PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI		
naziv gradnje		**SANACIJA PLAZU NA JP 741 TKAVC - DOBOVŠKO - POTNI VRH (PLAJNŠEK)**
kratek opis gradnje		**Sanacija plazu s oporno kamnito zložbo dolžine 30.0m in maksimalne višine 4.90m 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		**1022**
	☐	**sprememba dokumentacije**
PODATKI O NAČRTU		
strokovno področje načrta		**Elaborat vpliva podnebnih sprememb**
številka načrta		**1022 Evps**
datum izdelave		**junij 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	**1022**		
Načrt gradbenih konstrukcij - sanacija plazu	**1022 K**		
Geološko geotehnični načrt	**1022 Geo**		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb	**1022 Evps**		
Geodetski načrt	**152-25**		

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 plazu na javni poti JP 741 271 Tkavc – Dobovško – Potni Vrh (Plajnšek). Območje plazu se nahaja na višinski koti približno 400m. Širina cestišča na JP 741 271 znaša 3 - 3,5m. Cesta poteka po gričevnatem terenu z nagibom pobočja 40 do 50% v prečni smeri nad cesto ter se višinsko prilagaja terenu. Vzdolžni nagib ceste na območju plazov znaša od 1 do 9%. Na območju obravnavanega projekta se nad cesto nahaja strma poškodovana vkopna brežina nad javno potjo. Na terenu je vidna porušitev pobočja v depresiji nad javno potjo, odlomnih oz. nateznih razpok na pobočju nad cesto in aktivirane porušitve višje na pobočju ni vidne ter zato menimo, da se porušitev v pobočju višje nad cesto še ni aktivirala. Ocenjujemo, da je potrebno čimprej izvesti sanacijo porušenega dela strme brežine, ker obstaja možnost, da se bo ob ponovitvi ujme iz leta 2023 območje porušitve še dodatno povečalo oz. razširilo.

Temeljna tla gradijo meljne gline odložene na plasti peščenega laporja. Vzroki poškodb in porušitve strme brežine so skoraj zagotovo obilne dolgotrajne padavine, ki so povzročile povišanje nivojev talne vode v pobočju in porušitev cestnega vkopa nad cesto. Izboljšanje odpornosti pobočja in prometnice na pričakovane povečane neugodne vremenske vplive bo doseženo z zgradnjo oporne kamnite zložbe dolžine približno 30m vzdolž ceste in ureditvijo odvodnjavanja površinskih in talnih voda v območju prometnice. S PZI načrtom sanacije je predvidena izvedba učinkovitejšega odvodnjavanja površinskih voda s kanaletnim jarkom za oporno konstrukcijo, drenažnim zasekom na izravnanem delu pobočja na začetnem delu sanacije, asfaltno muldo ob cesti ter zbiranje in odvajanje meteorne vode s sistemom meteorne kanalizacije v obstoječi odvodni jarek v dolini pod cesto za zmanjševanje pronicanja površinske vode v pobočje pod lokalno cesto ter zmanjšanje erozijske ogroženosti pobočja. Projekt obravnava tudi izvedbo obnove vozišča na celotnem območju predvidene sanacije.

Na pobočju nad cesto se nahajajo travniške površine oz. pašniki do slemena približno 70m nad cesto. Nagib pobočja nad cesto znaša od 40 do 50% 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 v obstoječi odvodni jarek pod cesto. Na območju cestišča javne poti se zbira površinska voda iz asfaltnih površin in pobočja nad cesto z vzdolžno asfaltno muldo, kanaletnim in drenažnim jarkom ter se s cestno kanalizacijo odvaja v zbirne jaške in nato v grapo z odvodnim jarkom pod javno potjo. Ob izpustu iz pobočne meteorne kanalizacije v grapo pod cesto je predvidena izvedba proti erozijskega zavarovanja obstoječega zemeljskega jarka 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 70m nad javno potjo. Vplivno območje meteorne vode je shematsko prikazano na prilogi P.1 pričujočega poročila.

T.2 PREVODNOST CESTNE KANALIZACIJE, BETONSKE KANALETE, ASFALTNE MULDE IN DRENAŽNEGA JARKA

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 cesto, ki gravitira na območje vozišča z asfaltno muldo, kanaleto in drenažnim zasekom ob levi strani LC. 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 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

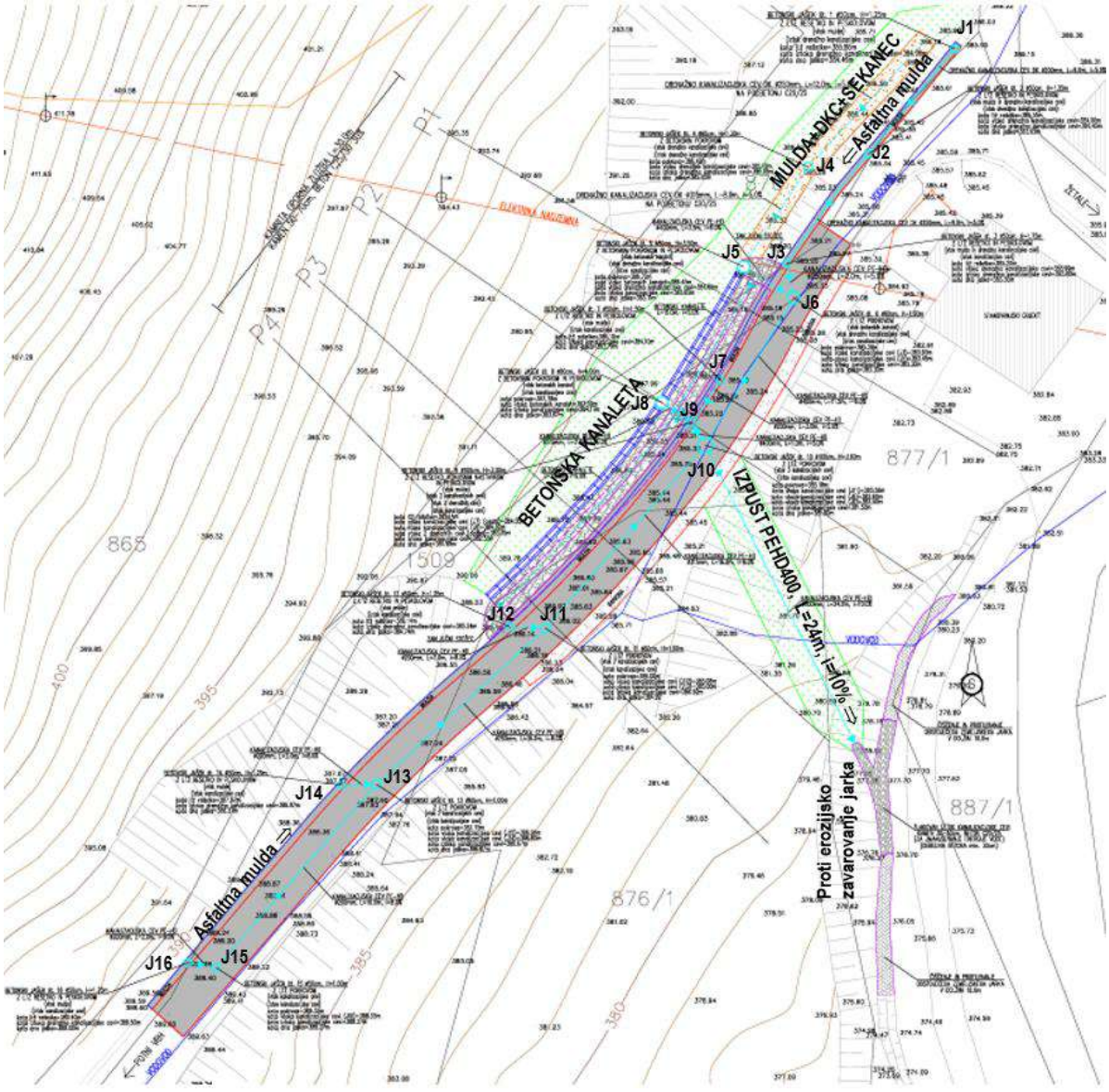
Hitrost odtoka vode na terenu (v, m/s):

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

POBOČNA METEORNA KANALIZACIJA: jašek J10-izpust

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,222m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,241m^3/s. Za cevi PEHD400, i=10% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 50% ter hitrost toka v=5,12m/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). Rezultate izračunov prevodnosti na modelu hidravlično dolgih kanalizacijskih cevi prikazuje priloga P.2.1, ki je sestavni del pričujočega poročila.

Kanalizacijska cev med kaskadnim jaškom in izpustom 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=24m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok: $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,241/0,85=0,283$m^3/s.

Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in urejenim nepotopljenim vtokom iz jaška v cev znaša $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,347^{2,5}=0,154$m^3/s, kjer D_i=0,347m pomeni koristni premer cevi PEHD400. Zato bo ob predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 v cevi 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 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 nad iztokom, ki jo za projektni pretok določimo:

$$H_0=(Q_d/(\mu_0\times A_c)^2/(2\times g)+(0,708-2\times i)\times D_i=(0,283/(0,667\times 0,0946))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,10)\times 0,347=1,20\text{m}$$

Za projektni pretok Q_d=0,283m^3/s bi se lahko vzpostavila potrebna višina vode v jašku J10 ob vtoku v cev H_0=1,20m. Pretočni režim v cevi bo ob pojavu projektnega naliva prehajal od toka vode s prosto površino in nepotopljenim vtokom ter ob največji koncentraciji prešel v pretočni režim toka vode s prosto površino in potopljenim vtokom.

Hitrost toka vode ob izpustu v tlakovano grapo določimo z upoštevanjem dejanskega pretoka $Q_{100,2050}$=0,241m^3/s.

Začetna hitrost na vtoku v cev: $v_0=0,241/0,0946=2,55$m/s

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

$$v_p=((v_0)^2+i\times L\times 2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}=(2,55^2+0,10\times 24\times 2\times 9,81)^{1/2}/(1+1,49)^{1/2}=4,64\text{m/s}$$

Kjer $\xi_t=125\times n^2\times L/(D_i)^{4/3}=125\times 0,011^2\times 24/(0,347)^{4/3}=1,49$ predstavlja hidravlične izgube zaradi trenja v cevi.

Polnitev cevi na iztoku $\eta=Q/Q_p$=0,55, pripadajoči količnik zmanjšanja hitrosti η_p=1,02.

Dejanska hitrost vode na iztoku $v=v_p\times\eta_p=4,64\times 1,02=4,73$m/s.

Dejansko najvišjo višino vode v jašku J10 ob največjem pričakovanem pritoku $Q_{100,2050}$=0,241m^3/s v stanju uporabe v letu 2050 določimo:

$$H_0=(0,241/(0,667\times 0,0946))^2/(2\times 9,81)+(0,708-2\times 0,10)\times 0,347=0,92\text{m}$$

Opomba: dokaze zadostne prevodnosti v letu 2050 bomo izvedli z upoštevanjem največje pričakovane višine vode v jašku J10, ki ob upoštevanju vplivov pričakovanih klimatskih sprememb znaša H_0=0,92m.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA J6-J10

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,099m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,121m^3/s. Za cevi PEHD400, i=6% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 33% ter hitrost toka v=3,37m/s. Cev med zbirnima jaškoma je s hidravličnega vidika kratka, dolžina znaša L=11,5m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok: $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,121/0,85=0,142m^3/s$.

Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška J6 v cev znaša $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,347^{2,5}=0,152m^3/s$ ter pripadajoča višina vode nad vtokom v cev $H_0=1,3\times D_i=1,3\times 0,347=0,45m$, kjer $D_i=0,347m$ pomeni koristni premer cevi PEHD400.

Za projektni pretok $Q_d=0,142m^3/s$ se vzpostavi potrebna višina vode v jašku J6 ob vtoku v cev $H_0=0,45m$ ter tok meteorne vode s prosto površino po celotni dolžini cevi.

ZBIRNA KANALIZACIJSKA CEV J5-J6

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,081m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,100m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=6% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 51% ter hitrost toka v=3,90m/s. Cev med jaškoma je s hidravličnega vidika kratka saj znaša le L=3,5m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,100/0,85=0,118m^3/s$.

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=0,06 hidravlični padec, H_0 višina vode nad vtokom v cev, $H_n=0,30m$ višina vode na iztoku iz cevi, L=3,5m dolžina cevi, $D_i=0,272m$ premer cevi in $\Sigma\xi_i=0,5+0,3+1=1,80$ vsota lokalnih izgub ob vtoku v cev za zaobljeni vtok, trenja vzdolž cevi in vtoka v jašek J6 z akumulirano vodo ter upoštevanjem koeficienta trenja n=0,011 za PEHD cev. Potrebno višino vode v jašku J5 za projektni pretok določimo:

$$H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+H_n=(0,118/0,0581)^2\times(1+1,80)/(2\times 9,81)-0,06\times 3,5+0,30=0,678m$$

V cevi PEHD315 med jaškoma J5 in J6 bi se ob projektnem pretoku $Q_d= Q_{100,2050}/0,85=0,118m^3/s$ oz. pri 85% polnitvi odvodnega sistema lahko pojavil tok vode pod tlakom in v jašku J5 višina vode $H_0=0,68m$ nad koto iztoka iz cevi oz. na absolutni višinski koti 384,33m. Kota vtoka DK cevi iz drenažnega zaseka znaša 384,65m kar zagotavlja, da voda v DK cevi zagotovo ne bo zastajala.

DRENAŽNA KANALIZACIJA DKC OBSUTA S SEKANCEM Z MULDO NA POVRŠJU J4-J5

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,052m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,064m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=5% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 36% ter hitrost toka v=3,37m/s. DK cev v sekancu na betonski podlagi je s hidravličnega vidika kratka, dolžina cevi lahko ima pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=8,0m, vanjo pa priteka tudi voda iz cevi DKC PEHD250 dolžine L=12m. Hidravlični račun pričakovanih pritokov meteorne vode in prevodnosti DKC dolžine $L=\infty$ je prikazan na prilogi P.2.4.

Površinska voda doteka v drenažni zasek po površju s pobočja nad JP. Na območju obstoječe travniške terase 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 J4 doteka iz zbirnega jarka globine približno $h_j=1,0m$ po DK cevi ϕ250mm, L=12m, i=5% ter se odvaja po DK cevi ϕ315mm, L=8,0m v jašek J5 z nepotopljenim iztokom. Ob povprečni gladini vode $h_w=0,5m$ nad odprtinami v DK cevi, pričakovani največji možni dotok vode v cev približno določimo:

$$Q_{R,kc}=\mu_0\times\Sigma A_r\times(2\times g\times H_0)^{1/2}=(1/3)\times\Sigma A_r\times(2\times g\times h_w)^{1/2}=(1/3)\times 0,005\times 20^*(2\times 9,81\times 0,5)^{1/2}=0,104m^3/s.$$

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 zadosten.

$Q_{R,kc}$=0,104m^3/s > Q_d= $Q_{100,2050}$/0,85=0,064/0,85=0,075m^3/s

Voda iz DKC doteka v jašek J5 s prosto površino in nepotopljenim iztokom. V jašku J4 je predvidena ureditev dna jaška s prisekanim delom DKC cevi do 2/3 višine. Cev se zaradi razpršenih dotokov obnaša kot hidravlično dolga s hidravličnim padcem i=5%. Izkoriščenost pretočne sposobnosti je ob upoštevanju hidravlično dolgih cevi izkoriščena 36%.

Nekoliko bolj kritične rezultate kaže ocena prevodnosti hidravlično kratke cevi z upoštevanjem težišča dotoka vode na polovični skupni dolžini DK cevi:

$Q_R=A_c\times(2\times g\times 0,5\times L\times i)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}$=0,0581×(2×9,81×0,5×20,0×0,05)$^{1/2}$/(1+0,71)$^{1/2}$=0,139m^3/s

Izkoriščenost prevodnosti za dejanske pričakovane dotoke znaša:

$\eta=Q_{100,2050}/Q_R$=0,064/0,139=0,46 < $\eta_{dop.}$=0,85

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA J3-J6

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,017m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,021m^3/s. Za cevi PEHD250, i=6% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 29% ter hitrost toka v=2,31m/s. Cevi med zbirnimi jaški so s hidravličnega vidika kratke, kjer ima dolžina cevi lahko pomemben vpliv na režim toka vode v ceveh, 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=0,021/0,85=0,025m^3/s.

Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za neurejeni vtok (peskolov) iz jaška J3 v cev znaša $Q=1,52\times D_i^{2,5}$=2,17×0,218^{2,5}=0,033m^3/s ter pripadajoča višina vode nad vtokom v cev $H_0=1,01\times D_i$=1,01×0,218=0,22m, kjer D_i=0,218m pomeni koristni premer cevi PEHD250.

Za projektni pretok Q_d=0,025m^3/s se vzpostavi potrebna višina vode v jašku J3 ob vtoku v cev H_0=0,22m ter tok meteorne vode s prosto površino po celotni dolžini kanalizacijske cevi.

ZBIRNA KANALIZACIJSKA CEV J9-J10

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}$=0,041m^3/s, $Q_{100,2050}$=0,051m^3/s. Za cev PEHD315, i=5% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 28% ter hitrost toka v=2,69m/s. Kanalizacijska cev med jaškoma J9 in J10 je s hidravličnega vidika kratka, dolžina cevi znaša L=1m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}$/0,85=0,051/0,85=0,060m^3/s.

Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za neurejeni vtok iz jaška v cev znaša $Q=1,52\times D_i^{2,5}$=1,52×0,272^{2,5}=0,059m^3/s, kjer D_i=0,272m pomeni koristni premer cevi PEHD500. Zato bo ob predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 v cevi nastal prehod iz toka vode s prosto površino v 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 μ_0=0,5 koeficient kontrakcije za neobdelani vtok, A_c=0,0581m^2 prerez cevi, g=9,81m/s^2 gravitacijska konstanta ter H_0 pripadajoča višina vode v jašku nad iztokom, ki jo določimo:

$H_0=(Q_d/(\mu_0\times A_c)^2/(2\times g)+(0,708-2\times i)\times D_i$=(0,060/(0,5×0,0581))^2/(2×9,81)+(0,708-2×0,05)×0,272=0,383m

Za projektni pretok Q_d=0,060m^3/s bi se lahko vzpostavila potrebna višina vode v jašku J9 ob vtoku v cev H_0=0,383m. Pretočni režim v cevi bo ob pojavu projektnega naliva v letu 2050

prehajal od toka vode s prosto površino in nepotopljenim vtokom ter ob največji koncentraciji prešel v pretočni režim toka vode s prosto površino in potopljenim vtokom.

Tudi ob projektnem pretoku $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,051/0,85=0,060m^3/s$ nivo vode v jašku J9 ne bo dosegal kote iztoka drenažnih cevi iz temelja kamnite oporne zložbe, ki se nahaja na višini H=0,60m nad koto iztoka iz jaška ter ne bo povzročil dviga nivoja vode v kamniti zložbi, ki iz geotehničnega ozira ni dopusten.

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA J11-J10

Pričakovani dotoki $Q_{100,2025}=0,056m^3/s$, $Q_{100,2050}=0,069m^3/s$. Za cevi PEHD315, i=8% je ob predpostavki hidravlično dolgih cevi prevodnost v letu 2050 izkoriščena 30% ter hitrost toka v=5,66m/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 $v_{dop.}=3,44m/s$.

Kanalizacijska cev med jaškoma J11 in J10 je s hidravličnega vidika kratka, zato lahko ima dolžina cevi pomemben vpliv na režim toka vode v cevi, dolžina cevi znaša L=16m.

Pri izvedbi dokazov zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,069/0,85=0,081m^3/s$.

Prevodnost cevi pri toku s prosto gladino in nepotopljenim vtokom za urejeni vtok iz jaška v cev znaša $Q=2,17\times D_i^{2,5}=2,17\times 0,272^{2,5}=0,084m^3/s$, kjer $D_i=0,272m$ pomeni koristni premer cevi PEHD315. Zato bo ob predpostavki največjega pričakovanega pretoka v letu 2050 v cevi nastal tok vode s prosto površino. V jašku J11 se bo ob projektnem pretoku vzpostavila višina vode nad vtokom v cev $H_0=1,4\times D_i=1,4\times 0,272=0,38m$

ZBIRNA CESTNA KANALIZACIJA J12-J11

Zaradi konfiguracije pobočja nad cesto dotoki vode v jaške J16, J14 in J12 zagotovo ne bodo povsem enakomerno razporejeni. V hidravličnem izračunu bomo upoštevali največji možni dotok po asfaltni muldi v jašek J12, ki lahko znaša $Q_{100,2050}=0,032m^3/s$. Pri izvedbi dokaza zadostne prevodnosti upoštevamo 85% polnitev kanalizacijskega sistema ter projektni pretok $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,032/0,85=0,038m^3/s$.

V povezovalni cevi PEHD200, L=2m bi ob projektnem dotoku lahko nastal tok meteorne vode pod tlakom. Potrebno višino vode v jašku J12 za projektni pretok določimo:

$$H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+H_n=(0,038/0,0243)^2\times(1+1,76)/(2\times 9,81)-0,08\times 2,0+0,38=0,564m$$

Potrebna pretočnost je zagotovljena, vtočna rešetka se nahaja 0,9m nad koto iztoka iz jaška J12 ter bi se gladina vode potencialno lahko še povišala za 0,3m ter s tem omogočila še večjo odtočno količino od upoštevane projektne vrednosti $Q_d=Q_{100,2050}/0,85=0,032/0,85=0,038m^3/s$.

Pričakovana dotoka v jaška J14 in J16 sta zagotovo manjša od dotoka v jašek J12 ter zato dodatno dokazovanje prevodnosti ni smiselno in potrebno.

PREVODNOST BETONSKE KANALETE IN ASFALTNE MULDE

Ob kroni oporne zložbe je predvidena vgraditev betonske kanalete $B/b_0/H=48/30/16cm$. Prevodnost kanalete z upoštevanjem trenjskega koeficienta n=0,014 in minimalnega hidravličnega padca i=5% znaša $Q_{R,k}=0,205m^3/s$.

Kanaletna kanala sta sorazmerno zelo kratka ter zato hidravlični izračun za kanaleto neskončne dolžine zagotovo ni zanesljiv. Dolžina krajše kanalete znaša le 11,0m, hidravljični padec i=5% ter realni izračun prevodnosti kaže na bistveno nižjo prevodnost povsem polnega kanaletnega kanala, ki jo določimo z upoštevanjem težišča vseh dotokov meteorne vode na polovici dolžine kanala ter Maning-ovega količnika trenja v kanaletnem kanalu n=0,014 (razmerje med skupno

dolžino kanalete in računskim premerom L/(4×R)=11,0/0,374=29,4 (kjer R označuje posplošeni hidravlični radij kanalete). Hitrost odtoka vode iz kanalete in pretočno sposobnost ocenimo:

$v_p=(i\times(L/2)\times2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (0,05\times5,5\times2\times9,81)^{1/2}/(1+0,509)^{1/2}=1,27m/s$

$Q_{R,k}=v_p\times A_k=1,27\times0,0624=0,079m^3/s$

$\eta=Q_{100,2050}/Q_R=0,051/0,079=0,65 < \eta_{dop.}=0,85$

Prevodnost asfaltne mulde (b/h=0,5/0,05m) na začetnem delu sanacije ob upoštevanju povprečnega hidravličnega padca i=8% ter dolžine L=∞, znaša $Q_{R,k}=0,032m^3/s$. Na območju asfaltne mulde med J14 in J12, kjer je pričakovana največja intenziteta dotokov meteorne vode s pobočja, višinska razlika med požiralniki na dolžini L=16,0m znaša $\Delta H=1,73m$ oz. povprečni hidravlični padec i=10,8%. Zaradi zvezno razporejenega dotoka s pobočja in vozišča v asfaltno muldo, določimo prevodnost asfaltne mulde z upoštevanjem težišča vseh dotokov meteorne vode na polovici dolžine mulde ter Maning-ovega količnika trenja n=0,015 (razmerje med skupno dolžino mulde in računskim premerom L/(4×R)=16,0/0,1436=111,42 (kjer R označuje posplošeni hidravlični radij asfaltne mulde).

$v_p=(i\times(L/2)\times2\times g)^{1/2}/(1+\xi_t)^{1/2}= (0,108\times8,0\times2\times9,81)^{1/2}/(1+2,992)^{1/2}=2,061m/s$

$Q_{R,m}=v_p\times A_k=2,061\times0,0168=0,035m^3/s$

Ocenimo lahko, da se pri daljših odsekih asfaltnih muld izračuna prevodnosti po postopkih hidravlično dolgih in hidravlično krajših muld bistveno ne razlikujeta. Zato je prevodnost treh cestnih požiralnikov, ki odvajajo meteorno vodo iz asfaltne mulde, za ocenjene dotoke moteorne vode zagotovo zadostna.

$\eta=Q_{100,2050}/Q_{R,m}=0,069/(3\times0,032)=0,72 < \eta_{dop.}=0,85$

T.3 ZAKLJUČEK

Za povečanje odpornosti prometne infrastrukture na neugodne vplive klimatskih sprememb je na plazovitem območju JP 741 271, Tkavc - Dobovško – Potni Vrh, Plajnšek s projektom sanacije predvidena izvedba sanacije plazu nad cesto z oporno kamnito zložbo ter zagotovitev globinskega odvodnjavanja z zalednimi drenažami za oporno konstrukcijo ter z ureditvijo sistema meteornega odvodnjavanja s kanalizacijskim sistemom za zbiranje in odvajanje meteorne vode v grapo pod JP. Za kontrolirano zbiranje meteorne vode je predvidena izvedba dveh krajših kanaletnih kanalov, zbirno kanalizacijsko omrežje in drenažni jarek z DK cevmi obsutimi s sekancem na izravnanem delu pobočja pred oporno zložbo nad JP. Projekt vključuje tudi čiščenje in izvedbo proti erozijskega zavarovanja obstoječega odvodnega jarka.

Preverjena je prevodnost meteorne kanalizacije s prepusti, betonskimi kanaletami, zbirnim drenažnim jarkom in sistemom cestne kanalizacije 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 $\Psi_i=1,0$.

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, asfaltnih muld 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 kanalizacijske cevi, mulde 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 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.

Izkop in vgraditev odtočne kanalizacijske cevi PEHD400, L=24m od jaška J10 do iztoka v obstoječi odvodni jarek s protierozijsko oblogo je potrebno izvesti v štirih odsekih (kampadah) dolžine po 6m (dolžina standardne PEHD cevi), ker bi ob morebitnem frontalnem izkopu na celotni dolžini 24m lahko nastala porušitev cestnega telesa nad izkopom.

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 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, kanalet 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, Junij 2025

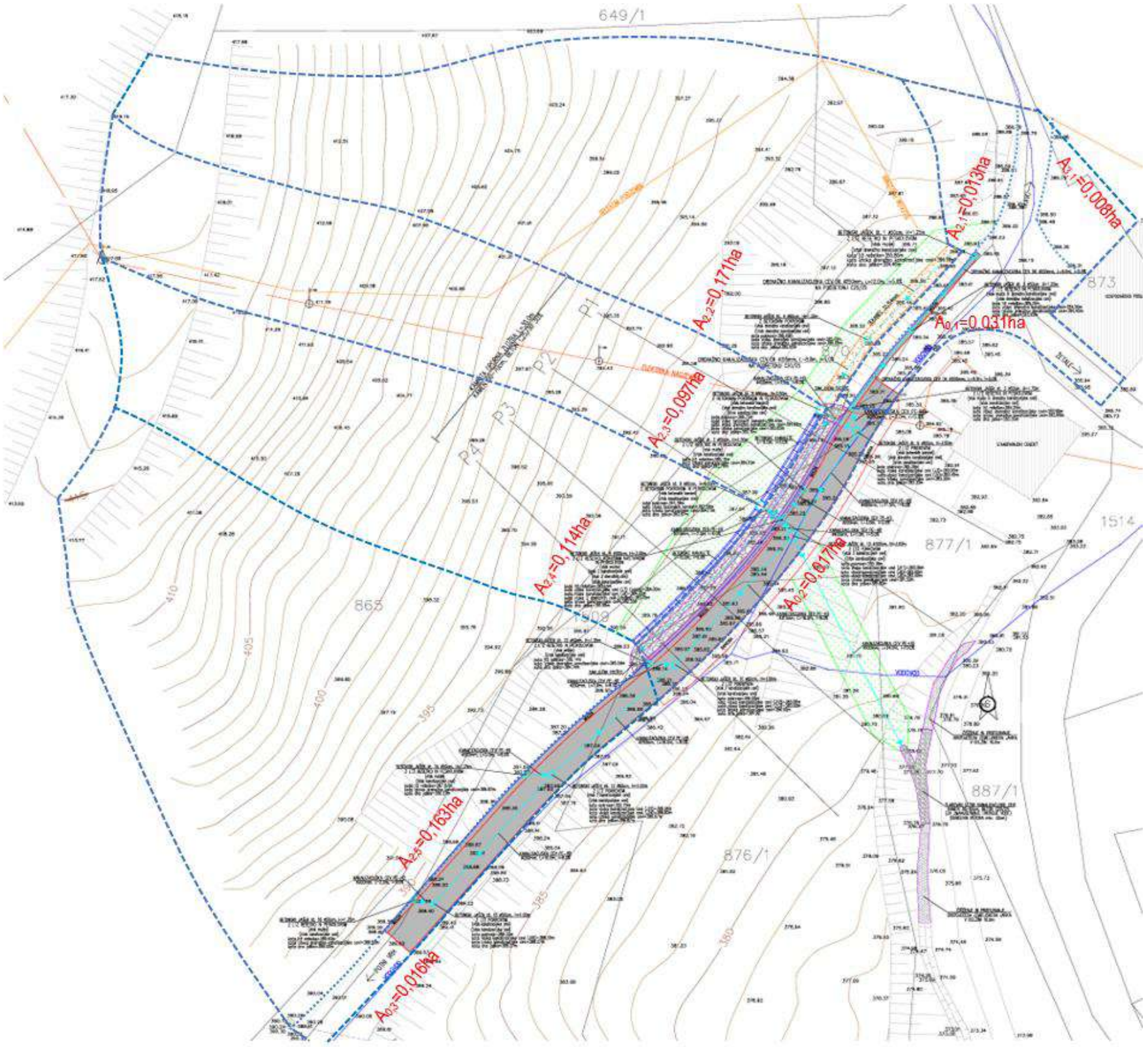
Pooblaščeni inženir:
Mitja Birsa, univ.dipl.inž.gr.



SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE PORŠINE

SANACIJA PLAZU na JP 741 271, Tkavc - Dobovško - Potni Vrh, PLAJNŠEK

P.1 VPLIVNO OBMOČJE METEORNE VODE - PRISPEVNE POVRŠINE



P.2 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE

METEORNA KANALIZACIJA PEHD DN200, 250, 315, in 400mm ter BETONSKA KANALETA B/H=30/16cm

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

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

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**		
Tavnik-pašnik	0,3	0,35	0,4	0,4-0,6	**0,6-0,8**	(nagib 40 do 50%)	**0,7**
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	(nagib do 10%)	**0,4**
Objekti - strehe	0,95	0,95	0,95	0,95	**0,95**		

PROJEKTNI NALIV: PRIČAKOVANI KRATKOTRAJNI 15 minutni naliv v letih 2025 in 2050 (ARSO 2024)

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: $\Psi_i = 1{,}0$

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

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

HIDRAVLIČNI IZRAČUN

P.2.1 IZPUST V OBSTOJEČI JAREK: J10-Obstoječi jarek

METEORNA KANALIZACIJA J10-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)			
J10-IZPUST (2025)	Cesta: $A_{0,1}$ Dvorišče: $A_{1,1}$ Travnik: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$ Travnik: $A_{2,4}+A_{2,5}$	0,064 0,008 0,281 0,277	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**196**	**347**	0,1	1,0	**484**	**0,404**	0,44	Ustreza v=4,86m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J10-IZPUST (2050)	Cesta: $A_{0,1}$ Dvorišče: $A_{1,1}$ Travnik: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$ Travnik: $A_{2,4}+A_{2,5}$	0,064 0,008 0,281 0,277	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**241**	**347**	0,1	1,0	**484**	**0,497**	0,5	Ustreza pogojno v=5,12m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Hitrosti toka pri hidravlično kratkih ceveh so nekoliko manjše. Račun prevodnosti hidravlično kratkih cevi je prikazan v v tehničnem poročilu.

P.2.2 CESTNA KANALIZACIJA J6 - J10

METEORNA KANALIZACIJA J10-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)			
J6-J10 (2025)	Cesta: $A_{0,1}$ Dvorišče: $A_{1,1}$ Travnik: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,031 0,008 0,281	**0,90** **0,40** **0,70**	**99**	**347**	0,06	1,0	**375**	**0,263**	0,347	Ustreza pogojno v=3,19m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J6-J10 (2050)	Cesta: $A_{0,1}$ Dvorišče: $A_{1,1}$ Travnik: $A_{2,1}+A_{2,2}+A_{2,3}$	0,031 0,008 0,281	**0,90** **0,40** **0,70**	**121**	**347**	0,06	1,0	**375**	**0,324**	0,396	Ustreza pogojno v=3,37m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Hitrosti toka pri hidravlično kratkih ceveh so nekoliko manjše. Hidravlični račun kratkih cevi je sestavni del tehničnega poročila.

P.2.3 POVEZOVALNA KC J5- J6

METEORNA KANALIZACIJA J10-IZPUST, 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)			
J5-J6 (2025)	Cesta: Dvorišče: Travnik: $A_{2,2}+A_{2,3}$ Travnik:	0,00 0,000 0,268 0,000	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**81**	**272**	0,06	1,0	**197**	**0,413**	0,445	Ustreza pogojno v=3,72m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J5-J6 (2050)	Cesta: Dvorišče: Travnik: $A_{2,2}+A_{2,3}$ Travnik:	0,00 0,000 0,268 0,000	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**100**	**272**	0,06	1,0	**197**	**0,508**	0,507	Ustreza pogojno v=3,90m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Hitrosti toka pri hidravlično kratkih ceveh so nekoliko manjše. Hidravlični račun kratkih cevi je sestavni del tehničnega poročila.

P.2.4 DRENAŽNO KANALIZACIJSKA CEV V SEKANCU J4 - J5

DKC obložena s sekancem, 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)			
J9-J10 (2025)	Cesta: Dvorišče: Travnik: $A_{2,2}$ Travnik:	0,00 0,000 0,171 0,000	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**52**	**272**	0,05	1,0	**180**	**0,288**	0,347	Ustreza v=3,19m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J9-J10 (2050)	Cesta: Dvorišče: Travnik: $A_{2,2}$ Travnik:	0,00 0,000 0,171 0,000	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**64**	**272**	0,05	1,0	**180**	**0,355**	0,396	Ustreza v=3,37m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Hitrosti toka pri DKC v sekancu so manjše. Hidravlični račun DKC cevi v sekancu je prikazan v tehničnem poročilu.

P.2.5 CESTNA KANALIZACIJA J3 - J6

ZBIRNA KANALIZACIJA J3-J6, PEHD ϕ250mm					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)			
J6-J10 (2025)	Cesta: $A_{0,1}$ Dvorišče: $A_{1,1}$ Travnik: $A_{2,1}$ Travnik:	0,031 0,008 0,013 0,000	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**17**	**218**	0,06	1,0	**109**	**0,160**	0,268	Ustreza v=2,17m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J6-J10 (2050)	Cesta: $A_{0,1}$ Dvorišče: $A_{1,1}$ Travnik: $A_{2,1}$ Travnik:	0,031 0,008 0,013 0,000	**0,90** **0,40** **0,70** **0,70**	**21**	**218**	0,06	1,0	**109**	**0,197**	0,291	Ustreza v=2,31m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

P.2.6 POZIRALNIKI OB KRIZISCU J1, J2 in J3

POŽIRALNIKI V MULDI PRED PREPUSTOM 1					PREVODNOST ASFALTNE MULDE, n=0,015						
METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	b_i	i	h	Q_p	Q/Q_p	h_w/h	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
Požiralniki (2024)	Cesta:$A_{0,1}$ Dvorišče:$A_{1,1}$ Travnik:$A_{2,1}$	0,031 0,008 0,013	**0,90** **0,40** **0,70**	**17**	**500**	0,05 0,04 0,01	50,0	**25** **22** **11**	**0,300**	0,496	Ustreza
POžiralniki (2050)	Cesta:$A_{0,1}$ Dvorišče:$A_{1,1}$ Travnik:$A_{2,1}$	0,031 0,008 0,013	**0,90** **0,40** **0,70**	**21**	**500**	0,05 0,04 0,01	50,0	**25** **22** **11**	**0,370**	0,615	Ustreza

P.2.7 CESTNA KANALIZACIJA J9 - J10

ZBIRNA KANALIZACIJA J9-J10, PEHD ϕ315mm					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)			
J9-J10 (2025)	Cesta: $A_{0,2}$ Travnik: $A_{2,4}$	0,017 0,114	**0,90** **0,70**	**41**	**272**	0,05	1,0	**179**	**0,230**	0,324	Ustreza v=2,53m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J9-J10 (2050)	Cesta: $A_{0,2}$ Travnik: $A_{2,4}$	0,017 0,114	**0,90** **0,70**	**51**	**272**	0,05	1,0	**179**	**0,283**	0,362	Ustreza v=2,69m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

P.2.8 CESTNA KANALIZACIJA J11 - J10

CESTNA KANALIZACIJA J11-J10,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)			
J11-J10 (2025)	Cesta:$A_{0,3}$ Travnik:$A_{2,5}$	0,017 0,114	**0,90** **0,70**	**41**	**272**	0,08	1,0	**227**	**0,182**	0,335	Ustreza v=3,28m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
J11-J10 (2050)	Cesta:$A_{0,3}$ Travnik:$A_{2,5}$	0,016 0,163	**0,90** **0,70**	**69**	**272**	0,08	1,0	**227**	**0,302**	0,375	Ustreza v=3,44m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

P.2.9 POŽIRALNIKI NA ZAČETNEM DELU SANACIJE J12, J14 in J16

POŽIRALNIKI V ASFALTNI MULDI, Št. požiralnikov 3					PREVODNOST MULDE, n=0,015						
METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	b_i	i	h	Q_p	Q/Q_p	h_w/h	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
Požiralniki (2024)	Cesta: $A_{0,3}$ Travnik: $A_{2,5}$	0,016 0,163	**0,90** **0,70**	**56**	**500**	0,08	50,0	**32** **32** **32**	**0,580**	0,772	Ustreza
Požiralniki (2050)	Cesta: $A_{0,1}$ Travnik: $A_{2,5}$	0,016 0,163	**0,90** **0,70**	**69**	**500**	0,08	50,0	**32** **32** **32**	**0,714**	0,851	Ustreza

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).

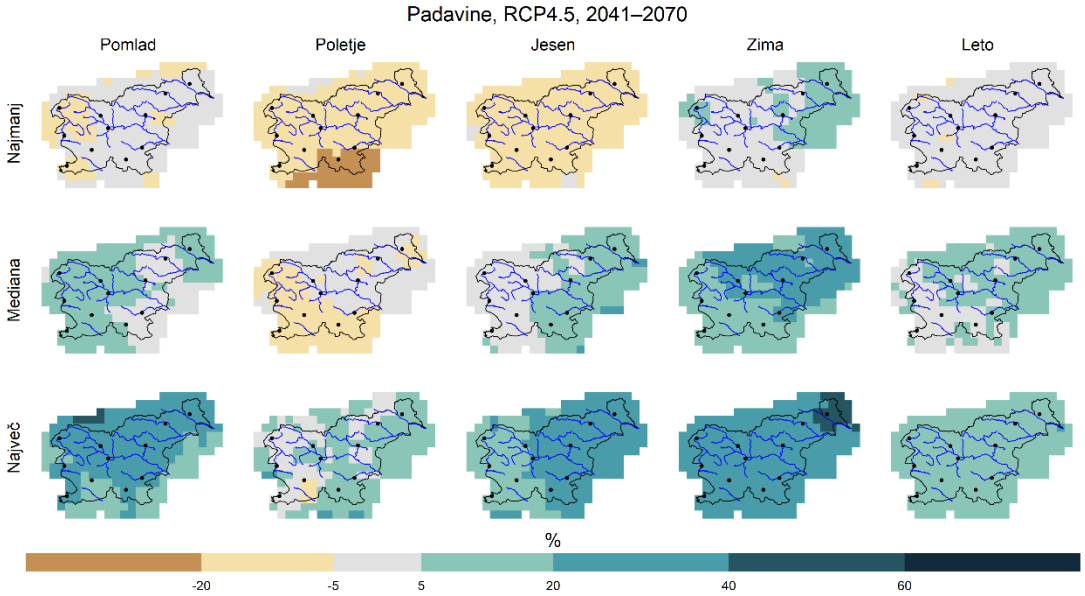
gcm	**rcm**
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM4
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4
ICHEC-EC-EARTH	DMI-HIRHAM5
IPSL-IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS
MOHC-HadGEM2-ES	KNMI-RACMO22E
MPI-M-MPI-ESM-LR	SMHI-RCA4

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