PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI		
naziv gradnje		**SANACIJA USADOV IN PLAZU NA JP 741 341 PEKLAČA - RAKOŠKI VRH - SAKELŠEK**
kratek opis gradnje		**Sanacija usadov in plazu s podpornimi AB sidranimi pilotnimi stenami, obnovo cestišča ter ureditvijo odvodnjavanja**
Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.		
vrste gradnje	☐	**novogradnja - novozgrajen objekt**
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	☐	**novogradnja - prizidava**
	☑	**rekonstrukcija**
	☐	**sprememba namembnosti**
	☐	**odstranitev**
DOKUMENTACIJA		
vrsta dokumentacije		**PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)**
(IZP, DGD, PZI, PID)		
številka projekta		**1028**
	☐	**sprememba dokumentacije**
PODATKI O NAČRTU		
strokovno področje načrta		**1/4 Elaborat vpliva podnebnih sprememb (usadi)**
številka načrta		**1028A Evps**
datum izdelave		**september 2025**
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA		
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		**Mitja BIRSA, univ.dipl.inž.grad.**
identifikacijska številka		**G-0969**
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		
PODATKI O PROJEKTANTU		
projektant (naziv družbe)		**GRADING podjetje za gradbeni inženiring d.o.o.**
naslov		**Obrežna ulica 1, 2000 Maribor**
vodja projekta		**Mitja BIRSA, univ.dipl.inž.grad.**
identifikacijska številka		**G-0969**
podpis vodje projekta		
odgovorna oseba projektanta		**Sebastijan Škrabl**
podpis odgovorne osebe projektanta		

PRILOGA 3

KAZALO VSEBINE PROJEKTA

PZI

po potrebi dodaj vrstice

PID

navesti tiste načrte, ki so dopolnjeni ali izdelani na novo

naziv načrta	številka načrta	naziv načrta	številka načrta
Vodilni načrt	**1028**		
Načrt gradbenih konstrukcij - usadi	**1028A K**		
Načrt gradbenih konstrukcij - plaz	**1028B K**		
Geološko geomehanski načrt - usadi	**1028A Geo**		
Geološko geomehanski načrt - plaz	**1028B Geo**		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb - usadi	**1028A Evps**		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb - usadi	**1028B Evps**		
Geodetski načrt	**511-25**		

po potrebi dodaj vrstice

KAZALO IZKAZOV

PZI

po potrebi dodaj vrstice

naziv izkaza	št. izkaza

po potrebi dodaj vrstice

KAZALO VSEBINE ELABORATA

KAZALO ELABORATA VPLIVA PODNEBNIH SPREMEMB

naziv elaborata		naziv načrta	oznaka
S	**SPLOŠNI DEL**		
	Naslovna stran elaborata		**S.1**
	Kazalo vsebine projekta		**S.3.1**
	Kazalo vsebine elaborata		**S.3.2**
T	**TEHNIČNI DEL**		
	Tehnično poročilo		**T.1.1**
P	**PRILOGE**		
	Situacija odvodnjavanja - prispevne površine		**P.1**
	Hidravlični izračun		**P.2**
	Ocena sprememb nalivov za občino Žetale		**P.3**

po potrebi dodaj vrstice

TEHNIČNO POROČILO

TEHNIČNO POROČILO IN HIDRAVLIČNI RAČUNI

T.1 SPLOŠNO

Po naročilu Občine Žetale smo izdelali projektno dokumentacijo za izvedbo sanacije usadov in plazu na javni poti JP 741 341 Peklače – Rakoški vrh – Sekelšek. Območje plazu (Lokacija A) se nahaja na višinski koti približno 320 do 330m. Širina cestišča na JP 741 271 znaša 3 - 3,5m. Cesta poteka po gričevnatem terenu z nagibom pobočja od 40 do 55% v prečni smeri nad cesto ter se višinsko prilagaja terenu. Vzdolžni nagib ceste na območju plazov znaša od 7,3 do 20%. Na območju obravnavanega projekta se nad cesto nahaja strma vkopna brežina nad javno potjo. Na terenu je vidna porušitev cestnega nasipa in pobočja pod javno potjo, odlomne oz. natezne razpoke na vozišču zaradi preplastitve niso vidne ter menimo, da se porušitev v pobočju višje nad cesto ni aktivirana.

Temeljna tla gradijo meljne gline in preperine miocenske podlage odložene na plasti trdnega peščenjaka. Vzroki poškodb cestišča in premikov pobočja pod njim so skoraj zagotovo obilne dolgotrajne padavine, ki so povzročile povišanje nivojev talne vode v pobočju in cestnem nasipu. Izboljšanje odpornosti pobočja in prometnice na pričakovane povečane neugodne vremenske vplive bo doseženo z zgradnjo oporne pilotne stene dolžine približno 90m in oblogo strme brežine nad cesto z jekleno mrežo vzdolž javne poti ter z ureditvijo odvodnjavanja površinskih in talnih voda v območju prometnice. S PZI načrtom sanacije je predvidena izvedba učinkovitejšega odvodnjavanja površinskih voda z obojestransko asfaltno muldo ob cesti ter zbiranje in odvajanje meteorne vode s sistemom meteorne kanalizacije v odvodni jarek utrjen s kamnom v betonu za zmanjševanje pronicanja površinske vode v pobočje pod lokalno cesto ter zmanjšanje erozijske ogroženosti prometnice in pobočja pod njo. Projekt obravnava tudi izvedbo obnove vozišča na celotnem območju predvidene sanacije.

Na pobočju nad cesto se nahajajo z gozdom obrasle površine do slemena približno 50m nad prometnico. Nagib pobočja nad cesto znaša od 40 do 55% kar ob intenzivnih padavinah povečuje verjetnost pritokov večjih količin površinskih voda iz pobočja nad cesto v območje vozišča ter jih je zato potrebno odvesti z meteorno kanalizacijo in jarkom iz kamna v betonu v obstoječi zemeljski jarek daleč pod cesto. Na območju cestišča javne poti se zbira površinska voda iz asfaltnih površin in pobočja nad cesto z vzdolžnima asfaltnima muldama ter se s cestno kanalizacijo odvaja v zbirne jaške in nato v grapo z zemeljskim jarkom pod javno potjo.

Prispevno območje meteornih in površinskih voda, ki gravitirajo na obravnavano območje sanacije, sega vse do slemena na vrhu vzpetine, ki se nahaja približno 50m nad javno potjo. Vplivno območje meteorne vode je shematsko prikazano na prilogi P.1 pričujočega poročila.

T.2 PREVODNOST CESTNE KANALIZACIJE, JARKA IZ KAMNA V BETONU IN ASFALTNE MULDE

T.2.1 VHODNI PODATKI

T.2.1.1 Izbira obdobja izračuna

Pri izračunu meteornega odvodnjavanja smo na podlagi priporočil in dosedanjih izkušenj upoštevali pričakovane oz. ocenjene ekstremne padavine v letih 2025 in 2050.

V hidravličnem izračunu prevodnosti meteorne kanalizacije so upoštevane količine površinske vode v vplivnem območju ceste in pobočja nad njo, ki gravitirajo na območje vozišča z asfaltnima muldama ob levi in desni strani JP. **Prevodnost posameznih elementov meteorne kanalizacije**

je preverjena za 15 minutni naliv s 100 letno povratno dobo ob upoštevanju pričakovanih neugodnih vplivov klimatskih sprememb po scenariju RCP4.5 v letu 2050.

T.2.1.2 Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za obravnavano območje

Oceno sprememb nalivov na območju občine Žetale je v januarju 2024 pripravil Urad za meteorologijo, hidrografijo in oceanografijo, Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) in je priloga pričujočega poročila.

Podatki so pripravljeni za zmerno optimističen scenarij RCP4.5, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov. Ocena trenutnega stanja povratnih nivojev je posodobljena, obstaja večji nabor meteoroloških postaj in daljši nizi meritev. Uporabljena je najnovejša metoda za izračun povratnih nivojev, vrednosti so interpolirane v pravilni mreži, tako da se lahko oceni pričakovane vrednosti na izbrani mikrolokaciji.

Iz literature in podatkov merilnih postaj je pričakovana rast 15-minutnih do nekajurnih ekstremnih padavin s stopnjo do 7%, obstaja pa velika verjetnost, da je ta stopnja dvakrat večja, torej 14% na vsako stopinjo ogrevanja ozračja.

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju plazu v občini Žetale za scenarij RCP4,5 znaša okrog 0,20ºC/desetletje, s 95 odstotnim intervalom zaupanja med 0,14 in 0,33ºC/desetletje. Pričakovano naraščanje ekstremnih padavin je od 0,98%/desetletje (po stopnji 7%/ºC), oziroma 4,62%/desetletje (po stopnji 14%/ºC), oziroma za 4,90% in 23,10% v prihodnjih 50 letih.

Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največje intenzitete 5, 10 in 15 minutnih nalivov s povratno dobo 100 let so prikazane v preglednici 2 (ARSO Ocena sprememb nalivov na območju naselja Žetale). Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto pričakovano intenziteto padavin, ki bo lahko v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

T.2.2 PRISPEVNA POVRŠINA

Pri hidravličnem izračunu (racionalna metoda) je upoštevana površinska meteorna voda, ki ob projektnem kratkotrajnem nalivu priteče v odvodno kanalizacijo iz zaledja lokalne ceste in cestišča.

$Q = q_{rač} \times \Sigma(\phi_i \times A_i \times \Psi_i)$

Q = pretok oz. velikost odtoka (l/s), $q_{rač}$ = jakost računskega naliva (l/s/ha), ϕ_i = odtočni koeficient ter

A_i = prispevna površina (ha) in Ψ_i = koeficient zakasnitve

V tabeli spodaj so navedeni pričakovani odtočni koeficienti in v tabeli na naslednji strani poročila hitrosti odtekanja vode glede na nagib pobočja in vrsto zemljišča. V izračunu velikosti odtoka so upoštevani odtočni koeficienti iz spodnje tabele, na osnovi hitrosti odtoka vode po pobočju so za kritično stanje hkrati privzeti vsi koeficienti zakasnitve Ψ_i=1.

Odtočni koeficienti ϕ_i:

TEREN	Nagib terena (%)				
	1-5%	5-10%	10-30%	30-40%	40-50%
Travnik-pašnik	0,3	0,35	0,4	0,4-0,6	0,6-0,8
Vozišče, asfalt	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Dvorišče	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7
Njiva, vrt	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Gozd	0-0,2	0-0,2	0,1-0,3	0,2-0,4	0,3-0,6
Strehe objektov	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

V hidravličnih izračunih je upoštevan odtočni koeficient ϕ_1=0,6 za z gozdom obraslo pobočje v nagibu 45 do 55% nad JP ter ϕ_2=0,90 za cestišče JP. Za 15 minutni naliv s 100 letno povratno dobo je

za obravnavano lokacijo upoštevana jakost računskega naliva $q_{rač}$ = 533l/s/ha, skladno s priporočili ARSO 2024.

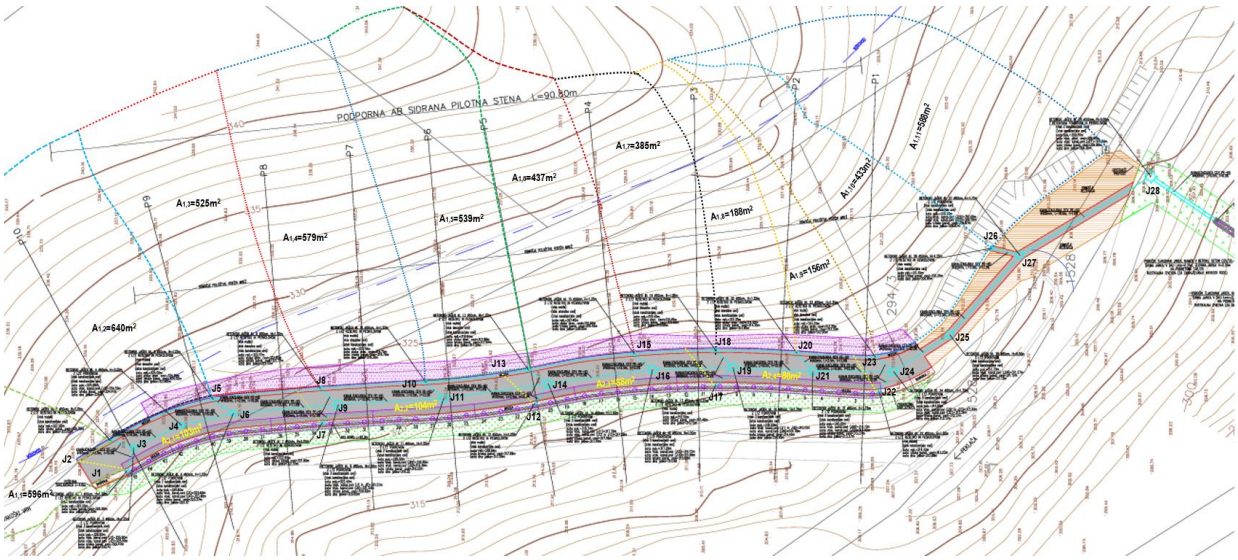
Hitrost odtoka vode na terenu (v, m/s):

TEREN	Nagib terena (%)						
	0-4%	4-8%	8-12%	12-15%	15-20%	20-25%	25-30%
Naselje	0,3	0,6	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5
Travnik	0,45	0,9	1,2	1,35	1,5	1,65	1,8
Njiva	0,6	1,2	1,3	1,5	1,65	1,8	1,95
Jarek	0,3	0,9	1,5	2,4			
Tlak. jarek	1,5	3,6	4,65	5,4			

V obravnavanem primeru na območje sanacije plazu ob kritičnem nalivu doteka meteorna voda iz območja pašniških površin nad območjem sanacije in vozišča javne poti (shema prispevnih površin je prikazana na prilogi P.1).

T.2.3 HIDRAVLIČNI RAČUNI IN DOKAZI PREVODNOSTI

Pri hidravličnih izračunih z izvedbo dokazov zadostne prevodnosti posameznih elementov odvodnjavanja je upoštevan projektni 15 minutni kratkotrajni naliv s 100 letno povratno dobo. **Projektni izračuni so izvedeni za leto 2025 ter za leto 2050 z upoštevanjem pričakovanih klimatskih razmer, ki v obravnavanem primeru pomenijo približno 23% povečanje količin oz. intenzitete padavin v primerjavi s pričakovanji za leto 2025.** V izračunih je upoštevana dodatna zahteva, da ob kritičnem projektnem nalivu polnitev sistema ne presega 85% mejne vrednosti. Sistem meteornega odvodnjavanja je shematsko prikazan na sliki 1.



Slika 1: Shema sanacije plazu, obnove vozišča in odvodnjavanja površinske vode

POBOČNI JAREK: B/H=45/35cm: odvodna cev PEHD400-zemeljski jarek

Pričakovani dotok $Q_{100,2025}$=0,146m³/s, $Q_{100,2050}$=0,179m³/s. Za odvodni jarek izdelan iz zelo grobega kamna v betonu je ob predpostavki hidravlično dolgega jarka prevodnost v letu 2050 izkoriščena 29% ter hitrost toka v=3,26m/s. Izračunana hitrost toka vode s prosto površino za jarek neskončne dolžine sicer presega dopustno hitrost toka v jarku, ki je zaradi trajnosti sistema pri krajših povratnih dobah omejena na $v_{dop.}$=3m/s (pri kratkih ceveh in dolgih povratnih dobah so do 20% prekoračitve sprejemljive). Rezultate izračunov prevodnosti na modelu hidravlično dolgega in kratkega odvodnega jarka prikazuje priloga P.2.1, ki je sestavni del pričujočega poročila. Hitrost toka vode za jarek dejanske dolžine do prve kaskade v letu 2050 tudi ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb po scenariju RCP4.5 ne bo presegala vrednosti v=3,25m/s.

ODVODNA METEORNA KANALIZACIJA: jašek J28-jarek utrjen s kamnom v betonu

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,146m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,179m^3/s. Za cevi PEHD400, i=6% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 48% ter hitrost toka v=3,94m/s. Rezultate hidravličnih izračunov prevodnosti na modelu hidravlično dolgih kanalizacijskih cevi prikazuje priloga P.2.2, ki je sestavni del pričujočega poročila.

Kanalizacijska cev med kaskadnim jaškom J28 in izpustom v jarek iz kamna v betonu je s hidravličnega vidika kratka in zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi ob izpustu znaša L=8m. V cevi PEHD400 bo nastal tok vode s prosto gladino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,179m^3/s se bo voda v kaskadnem jašku J28 dvignila na višino H_0=0,61m nad koto iztoka, hitrost toka vode v jarek obložen s kamnom v betonu bo znašala v=3,14m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku v jarek: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p$=0,60 < $\eta_{dop.}$=0,85.

Rezultati hidravličnih izračunov prevodnosti na modelu kanalizacijske cevi dejanske dolžine L=9m so prikazani na prilogi P.2.2.

ODVODNA CESTNA KANALIZACIJA: J27-J28

Pričakovani največji dotoki $Q_{100,2025}$=0,131m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,161m^3/s. Za cevi PEHD400, i=7% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 40% ter hitrost toka v=4,04m/s.

Kanalizacijska cev med kaskadnima jaškoma J27 in J28 je s hidravličnega vidika kratka in zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša približno L=18,0m. V cevi PEHD400 bo nastal tok vode s prosto gladino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,161m^3/s se bo voda v kaskadnem jašku J27 dvignila na višino H_0=0,53m nad koto iztoka, hitrost toka vode v jašek J28 bo znašala v=3,61m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Pri projektnem pretoku $Q_d=Q_{100,2050}/0,85$=0,189m^3/s se nivo vode v jašku J27 dvigne na višino H_0=0,65m nad koto iztoka ter še vedno omogoča dotoke v jašek po ceveh z nepotopljenim iztokom. Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.3.

ODVODNA CESTNA KANALIZACIJA: J24-J25-J27

Pričakovani največji dotoki $Q_{100,2025}$=0,120m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,147m^3/s. Za cevi PEHD400, i=12,8% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 27% ter hitrost toka v=4,93m/s.

Kanalizacijska cev med kaskadnima jaškoma J27 in J28 je s hidravličnega vidika kratka in zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša približno L=19,50m. V cevi PEHD400 bo nastal tok vode s prosto gladino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,120m^3/s se bo voda v kaskadnem jašku J24 dvignila na višino H_0=0,44m nad koto iztoka, hitrost toka vode v jašek J27 bo znašala v=4,71m/s < $v_{dop.}$=5m/s. Polnitev cevi na iztoku v J27: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p$=0,33 < $\eta_{dop.}$=0,85.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.4.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J21-J24

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,113m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,139m^3/s. Za cevi PEHD315, i=10% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 52% ter hitrost toka v=4,59m/s.

Kanalizacijska cev med zbirnima jaškoma J21 in J24 je s hidravličnega vidika kratka in zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša približno L=9,0m. V cevi PEHD315 bo nastal tok vode s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom v urejeno dno kaskadnega jaška J24 z iztočno cevjo cevjo PEHD400, prerezano na 2/3 višine..

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,139m^3/s bo meteorna voda v zbirnem jašku J21 z urejenim dnom v cev dotekala s hitrostjo v_0=4,00m/s, hitrost iztoka vode v jašek J24 bo znašala v=4,44m/s < $v_{dop.}$=5m/s. Polnitev cevi na iztoku v jašek J24 znaša: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p$=0,54 < $\eta_{dop.}$=0,85.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.5.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J19-J21

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,108m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,133m^3/s. Za cevi PEHD315, i=10% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 54% ter hitrost toka v=4,44m/s.

Kanalizacijska cev med zbirnima jaškoma J19 in J21 je s hidravličnega vidika kratka in zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša približno L=9,0m. V cevi PEHD315 bo nastal tok vode s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom v urejeno dno kaskadnega jaška J21 z iztočno cevjo cevjo PEHD315, prerezano na 2/3 višine..

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,133m^3/s bo meteorna voda v zbirnem jašku J19 z urejenim dnom v cev dotekala s hitrostjo v_0=3,44m/s, hitrost iztoka vode v jašek J21 bo znašala v=4,18m/s < $v_{dop.}$=5m/s. Polnitev cevi na iztoku v jašek J21 znaša: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p$=0,55 < $\eta_{dop.}$=0,85.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.6.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J16-J19

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,094m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,116m^3/s. Za cevi PEHD315, i=10% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 46% ter hitrost toka v=4,27m/s.

Kanalizacijska cev med zbirnima jaškoma J16 in J19 je s hidravličnega vidika kratka, dolžina cevi znaša približno L=9,0m. V cevi PEHD315 bo nastal tok vode s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom v urejeno dno jaška J19 z iztočno cevjo PEHD315, prerezano na 2/3 višine..

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,116m^3/s bo meteorna voda v zbirnem jašku J16 z urejenim dnom v cev dotekala s hitrostjo v_0=3,17m/s, hitrost iztoka vode v jašek J19 bo znašala v=3,94m/s < $v_{dop.}$=5m/s. Polnitev cevi na iztoku v jašek J19 znaša: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p$=0,50 < $\eta_{dop.}$=0,85.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.7.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J14-J16

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,083m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,102m^3/s. Za cevi PEHD315, i=11% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 38% ter hitrost toka v=4,27m/s.

Kanalizacijska cev med kaskadnim jaškom J14 in zbirnim jaškom J16 je s hidravličnega vidika kratka in zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša približno L=12,0m. V cevi PEHD315 bo nastal tok vode s prosto gladino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,102m^3/s se bo voda v kaskadnem jašku J13 dvignila na višino H_0=0,48m nad koto iztoka, hitrost toka vode v jašek J16 bo znašala v=3,60m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Pri projektnem pretoku $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,120m^3/s$ se nivo vode v jašku J14 dvigne na višino $H_0=0,62m$ nad koto iztoka ter še vedno omogoča dotoke v jašek po ceveh z nepotopljenim iztokom. Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.8.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J11-J14

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,065m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,080m^3/s$. Za cevi PEHD250, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 52% ter hitrost toka v=4,17m/s.

Kanalizacijska cev med kaskadnima jaškoma J11 in J14 je s hidravličnega vidika kratka, dolžina cevi znaša približno L=12,0m. V cevi PEH250 bo nastal tok vode s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}=0,080m^3/s$ bo meteorna voda v kaskadnem jašku J10 z urejenim dnom v cev dotekala s hitrostjo $v_0=2,76m/s$, hitrost iztoka vode v jašek J14 bo znašala $v=3,95m/s < v_{dop.}=5m/s$. Polnitev cevi na iztoku v jašek J13 znaša: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,55 < \eta_{dop.}=0,85$.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.9.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J9-J11

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,050m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,061m^3/s$. Za cevi PEHD250, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 40% ter hitrost toka v=3,95m/s.

Kanalizacijska cev med kaskadnima jaškoma J9 in J11 je s hidravličnega vidika kratka, dolžina cevi znaša približno L=12,0m. V cevi PEH250 bo nastal tok vode s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}=0,061m^3/s$ bo meteorna voda v kaskadnem jašku J9 z urejenim dnom v cev dotekala s hitrostjo $v_0=2,39m/s$, hitrost iztoka vode v jašek J11 bo znašala $v=3,62m/s < v_{dop.}=5m/s$. Polnitev cevi na iztoku v jašek J13 znaša: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,45 < \eta_{dop.}=0,85$.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.10.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J6-J9

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,032m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,040m^3/s$. Za cevi PEHD200, i=17% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 38% ter hitrost toka v=4,01m/s.

Kanalizacijska cev med zbirnim jaškom J6 in jaškom J9 je s hidravličnega vidika kratka in zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša približno L=11,8m. V cevi PEH200 bo nastal tok vode s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}=0,040m^3/s$ bo meteorna voda v kaskadnem jašku J6 z urejenim dnom v cev dotekala s hitrostjo $v_0=1,35m/s$, hitrost iztoka vode v jašek J9 bo znašala $v=3,65m/s < v_{dop.}=5m/s$. Polnitev cevi na iztoku v jašek J13 znaša: $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,45 < \eta_{dop.}=0,85$.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.11.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA: J3-J4-J6

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,015m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,019m^3/s$. Za cevi PEHD200, i=16% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 19% ter hitrost toka v=3,23m/s.

Kanalizacijska cev med kaskadnim jaškom J3, slepim jaškom J4 in zbirnim jaškom J6 je s hidravličnega vidika kratka, dolžina cevi znaša približno L=12,0m. V cevi PEHD200 bo nastal tok vode s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Za pretok $Q_{100,2050}$=0,019m^3/s se bo voda v kaskadnem jašku J3 dvignila na višino H_0=0,18m nad koto iztoka, hitrost toka vode v jašek J6 bo znašala v=2,85m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Rezultati hidravličnih izračunov so prikazani prilogi P.2.12.

T.3 ZAKLJUČEK

Za povečanje odpornosti prometne infrastrukture na neugodne vplive klimatskih sprememb je na plazovitem območju JP 741 341, Peklače – Rakoški vrh – Sakelšek s projektom sanacije predvidena izvedba sanacije plazu na cesti in pod cesto z oporno sidrano pilotno steno ter z ureditvijo sistema meteornega odvodnjavanja s kanalizacijskim sistemom za zbiranje in odvajanje meteorne vode v odvodni jarek pod JP. Za kontrolirano zbiranje meteorne vode je predvideno zbirno kanalizacijsko omrežje in odvodni jarek iz kamna v betonu s kaskadami na strmem pobočju za zmanjševanje hitrosti toka.

Preverjena je prevodnost meteorne kanalizacije z asfaltnimi muldami, cestnimi požiralniki in sistemom meteorne kanalizacije za odvajanje meteorne vode izven območja plazenja. Pri hidravlični presoji prevodnosti kanalizacijskih cevi in jarka so prispevne površine korigirane z upoštevanjem povprečnih odtočnih koeficientov in z upoštevanjem hitrosti odtekanja vode po terenu. Zaradi majhnega vplivnega območja so pri hidravličnih izračunih upoštevani vsi koeficienti zakasnitve Ψ_i=1,0.

Za določitev trenda naraščanja ekstremnih kratkotrajnih padavin je bila pri ARSO izdelana »*Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za naselje Žetale«,* rezultati so upoštevani pri hidravličnem dimenzioniranju elementov meteorne kanalizacije in asfaltnih muld. Izračun prevodnosti je preverjen za leti 2025 in 2050 za 15 minutni naliv ob T=100 letni povratni dobi, delež računsko izkoriščene prevodnosti ne presega 85% prevodnosti, ki so značilne za povsem zapolnjene kanalizacijske cevi, mulde in odvodni jarek iz kamna v betonu. Hitrosti vodnega toka so v pričakovanih mejah tako, da cevi in jaški v projektni življenski dobi projekta sanacije zaradi toka vode ne bodo utrpeli večjih poškodb.

Na betonskem jaških je potrebno zaradi pričakovanih sprememb režimov toka vode vgraditi sicer običajne standardne LTŽ pokrove z manjšimi odprtinami oz. razbremenilniki za preprečevanje morebitnega dviga pokrovov pri pričakovanih spremembah režimov toka vode v ceveh.

Izkope in vgraditev meteornih kanalizacijskih cevi pod strmim pobočjem nad cesto je potrebno izvesti po odsekih (kampadah) dolžine po 6m (dolžina standardne PEHD cevi), ker bi ob morebitnem frontalnem izkopu na celotni dolžini lahko nastala porušitev strme brežine nad JP.

Razporeditev in izračuni količin meteorne vode, ki pritekajo v posamezne jaške so ocenjene in so na varni strani, zato ima predloženi sistem odvodnje še nekaj dodatnih rezerv. V izračunu pričakovanih odtokov so upoštevani pričakovani odtočni koeficienti za posamezne vrste tal in pobočja. Tudi zato ocenjujemo, da se v bodoče meteorna voda zagotovo ne bo več prelivala po vozišču JP ter zatekala v pobočje pod njo.

Prevodnost meteorne kanalizacije je z upoštevanjem 15 minutnega naliva s T=100letno povratno dobo računsko dokazana za pričakovane intenzitete kratkotrajnih nalivov v letu 2050 z upoštevanjem pričakovanih vplivov klimatskih sprememb po scenariju RCP4.5, ki kaže na možno oz. pričakovano povečanja intenzitete padavin od $q_{rač.}$=433l/sha v letu 2025 na $q_{rač.}$=533l/sha v letu 2050.

Predvideni sistem meteorne kanalizacije bo lahko služil svojemu namenu le v kolikor bo zagotovljeno ustrezno redno vzdrževanje vseh elementov odvodnjavanja. Po naši oceni je nujno potrebno v jesenskem obdobju po odpadanju listja, pred spomladanskim neurji in po vsakem izrednem dogodku izvesti preglede vseh elementov odvodnjavanja, čiščenje vtokov v jaške, odstranjevanje listja ter čiščenje muld in peskolovov na projektu. Program izvedbe nujnih

vsakoletnih aktivnosti oz. rednega vzdrževanja sistema meteornega odvodnjavanja mora biti sestavnih del PID projektne dokumentacije, ki jo bo pripravil projektant po izvedeni gradnji.

Maribor, September 2025

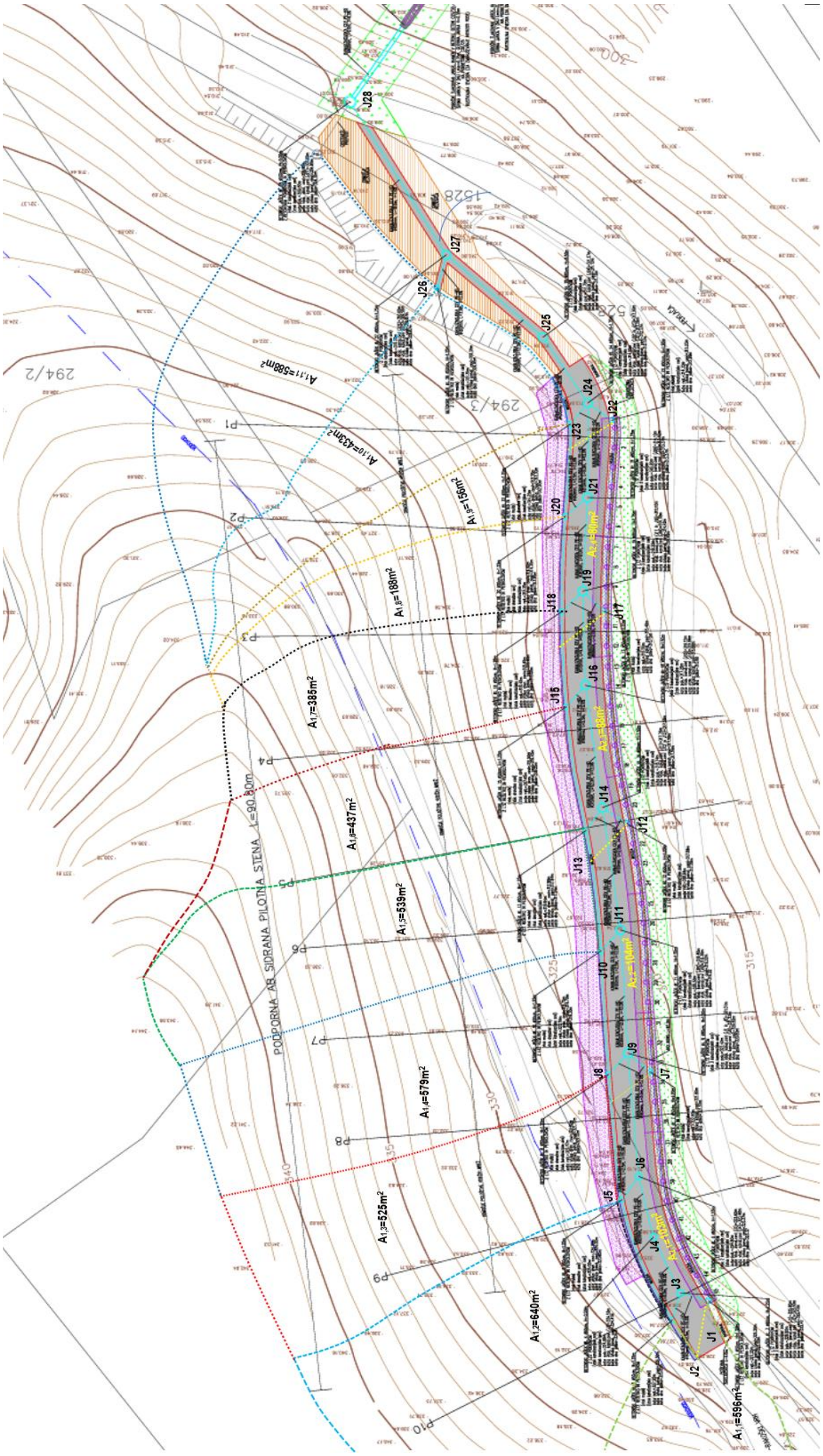
Pooblaščeni inženir:
Mitja Birsa, univ.dipl.inž.grad.



SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE PORŠINE

SANACIJA PLAZU na JP 741341, Peklače-Rakoški vrh-Sakelšek, KOČICE (Lokacija A)

P.1 VPLIVNO OBMOČJE METEORNE VODE - PRISPEVNE POVRŠINE IN SHEMA ODVODNJAVANJA



HIDRAVLIČNI IZRAČUN

P.2 PREVODNOST JARKA IN METEORNE KANALIZACIJE

METEORNA KANALIZACIJA PEHD DN160, 200, 250, 315 in 400mm ter jarek iz lomljenega kamna B/H=45/35cm

Dinamična viskoznost: $\eta=1{,}038\times10^{-6}$m^2/s, T=10°C.

Absolutna hrapavost: $\varepsilon=1{,}0$mm za vse tipe PEHD cevi.

Maning-ov koeficient: n=0,011 za PEHD cevi, n=0,014 za asfaltne mulde in n=0,035 za jarek iz lomljenega kamna.

Prispevne površine: **Količniki odtokov (ϕ_i):**

Vrste zemljišč: Nagib terena (%)

Zemljišče	**1-5%**	**5-10%**	**10-30%**	**30-40%**	**40-50%**		
Gozd	0-0,2	0-0,2	0,1-0,3	0,2-0,4	**0,3-0,6**	(nagib 40 do 55%)	**0,6**
Tavnik-pašnik	0,3	0,35	0,4	0,4-0,6	**0,6-0,8**		
Njiva-vrt	0,5	0,6	**0,7**	0,8	0,9		
Cesta s prodno utrditvijo							
Cesta z asfaltno utrditvijo	0,9	**0,9**	0,9	0,9	**0,9**	(nagib 10-20%)	**0,9**
Dvorišča ob kmetijah	0,35	0,4	0,5	**0,6**	0,7		
Objekti - strehe	0,95	0,95	0,95	0,95	**0,95**		

Padavinski dogodki ARSO 2023, povratna doba 100 let

T	P_{danes}		P_{2050}(RCP4.5)	
minuta	mm	l/(s/ha)	mm	l/(s/ha)
5	19	633	23	767
10	32	533	39	650
15	39	**433**	48	**533**

Koeficient zakasnitve: Ψ=1,0

$$Q=q_{rač.}\times(A_i\times\phi_i\times\psi_i)$$

Pri nalivu T=15minut se lahko vzpostavi stacionarno stanje.

P2.1 PREVODNOST JARKA IZ KAMNA V BETONU, B/B$_0$/H=45/35/35cm

METORNA KANALIZACIJA	Površina	**A**	**ϕ_i**	**Q_{100}**	**B/H**	i	n	**Q_p**	**Q/Q_p**	h/H	Ocena
		ha		**l/s**	**cm**			(l/s)			
POBOČNI JAREK (2025)	Gozd nad LP:										
	$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**								
	$A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}+A_{1,10}+A_{1,11}$	0,172	**0,60**	**146**	**45/35**	0,35	0,035	**615**	**0,237**	0,367	v=3,08m/s ($v_{dop.}$=3,0m/s)
	Cesta:										
	$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,038	**0,90**								
POBOČNI JAREK (2050)	Gozd nad LP:										
	$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**								
	$A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}+A_{1,10}+A_{1,11}$	0,172	**0,60**	**179**	**45/35**	0,35	0,035	**615**	**0,291**	0,422	Kritično v=3,26m/s ($v_{dop.}$=3,0m/s)
	Cesta:										
	$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,038	**0,90**								
	$\Sigma A_{i,j}$=	0,541									

V jarek obdelan s kamnom v betonu dolžine L=8,5m do prve kaskade, višinsko razliko ΔH=3m pri dotoku Q_{2025}=179l/s priteka voda iz jaška J28 po PEDH cevi ϕ400mm z začetno hitrostjo 3,14m/s. Hitrost vode na prvi kaskadi v jarku z upoštevanjem trenjskega koeficienta n=0,35 določimo:

$v=((v_0^2+L\times i\times2\times g)/(1+\xi_2))^{1/2}=((3{,}14^2+3\times2\times9{,}81)/(1+5{,}516))^{1/2}=3{,}25$m/s

Kjer v_0 označuje začetno hitrost vode na vtoku in ξ_2 vsoto trenjskih izgub vzdolž jarka.

Pri pretoku vode ob ekstremnem padavinskem dogodku s 100 letno povratno dobo so dopustne prekoračitve dovoljenih hitrosti do 20%.

Potrebna je izvedba rustikalne obdelave notranjosti jarka s kosi lomljenca za povečanje trenjskega upora toku vode na vrednost n=0,35, ki je značilen za suho zloženi kamniti kanal.

v=3,25m/s < $v_{dop.}$=3,0×1,2=3,6m/s

P2.2 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ28-JAREK IZ KAMNA V BETONU, PEHD ϕ400mm, L=9,0m

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
BJ28-JAREK (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$ $A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}+A_{1,10}+A_{1,11}$ Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,332 0,172 0,038	**0,60** **0,60** **0,90**	**146**	**347**	0,06	1,0	**375**	**0,388**	0,431	Ustreza v=3,72m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
BJ28-JAREK (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$ $A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}+A_{1,10}+A_{1,11}$ Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,332 0,172 0,038	**0,60** **0,60** **0,90**	**179**	**347**	0,06	1,0	**375**	**0,478**	0,486	Ustreza v=3,96m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Cev dolžine L=9,0m+1,0m (sega 1m v dno jaška BJ28 ter se v notranjosti jaška odreže na 2/3 višine) je s hidravličnega vidika kratka. V cevi bo nastal tok s prosto gladino in potopljenim vtokom. Potrebno višino vode v jašku J28 za karakteristični pretok Q_{2050} ob upoštevanju pričakovanih klimatskih sprememb določimo:

$H_0=(Q/(A_c\times\mu_0)^{1/2}/(2\times g)+(0,701-2\times i)\times Di=(0,179/(0,0946\times 0,667))^{1/2}/(2\times 9,81)+(0,701-2\times 0,06)\times 0,347=0,61m$

Kjer H_0 označuje višino vode nad iztokom iz jaška BJ28, A_c=0,0946m^2 prerez cevi, μ_0 koeficient kontrakcije na vtoku v cev, g gravitacijski pospešek, i hidravlični padec in Di=0,347m notranji premer cevi.

Hitrost vode na iztoku v jarek iz kamna v betonu določimo:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times 2\times g)/(1+\xi_2))^{1/2}=1,05\times((1,89^2+9\times 0,06\times 2\times 9,81)/(1+0,585))^{1/2}=3,14m/s$

Kjer η_v označuje razmerje med hitrostmi polne in delno zapolnjene cevi, L_h horizontalno razdaljo med vtokom in iztokom iz cevi in ξ_2 koeficient trenjske odpornosti vzdolž PEHD cevi.

Hitrost vode na iztoku v jarek v=3,14m/s < $v_{dop.}$=5m/s. Polnitev cevi na iztoku $h_p=Q_{2050}/Q_p$=0,60

P2.3 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ27-BJ28, PEHD ϕ400mm, L=18,0m, i=7%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
BJ27-BJ28 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$ $A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}+A_{1,10}$ Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,332 0,116 0,038	**0,60** **0,60** **0,90**	**131**	**347**	0,07	1,0	**405**	**0,324**	0,391	Ustreza v=3,87m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
BJ27-BJ28 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$ $A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}+A_{1,10}$ Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,332 0,116 0,038	**0,60** **0,60** **0,90**	**161**	**347**	0,07	1,0	**405**	**0,398**	0,438	Ustreza v=4,04m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Cev dolžine L=18,0m med vtokom in iztokom iz cevi je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo nastal tok s prosto gladino in potopljenim vtokom.

Potrebno višino vode v jašku J27 določimo:

$H_0=(Q/(A_c\times\mu_0)^2/(2\times g)+(0,701-2\times i)\times Di=(0,161/(0,0946\times 0,667)^2/(2\times 9,81)+(0,701-2\times 0,07)\times 0,347=0,526m$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ28 določimo:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times 2\times g)/(1+\xi_2))^{1/2}=1,04\times((1,70^2+18,0\times 0,07\times 2\times 9,81)/(1+1,117))^{1/2}=3,61m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ28: v=3,61m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Pri 85% polnitvi sistema meteorne odvodnje projektni pretok določimo $Q_d=Q_{2050}/0,85=161/0,85=189l/s$. Projektno gladino vode nad koto iztoka v BJ28 določimo:

$H_{0,d}=(0,189/(0,0946\times 0,667)^2/(2\times 9,81)+(0,701-2\times 0,07)\times 0,347=0,65m$

P.2.4 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ24-BJ25-BJ27, PEHD ϕ400mm, L=7,5+12,0m, i=12 in 13% (12,8%)

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
BJ24-BJ25-BJ27 (2025)	Gozd nad LP:			**120**	**347**	0,128	1,0	**540**	**0,222**	0,321	Ustreza v=4,70m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**								
	$A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}$	0,073	**0,60**								
	Cesta:										
	$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,038	**0,90**								
BJ24-BJ25-BJ27 (2050)	Gozd nad LP:			**147**	**347**	0,128	1,0	**540**	**0,273**	0,363	Ustreza v=4,93m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**								
	$A_{1,7}+A_{1,8}+A_{1,9}$	0,073	**0,60**								
	Cesta:										
	$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}+A_{2,4}$	0,038	**0,90**								

Hidravlične značilnosti cevi PEHD400, dolžine L=7,5+12.0m preverimo še po zakonitostih toka v hidravlično kratkih ceveh. V ceveh bo nastal tok meteorne vode s prosto gladino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Gladina vode nad koto vtoka znaša: $H_0=(0,147/(0,0946\times0,667))^{1/2}/(2\times9,81)+(0,701-2\times0,12)\times0,347=0,44m$

Hitrost toka vode ob vtoku v cev v jašku BJ24 določimo: $v_0=0,147/0,0946=1,55m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ25: $v=0,865\times((1,55^2+7,5\times0,12\times2\times9,81)/(1+0,465))^{1/2}=3,55m/s$

Hitrost vode na vtoku v jašek BJ27:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times2\times g)/(1+\xi_2))^{1/2}=0,93\times((3,55^2+12,0\times0,13\times2\times9,81)/(1+0,744))^{1/2}=4,71m/s$

Hitrost vode na iztoku v kaskadni jašek BJ27 ob dotoku Q_{2050}=147l/s znaša: v=4,71m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,33$.

P2.5 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ21-BJ24, PEHD ϕ310, L=9,0m, i=10%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
BJ21-BJ24 (2025)	Gozd nad LP:			**113**	**272**	0,10	1,0	**267**	**0,422**	0,453	Ustreza v=4,36m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**								
	$A_{1,7}+A_{1,8}$	0,057	**0,60**								
	Cesta:										
	$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,030	**0,90**								
BJ21-BJ24 (2050)	Gozd nad LP:			**139**	**272**	0,10	1,0	**267**	**0,519**	0,511	Ustreza v=4,59m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**								
	$A_{1,7}+A_{1,8}$	0,057	**0,60**								
	Cesta:										
	$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,030	**0,90**								

Cev dolžine L=9,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo zaradi ureditve dna jaška nastal tok s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Hitrost toka vode ob vtoku v cev, ki se zmanjša zaradi dotoka iz jaška BJ23, določimo: $v_0=4,18\times133/139=4,00m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ24 znaša:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times2\times g)/(1+\xi_2))^{1/2}=1,02\times((4,00^2+8,7\times0,10\times2\times9,81)/(1+0,747))^{1/2}=4,44m/s$

Kjer ξ_3 pomeni količnik lokalnih izgub na iztoku iz cevi zaradi zmanjšanja hitrosti toka vode v jašku BJ17.

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ24 znaša: v=4,44m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,54$

P2.6 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ19-BJ21, PEHD ϕ310, L=9,0m, i=10%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		**l/s**	**mm**		mm	(l/s)			
BJ19-BJ21 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**	**108**	**272**	0,10	1,0	**254**	**0,424**	0,454	Ustreza v=4,16m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	$A_{1,7}$	0,039	**0,60**								
	Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,030	**0,90**								
BJ19-BJ21 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**	**133**	**272**	0,10	1,0	**254**	**0,522**	0,513	Ustreza v=4,38m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	$A_{1,7}$	0,039	**0,60**								
	Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,030	**0,90**								

Cev dolžine L=9,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo zaradi ureditve dna jaška nastal tok s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Hitrost toka vode ob vtoku v cev, ki se zmanjša zaradi dotoka iz jaškov BJ17 in BJ18, določimo: $v_0=3,94\times116/133=3,44m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ21 znaša:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times2\times g)/(1+\xi_2+\xi_3))^{1/2}=1,03\times((3,44^2+8,7\times0,10\times2\times9,81)/(1+0,746+0,017))^{1/2}=4,18m/s$

Kjer ξ_3 pomeni količnik lokalnih izgub na iztoku iz cevi zaradi zmanjšanja hitrosti toka vode v jašku BJ21.

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ21 znaša: v=4,18m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,55$

P2.7 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ16-BJ19, PEHD ϕ310, L=9,0m, i=10%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		**l/s**	**mm**		mm	(l/s)			
BJ16-BJ19 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**	**94**	**272**	0,10	1,0	**254**	**0,371**	0,445	Ustreza v=4,07m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}$	0,021	**0,90**								
BJ16-BJ19 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}+A_{1,6}$	0,332	**0,60**	**116**	**272**	0,10	1,0	**254**	**0,457**	0,503	Ustreza v=4,27m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}$	0,021	**0,90**								

Cev dolžine L=9,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo zaradi ureditve dna jaška nastal tok s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Hitrost toka vode ob vtoku v cev, ki se zmanjša zaradi dotoka iz jaška BJ15, določimo: $v_0=3,60\times102/116=3,17m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ17 znaša:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times2\times g)/(1+\xi_2+\xi_3))^{1/2}=1,0\times((3,17^2+9,0\times0,10\times2\times9,81)/(1+0,772+0,009))^{1/2}=3,94m/s$

Kjer ξ_3 pomeni količnik lokalnih izgub na iztoku iz cevi zaradi zmanjšanja hitrosti toka vode v jašku BJ19.

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ19 znaša: v=3,94m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,50$

P2.8 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ14-BJ16, PEHD ϕ310, L=12,0m, i=11%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
BJ14-BJ16 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}$	0,288	**0,60**	**83**	**272**	0,11	1,0	**267**	**0,311**	0,382	Ustreza v=4,09m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}$	0,021	**0,90**								
BJ14-BJ16 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}+A_{1,5}$	0,288	**0,60**	**102**	**272**	0,11	1,0	**267**	**0,382**	0,427	Ustreza v=4,27m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}+A_{2,2}$	0,021	**0,90**								

Cev dolžine L=12,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo nastal tok s prosto gladino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom. Potrebno višino vode v jašku J14 za karakteristični pretok Q_{2050} določimo:

$H_0=(Q/(A_c\times\mu_0))^2/(2\times g)+(0{,}701-2\times i)\times Di=(0{,}102/(0{,}0581\times 0{,}667))^2/(2\times 9{,}81)+(0{,}701-2\times 0{,}11)\times 0{,}272=0{,}48m$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ16 določimo:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times 2\times g)/(1+\xi_2+\xi_3))^{1/2}=0{,}99\times((1{,}76^2+12{,}0\times 0{,}11\times 2\times 9{,}81)/(1+1{,}030+0{,}015))^{1/2}=3{,}60m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ16 znaša: v=3,60m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Pri 85% polnitvi sistema meteorne odvodnje projektni pretok določimo $Q_d=Q_{2050}/0{,}85=102/0{,}85=120$l/s. Projektno gladino vode nad koto iztoka v BJ16 določimo:

$H_{0,d}=(0{,}120/(0{,}0581\times 0{,}667))^2/(2\times 9{,}81)+(0{,}701-2\times 0{,}11)\times 0{,}272=0{,}62m$

P2.9 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ11-BJ14, PEHD ϕ250, L=12,0m, i=12%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
BJ11-BJ14 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}$	0,234	**0,60**	**65**	**218**	0,12	1,0	**155**	**0,418**	0,448	Ustreza v=3,95m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}$	0,010	**0,90**								
BJ11-BJ14 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}+A_{1,4}$	0,234	**0,60**	**80**	**218**	0,12	1,0	**155**	**0,515**	0,509	Ustreza v=4,17m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}$	0,010	**0,90**								

Cev dolžine L=12,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo zaradi ureditve dna jaška BJ11 nastal tok s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim neoviranim iztokom.

Hitrost toka vode ob vtoku v cev, ki se zmanjša zaradi dotoka iz jaška BJ8, določimo: $v_0=3{,}62\times 61/80=2{,}76m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ24 znaša:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times 2\times g)/(1+\xi_2))^{1/2}=1{,}02\times((2{,}76^2+12{,}0\times 0{,}12\times 2\times 9{,}81)/(1+1{,}383))^{1/2}=3{,}95m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ14 znaša: v=3,95m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0{,}55$

P2.10 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ9-BJ11, PEHD ϕ250, L=12,0m, i=12%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		**l/s**	**mm**		mm	(l/s)			
BJ9-BJ11 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}$	0,176	**0,60**	**50**	**218**	0,12	1,0	**155**	**0,321**	0,388	Ustreza v=3,70m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}$	0,010	**0,90**								
BJ9-BJ11 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}$	0,176	**0,60**	**61**	**218**	0,12	1,0	**155**	**0,395**	0,435	Ustreza v=3,95m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta: $A_{2,1}$	0,010	**0,90**								

Cev dolžine L=12,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo zaradi ureditve dna jaška nastal tok s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Hitrost toka vode ob vtoku v cev, ki se zmanjša zaradi dotoka iz jaškov BJ7 in BJ8, določimo: $v_0=3,65\times40/61=2,39m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ11 znaša:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times2\times g)/(1+\xi_2+\xi_3))^{1/2}=0,97\times((2,39^2+12,0\times0,12\times2\times9,81)/(1+1,383+0,056))^{1/2}=3,62m/s$

Kjer ξ_3 pomeni količnik lokalnih izgub na iztoku iz cevi zaradi zmanjšanja hitrosti toka vode v jašku BJ11.

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ21 znaša: v=3,62m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,45$

P2.11 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ6-BJ9, PEHD ϕ200, L=12,0m, i=17%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		**l/s**	**mm**		mm	(l/s)			
BJ6-BJ9 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}$	0,124	**0,60**	**32**	**176**	0,17	1,0	**104**	**0,309**	0,38	Ustreza v=3,83m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta:		**0,90**								
BJ6-BJ9 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}+A_{1,2}$	0,124	**0,60**	**40**	**176**	0,17	1,0	**104**	**0,380**	0,426	Ustreza v=4,01m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
	Cesta:		**0,90**								

Cev dolžine L=12,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo zaradi ureditve dna jaška nastal tok s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Hitrost toka vode ob vtoku v cev, ki se zmanjša zaradi dotoka iz jaška BJ5, določimo: $v_0=2,85\times19/40=1,35m/s$

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ9 znaša:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times2\times g)/(1+\xi_2+\xi_3))^{1/2}=0,97\times((1,35^2+12,0\times0,17\times2\times9,81)/(1+1,840+0,119))^{1/2}=3,65m/s$

Kjer ξ_3 pomeni količnik lokalnih izgub na iztoku iz cevi zaradi zmanjšanja hitrosti toka vode v jašku BJ9.

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ19 znaša: v=3,94m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

Polnitev cevi na iztoku $\eta_p=Q_{2050}/Q_p=0,45$

P2.12 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ3-BJ4-BJ6, PEHD ϕ200, L=6,0+6,0m, i=16%

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		**l/s**	**mm**		mm	(l/s)			
BJ3-BJ4 - BJ6 (2025)	Gozd nad LP: $A_{1,1}$ Cesta:	0,060	**0,60**	**15**	**176**	0,16	1,0	**102**	**0,152**	0,26	Ustreza v=3,04m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
BJ3-BJ4 - BJ6 (2050)	Gozd nad LP: $A_{1,1}$ Cesta:	0,060	**0,60**	**19**	**176**	0,16	1,0	**102**	**0,187**	0,291	Ustreza v=3,23m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Cev skupne dolžine L=6,0+6,0m je z vidika hidravličnih značilnosti kratka. V cevi bo nastal tok s prosto gladino, nepotopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom. Potrebno višino vode v jašku J3 za karakteristični pretok Q_{2050} določimo:

$Q/(Di)^{5/2}$=1,462, H_0=0,18m, v_0=1,06m/s

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ6 določimo:

$v=\eta_v\times((v_0^2+L_h\times i\times 2\times g)/(1+\xi_2+\xi_3))^{1/2}=0,81\times((1,06^2+12,0\times 0,16\times 2\times 9,81)/(1+1,840+0,276))^{1/2}=2,85$m/s

Hitrost vode na iztoku v jašek BJ6 znaša: v=2,85m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

OCENA SPREMEMB NALIVOV ZA OBČINO ŽETALE

ARSO VREME

Ocena sprememb nalivov na območju naselja Žetale

Vsebina

Uvod 3
Padavinske razmere 5
Ekstremne padavine 5
Nalivi na območju naselja Žetale 6
Viri 8

Uvod

Podnebni modeli kvantitativno simulirajo interakcijo pomembnih dejavnikov podnebja, kot so ozračje, oceani, zemeljska površina in led. Upoštevajo prejeto energijo s Sonca kot kratkovalovno (predvsem vidno in kratkovalovno infrardeče) sevanje in oddano dolgovalovno infrardeče sevanje. Vsako neravnovesje v prejeti in oddani energiji se pokaže kot sprememba v temperaturi. Upoštevati poskušajo čim več podatkov o podnebnem sistemu, kot so gibanje zračnih mas, nastajanje oblakov, tvorjenje padavin, večanje in manjšanje ledu na polih, spreminjanje vegetacije itn. Pogosto zato sklapljajo ozračje, oceane in led z reševanjem enačb za prenos energije, snovi in izmenjavo sevanja.

Ena od omejitev globalnih podnebnih modelov je sorazmerno groba prostorska ločljivost. Za izračun lokalnih značilnosti podnebja potrebujemo podatke v večji ločljivosti, kot jo lahko ponudijo globalni modeli. Regionalni podnebni modeli so ena od treh možnosti, ki so na voljo za to (drugi dve sta zagon globalnih modelov v večji ločljivosti, kar je računalniško zelo zahtevno, ali uporaba statističnih tehnik za preračun v večjo ločljivost). Regionalni modeli računajo na manjšem območju in kot vhodni robni podatek jemljejo podatke iz globalnih modelov. Globalni modeli definirajo pojave na večji skali, kot so sprememba podnebja zaradi toplogrednih plinov ali izbruhov vulkanov ipd., regionalni modeli pa poskrbijo za vpliv lokalnih dejavnikov kot so relief, raba zemljišč ipd. na podnebje oz. vreme. Dajejo nam vremenske in podnebne informacije v prostorski ločljivosti od 50 km pa vse do 10 km. Regionalni modeli dajejo med seboj različne realizacije vremena, zanašamo pa se na to, da so osnovne značilnosti podnebja (npr. letni hodi in sezone, trendi itn.) pravilno realizirane.

Za oceno podnebnih sprememb na ARSO (Bertalanič, 2018) uporabljamo rezultate regionalnih podnebnih modelov projekta EURO-CORDEX (Jacob, 2014). Prostorska ločljivost regionalnih modelov, ki smo jih uporabili, je okrog 12 km, obdobje modeliranja je za vse modele 1961–2100, za nekatere pa 1971–2100. Uporabili smo modelske rezultate s časovni korak en dan. Od približno 15 kombinacij globalnih in regionalnih podnebnih modelov, ki so imeli na voljo vse želene spremenljivke, smo izbrali šest takih, ki so si med seboj čimbolj različni in se obenem čim bolje skladajo z izmerjenimi vrednostmi podnebnih spremenljivk v preteklosti. Te smo obravnavali kot ansambel in iz šestih rezultatov za vsako spremenljivko izračunali mediano sprememb in razpon nedoločenosti.

Podnebni modeli vsebujejo sistematične napake. Te nastanejo med drugim zaradi omejene prostorske ločljivosti, poenostavljenih enačb za nekatere fizikalne procese, numeričnih shem, nepopolnega razumevanja vseh podnebnih procesov itn. V splošnem je potrebno sistematične napake modelov pred uporabo njihovih rezultatov popraviti. Rezultati modelov naj bi čim bolje predstavili preteklost. Za to primerjamo modelske rezultate z meritvami in jih ustrezno popravimo. To se da storiti na več načinov, na ARSO smo uporabili metodo preslikav kvantilov. Popravke smo naredili za obdobje 1981–2100 (Bertalanič, 2018).

Seznam modelov prikazuje preglednica 1. Globalni podnebni model je dal robne pogoje (gcm), regionalni podnebni model (rcm) pa preračun na 12 km skalo.

Preglednica 1. Seznam modelov, katerih podatke smo uporabili v analizi. Podani so: globalni model (gcm) in regionalni model (rcm).

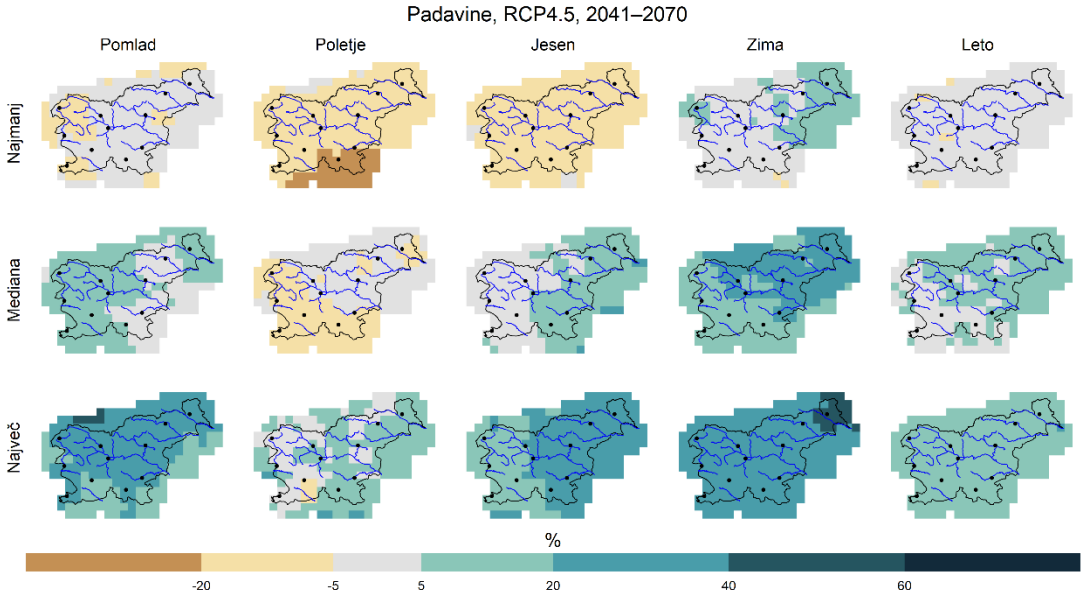
gcm	**rcm**
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM4
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4
ICHEC-EC-EARTH	DMI-HIRHAM5
IPSL-IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS
MOHC-HadGEM2-ES	KNMI-RACMO22E
MPI-M-MPI-ESM-LR	SMHI-RCA4

Kaj se bo v prihodnosti dogajalo s podnebjem, je zelo odvisno od socialno-ekonomskega razvoja sveta. Od tega je namreč odvisen potek izpustov toplogrednih plinov v prihodnosti. Za Peto poročilo (ang. *Fifth Assesment Report*, AR5) IPCC (Medvladni odbor za podnebne spremembe) (Kirtman, 2013) je znanstvena skupnost določila nabor štirih novih scenarijev, ki se imenujejo značilni poteki vsebnosti (ang. Representative Concentration Pathways – RCP) (van Vuuren, 2011). Razlikujejo se po skupnem sevalnem prispevku leta 2100 glede na leto 1750. Podatke smo pripravili **za zmerno optimističen scenarij RCP4.5**, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov. Na ta način upoštevamo tudi riziko, da države sveta ne bodo zmogle v celoti izpolniti zavez, ki so jih dale glede izpustov toplogrednih plinov (Pariški dogovor). V primeru vseh izpolnjenih zavez bi namreč potek izpustov toplogrednih plinov sledil optimističnemu scenariju RCP2.6.

Vsi podatki so pripravljeni za sredino 21. stoletja. Povprečne vrednosti se v klimatologiji običajno podajajo za tridesetletno obdobje. Tako so za sredino stoletja povprečne vrednosti podane za obdobje 2041–2070 s sredino obdobja okoli leta 2055. Ekstremne vrednosti pa so ocenjene za obdobje okrog leta 2050.

Padavinske razmere

Za padavine podnebni scenariji kažejo veliko negotovost, se pa signali z odmikom v prihodnost stopnjujejo. Na letni ravni se premembe kažejo šele v drugem tridesetletnem obdobju (2041–2070), ko se bo količina padavin povečala v vzhodni polovici Slovenije. Večje spremembe je zaznati na sezonski ravni. V zimskem času kaže, da se bo količina padavin povečala, poleti pa zmanjšala (slika 1).



Slika 1. Ocenjene spremembe povprečnih padavin (v %) v obdobju 2041–2070 v primerjavi z obdobjem 1981–2010. Podani so mediana vseh modelskih ocen ter najnižja in najvišja modelska ocena.

Ekstremne padavine

Modelski rezultati regionalni podnebnih modelov projekta EURO–CORDEX, katere smo uporabili znotraj projekta OPS21, nam zaradi časovnega koraka, dolžine enega dneva, dajejo samo dnevne vrednosti vremenskih spremenljivk. Zato lahko analiziramo samo vrednosti za dnevno ali večdnevno višino padavin. Na nalive s krajšim trajanjem iz teh podatkov ne moremo neposredno sklepati. Spremembo kratkih (15-minutnih) nalivov ocenjujemo iz študij, ki jih najdemo v literaturi.

Iz fizikalnega zakona (*Clausius-Clapeyronova* enačba) (Wikipedija: Clausius-Clapeyronova enačba) sledi, da kapaciteta ozračja za zadrževanje vlage narašča približno s stopnjo 7 % za vsako stopinjo v temperaturi ozračja. Trendi opazovane relativne vlažnosti kažejo, da bo relativna vlažnost v prihodnje ostala približno enaka v celotni troposferi, zato bo ozračje ob

povečani temperaturi vsebovalo več absolutne vlage. Za 20. stoletje je na osnovi spremenjene temperature zraka pri tleh ocenjeno, da se je absolutna vlažnost nad oceani povečala za 5 %. Ker padavine prihajajo večinoma iz vremenskih sistemov, ki jih poganja vsebnost vlage v ozračju, je v splošnem intenzivnost padavin narasla. S tem se je povečala verjetnost močnejših padavinskih in snežnih dogodkov. Teorija, simulacije s podnebnimi modeli in empirični dokazi potrjujejo, da toplejše podnebje zaradi povečane vsebnosti vlage v ozračju vodi k intenzivnejšim padavinskim dogodkom, tudi če se letna količina padavin nekoliko zmanjša. Pri povečani letni količini padavin pa je verjetnost za močnejše padavinske dogodke še večja. Toplejše ozračje povečuje verjetnost za sušo, ko ne dežuje, in poplave, ko dežuje. Seveda ne ob istem času in kraju (Trenberth, 2007).

Nalivi na območju naselja Žetale

Posledice ogrevanja ozračja na intenzivnost padavin z različno dolžino trajanja je tema, ki še vedno ni popolnoma rešena. Sprememba ekstremih enodnevnih višin padavin in nalivov s krajšim trajanjem (ena ura ali manj) zaradi ogrevanja ozračja ni enaka. Torej na podlagi scenarijev za spremembe dnevnih ekstremnih padavin ne moremo sklepati na spremembe krajših nalivov. Analiza odvisnosti dnevnih in urnih ekstremnih padavin od dnevne povprečne temperature (kot posredne spremenljivke, ki označuje temperaturo zračne mase) na podlagi meritve na Nizozemskem in Švici kažejo, da so spremembe dnevnih padavinskih ekstremov konsistentne s 7-odstotnim naraščanjem na 1 °C spremembe v temperaturi ozračja, da pa so spremembe dvakrat večje (14 % na stopinjo spremembe temperature ozračja) za enourne ekstremne nalive, ko povprečna dnevna temperatura zraka preseže 12 °C. Na podlagi rezultatov regionalnega podnebnega modela velja to tudi za večji del Evrope. Za severni del Slovenije simulacije kažejo na 5–10 % povečanje nalivov pri temperaturnem dvigu za 1 °C (Lenderink in van Meijgaard, 2008).

Poznejše študije so pokazale 14-odstotno stopnjo naraščanja enournih ekstremnih padavin v odvisnosti od temperature rosišča za podatke nizozemskih meteoroloških postaj in tudi za podatke območja, ki ima vlažno subtropsko podnebje (Hongkong). Stopnja je bila enaka za obe vrsti podatkov in je veljala za temperaturo rosišča do 23 oz. 24 °C (Lenderink, 2011).

Analize odvisnosti 15-minutnih nalivov s povratno dobo 50 let od povprečne dnevne temperature zraka so za naše postaje z dolgimi nizi (Ljubljana, Maribor in Kočevje) konsistentne z Lenderink, 2008. Od 0 do 18 °C narašča višina ekstremnih padavin s stopnjo od 12 do 15 % za vsako stopinjo toplejšega ozračja.

Iz literature in podatkov naših merilnih postaj torej pričakujemo rast 15-minutnih do nekajurnih ekstremnih padavin s stopnjo **do 7 %**, obstaja pa **velika verjetnost**, da je ta stopnja dvakrat večja, torej **14 %** na vsako stopinjo ogrevanja ozračja.

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju naselja Žetale znaša okrog **0,20 °C/desetletje,** s 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,13 in 0,32 °C/desetletje. Od tod lahko pričakujemo naraščanje v ekstremnih padavinah od **0,91 %/desetletje** (po stopnji 7 %/°C) oz. **4,48 %/desetletje** (po stopnji 14 %/°C) oz. za **4,55 %** in **22,40 %** v prihodnjih 50 letih. Ocene

sedanjih in prihodnjih vrednosti največje višine 5, 10 in 15-minutnih nalivov s povratno dobo 100 let prikazuje preglednica 2. Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

Preglednica 2. Ocene za ekstremne 5-, 10- in 15-minutne nalive (v mm) s povratno dobo 100 let na območju naselja Žetale. Ocene so podane za današnje podnebje (danes) in za podnebje v sredini 21. stoletja (2050) po scenariju RCP4.5. Za prihodnje podnebje je podan interval verjetnih vrednosti, dobljen iz teoretičnih ocen po stopnjah 7%/°C in 14 %/°C.

Območje	**Dolžina naliva (minute)**	**Obdobje**	**Povratni nivo (mm)**
Žetale	5	danes	19
		2050	20–23
	10	danes	32
		2050	33–39
	15	danes	39
		2050	41–48

Viri

- Bertalanič, R., et all, 2018, Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja, Sintezno poročilo – prvi del. ISBN 978-961-6024-80-8 (zv. 1).
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O., Bouwer, L., . . . Gobiet, A. (2014). EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. RegionalEnvironmental Challenges, 14 (2), 563-578.
- Kirtman, B., Power, S. B., Adedoyin, J. A., Boer, G. J., Bojariu, R., Camilloni, I., . ..Wang, H. J. (2013). Nearterm Climate Change: Projections and Predictability. V T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, . . . (ur.), Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge in New York: Cambridge University Press.
- van Vuuren, D., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., . . . Rose, S. (2011). The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, 109, 5-31
- Wikipedija: Clausius–Clapeyronova enačba. Pridobljeno 15. septembra 2023 s splettne strani: https://sl.wikipedia.org/wiki/Clausius-Clapeyronova_ena%C4%8Dba
- Trenberth, K.E. et al, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Lenderink, G., van Meijgaard, E., 2008. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes, Nat. Geosci 1, 511-514, doi:10.1038/ngeo262.
- Lenderink, G. et. al, 2011. Scaling and trends of hourly precipitation extremes in two different climate zones – Hong Kong and the Netherlands, Hydrol. Earth Syst. Sci., doi:10.5194/hess-15-3033-2011.

Pripravil: Urad za meteorologijo, hidrologijo in oceanografijo
Datum: 30. januar 2024

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PODNEBJE IN ENERGIJO
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE