PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	**SANACIJA PLAZU NA LC 240041 DOBRINA - VARVASELA - GRUŠKOVJE (ŠTAJBERGER - JUS)**
kratek opis gradnje	**Sanacija plazu s oporno AB pilotno steno, 3 opornimi kamnitimi zidovi, 4 kamnitimi drenažnimi rebri, rekonstrukcijo ceste in 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	**1003**
	☐ **sprememba dokumentacije**
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**Elaborat vpliva podnebnih sprememb**
številka načrta	**1003 EVPS**
datum izdelave	**april 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
Vodilni načrt	**1003**	
Načrt gradbenih konstrukcij	**1003 K**	
Geološko geotehnični elaborat	**1003 Geo**	
Elaborat vpliva podnebnih sprememb	**1003 Evps**	
Geodetski načrt	**84-24**	

po potrebi dodaj vrstice

KAZALO IZKAZOV

PZI

po potrebi dodaj vrstice

naziv 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**
	Obstoječe stanje danes		**P.2.1**
	Stanje leta 2052		**P.2.2**
	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 plazov na lokalni cesti LC 240 041 Dobrina – Varvasela – Gruškovje (Štajberger - Jus).

Območje plazu se nahaja na višinski koti približno 340m. Širina cestišča na LC 240 041 znaša približno 5m. Cesta poteka po gorskem terenu z nagibom pobočja 35 do 50% v prečni smeri nad cesto ter se višinsko prilagaja terenu. Vzdolžni nagib ceste na območju plazov znaša od 1 do 5%.

Na območju obravnavanega projekta se nahaja strmo nestabilno pobočje nad lokalno cesto. Na terenu so vidni zdrsi pobočja nad cesto na začetnem in krajnem delu sanacije, odlomne razpoke na pobočju približno 90m nad cesto ter premaknjeno cestišče na osrednjem delu predvidene sanacije, kjer se plaz razširja približno pod pravim kotom na os ceste ter zajema pobočje nad in pod cesto v skupni dolžini nad 100m.

Temeljna tla gradijo meljne gline odložene na plasti peščenega laporovca, Vzroki poškodb na vozišču LC in plazenja pobočja so skoraj zagotovo obilne dolgotrajne padavine, ki so povzročile povišanje nivojev talne vode v pobočju, nastanek usadov ob cestnih vkopih in plazenja pobočja nad in pod cesto. Izboljšanje odpornosti pobočja in prometnice na pričakovane povečane neugodne vremenske vplive bo doseženo i zgradnjo podporne pilotne stene, kamnitih opornih zložb, globokimi drenažno podpornimi rebri in ureditvijo površinskega odvodnjavanja v območju prometnice.

S PZI načrtom sanacije predvidena izvedba učinkovitejšega odvodnjavanja površinskih voda s kanaletnimi jarki za opornimi konstrukcijami, drenažnimi zaseki vzdolž dostopnih travniških poti z DK cevmi in sekancem ter odvajanje meteorne vode s tremi vejami pobočne meteorne kanalizacije za zmanjševanje pronicanja površinske vode v pobočje pod lokalno cesto ter zmanjšanje erozijske ogroženosti pobočja. Projekt obravnava tudi izvedbo obnove vozišča z vzdolžnimi drenažami na celotnem območju predvidene sanacije.

Na pobočju nad cesto se nahajajo travniške površine oz. pašniki ter gozdne površine nad obstoječo gozdno potjo do slemena približno 150m nad cesto. Pobočje pod cesto je obraslo z redkim drevjem kjer prevladujejo travniške površine. Na travniških površinah so nastale številne erozijske poškodbe, na pobočju obraslim z gozdom pa izrazitejših erozijskih poškodb ob ujmi ni bilo vodnih.

Nagib pobočja nad cesto znaša od 25 do 50% kar ob intenzivnih padavinah povečuje verjetnost pritokov večjih količin površinskih voda iz pobočja nad cesto v območje vozišča, ki jih je zato potrebno odvesti z meteorno kanalizacijo izven nestabilnega območja plazov nad in pod cesto. Nagib pobočja pod cesto je nekoliko manjši, površje prekrivajo travniške površine. Na območju cestišča lokalne ceste se zbira površinska voda iz asfaltnih površin z vzdolžno asfaltno muldo, kanaletnimi in drenažnimi jarki ter se s cestno kanalizacijo odvaja v zbirne jaške in nato po meteorni kanalizaciji v grape pod lokalno cesto. Ob izpustih iz pobočne meteorne kanalizacije, daleč v grapah pod cesto, je predvidena izvedba protierozijskih zavarovanj ustreznih dimenzij.

Prispevno območje meteornih in površinskih voda, ki gravitirajo na obravnavano območje sanacije, sega vse do slemena na vrhu vzpetine, ki se nahaja približno 150m nad lokalno cesto. Vplivno območje meteorne vode je shematsko prikazano na prilogi P.1 pričujočega poročila.

T.2 PREVODNOST PREPUSTOV, ODVODNE KANALIZACIJE, BETONSKIH KANALET IN DRENAŽNIH JARKOV

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 2024 in 2050.

V hidravličnem izračunu prevodnosti prepustov, meteorne kanalizacije in betonskih kanalet so upoštevane količine površinske vode v vplivnem območju ceste in pobočja nad cesto, ki gravitira na območje vozišča z asfaltno muldo, kanaletami in drenažnimi zaseki ob levi strani LC. Prevodnost kanalet, prepustov in meteorne kanalizacije je preverjena za 15 minutni naliv s 100 letno povratno dobo ob upoštevanju pričakovanih 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 pričakovano vrednost 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 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

A_i = prispevna površina (ha)

Ψ_i = koeficient zakasnitve

V tabelah spodaj so navedeni pričakovani odtočni koeficienti in 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 privzeti 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

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 in gozdnih površin nad območjem sanacije (Shema prispevnih površin in sistema površinskega in globinskega odvodnjavanja 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.
Na celotnem območju sanacije se nahajajo trije cestni prepusti, ki bodo zamenjani s sistemom pobočne meteorne kanalizacije, lokacije prepustov pa bodo ohranjene oz. nespremenjene tudi po izvedbi projekta.

T.2.3.1 Območje cestnega prepusta 1

Lokacija prepusta 1 je prikazana na prilogi P.1. Območje obsega približno prvih 65m lokalne ceste, prispevne površine in shemo meteornega odvodnjavanja prikazuje priloga P.1. Količine meteorne vode in dokazi zadostne prevodnosti ob predpostavki hidravlično dolgih kanalizacijskih cevi so podani v prilogi P.2.1.

POBOČNA METEORNA KANALIZACIJA JIII-izpust

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,222m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,274m^3/s. Za cevi PEHD400, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 51,5% ter hitrost toka v=5.63m/s. Izračunana hitrost toka vode s prosto površino za cev neskončne dolžine sicer presega dopustno hitrost toka v cevi, ki je zaradi trajnosti sistema pri krajših povratnih dobah omejena na $v_{dop.}$=5m/s (pri kratkih ceveh in dolgih povratnih dobah so do 20% prekoračitve sprejemljive).
Posamezne cevi med kaskadnimi jaški so s hidravličnega vidika kratke, kjer ima dolžina cevi lahko pomemben vpliv na režim toka vode v ceveh, dolžina najdaljše cevi ob izpustu znaša L=20m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,274/0,85=0,322m^3/s$.
Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,347^{2,5}=0,154m^3/s$, kjer $D_i=0,347m$ pomeni koristni premer cevi PEHD400. Zato bo ob predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 v ceveh nastal tok vode s prosto površino in potopljenim vtokom. Prevodnost takšne cevi določimo:
$Q=\mu_0\times A_c\times(2\times g\times(H_0-(0,708-2\times i)\times D_i)^{1/2}$
Kjer je $\mu_0=0,667$ koeficient kontrakcije za obdelani vtok, $A_c=0,0946m^2$ prerez cevi, $g=9,81m/s^2$ gravitacijska konstanta ter H_0 pripadajoča višina vode v jašku ob iztoku, ki jo določimo:

$H_0=(Q_d/(\mu_0\times A_c)^2/(2\times g)+(0,708-2\times i)\times D_i=(0,322/(0,667\times 0,0946))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,12)\times 0,347=1,49m$

Za projektni pretok $Q_d=0,322m^3/s$ bi se lahko vzpostavila potrebna višina vode v posameznem jašku ob vtoku v cev $H_0=1,49m$. Pretočni režim je na meji prehoda iz režima toka vode s prosto gladino v tok vode pod tlakom.

Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}=0,274m^3/s$ višina vode v jaških ob vtoku v cev znaša $H_0=1,12m$.

Hitrost toka vode preverimo za najdaljšo cev L=20m, i=12% ob tlakovanem izpustu v grapo z upoštevanjem dejanskega pretoka $Q_{100,2050}=0,274m^3/s$.
Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,274/0,0946=2,90m/s$
Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:
$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}=(2,90^2+0,12\times 20\times 2\times 9,81)^{1/2}/(1+1,241)^{1/2}=4,98m/s$
Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0,011^2\times 20/(0,347)^{4/3}=1,241$ predstavlja izgube zaradi trenja v cevi.
Polnitev cevi na iztoku $\eta=Q/Q_p=0,58$, pripadajoči količnik povečanja hitrosti $\eta_p=1,03$.
Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=4,98\times 1,03=5,13m/s$, prekoračitev dopustne hitrosti za 2,5% pri pretoku vode s 100 letno povratno dobo in z upoštevanjem vpliva klimatskih sprememb v letu 2050 je zagotovo dopustna.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J3-JIII
Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,106m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,131m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 47,1% ter hitrost toka vode v cevi s prosto površino v=4,75m/s.
Cev med jaškoma J3-JIII je s hidravličnega vidika kratka zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=6m.
Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,131/0,85=0,154m^3/s$.
Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša: $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,272^{2,5}=0,083m^3/s$. Zato bo ob pričakovanem pretoku v letu 2050 v ceveh nastal tok vode s prosto površino in potopljenim vtokom.
Potrebno globino vode v jašku J3 določimo:

$H_0=(0,154/(0,667\times 0,0581))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,12)\times 0,272=0,93m$

Za projektni pretok $Q_d=0,154m^3/s$ bi se lahko vzpostavila potrebna višina vode v jašku J3 $H_0=0,93m$, ki je na meji prehoda iz režima toka vode s prosto gladino v tok vode pod tlakom. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}=0,131m^3/s$ višina vode v jašku J3 znaša $H_0=0,71m$.

Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,131/0,0581=2,25m/s$
Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:

$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (2,25^2+0,12\times 6\times 2\times 9,81)^{1/2}/(1+0,515)^{1/2}=3,56m/s$

Kjer je $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0,011^2\times 6/(0,272)^{4/3}=0,515$ količnik izgub zaradi trenja v cevi.
Polnitev cevi ob iztoku v jašek JII znaša $Q/Q_p=0,63$ ter pripadajoči količnik povečanja hitrosti $\eta_p=1,05$.
Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=3,56\times 1,05=3,74m/s$.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J3-J8

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,097m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,119m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 43,1% ter hitrost toka v=4.61m/s (rezultati izračunov so v prilogi P.2.1).
PEHD cev med jaškoma J3-J8 je s hidravličnega vidika kratka zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=7m.
Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,119/0,85=0,140m^3/s$.
Ob pričakovanem pretoku v letu 2050 bo v cevi nastal tok vode pod tlakom s potopljenim vtokom in potopljenim iztokom. Pretočnost cevi določimo:

$Q=A_c\times(2\times g\times(H_0+i\times L-H_n))^{1/2}/(1+\Sigma\xi_i)^{1/2}$

Kjer je $A_c=0,0581m^2$ prerez cevi, $g=9,81m/s^2$ gravitacijska konstanta, i=0,12 hidravlični padec, H_0 višina vode nad vtokom v cev, $H_n=0,61m$ višina vode na iztoku iz cevi, L=7,0m dolžina cevi, $D_i=0,272m$ premer cevi in $\Sigma\xi_i=0,5+0,6+1=2,10$ vsota lokalnih izgub ob vtoku v cev za zaobljeni vtok trenja vzdolž cevi in vtoka v jašek J3 z akumulirano vodo ter upoštevanjem koeficienta trenja n=0,011 za PEHD cev. Potrebno višino vode v jašku J8 za projektni pretok določimo:

$H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+H_n=(0,14/0,0581)^2\times(1+2,10)/(2\times 9,81)-0,12\times 7,0+0,61=0,69m$

V cevi PEHD315 med jaškoma J3 in J8 bi se ob projektnem pretoku $Q_d= Q_{100,2050}/0,85=0,140m^3/s$ oz. pri 85% polnitvi odvodnega sistema lahko pojavil tok vode pod tlakom in v jašku J8 višina vode $H_0=0,69m$ nad koto iztoka iz cevi oz. na absolutni višinski koti 336,19m.

ZBIRNI JAREK Z DKCϕ315 OBSUTIMI S SEKANCEM DO POVRŠJA, J8-J9-J10

Površinska voda doteka po površju s pobočja nad LC. Na območju obstoječe travniške poti je predvidena izvedba zbirnega jarka z DKC obsuto s sekancem ter muldo na površju. Meteorna voda bo ob padavinah dotekala skozi debelo plast sekanca višine in širine približno 1m v reže razporejene vzdolž DKC katerih površina znaša $A_r=0,005m^2/m$.
Meteorna voda v jašek J8 doteka iz zbirnega jarka globine približno $h_j=1,0m$ po DK cevi ϕ315mm, L=28m, i=12%. Ob povprečni gladini vode $h_w=0,7m$ nad odprtinami v DK cevi, pričakovani dotok vode v cev približno določimo:

$Q_{R,kc}=\mu_0\times\Sigma A_r\times(2\times g\times H_0)^{1/2}=(1/3)\times\Sigma A_r\times(2\times g\times h_w)^{1/2}=(1/3)\times 0,005\times 28*(2\times 9,81\times 0,7)^{1/2}=0,173m^3/s$.

Kjer je $\mu_0=1/3$ ocenjeni koeficient kontrakcije za ozke reže na DKC. Ugotovimo lahko, da je skupni realno mogoči pretok skozi reže v cev zadosten.

$Q_{R,kc}=0,173m^3/s > Q_d= Q_{100,2050}/0,85=0,140m^3/s$

Voda iz DKC doteka v jašek J8 s prosto površino. V jaških J9 in J10 je predvidena ureditev dna jaškov s prisekanim delom DKC cevi do 2/3 višine. Cev se zaradi razpršenih dotokov obnaša kot hidravlično dolga s hidravličnim padcem i=12%. Izkoriščenost pretočne sposobnosti je ob upoštevanju hidravlično dolgih cevi izkoriščena 50,4%.
Nekoliko bolj kritične rezultate kaže ocena prevodnosti hidravlično kratke cevi z upoštevanjem težišča dotoka vode na polovični dolžini DK cevi:

$Q_R=A_c\times(2\times g\times 0,5\times i\times L)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}=0,0581\times(2\times 9,81\times 0,5\times 0,12\times 28)^{1/2}/(1+1,20)^{1/2}=0,180m^3/s$

Izkoriščenost prevodnosti za dejanske pričakovane dotoke znaša:

$\eta=Q_{100,2050}/Q_R=0,119/0,180=0,661 < \eta_{dop.}=0,85$

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA JIII-J2-J1-J0

Meteorna voda iz vozišča in dela zaledja med stanovanjsko hišo in kanaletnim kanalom nad kamnitim zidom na začetnem delu sanacije doteka po asfaltni muldi in iz LTŽ rešetk v zbirno kanalizacijo.

Pričakovani dotoki se po cevi PEH200 odvajajo v jašek JIII pobočne kanalizacije. Dotoki meteorne vode znašajo $Q_{100,2025}=0,029m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,035m^3/s$. Za cevi PEHD200, i=8% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 49,3% ter hitrost toka v=2.95m/s. Največja pretočna sposobnost vseh treh požiralnikov znaša $Q_{max}=0,050m^3/s$, ki jo bomo upoštevali kot projektni pretok v letu 2050.

O predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 bo v cevi PEHD200 med jaškoma JIII in J2 nastal tok vode s prosto površino in potopljenim vtokom. Potrebno višino vode H_0 v jašku J2 določimo:

$H_0=(Q_d/(\mu_0\times A_c)^2/(2\times g)+(0,708-2\times i)\times D_i=(0,050/(0,667\times 0,0243))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,08)\times 0,176=0,58m$

Za projektni pretok $Q_d=0,050m^3/s$ bi se vzpostavila v jašku J2 potrebna višina vode $H_0=0,58m$. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}=0,035m^3/s$ višina vode v jašku J2 znaša $H_0=0,33m$.

O predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 bo tudi v cevi PEHD200 med jaškoma J1 in J2 nastal tok vode s prosto površino in potopljenim vtokom. Potrebno višino vode H_0 v jašku J1 določimo:

$H_0=(Q_d/(\mu_0\times A_c)^2/(2\times g)+(0,708-2\times i)\times D_i=(0,040/(0,667\times 0,0243))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,04)\times 0,176=0,42m$

Za projektni pretok $Q_d=0,040m^3/s$ bi se vzpostavila v jašku J1 potrebna višina vode $H_0=0,42m$ na višinski koti 336,57m.

O predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 bo v cevi PEHD160 med jaškoma J0 in J1 nastal tok vode pod tlakom s potopljenim vtokom in potopljenim iztokom. Potrebno višino vode H_0 v jašku J0 določimo:

$H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+H_n=(0,020/0,0145)^2\times(1+2,58)/(2\times 9,81)-0,04\times 5,0+0,42=0,57m$

Za projektni pretok $Q_d=0,020m^3/s$ v cevi PEHD160 bi se vzpostavila v jašku J0 potrebna višina vode $H_0=0,57m$ nad koto vtoka v cev oz. na višinski koti 336,92m.

Tudi ob najvišjem projektnem pritoku, ki za 43% presega izračunanega se v letu 2050 meteorna voda na začetnem delu sanacije ne bo razlivala po vozišču lokalne ceste.

T.2.3.2 Območje cestnega prepusta 2

Lokacijo prepusta 2 je prikazuje priloga P.1. Območje obsega približno 60m lokalne ceste, prispevne površine in shemo meteornega odvodnjavanja prikazuje priloga P.1. Količine meteorne vode in dokazi zadostne prevodnosti ob predpostavki hidravlično dolgih kanalizacijskih cevi so podani v prilogi P.2.2.

POBOČNA METEORNA KANALIZACIJA JXIII-izpust

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,197m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,243m^3/s$. Za cevi PEHD400, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 45,7% ter hitrost toka v=5.45m/s, ki sicer presega dopustno hitrost toka v cevi, ki je zaradi trajnosti sistemov pri krajših

povratnih dobah omejena na $v_{dop.}$=5m/s (pri kratkih ceveh in dolgih povratnih dobah so do 20% prekoračitve sprejemljive).
Posamezne cevi med kaskadnimi jaški so s hidravličnega vidika kratke, zato ima dolžina cevi lahko pomemben vpliv na režim toka vode v ceveh, dolžina najdaljše cevi pod cesto znaša L=14m.
Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,243/0,85=0,286m^3/s$.
Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,347^{2,5}=0,154m^3/s$, kjer D_i=0,347m pomeni koristni premer cevi PEHD400. Zato bo ob predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 v ceveh pobočne kanalizacije s kaskadnimi jaški nastal tok vode s prosto površino in potopljenim vtokom.
Prevodnost določimo:
$Q=\mu_0\times A_c\times(2\times g\times(H_0-(0,708-2\times i)\times D_i)^{1/2}$
Kjer je μ_0=0,667 koeficient kontrakcije za obdelani vtok, A_c=0,0946m^2 prerez cevi, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta ter H_0 pripadajoča višina vode v jašku, ki jo določimo:
$H_0=(Q_d/(\mu_0\times A_c)^2/(2\times g)+(0,708-2\times i)\times D_i=(0,286/(0,667\times 0,0946))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,12)\times 0,347=1,22m$

Za projektni pretok Q_d=0,286m^3/s bi se lahko vzpostavila potrebna višina vode v posameznem jašku H_0=1,22m. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}$=0,243m^3/s višina vode v jaških znaša H_0=0,92m.

Hitrost toka vode preverimo za najdaljšo cev L=14m, i=12% pod cesto z upoštevanjem dejanskega pretoka $Q_{100,2050}$=0,243m^3/s.
Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,243/0,0946=2,57m/s$
Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:
$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}=(2,57^2+0,12\times 14\times 2\times 9,81)^{1/2}/(1+0,868)^{1/2}=4,60m/s$
Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0,011^2\times 14/(0,347)^{4/3}=0,868$ izraža izgube zaradi trenja v cevi.
Polnitev cevi $\eta=Q/Q_p=0,56$, pripadajoči količnik povečanja hitrosti η_p=1,02.
Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=4,60\times 1,02=4,69m/s$.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J15-JXIII
Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,113m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,139m^3/s. Za cevi PEHD315, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 50,0% ter hitrost toka v=4,80m/s.
Cev med jaškoma J15-JXIII je s hidravličnega vidika kratka zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=4m.
Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,139/0,85=0,164m^3/s$.
Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša: $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,272^{2,5}=0,083m^3/s$. Zato bo ob pričakovanem pretoku v letu 2050 v ceveh nastal tok vode s prosto površino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.
Potrebno globino vode v jašku J15 določimo:
$H_0=(0,164/(0,667\times 0,0581))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,12)\times 0,272=1,05m$

Za projektni pretok Q_d=0,164m^3/s bi se lahko vzpostavila potrebna višina vode v jašku J15 H_0=1,05m. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}$=0,113m^3/s višina vode v jašku J15 znaša H_0=0,78m.

Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,139/0,0581=2,39m/s$
Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:
$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}=(2,39^2+0,12\times 4,5\times 2\times 9,81)^{1/2}/(1+0,386)^{1/2}=3,43m/s$

Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0{,}011^2\times 4{,}5/0{,}272^{4/3}=0{,}386$ označuje izgube zaradi trenja v cevi.
Polnitev cevi ob iztoku v jašek JXIII znaša $\eta=Q/Q_p=0{,}66$ ter pripadajoči količnik povečanja hitrosti toka s prosto površino na iztoku $\eta_p=1{,}05$.
Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=3{,}43\times 1{,}05=3{,}60$m/s.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA JXII-J15

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0{,}104$m^3/s, $Q_{100,2050}=0{,}128$m^3/s. Za cevi PEHD315, i=6% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 65,2% ter hitrost toka vode v cevi v=3,56m/s (rezultati izračunov so v prilogi P.2.2).
PEHD cev med jaškoma JXII-J15 je s hidravličnega vidika kratka zato ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=19m.
Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0{,}85=0{,}128/0{,}85=0{,}151$m^3/s.
Ob pričakovanem pretoku v letu 2050 bo v cevi nastal tok vode pod tlakom s potopljenim vtokom in potopljenim iztokom. Pretočnost cevi določimo:

$$Q=A_c\times(2\times g\times(H_0+i\times L-H_n))^{1/2}/(1+\Sigma\xi_i)^{1/2}$$

Kjer je $A_c=0{,}0581$m^2 prerez cevi, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta, i=0,06 hidravlični padec, H_0 višina vode nad vtokom v cev, $H_n=0{,}95$m višina vode na iztoku iz cevi, L=19,0m dolžina cevi, $D_i=0{,}272$m premer cevi in $\Sigma\xi_i=0{,}5+1{,}63+1=3{,}13$ vsota lokalnih izgub ob vtoku v cev za zaobljeni vtok, trenja vzdolž cevi in vtoka v jašek z akumulirano vodo ter upoštevanjem koeficienta trenja n=0,011 za PEHD cev. Potrebno višino vode v jašku J15 za projektni pretok določimo:

$$H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+H_n=(0{,}151/0{,}0581)^2\times(1+3{,}13)/(2\times 9{,}81)-0{,}06\times 19{,}0+0{,}95=1{,}23\text{m}$$

V cevi PEHD315 med jaškoma JXII in J15 se ob upoštevanem projektnem pretoku $Q_d=Q_{100,2050}/0{,}85=0{,}151$m^3/s oz. pri 85% polnitvi odvodnega sistema pojavi tok vode pod tlakom in v jašku JXII višina vode $H_0=1{,}23$m nad koto iztoka iz cevi oz. na absolutni višinski koti 335,35m.

BETONSKA KANALETA B/H 45/25cm NAD AB PILOTNO STENO

Površinska voda doteka po površju s pobočja nad LC ter se akumulira v betonski kanaleti B/H=45/25cm, ki poteka vzdolž AB grede pilotne stene v skupni dolžini L=36m. Na najnižjem delu AB grede je predvidena izvedba vtočnega jaška št. XII iz katerega se meteorno vodo odvaja v sistem meteorne kanalizacije.
Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0{,}104$m^3/s in v letu 2050 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb po scenariju RCP4.5 pretok meteorne vode $Q_{100,2050}=0{,}128$m^3/s. Za betonsko kanaleto B/H=45/15cm, i=4% je ob predpostavki hidravlično dolge kanalete prevodnost v letu 2050 izkoriščena 80,3% ter hitrost toka vode v kanaleti v=2,67m/s (rezultati izračunov so v prilogi P.2.2).
Betonska kanaleta za pilotno steno je s hidravličnega vidika kratka zato ima dolžina kanalete pomemben vpliv na prevodnost kanala, dolžina kanalete znaša L=36m.
Ob predpostavki enakomernih dotokov vode vzdolž kanalete v analizi prevodnosti upoštevamo, da celotni pritok doteka v kanaletni kanal na ½ dolžine.
Ob pričakovanem pretoku v letu 2050 bo v kanaletnem kanalu nastal tok vode s prosto površino z nepotoljenim iztokom. Pretočnost povsem polne kanalete, L=36m, i=4% določimo:

$$Q=A_k\times(2\times g\times i\times L/2)^{1/2}/(1+\Sigma\xi_i)^{1/2}$$

Kjer je $A_k=0{,}05625$m^2 prerez kanalete, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta, i=0,04 hidravlični padec ter $\Sigma\xi_i=1{,}858$ vsota izgub zaradi trenja polovice dolžine kanala z upoštevanjem koeficienta

trenja n=0,014 za betonsko kanaleto. Prevodnost povsem zapolnjenega hidravlično kratkega kanaletnega kanala b/H=45/15cm določimo:

$Q_p=0,05625\times(2\times9,81\times0,04\times36,0/2)^{1/2}/(1+1,858)^{1/2}=0,125m^3/s$

Ocenimo lahko, da betonska kanaleta B/H=45/15cm skoraj zagotavlja potrebno prevodnost v letu 2025 ter povsem ne ustreza projektnim zahtevam ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v letu 2050. **Zato je na pilotni steni smiselno vgraditi kanaleto B/H=45/25cm.**

Prevodnost povsem zapolnjenega hidravlično kratkega kanaletnega kanala b/H=45/25cm določimo:

$Q_p=0,09375\times(2\times9,81\times0,04\times36,0/2)^{1/2}/(1+1,256)^{1/2}=0,235m^3/s$

Polnitev kanaletnega kanala B/H=30/45cm v letu 2050 po scenariju RCP4.5 ob iztoku v jašek bo znašala $\eta=Q/Q_p=0,128/0,235=0,544$ oz. 54,5%.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J18-JXIII

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,084m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,104m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 37,3% ter hitrost toka v=4,46m/s.

Cev med jaškoma J18-JXIII je s hidravličnega vidika kratka, zato ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=4,5m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,104/0,85=0,122m^3/s$.

Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša: $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times0,272^{2,5}=0,083m^3/s$. Zato bo ob pričakovanem pretoku v letu 2050 v ceveh nastal tok vode s prosto površino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Potrebno globino vode v jašku J18 določimo:

$H_0=(0,122/(0,667\times0,0581))^2/(2\times9,81)+(0,708-2\times0,12)\times0,272=0,63m$

Za projektni pretok $Q_d=0,122m^3/s$ bi se v jašku J18 ob povečanih padavinah lahko vzpostavila potrebna višina vode $H_0=0,63m$. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}=0,084m^3/s$ višina vode v jašku J18 znaša $H_0=0,37m$, dejansko se pretočni režim toka s prosto površino nahaja na prehodu med režimoma toka s prosto površino z nepotopljenim in potopljenim vtokom.

Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,104/0,0581=1,79m/s$

Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:

$v_p=((v_0)^2+i\times L\times2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}=(1,79^2+0,12\times4,5\times2\times9,81)^{1/2}/(1+0,386)^{1/2}=3,15m/s$

Kjer koeficient $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times0,011^2\times4,5/0,272^{4/3}=0,386$ določa izgube zaradi trenja v cevi.

Polnitev cevi ob iztoku v jašek JXIII znaša $\eta=Q/Q_p=0,57$ ter pripadajoči količnik povečanja hitrosti toka s prosto površino na iztoku za nezapolnjeno cev $\eta_p=1,03$.

Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=3,03\times1,03=3,24m/s$.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J17-J18

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,074m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,091m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 32,8% ter hitrost toka v=4,46m/s.

Cev med jaškoma J17-J18 je s hidravličnega vidika kratka, zato ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=2,0m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,091/0,85=0,107m^3/s$.

Zato bo ob pričakovanem pretoku v letu 2050 v cevi nastal tok vode s prosto površino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.
Potrebno globino vode v jašku J17 določimo:

$H_0=(0,107/(0,667\times0,0581))^2/(2\times9,81)+(0,708-2\times0,12)\times0,272=0,52m$

Za projektni pretok $Q_d=0,107m^3/s$ bi se ob kratkotrajnih nalivih lahko vzpostavila potrebna višina vode v jašku J17 $H_0=0,52m$. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}=0,091m^3/s$ višina vode v jašku J17 znaša $H_0=0,41m$.

Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,091/0,0581=1,57m/s$
Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:

$v_p=((v_0)^2+i\times L\times2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (1,57^2+0,12\times2,0\times2\times9,81)^{1/2}/(1+0,172)^{1/2}=2,74m/s$

Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times0,011^2\times2,0/0,272^{4/3}=0,172$ izraža izgube zaradi trenja v cevi.
Polnitev cevi ob iztoku v jašek J18 znaša $\eta=Q/Q_p=0,57$ ter pripadajoči količnik povečanja hitrosti toka s prosto površino na iztoku za nezapolnjeno cev $\eta_p=1,03$.
Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=2,74\times0,99=2,82m/s$.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J16-J17
Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,074m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,091m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=12% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 32,8% ter hitrost toka v=4,46m/s.
Cev med jaškoma J16-J17 je sicer daljša od predhodne, vendar s hidravličnega vidika kratka, zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi na odseku J16-J17 znaša L=5,0m.
Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,091/0,85=0,107m^3/s$.
Ob pričakovanem projektnem pretoku v letu 2050 bo v cevi nastal tok vode s prosto površino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.
Potrebno globino vode v jašku J16 nad koto iztoka iz cevi določimo:

$H_0=(0,107/(0,667\times0,0581))^2/(2\times9,81)+(0,708-2\times0,12)\times0,272=0,52m$

Za projektni pretok $Q_d=0,107m^3/s$ bi se ob povečanih padavinah lahko vzpostavila potrebna višina vode v jašku J16 $H_0=0,52m$. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}=0,091m^3/s$ višina vode v jašku J16 znaša $H_0=0,41m$. V jašku J16 so bo ob pretoku $Q=Q_{100,2050}=0,091m^3/s$ vzpostavila višina vode na koti 336,51m.

Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,091/0,0581=1,57m/s$
Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:

$v_p=((v_0)^2+i\times L\times2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (1,57^2+0,12\times5,0\times2\times9,81)^{1/2}/(1+0,429)^{1/2}=3,16m/s$

Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times0,011^2\times5,0/0,272^{4/3}=0,429$ izraža izgube zaradi trenja v cevi.
Polnitev cevi ob iztoku v jašek J17 znaša $\eta=Q/Q_p=0,50$.

ZBIRNI JAREK Z DKCϕ315 OBSUTO S SEKANCEM Z MULDO NA POVRŠJU
Površinska voda doteka po površju s pobočja nad LC. Na območju obstoječe travniške poti je predvidena izvedba zbirnega jarka z DKC obsuto s sekancem ter muldo na površju. Meteorna voda bo ob padavinah dotekala skozi debelo plast sekanca višine in širine približno 1m v reže razporejene vzdolž DKC katerih površina znaša $A_r=0,005m^2/m$. Pričakovani dotoki meteorne vode zanašajo $Q_{100,2025}=0,074m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,091m^3/s$.

Meteorna voda v jašek J16 doteka iz zbirnega jarka globine približno h_j=1,0m po DK cevi ϕ315mm, L=22m, i=6%. Ob povprečni gladini vode h_w=0,7m nad odprtinami v DK cevi, pričakovani največji dotok vode v cev približno določimo:

$Q_{R,kc}=\mu_0\times\Sigma A_r\times(2\times g\times h_w)^{1/2}=(1/3)\times0,005\times22*(2\times9,81\times0,7)^{1/2}=0,136m^3/s$.

Kjer je μ_0=1/3 ocenjeni koeficient kontrakcije za ozke reže na DKC. Ugotovimo lahko, da je skupni realno mogoči pretok skozi reže v cev obloženo s sekancem zadosten.

$Q_{R,kc}=0,136m^3/s > Q_d= Q_{100,2050}/0,85=0,107m^3/s$

Voda iz DKC doteka v jašek J16 s prosto površino. Cev se zaradi razpršenih dotokov obnaša kot hidravlično dolga s hidravličnim padcem i=6%. Izkoriščenost pretočne sposobnosti je ob upoštevanju hidravlično dolgih in dejanskega pretoka $Q_{100,2050}$=0,091m^3/s dosega 53,5%.
Bolj kritične rezultate kaže ocena prevodnosti hidravlično kratke cevi z upoštevanjem težišča dotokov vode na polovični dolžini DK cevi:
$Q_R=A_c\times(2\times g\times0,5\times i\times L)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}=0,0581\times(2\times9,81\times0,5\times0,06\times22)^{1/2}/(1+0,944)^{1/2}=0,150m^3/s$
Izkoriščenost prevodnosti za dejanske pričakovane dotoke znaša:
$\eta=Q_{100,2050}/Q_R=0,091/0,150=0,61 < \eta_{dop.}=0,85$

T.2.3.3 Območje cestnega prepusta 3

Lokacija prepusta 3 je prikazana na prilogi P.1. Območje obsega približno 90m lokalne ceste, pripadajoče prispevne površine in shema meteornega odvodnjavanja je prikazana na prilogi P.1. Količine meteorne vode in dokaz zadostne prevodnosti ob predpostavki hidravlično dolgih kanalizacijskih cevi prikazuje priloga P.2.3.

POBOČNA METEORNA KANALIZACIJA JXIII-izpust

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,283m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,348m^3/s. Za cevi PEHD400, i=10% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 71,9% ter hitrost toka v=5,43m/s, ki sicer presega dopustno hitrost toka v cevi, ki je zaradi trajnosti sistema pri krajših povratnih dobah omejena na $v_{dop.}$=5m/s (pri kratkih ceveh in dolgih povratnih dobah so do 20% prekoračitve sprejemljive).
Posamezne cevi med kaskadnimi jaški so s hidravličnega vidika kratke, kjer ima dolžina cevi lahko pomemben vpliv na režim toka vode v ceveh, dolžina najdaljše cevi pod cesto znaša L=17m.
Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,348/0,85=0,409m^3/s$.
Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times0,347^{2,5}=0,154m^3/s$, kjer D_i=0,347m pomeni koristni premer cevi PEHD400. Zato bo ob predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 v ceveh nastal tok vode s prosto površino in potopljenim vtokom. Prevodnost določimo:
$Q=\mu_0\times A_c\times(2\times g\times(H_0-(0,708-2\times i)\times D_i)^{1/2}$
Kjer je μ_0=0,667 koeficient kontrakcije za obdelani vtok, A_c=0,0946m^2 prerez cevi, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta ter H_0 pripadajoča višina vode v jašku, ki jo določimo:

$H_0=(Q_d/(\mu_0\times A_c)^2/(2\times g)+(0,708-2\times i)\times D_i=(0,409/(0,667\times0,0946))^2/(2\times9,81)+(0,708-2\times0,10)\times0,347=2,32m$

Za projektni pretok Q_d=0,409m^3/s bi se lahko vzpostavila potrebna višina vode v posameznem jašku H_0=2,30m. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}$=0,348m^3/s višina vode v jaških znaša H_0=1,73m. Pretočni režim v PEHD cevi se ob kritičnem pretoku v letu 2050 približuje toku vode pod pritiskom s potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Hitrost toka vode preverimo za najdaljšo cev L=17m, i=10% pod cesto z upoštevanjem dejanskega pretoka $Q_{100,2050}$=0,348m^3/s.

Začetna hitrost na vtoku v cev: v_0=0,348/0,0946=3,68m/s

Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:

$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (3,68^2+0,10\times 17\times 2\times 9,81)^{1/2}/(1+1,054)^{1/2}=4,78$m/s

Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0,011^2\times 17/(0,347)^{4/3}=1,054$ izraža izgube zaradi trenja v cevi.

Polnitev cevi Q/Q_p=0,72, pripadajoči količnik povečanja hitrosti η_p=1,07.

Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=4,78\times 1,07=5,11$m/s.

Zaradi zadostne globine kaskadnih jaškov hidravlični račun velja za vse DK cevi med jaški XX-XXI-XXII-XXIII-izpust.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J21-JXX

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,141m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,173m^3/s. Za cevi PEHD315, i=10% je ob predpostavki hidravlično dolge cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 68,2% ter hitrost toka v=4,55m/s.

DK cev med jaškoma J21-JXX je s hidravličnega vidika kratka zato ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina znaša L=5,5m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,173/0,85=0,204$m^3/s.

Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša: $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,272^{2,5}=0,083$m^3/s. Zato bo ob pričakovanem pretoku v letu 2050 v cevi nastal tok vode s prosto površino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Potrebno globino vode v jašku J21 pri projektnem pretoku določimo:

$H_0=(0,204/(0,667\times 0,0581))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,10)\times 0,272=1,55$m

Za projektni pretok Q_d=0,164m^3/s bi se v jašku J21 vzpostavila potrebna vode H_0=1,55m. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}$=0,173m^3/s višina vode v jašku J21 znaša H_0=1,15m na absolutni višinski koti 331,15m.

Začetna hitrost na vtoku v cev: v_0=0,164/0,0581=2,82m/s

Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:

$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (2,82^2+0,10\times 5,5\times 2\times 9,81)^{1/2}/(1+0,472)^{1/2}=3,57$m/s

Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0,011^2\times 5,5/0,272^{4/3}=0,472$ izraža izgube zaradi trenja v cevi.

Polnitev cevi ob iztoku v jašek JXX znaša Q/Q_p=0,74 ter pripadajoči količnik povečanja hitrosti toka s prosto površino na iztoku η_p=1,07.

Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=3,57\times 1,07=3,82$m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA JXX-J23

Meteorna voda doteka v jašek J23 iz kanalete 6 in po DK cevi ϕ200m s sekancem z gozdne poti nad lokalno cesto. Pričakovane dotoke ocenimo z ozirom na velikosti zbirnih površin $Q_{100,2025}=0,086\times 30/22=117$m^3/s, $Q_{100,2050}=0,106\times 30/22=0,145$m^3/s.

PEHD cev med jaškoma JXX-J23 je s hidravličnega vidika kratka, L=13,5m, i=10%. Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,145/0,85=0,171$m^3/s.

Ob pričakovanem pretoku v letu 2050 bo v cevi nastal tok vode s prosto površino, potopljenim vtokom in nepotopljenim iztokom.

Potrebno globino vode v jašku J23 pri projektnem pretoku določimo:

$H_0=(0,171/(0,667\times 0,0581))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,10)\times 0,272=1,13$m

Za projektni pretok Q_d=0,171m^3/s bi se v jašku J23 vzpostavila potrebna vode H_0=1,13m. Za dejanski pretok $Q=Q_{100,2050}$=0,145m^3/s višina vode v jašku J23 znaša H_0=0,85m na absolutni višinski koti 332,50m.

Začetna hitrost za dejanski pretok na vtoku v cev: v_0=0,145/0,0581=2,50m/s
Hitrost toka vode na iztoku ob predpostavki polne cevi za dejanski pretok v letu 2050 določimo:

$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (2{,}50^2+0{,}10\times 13{,}5\times 2\times 9{,}81)^{1/2}/(1+1{,}159)^{1/2}$=3,89m/s

Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0{,}011^2\times 13{,}5/0{,}272^{4/3}$=1,159 označuje izgube zaradi trenja v cevi.
Polnitev cevi ob iztoku v jašek JXX znaša $\eta=Q/Q_p$=0,62 ter pripadajoči količnik povečanja hitrosti toka s prosto površino na iztoku η_p=1,04.
Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p$=3,89×1,04=4,05m/s < $v_{dop.}$=5m/s.

ZBIRNA METEORNA KANALIZACIJA J23-J24

Meteorna voda doteka v jašek J23 iz kanalete 6 ob lokalni cesti. Pričakovani dotoki dosegajo vrednosti $Q_{100,2025}$=0,086m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,106m^3/s.
PEHD cev ϕ315mm med jaškoma J23-J24 je s hidravličnega vidika kratka, L=7,0m, i=7%. Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0{,}85=0{,}106/0{,}85$=0,125m^3/s.
Ob pričakovanem pretoku v letu 2050 bo v cevi nastal tok vode pod tlakom s potopljenim vtokom in potopljenim iztokom. Pretočnost cevi določimo:

$Q=A_c\times(2\times g\times(H_0+i\times L-H_n))^{1/2}/(1+\Sigma\xi_i)^{1/2}$

Kjer je A_c=0,0581m^2 prerez cevi, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta, i=0,07 hidravlični padec, H_0 višina vode nad vtokom v cev, H_n=0,75m višina vode na iztoku iz cevi, L=7,0m dolžina cevi, D_i=0,272m premer cevi in $\Sigma\xi_i$=0,5 +0,55+1=2,05 vsota lokalnih izgub ob vtoku v cev za zaobljeni vtok in trenja vzdolž cevi in vtoka v jašek z akumulirano vodo ter upoštevanjem koeficienta trenja n=0,011 za PEHD cev. Potrebno višino vode v jašku J24 za projektni pretok določimo:

$H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+H_n=(0{,}125/0{,}0581)^2\times(1+2{,}05)/(2\times 9{,}81)-$
0,07×7,0+0,95=1,18m

V cevi PEHD315 med jaškoma JXII in J15 se ob upoštevanem projektnem pretoku $Q_d=Q_{100,2050}/0{,}85$=0,125m^3/s oz. pri 85% polnitvi odvodnega sistema lahko pojavi tok vode pod tlakom in v jašku J24 se vzpostavi višina vode H_0=1,18m nad koto iztoka iz cevi oz. na absolutni višinski koti 333,52m, kota vtoka kanalete je na koti 333,70m. Za dejanski pretok $Q_{100,2050}$=0,106m^3/s se v jašku 24 vzpostavi nivo vode na višini H_0=0,98m oz. na absolutni višinski koti 333,32m. Prevodnost za projektni pretok je zagotovljena.

BETONSKA KANALETA 6

Površinska voda doteka po površju s pobočja nad LC in preko berme z vozišča ter se akumulira v betonski kanaleti B/H=45/15cm, ki poteka vzdolž LC v skupni dolžini L=22m s hidravličnim padcem i=5%. Iz betonske kanalete 6 se meteorna voda preko jaška J24 odvaja v sistem meteorne kanalizacije.
Pričakovani dotok v kanaleto znaša $Q_{100,2025}$=0,086m^3/s in v letu 2050 z upoštevanjem vplivov klimatskih razmer po scenariju RCP4.5 pretok meteorne vode $Q_{100,2050}$=0,106m^3/s. Za betonsko kanaleto B/H=45/15cm, i=5% je ob predpostavki hidravlično dolge kanalete prevodnost v letu 2050 izkoriščena 59,5% ter hitrost toka vode v kanaleti v=2,74m/s (rezultati izračunov so v prilogi P.2.2).
Ob predpostavki enakomernih dotokov vode vzdolž kanalete v analizi prevodnosti upoštevamo, da celotni pritok doteka v kanaletni kanal na ½ dolžine kanala.

Ob pričakovanem pretoku v letu 2050 bo v kanaletnem kanalu nastal tok vode s prosto površino in nepotopljenim iztokom. Pretočnost povsem polne kanalete, L=22m, i=5% določimo:

$Q=A_k\times(2\times g\times i\times L/2)^{1/2}/(1+\Sigma\xi_i)^{1/2}$

Kjer je A_k=0,05625m^2 prerez kanalete, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta, i=0,05 hidravlični padec ter $\Sigma\xi_i$=1,076 vsota izgub zaradi trenja polovice dolžine kanala z upoštevanjem koeficienta trenja n=0,014 za betonsko kanaleto. Prevodnost povsem zapolnjenega hidravlično kratkega kanaletnega kanala b/H=45/15cm določimo:

$Q_p=0,05625\times(2\times9,81\times0,05\times22,0\times0,5)^{1/2}/(1+1,076)^{1/2}=0,128m^3/s$

Ocenimo lahko, da betonska kanaleta B/H=45/15cm zagotavlja potrebno prevodnost tudi v letu 2025 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb po scenariju RCP4.5.
Polnitev kanaletnega kanala 6 v letu 2050 po scenariju RCP4.5 ob iztoku v jašek bo znašala $\eta=Q/Q_p=0,106/0,128=0,828 < \eta_{dop.}=0,85$

DKCϕ200 OBSUTA S SEKANCEM, L=10,0m, i=12%
Na območju travniškega priključka na zaključnem delu projekta se meteorna voda odvaja v zbirno kanalizacijo po DK cevi obloženi s sekancem na skupni dolžini vzdolž lokalne ceste 8m. Morebitni viški površinske vode se bodo odvajali po asfaltni muldi v betonsko kanaleto pred travniškim priključkom. Dotok vode iz zaledja na travniški priključek je smiselno ocenjen po anologiji enakih pritokov v kanaleto brez dotokov iz vozišča: $Q_{100,2025}=0,082\times8/22=0,030m^3/s$ in v letu 2050 z upoštevanjem vplivov klimatskih razmer po scenariju RCP4.5 pretok meteorne vode $Q_{100,2050}=0,102\times8/22=0,037m^3/s$. V DK cevi bo nastal tok vode s prosto gladino in potopljenim iztokom. Ob upoštevanju enakomerno razporejenih dotokov vode v cev, prevodnost DKC cevi določimo z upoštevanjem koncentriranega dotoka v osi analiziranega območja oz. travniškega priključka:

$Q_R=A_c\times(2\times g\times(H_0+i\times0,6\times L-H_n))^{1/2}/(1+\Sigma\xi_i)^{1/2}=$

$=0,0243\times(2\times9,81\times(0+0,12\times0,6\times10,0-0,20))^{1/2}/(1+1,992)^{1/2}=0,045m^3/s$

Kjer je A_c=0,0243m^2 prerez cevi, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta, i=0,12 hidravlični padec, H_0=0,0m višina vode nad vtokom v cev, H_n=0,20m višina vode na iztoku iz cevi, L=6,0m dolžina cevi do osi travniškega priključka, D_i=0,176m premer cevi in $\Sigma\xi_i$=0,92+1+0,072=1,992 vsota lokalnih izgub zaradi trenja vzdolž cev ter upoštevanjem koeficienta trenja n=0,011 za PEHD cev, vtoka vode v akumulirano stoječo vodo v jašku J23 in spremembe poteka osi upogljive DK cevi. Prevodnost upogljive DK cevi obsute s sekancem je zadostna:

$Q_R=0,045m^3/s > Q_d= Q_{100,2050}/0,85=0,044m^3/s$

In pripadajoči delež polnitve $\eta=0,037/0,045=0,822 < \eta_{dop.}=0,85$

T.3 ZAKLJUČEK

Za povečanje odpornosti prometne infrastrukture na neugodne vplive klimatskih sprememb je na plazovitem območju LC 240 041, Dobrina - Varvasela - Gruškovje, Štajnberger – Jus s projektom sanacije predvidena izvedba sanacije plazov s pilotno steno in tremi kamnitimi zložbami ter zagotovitev globinskega odvodnjavanja z zalednimi drenažami za opornimi konstrukcijami in drenažno podpornimi kamnitimi rebri ter z ureditvijo sistema meteornega odvodnjavanja s tremi kaskadnimi kanalizacijskimi sistemi za odvajanje meteorne vode v grape pod LC. Za kontrolirano zbiranje meteorne vode je predvidena izvedba 6. krajših kanaletnih kanalov, zbirno kanalizacijsko omrežje in drenažni jarki z DK cevmi obsutimi s sekancem na travniških dostopnih poteh na pobočju ob in nad LC.

Preverjena je prevodnost meteorne kanalizacije s prepusti, betonskimi kanaletami, zbirnimi drenažnimi jarki in sistemov pobočne kanalizacije s kaskadnimi jaški za odvajanje meteorne vode izven območja plazenja. Pri hidravlični presoji prevodnosti kanalizacijskih cevi in betonskih kanalet so prispevne površine korigirane z upoštevanjem povprečnih odtočnih koeficientov in z upoštevanjem hitrosti odtekanja vode po terenu. Zaradi majhnega vplivnega območja so upoštevani vsi koeficienti zakasnitve Ψ_i=1,0.

Za določitev trenda naraščanja ekstremnih kratkoročnih padavin je bila pri ARSO izdelana »*Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za naselje Žetale«,* rezultati so upoštevani pri hidravličnem dimenzioniranju elementov meteorne kanalizacije, ter prepustov pod cesto in betonskih kanalet. 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 plastične kanalizacijske cevi in betonske kanalete. 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 kaskadnih jaških je potrebno zaradi pričakovanih sprememb režimov toka vode izvesti vzgonske oz. vakumske razbremenilnike z najmanj dvemi odprtinami ϕ10cm v zgornji BC ϕ100cm na vsakem kaskadnem jašku nad površjem ali v betonskih pokrovih.

Razporeditev in izračuni količin meteorne vode, ki pritekajo v posamezne jaške so ocenjene in so na varni strani, zato ima predloženi sistem odvodnje najbrž 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 LC ter zatekala v plazovito 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 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 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, April 2025

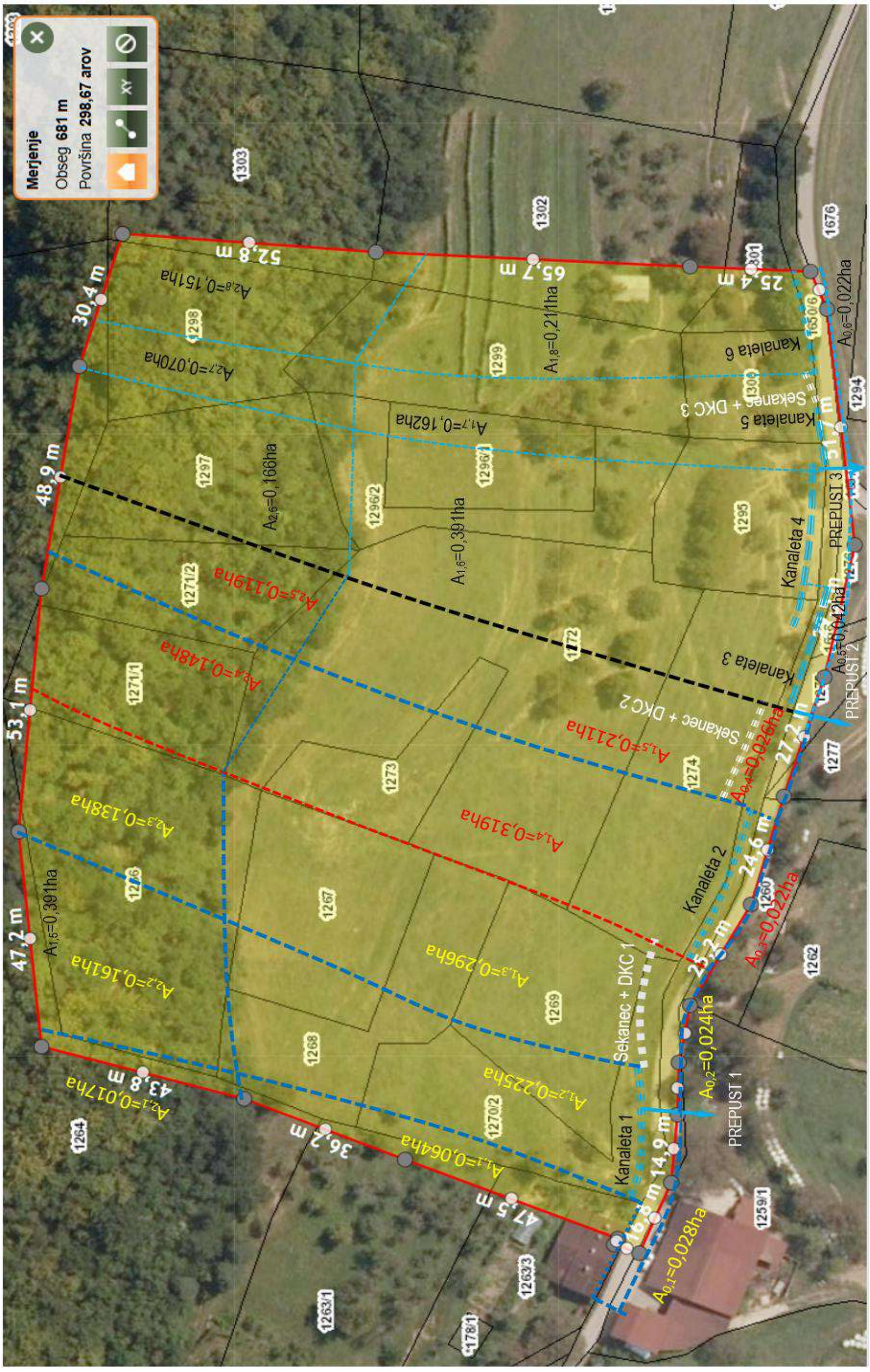
Pooblaščeni inženir:
Mitja Birsa, univ.dipl.inž.gr.

MITJA BIRSA
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0969

SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE POVRŠINE

SANACIJA PLAZU na LC 240 041, Dobrina - Varvasela - Gruškovje, Štajnberger - Jus

P.1.1 VPLIVNO OBMOČJE METEORNE VODE - PRISPEVNE POVRŠINE



P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
P18
1268
1267
1270/2
1269
1274
1299
1296/1
1296/2
1302
1295
1300
1301
1650/6
1275
1276
1656
1657
1294
1259/1
1262
1277
1676
365
360
350
335
325
330
320
315
310
kolovoz
OPORNI KAMNITI ZID ØL.1 L=30.00m
OPORNI ZID BETONSKA PILOTNA STENA L=36.30m
OPORNI KAMNITI ZID Ø L.3 L=274.00m
KAMNITO OBOKAVNO REBRO
STANOVANJSKO OBJEKT
GOSPODARSKI OBJEKT
SILOS
MONITORING PIEZOMETER
DPL - 4 (342.80)
DPL - 5 (327.65)
VODOVOD
ELEKTRIČNI KABEL
TELEKOM KABEL
PRILOGA: P.1.2

HIDRAVLIČNI IZRAČUN

P.2 PREVODNOST PREPUSTOV IN METEORNE KANALIZACIJE

METEORNA KANALIZACIJA PEHD DN160, 200 in 400mm ter BETONSKA KANALETA B/H=30/25cm

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

Absolutna hrapavost: $\varepsilon=1,0$mm za vse tipe PEHD cevi ter ε=1,5mm za betonsko kanaleto

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 50%)	**0,55**
Tavnik-pašnik	0,3	0,35	0,4	0,4-0,6	**0,6-0,8**	(nagib 25 do 35%)	**0,5**
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 do 10%)	**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**		

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_i=1,0

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

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

P.2.1 OBMOČJE PREPUSTA 1

METEORNA KANALIZACIJA JII-IZPUST, PEHD ϕ400mm					**PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝**						
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)			
JII-IZPUST (2025)	Cesta:$A_{0,1}+A_{0,2}$ Travnik:$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}$ Gozd:$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,052 0,585 0,316	**0,90** **0,50** **0,55**	**222**	**347**	0,12	1,0	**531**	**0,419**	0,451	Ustreza pogojno v=5,38m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
JIII-IZPUST (2050)	Cesta:$A_{0,1}+A_{0,2}$ Travnik:$A_{1,1}+A_{1,2}+A_{1,3}$ Gozd:$A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,052 0,585 0,316	**0,90** **0,50** **0,55**	**274**	**347**	0,12	1,0	**531**	**0,515**	0,509	Ustreza pogojno v=5,63m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Hitrosti toka pri hidravlično kratkih ceveh so nekoliko manjše.

METEORNA KANALIZACIJA J3-JII, PEHD ϕ315mm					**PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝**						
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)			
J3-JII (2025)	Cesta:$A_{0,2}$ Travnik:$A_{1,3}$ Gozd:$A_{2,3}$	0,024 0,296 0,138	**0,90** **0,50** **0,55**	**106**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,383**	0,428	Ustreza v=4,49m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J3-JIII (2050)	Cesta:$A_{0,2}$ Travnik:$A_{1,3}$ Gozd:$A_{2,3}$	0,024 0,296 0,138	**0,90** **0,50** **0,55**	**131**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,471**	0,471	Ustreza pogojno v=4,75m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

METEORNA KANALIZACIJA J8-J3, PEHD ϕ315mm					**PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝**						
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)			
J8-J3 (2025)	Cesta: Travnik:$A_{1,3}$ Gozd:$A_{2,3}$	 0,296 0,138	**0,90** **0,50** **0,55**	**97**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,349**	0,406	Ustreza v=4,42m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J8-J3	Cesta: Travnik:$A_{1,3}$ Gozd:$A_{2,3}$	 0,296 0,138	**0,90** **0,50** **0,55**	**119**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,430**	0,458	Ustreza pogojno v=4,61m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

POŽIRALNIKI V MULDI PRED PREPUSTOM 1					PREVODNOST MULDE, n=0,015						
METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	bi	i	h	Q_p	Q/Q_p	h_w/h	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
Požiralniki (2024)	Cesta:$A_{0,1}$ Travnik:$A_{1,1}$ Gozd:$A_{2,1}$	0,028 0,064 0,017	**0,90** **0,50** **0,55**	**29**	**500**	0,03 0,03 0,01	50,0	**20 20 11**	**0,565**	0,77	Ustreza
POžiralniki (2050)	Cesta:$A_{0,1}$ Travnik:$A_{1,1}$ Gozd:$A_{2,1}$	0,028 0,064 0,017	**0,90** **0,50** **0,55**	**35**	**500**	0,03 0,03 0,01	50,0	**20** **20** **11**	**0,696**	0,86	Ustreza

P.2.2 OBMOCJE PREPUSTA 2

METEORNA KANALIZACIJA JXIII-IZPUST,PEHDϕ400mm					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝						
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)			
JXIII-IZPUST (2024)	Cesta:$A_{0,3}$+$A_{0,4}$ Travnik:$A_{1,4}$+$A_{1,5}$ Gozd:$A_{2,4}$+$A_{2,5}$	0,048 0,530 0,267	**0,90** **0,50** **0,55**	**197**	**347**	0,12	1,0	**531**	**0,371**	0,421	Ustreza pogojno v=5,22m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
JXIII-IZPUST (2050)	Cesta:$A_{0,3}$+$A_{0,4}$ Travnik:$A_{1,4}$+$A_{1,5}$ Gozd:$A_{2,4}$+$A_{2,5}$	0,048 0,530 0,267	**0,90** **0,50** **0,55**	**243**	**347**	0,12	1,0	**531**	**0,457**	0,474	Ustreza pogojno v=5,47m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Hitrosti toka pri hidravlično kratkih cevi so nekoliko manjše.

METEORNA KANALIZACIJA J15-JXIII,PEHDϕ315mm					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝						
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)			
J15-JXIII (2024)	Cesta:$A_{0,3}$ Travnik:$A_{1,4}$ Gozd:$A_{2,4}$	0,022 0,319 0,148	**0,90** **0,50** **0,55**	**113**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,406**	0,442	Ustreza v=4,56m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J15-JXIII (2050)	Cesta:$A_{0,3}$ Travnik:$A_{1,4}$ Gozd:$A_{2,4}$	0,022 0,319 0,148	**0,90** **0,50** **0,55**	**139**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,500**	0,5	Ustreza v=4,80m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

METEORNA KANALIZACIJA J15-JXII,PEHDϕ315mm					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝						
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)			
J15-JXII (2024)	Cesta: Travnik:$A_{1,4}$ Gozd:$A_{2,4}$	 0,319 0,148	**0,90** **0,50** **0,55**	**104**	**272**	0,06	1,0	**197**	**0,530**	0,519	Ustreza v=3,42m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J15-JXII (2050)	Cesta: Travnik:$A_{1,4}$ Gozd:$A_{2,4}$	 0,319 0,148	**0,90** **0,50** **0,55**	**128**	**272**	0,06	1,0	**197**	**0,652**	0,596	Ustreza v=3,560m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

BETONSKA KANALETA 1 , B/H=45/15cm, L=36m					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE KANALETE, L=∝						
METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	b_0	i	n	Q_p	Q/Q_p	h/H	Ocena
		ha		l/s	mm			(l/s)			
Kanaleta 1 (2024)	Cesta: Travnik:$A_{1,4}$ Gozd:$A_{2,4}$	 0,319 0,148	**0,90** **0,50** **0,55**	**104**	**300**	0,04	0,0140	**160**	**0,652**	0,773	Ustreza v=2,52m/s ($v_{dop.}$=3m/s)
Kanaleta 1 (2050)	Cesta: Travnik:$A_{1,4}$ Gozd:$A_{2,4}$	 0,319 0,148	**0,90** **0,50** **0,55**	**128**	**300**	0,04	0,0140	**160**	**0,803**	0,873	Ustreza v=2,67m/s ($v_{dop.}$=3m/s)

Hidravlični padec ob priključku na jašek JXII: i≥5%

METEORNA KANALIZACIJA JXIII-J18,PEHDϕ315mm					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝						
METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	D_i	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
JXIII-J18 (2025)	Cesta:$A_{0,4}$ Travnik:$A_{1,5}$ Gozd:$A_{2,5}$	0,026 0,211 0,119	**0,90** **0,50** **0,55**	**84**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,303**	0,376	Ustreza v=4,22m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
JXIII-J18 (2050)	Cesta:$A_{0,4}$ Travnik:$A_{1,5}$ Gozd:$A_{2,5}$	0,026 0,211 0,119	**0,90** **0,50** **0,55**	**104**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,373**	0,422	Ustreza v=4,46m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

METEORNA KANALIZACIJA J16-J18,PEHDϕ315mm					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝						
METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	D_i	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
J16-J18 (2025)	Cesta: Travnik:$A_{1,5}$ Gozd:$A_{2,5}$	 0,211 0,119	**0,50** **0,55**	**74**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,266**	0,376	Ustreza v=4,22m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J16-J18 (2050)	Cesta: Travnik:$A_{1,5}$ Gozd:$A_{2,5}$	 0,211 0,119	**0,50** **0,55**	**91**	**272**	0,12	1,0	**278**	**0,328**	0,422	Ustreza v=4,46m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

P.2.3 OBMOČJE PREPUSTA 3

METEORNA KANALIZACIJA JXX-IZPUST,PEHDϕ400mm					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝						
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)			
JXX-IZPUST (2025)	Cesta:$A_{0,5}$+$A_{0,6}$ Travnik:$A_{1,6}$+$A_{1,7}$+$A_{1,8}$ Gozd:$A_{2,6}$+$A_{2,7}$+$A_{2,8}$	0,064 0,764 0,387	**0,90** **0,50** **0,55**	**283**	**347**	0,12	1,0	**484**	**0,584**	0,554	Ustreza pogojno v=5,27m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
JXX-IZPUST (2050)	Cesta:$A_{0,5}$+$A_{0,6}$ Travnik:$A_{1,6}$+$A_{1,7}$+$A_{1,8}$ Gozd:$A_{2,6}$+$A_{2,7}$+$A_{2,8}$	0,064 0,764 0,387	**0,90** **0,50** **0,55**	**348**	**347**	0,12	1,0	**484**	**0,719**	0,639	Ustreza pogojno v=5,43m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Hitrosti toka pri hidravlično kratkih cevi so nekoliko manjše.

METEORNA KANALIZACIJA J21-JXX,PEHDϕ315mm					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE CEVI, L=∝						
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)			
J21-JXX (2025)	Cesta:$A_{0,5}$ Travnik:$A_{1,6}$ Gozd:$A_{2,6}$	0,042 0,391 0,166	**0,90** **0,50** **0,55**	**141**	**272**	0,1	1,0	**254**	**0,554**	0,534	Ustreza pogojno v=4,47m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J21-JXX	Cesta:$A_{0,5}$ Travnik:$A_{1,6}$ Gozd:$A_{2,6}$	0,042 0,391 0,166	**0,90** **0,50** **0,55**	**173**	**272**	0,1	1,0	**254**	**0,682**	0,615	Ustreza v=4,55m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

BETONSKA KANALETA 6 , B/H=45/15cm, L=22m					PREVODNOST HIDRAVLIČNO DOLGE KANALETE, L=∝						
METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	b_0	i	n	Q_p	Q/Q_p	h/H	Ocena
		ha		l/s	mm			(l/s)			
Kanaleta 6 (2024)	Cesta: dotok z bankine Travnik:$A_{1,8}$ Gozd:$A_{2,8}$	0,011 0,211 0,151	**0,90** **0,50** **0,55**	**86**	**300**	0,05	0,0140	**178**	**0,483**	0,64	Ustreza v=2,58m/s ($v_{dop.}$=3m/s)
Kanaleta 6 (2050)	Cesta: dotok z bankine Travnik:$A_{1,8}$ Gozd:$A_{2,8}$	0,011 0,211 0,151	**0,90** **0,50** **0,55**	**106**	**300**	0,05	0,0140	**178**	**0,595**	0,73	Ustreza v=2,74m/s ($v_{dop.}$=3m/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).

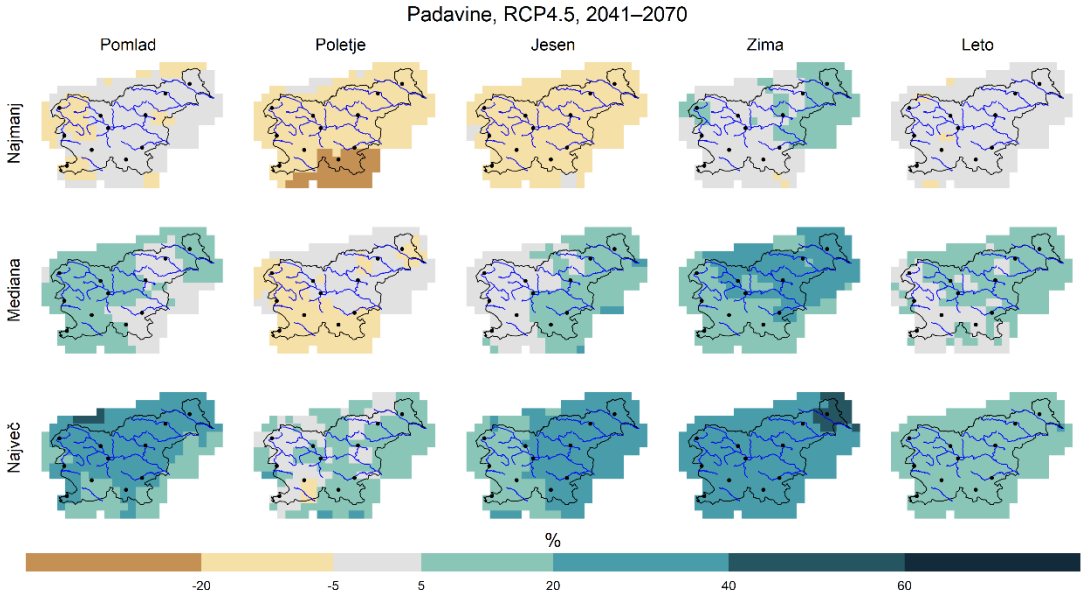
gcm	**rcm**
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM4
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4
ICHEC-EC-EARTH	DMI-HIRHAM5
IPSL-IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS
MOHC-HadGEM2-ES	KNMI-RACMO22E
MPI-M-MPI-ESM-LR	SMHI-RCA4

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