekti, po Prilogi 1 Uredbene spadajo na seznam, za katere bi veljale omejitve glede umeščanja v razrede poplavne nevarnosti.

VODOTOK OPIS POSEGA Brestrniški potok Rekonstrukcija mostu CC-SI koda 21410

VODOTOK	OPIS POSEGA	CC-SI koda
Belana	Rekonstrukcija mostu	21410

Po Prilogi 1 spadajo mostovi v kategorijo CC-SI »21410 Mostovi in viadukti«. Glede na to, da ne gre za viadukte ampak mostove, ki se ne nahajajo v poplavnem območju (in posledično ni mogoče opredeliti, v katerem razredu poplavne nevarnosti ležijo), ni mogoče opredeliti pogojev in omejitev po Prilogi 1. Rekonstrukcija mostov je namenjena povečanju pretočnosti (svetle odprtine) glede na obstoječe mostove in kot taka namenjena izključno doseganju ciljev za zmanjševanje poplavne ogroženosti. Izgradnja novega mostu na vodotoku v ničemer ne poslabšuje poplavne ogroženosti.

T.9. ZAKLJUČEK

rezultati hidravlične analize so pokazali, da obstoječi most prevaja pretoke s povratno dobo Q100 s 50cm varnostne višine.

Predvidena je rekonstrukcija prepusta, teme spodnjega dela premostitvenega objekta na koti 226.59 m.n.v. in izvedbo dveh stabilizacijskih pragov širine 0.5m 5m gorvodno in 5m dolvodno od mostne konstrukcije. Hidravlični izračun je pokazal, da v primeru visokih vod s 100 in 500 letno povratno dobo, obstoječi prepust prevaja pričakovane pretoke. Predlagamo da se ob rekonstukciji prepusta izvede prepust enako oziroma večjo svetlo odprtino. Menimo, da glede na stanje v prostoru predvidena svetla odprtina zadošča za prevodnost pričakovanih visokih vod. Saj prevaja tako pričakovan pretoke s 1% verjetnostjo pojava v določenem letu (Q100 + 0.5m varnostne višine), kot tudi pretoke s 0.2% pojava v dololočenem letu (500 – letno povratno dobo).

Hoče, april 2026

Izdelal:

Tomaž MAYER, d.i.g. (UN)