

PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje SANACIJA PLAZU NA JP ŠVENT - PIHLER - POLENEK - ŽEBLARJEVA KAPELA
PRI SKUTNIK

kratak opis gradnje

Sanacija plazu z AB sidrano podporno pilotno steno dolžine 23.40m,
vključno s sanacijo vozišča 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 1006

☐ sprememba dokumentacije

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta Elaborat vpliva podnebnih sprememb

številka načrta 1006 Evps

datum izdelave september 2024

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 Manica Škrabl

podpis odgovorne osebe projektanta



PRILOGA 3

KAZALO VSEBINE PROJEKTA

PZI*po potrebi dodaj vrstice*

naziv načrta

številka načrta

PID*navesti tiste načrte, ki so dopolnjeni ali izdelani na novo*

naziv načrta

številka načrta

Vodilni načrt	1006		
Načrt gradbenih konstrukcij - sanacija plaz	1006 K		
Geološko geotehničen načrt	1006 Geo		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb	1006 Evps		
Geodetski načrt	78-24		

*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 Dobrna		P.3

po potrebi dodaj vrstice

TEHNIČNO POROČILO

TEHNIČNO POROČILO

T.1 SPLOŠNO

Po naročilu Občine Dobrna smo izdelali projektno dokumentacijo za izvedbo sanacije plazu na JP Švent – Pihler – Polenek – Žebelarjeva kapela pri »Skutnik«.

Območje plazu je na področju Občine Dobrna na višinski koti približno 530m. Površina območje plazenja obsega križišče Javnih poti pred stanovanjskimi hišami oz. domačijami v neposredni bližini. Dostopno cesto oz. JP je plazenje poškodovalo na dolžini približno 25m. V interventni fazi so bili izvedeni nekateri ukrepi za zmanjšanje ogroženosti javne poti ter začasna ureditev površinskega odvodnjavanja.

Na območju obravnavanega projekta se je ob ujmi v letu 2023 pojavil plaz na JP. V letu 2024 je bilo ugotovljeno, da se plaz kljub nekaterim že izvedenim interventnim ukrepom še naprej premika ter je izvedba trajne sanacije zato nujno potrebna in upravičena.

S PZI projektno dokumentacijo za izvedbo trajne sanacije je predvideno, da se na območju plazu v križišču sanacijo plazu izvede s sidrano mikro-pilotno steno ureditvijo odvodnjavanja meteorne vode iz zaledja in vozišča JP.

Na ogroženo območje ob močnih kratkotrajnih nalivih doteka meteorno voda z zbirnega območja skupne površine približno $A=0,35\text{ha}$ in ob nalivih neprestano zamaka površinsko preperinsko plast, ki zaradi vplivov precejjanja vode postaja manj stabilna ter odteka po dostopni cesti. S pričujočim projektom je predvidena izvedba sanacije oz. geotehničnih ukrepov za zmanjšanje ogroženosti pobočja s plazenjem ter ureditev odvodnjavanja površinske vode z meteorno kanalizacijo izven vplivnega območja plazenja. Sistem zbiranja in odvajanja meteorne vode prikazuje slika 1.



Slika 1: Shematski prikaz zbiranja in odvajanja meteorne vode

Meteorna voda ob kratkotrajnih nalivih doteka na območje križišča iz strmega pobočja v zaledju in po obstoječi asfaltni muldi po dostopni cesti med stanovanjskimi hišami. Preostala meteorna voda

iz dostopne ceste nad obravnavanim odsekom se odvaja razpršeno v prečni smeri po strmem pobočju.

Zbiranje površinske vode je zagotovljeno z asfaltno muldo s tremi izlivniki v zaledju cestne površine, linijskim požiralnikom in asfaltno koritnico ob kroni pilotne stene, ki dovajajo vodo v meteorno kanalizacijo. Iz meteorne kanalizacije se zbrana meteorna voda odvaja v tlakovani jarek z razbremenilnimi pragovi v tlakovano kotanjo v grapi pod JP.

T.2 PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE

T.2.1 VHODNI PODATKI

T.2.1.1 Izbira obdobja izračuna

Pri izračunu prepusta in ureditve odvodnjavanja na območju plazu smo na podlagi priporočil in dosedanjih izkušenj upoštevali pričakovane oz. ocenjene ekstremne padavine v letih 2024 in 2050. V hidravlični presoji prevodnosti asfaltnih muld, prepustov in meteorne kanalizacije so upoštevane količine površinske vode v vplivnem območju pobočja in asfaltnih površin, ki gravitirajo v odvodni sistem. Prevodnost elementov odvodnjavanja je preverjena za 15 minutni naliv s 100 letno povratno dobo.

T.2.1.2 Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za obravnavano območje

Oceno sprememb nalivov na območju Občine Dobrna je v oktobru 2023 pripravila ga. Neža Lokošek iz agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) in je priloga pričujočega poročila.

Podatki so pripravljeni za zmerno optimistični 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 novejša metoda za izračun povratnih nivojev, vrednosti so interpolirane v pravilni mreži, tako da se lahko oceni vrednost projektnih nalivov v izbrani točki.

Iz literature in podatkov merilnih postaj je pričakovana rast 15-minutnih do nekaj urnih 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 Dobrna za scenarij RCP4,5 znaša okrog 0,21°C/desetletje, s 95 odstotnim intervalom zaupanja med 0,14 in 0,33°C/desetletje. Pričakovano naraščanje ekstremnih padavin je od 0,98% v vsakem desetletju (po stopnji 7%/°C), oziroma 4,62%/desetletje (po 14%/°C) ali za 4,90% in 23,10% v prihodnjih 50 letih.

Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največjih višin 5, 10 in 15 minutnih nalivov s povratno dobo 100 let so prikazane v preglednici 2 (vir: ARSO Ocena sprememb nalivov na območju plazu v občini Dobrna). Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat v prihodnjem 100 letnem obdobju.

T.2.2 PRISPEVNA POVRŠINA

Pri hidravličnem izračunu (prilagojena racionalna metoda) je upoštevana površinska voda, ki priteče na plazovito območje, s pobočja in asfaltnih površin v prepust in v meteorno kanalizacijo na pobočju pod dostopno cesto.

$$Q = q_{\text{rač.}} \times \phi \times A \times \Psi$$

Q = jakost skupnega odtoka (l/s)

$q_{\text{rač.}}$ = jakost računskega naliva (l/s/ha)

ϕ = odtočni koeficient

A = prispevna površina (ha)

Ψ = koeficient zakasnitve

Na prilogi P.1 so prikazane prispevne površine pobočja, ki gravitirajo na območje plazu v križišču JP. Shematski prikaz zbiranja in odvajanja meteorne vode je prikazan na sliki 1 pričujočega

poročila. Dotok meteorne vode iz prispevnih površin je povečan za količino vode $Q=40\text{l/s}$, ki lahko doteka na območje križišča po obstoječi asfaltni muldi ob dostopni cesti.

Meteorina voda se zbira v asfaltni muldi, treh točkovnih požiralnikih, linijskem požiralniku in asfaltni koritnici vzdolž krone mikro-pilotne stene. Površinsko vodo se odvede v meteorno kanalizacijo iz cevi PEHD400 in betonskih jaškov $\phi 80\text{cm}$ ter dalje po jarku iz kamna v betonu v grapo pod JP.

V spodnji tabeli so navedeni povprečni odtočni koeficienti glede na nagib pobočja in vrsto zemljišča. V hidravličnem izračunu velikosti odtoka so upoštevani odtočni koeficienti z upoštevanjem primerljivih vrednosti iz spodnje tabele. Zaradi velikega nagiba pobočja nad cesto je za z gozdom obraslo pobočje upoštevan odtočni koeficient $\phi=0,7$.

Pogoje izhlapevanja vode na mikrolokaciji plaz u ocenjujemo kot povprečne.

Odtočni koeficient ϕ_i :

TEREN	Nagib terena (%)				
	1-5%	5-10%	10-30%	30-40%	40%-50%
Gozdovi	0-0,2	0-0,2	0,1-0,3	0,3-0,5	0,3-0,6
Naselja	0,35	0,35	0,40	0,5	0,7
Travniki in trate	0,3	0,35	0,4	0,6	0,6-0,8
Vozišča	0,9	0,9	0,9		
Strehe	0,9	0,9	0,95	0,95	

Za oceno potrebnega časa koncentracije (t_k) meteorne vode v sistemu odvodnjavanja smo upoštevali pričakovane hitrosti odtokov vode na terenu. Zaradi sorazmerno majhnega vplivnega območja in znatnih hitrosti odtekanja vode po terenu je očitno, da je potreben čas koncentracije bistveno manjši od dolžine intervala projektnega kratkotrajnega naliva $t=15\text{minut}$. Dolžina vplivnega območja znaša približno $L=100\text{m}$, povprečna hitrost površinskega odtoka $v=2,0\text{m/s}$ ter čas koncentracije približno $t_k=50\text{s}$. Zato so upoštevani faktorji zakasnitve $\Psi_i=1$.

Hitrost odtoka vode na terenu ($v=\text{m/s}$):

TEREN	Nagib terena (%)						
	0-4%	4-8%	8-12%	12-15%	15-20%	20-25%	25-30%
Naselja	0,3	0,6	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5
Travniki in trate	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
Jarki	0,3	0,9	1,5	2,4			
Tlakovani jarki	1,5	3,6	4,65	5,4			

(Povprečne hitrosti odtoka vode po površju imajo le primerjalni pomen, uporabne so le pri oceni potrebnega časa koncentracije odtoka v projektni dolžini padavinskega intervala.)

Dolžina vplivnega območja oz. dolžina poti odtekanja površinske vode znaša približno 100m , hitrosti odtekanja vode pri Q_{100} znašajo $2,0\text{m/s}$ zato je ob širini vplivnega območja v nagibu 40 do 60% čas koncentracije t_k zelo majhen. Kljub temu bomo na osnovi izkušenj upoštevali jakost 15 minutnega projektnega naliva s $T=100$ letno povratno dobo. Za leto 2050 intenziteta padavin z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša **522l/s/ha** kar presega projektni nivo, ki ga določa veljavni pravilnik za projektiranje cest, kjer se pri povezovalnih cestah upošteva intenziteto kratkotrajnega naliva 380l/s/ha ter za dostopne ceste le 110l/s/ha . Velikost vplivnega območja z znaša $A=0,00314\text{km}^2$ in povprečni odtočni koeficient za določanje največjega možnega odtoka pri uporabi Kersnikove metodologije $\phi=0,7$ (povodja v srednjih nagibih). Največji pričakovani pritok meteorne vode tako po Kresnikovi metodi (brez dodatnih modifikacij) znaša:

$$Q_{\max} = \phi \times A \times 30 / (0,5 + A^{1/2}) = 0,7 \times 0,0031 \times 30 / (0,5 + 0,0031^{1/2}) = 0,117\text{m}^3/\text{s} = 117\text{l/s}$$

Ocenjujemo, da največji pričakovani pritok na zbirnem območju projekta, določen po Kresnikovi metodologiji **$Q_{\max}=117\text{l/s}$** bistveno ne odstopa od ocenjene vrednosti pritoka določenega na osnovi opazovanj v preteklih letih (ARRSO) za 15 minutni naliv **$Q_{2023}=97\text{l/s}$** (brez dotoka po obstoječi muldi) ter ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v prihodnosti **$Q_{2050}=117\text{l/s}$** (brez mulde). V kolikor bi pri projektiranju odvodnjavanja meteorne vode

povsem natančno upoštevali vse prvine racionalne metode, bi morali kot projektni naliv upoštevati kratkotrajni naliv vsaj s $T=5$ minutno povratno dobo ter bi bili pričakovani pretoki še bistveno višji $Q_{2023}=124\text{l/s}$ ter ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v letu 2050 $Q_{2050}=150\text{l/s}$. Takšni pritoki so ob izjemni koncentraciji kratkotrajnih padavin tudi realno možni, vendar jih je smiselno upoštevati le pri zelo zahtevnih projektih, kjer lahko morebitna odpoved sistema meteornega odvodnjavanja povzroči številne žrtve ter materialno škodo, ki vpliva na državno ekonomijo.

Zato je pri načrtovanju meteornega odvodnjavanja na projektu »Sanacije plazu na JP Švent – Pihler – Polenek – Žebjarjeva kapela« upoštevan projektni kratkotrajni naliv s $T=15$ minutno povratno dobo ter pritok meteorne vode na celotnem obravnavanem območju površine $A=0,314\text{ha}$ skupaj s pričakovanim dotokom po obstoječi muldi: $Q_{2023}=137\text{l/s}$ ter ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v letu $Q_{2050}=160\text{l/s}$.

T.2.3 DOKAZ PREVODNOSTI ELEMENTOV ODVODNJAVANJA

Meteor na voda iz pobočja nad cesto, dela asfaltnih površin in iz obstoječe mulde ob dostopni cesti po izvedbi sanacije plazu zbrana v jašku J4 na osrednjem območju sanacije (glej sliko 1). Glavni odvodni meteor ni kanal J4-J5-J6-J7-izpust v jarek sestavlja sistem PEHD kanalizacijskih cevi in kaskadnih jaškov, ki zagotavljajo prevajanje meteorne vode pri polnitvah manjših od 85% pretoka, ki je značilen za povsem polne cevi. V jašek J1 doteka še dodatna količina vode iz spodnjega dela asfaltnih površin, ki se zbira v asfaltni koritnici z iztokom v jašek J7.

T.2.3.1 Prevodnost meteorne kanalizacije J7-izpust: PEHD ϕ 400mm, $i=12\%$, $L=3\text{m}$

Meteor na voda je zbrana v kaskadnem jašku J7, premera $\phi 80\text{cm}$ ter po cevi PEHD400 odteka v pobočni jarek iz kamna v betonu pod cesto. Za 15minutni naliv s $T=100$ letno povratno dobo največji pritok meteorne vode v jašek J7 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša $Q_{2050}=160,0\text{l/s}$.

Zaradi spremenljivih dotokov v jašek J7 se režim toka v cevi spreminja ter prehaja od toka z prosto gladino z nepotopljenim vtokom v tok s prosto gladino in delno pod pritiskom s potopljenim vtokom.

Za projektni pretok $Q_d=Q_{2050}/0,85=188\text{l/s}$ (85% polnitev) pri toku vode s potopljenim vtokom s prosto gladino znaša potrebni piezometrični nivo vode v jašku J7 nad vtokom v cev $H_0=0,615\text{m}$. Zaradi znatne globine jaška J7 je v prevodnosti izpusta še obilo rezerv. Hitrost vode na iztoku iz cevi $v=3,153\text{m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$ (Izračun je prikazan na prilogi P.2.1).

T.2.3.2 Prevodnost meteorne kanalizacije J6-J7: PEHD ϕ 400mm, $i=12\%$, $L=2,5\text{m}$

Meteor na voda iz kaskadnega jaška J6, premera $\phi 80\text{cm}$ po cevi PEHD400 odteka v kaskadni jašek J7, premera $\phi 80\text{cm}$. Za 15minutni naliv s $T=100$ letno povratno dobo največji pritok meteorne vode v jašek J6 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša $Q_{2050}=147,0\text{l/s}$.

Za projektni pretok $Q_d=Q_{2050}/0,85=173\text{l/s}$ (85% polnitev) pri toku vode s potopljenim vtokom s prosto gladino znaša potrebni piezometrični nivo vode v jašku J6 nad vtokom v cev $H_0=0,546\text{m}$. Hitrost vode na iztoku iz cevi $v=2,931\text{m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$ (Izračun je prikazan na prilogi P.2.2).

T.2.3.3 Prevodnost meteorne kanalizacije J5-J6: PEHD ϕ 400mm, $i=23\%$, $L=10,0\text{m}$

Meteor na voda iz kaskadnega jaška J5, premera $\phi 80\text{cm}$ po cevi PEHD400 odteka v kaskadni jašek J6, premera $\phi 80\text{cm}$. Za 15minutni naliv s $T=100$ letno povratno dobo največji pritok meteorne vode v jašek J5 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša $Q_{2050}=147,0\text{l/s}$.

Za projektni pretok $Q_d=Q_{2050}/0,85=173\text{l/s}$ (85% polnitev) pri toku vode s potopljenim vtokom s prosto gladino znaša potrebni piezometrični nivo vode v jašku J5 nad vtokom v cev $H_0=0,469\text{m}$. Hitrost vode na iztoku iz cevi $v=4,858\text{m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$ (Izračun je prikazan na prilogi P.2.3).

T.2.3.4 Prevodnost meteorne kanalizacije J4-J5: PEHD ϕ 400mm, $i=9\%$, $L=10,0\text{m}$

Meteor na voda iz kaskadnega jaška J4, premera $\phi 80\text{cm}$ po cevi PEHD400 odteka v kaskadni jašek J5, premera $\phi 80\text{cm}$. Za 15minutni naliv s $T=100$ letno povratno dobo največji pritok meteorne vode v jašek J4 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša $Q_{2050}=147,0\text{l/s}$.

Za projektni pretok $Q_d=Q_{2050}/0,85=173\text{l/s}$ (85% polnitev) pri toku vode s potopljenim vtokom s prosto gladino znaša potrebni piezometrični nivo vode v jašku J4 nad vtokom v cev $H_0=0,567\text{m}$. Hitrost vode na iztoku iz cevi $v=3,376\text{m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$ (Izračun je prikazan na prilogi P.2.4).

T.2.3.5 Prevodnost dotokov iz jaškov in linijskega požiralnika

Linijski zadrževalnik, cev $\phi 200$:

$Q_{2050}=50\text{ l/s}$, $Q_d=Q_{2050}/0,85=59\text{ l/s}$ (85% polnitev)

$Q_{\text{max.}}=R_d=87\text{ l/s} > E_d=Q_d=59\text{ l/s}$

$v=2,76\text{m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$, (Priloga P.2.5)

Dotok J3-J4, cev PEHD315:

$Q_{2050}=97\text{ l/s}$, $Q_d=Q_{2050}/0,85=114\text{ l/s}$ (85% polnitev)

$Q_{\text{max.}}=R_d=168\text{ l/s} > E_d=Q_d=114\text{ l/s}$

$v=2,89\text{m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$, (Priloga P.2.5)

Dotok J2-J3, cev PEHD250:

$Q_{2050}=70\text{ l/s}$, $Q_d=Q_{2050}/0,85=82\text{ l/s}$ (85% polnitev)

$Q_{\text{max.}}=R_d=120\text{ l/s} > E_d=Q_d=82\text{ l/s}$

$v=3,21\text{m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$, (Priloga P.2.5)

Dotok J1-J2, cev PEHD200:

$Q_{2050}=40\text{ l/s}$, $Q_d=Q_{2050}/0,85=47\text{ l/s}$ (85% polnitev)

$Q_{\text{max.}}=R_d=70\text{ l/s} > E_d=Q_d=47\text{ l/s}$

$v=2,90\text{ m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{m/s}$, (Priloga P.2.5)

T.3 ZAKLJUČEK

Preverjena je prevodnost sistema meteorne kanalizacije na območju projekta »Plaz na JP Švent – Pihler – Polenek – Žebjarjeva kapela« v občini Dobrna.

Pričakovana količina meteorne vode na vplivnem območju plazu je ocenjena klasično po Kresnikovem postopku ter na osnovi opazovanj in s simulacijo pričakovanih odtokov po racionalni metodi in upoštevanjem pričakovanih klimatskih sprememb. Pričakovani odtoki v današnjem času se kljub različnim pristopom dobro ujemajo.

Za zmanjšanje nevarnosti ponovnega plazenja je predvidena izvedba potrebnih geotehničnih ukrepov za izboljšanje stabilnosti in ureditev odvodnjavanja vplivnega območja plazu s sistemom meteorne kanalizacije, asfaltnimi muldami, linijskim požiralnikom in asfaltno koritnico.

Pri hidravličnem izračunu so prispevne površine korigirane z upoštevanjem odtočnih koeficientov, uporabljen je faktor zakasnitve $\psi_i=1$. Pri upoštevanem projektnem kratkotrajnem 15minutnem nalivu s 100 letno povratno dobo je potrebni čas koncentracije bistveno krajši od trajanja naliva. Upoštevana je enakomerna razporeditev padavin znotraj 15 minutnega trajanja naliva.

Za določitev pričakovanih trendov naraščanja ekstremnih kratkotrajnih padavin zaradi klimatskih sprememb je bila pri ARSO izdelana »Ocena sprememb kratkotrajnih nalirov na območju plazu v občini Vransko«, ki je priloga pričujočega poročila. Rezultati poglobljene študije pričakovanih kratkotrajnih nalirov so upoštevani pri hidravličnem dimenzioniranju meteorne kanalizacije in drugih elementov odvodnjavanja. Izračun prevodnosti je preverjen za leti 2024 in 2050 za 15 minutni naliv ob upoštevanju $T=100$ letne povratne dobe. Delež izkoriščenosti prevodnosti posameznih elementov odvodnjavanja ne presega 85%. Povprečne hitrosti toka vode v PEHD kanalizacijskih ceveh ne presegajo kritične oz. dopustne vrednosti, ki je za zagotavljanje trajnosti sistema omejena na vrednost $v=5,0\text{m/s}$.

Razporeditev količin meteorne vode, ki pritekajo v posamezne jaške oz. v linijski požiralnik so ocenjene in so na varni strani, ker ima sistem odvodnje še nekaj rezerv v prevodnosti asfaltne koritnice iz katere bo voda odtekala neposredno v zadnji jašek meteorne kanalizacije J7. Zato ocenjujem, da v bodoče meteorna voda zagotovo ne bo več prelivala vozišča JP ter zatekala v plazovito pobočje pod njo.

Maribor, September 2024

Pooblaščen inženir:

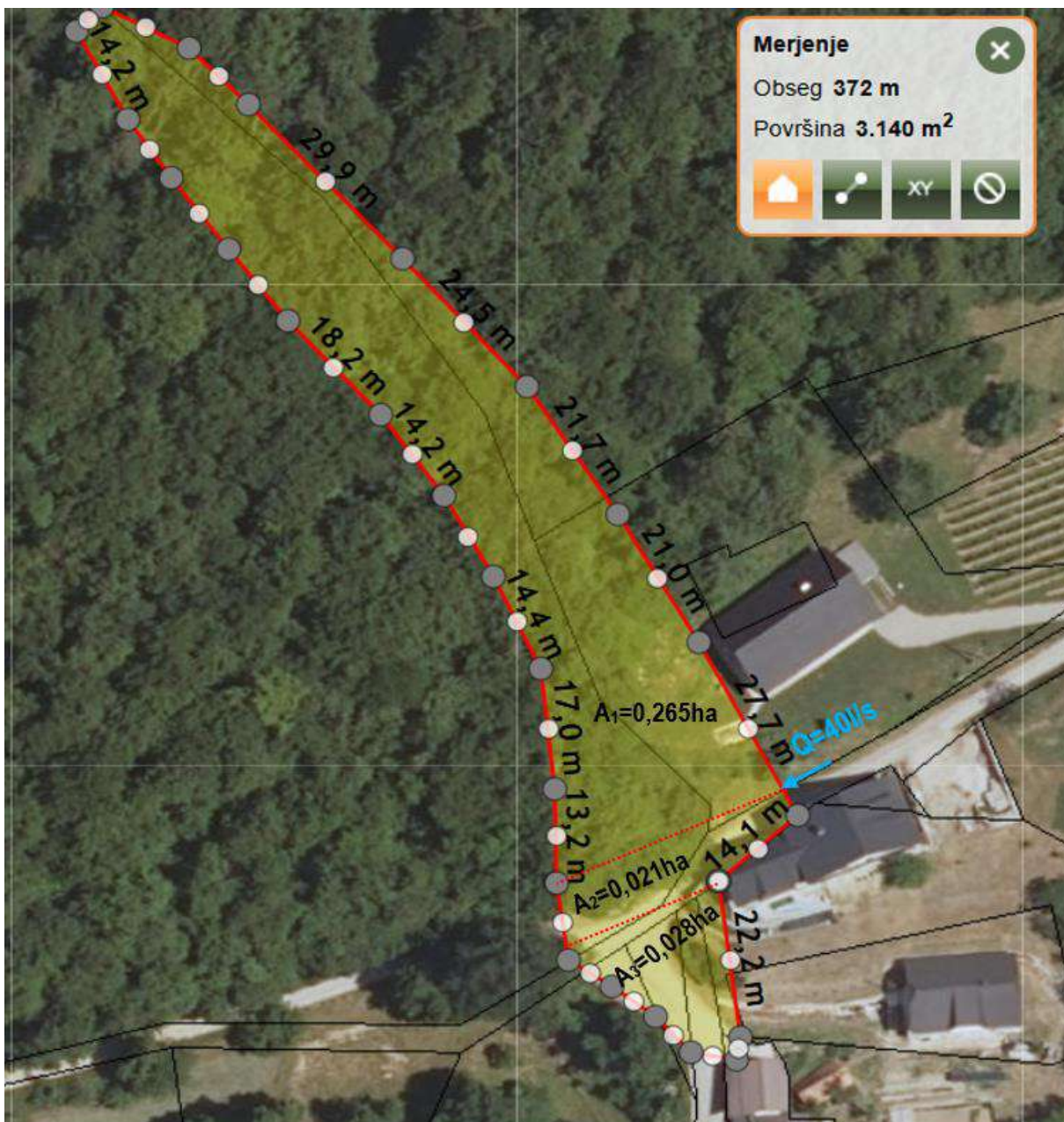
Mitja Birsa, univ.dipl.inž.grad.



SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE PORŠINE

Sanacija plazu na JP Švent-Pihler-Polenk-Žebelarjeva kapela pri Skutnik

P.1 VPLIVNO OBMOČJE METEORNE VODE - PRISPEVNE POVRŠINE



Slika P.1.1: Shema prispevnih količin

P.2 PREVODNOST PREPUSTOV IN METEORNE KANALIZACIJE

METEORNA KANALIZACIJA PEHD DN200, DN250, DN315 in DN400mm,

Asfaltna mulda $b=50\text{cm}$, $h=5\text{cm}$, $R=65\text{cm}$,

Linjski požiralnik $b=210\text{mm}$, $h=300\text{mm}$

Manning-ov koeficient hrapavosti: $n=0,012$ (cevi) in $n=0,015$ (asfaltne mulde)

Prispevne površine:

Vrste zemljišč:

Zemljišče

Gozd

Tavnik-pašnik

Njiva-vrt

Cesta s prodno utrditvijo

Streha, cesta z asfaltno utrditvijo

Dvorišča ob kmetijah

Objekti - strehe

Količniki odtokov (ϕ_i):

Nagib terena (%)

1-5%

5-10%

10-30%

30-40%

40-50%

0-0,2

0-0,2

0,1-0,3

0,2-0,4

0,3-0,6

(nagib 40 do 60%)

0,7

0,3

0,35

0,4

0,4-0,6

0,6-0,8

(nagib 40 do 50%)

0,7

0,5

0,6

0,7

0,8

0,9

0,35

0,4

0,4-0,6

0,6-0,7

0,7-0,9

0,9

0,9

0,9

0,9

0,9

0,9

0,35

0,4

0,5

0,6

0,7

0,95

0,95

0,95

0,95

0,95

HIDRAVLICNI IZRAČUN

Povratna doba 100 let, računski kratkotrajni nalivi:

T	P _{danes}		P ₂₀₅₀ (RCP4.5)	
minuta	mm	l/(s/ha)	mm	l/(s/ha)
5	16	533	20	667
10	30	500	37	617
15	38	422	47	522

Koeficient zakasnitve: $\Psi=1,0$

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

Pri projektnem 15 minutnem naliwu s T=100letno povratno dobo se lahko vzpostavi stacionarno stanje.

PREVODNOST ASFALTNE MULDE

b=50cm, h=5cm, R=65cm, n=0,015, i=20%

$$Q_p=51,7\text{ l/s} \quad Q_{85\%}=43,9\text{ l/s}$$

b=50cm, h=5cm, R=65cm, n=0,015, i=27%

$$Q_p=60,0\text{ l/s} \quad Q_{85\%}=51,0\text{ l/s}$$

b=50cm, h=5cm, R=65cm, n=0,015mm, i=24%

$$Q_p=56,6\text{ l/s} \quad Q_{85\%}=48,1\text{ l/s}$$



Slika P.2.1: Shema meteornega odvodnjavanja

IZRAČUN DOTOKOV V JAŠEK J1

Dotoki	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}
		ha		l/s
Q100 ₂₀₂₄	Cesta: A ₂ +A ₃	0,0490	0,90	136,9
	Gozd: A ₁	0,2650	0,70	
	Dotok iz obstoječe mulde (40l/s)			
Q100 ₂₀₅₀	Cesta: A ₂ +A ₃	0,0490	0,90	159,9
	Gozd: A ₁	0,2650	0,70	
	Dotok iz obstoječe mulde (40l/s)			

P.2.1: PREVODNOST CEVI PEHD400, i=12%, L=3m, J7-izpust

$$Q_{2050, \text{max.}}=0,1599\text{ m}^3/\text{s}, Q_d=Q_{\text{max.}}/0,85=0,1881\text{ m}^3/\text{s}, \text{ tok s prosto gladino in potopljenim vtokom } Q=\mu_0 \times A_c \times (2 \times g \times (H_0 - (0,708 - 2 \times i) \times D))^{1/2},$$

Q - pretok v m³/s, $\mu_0=0,667$ - koeficient kontrakcije za urejeni vtok, D=0,347m - premer cevi, $A_c=0,09457\text{ m}^2$ - prerez cevi,

H_0 - višina vode v jašku oz. pizometrična višina nad vtokom v cev in i - hidravlični padec cevi.

$$H_0=(Q_d/(\mu_0 \times A_c))^2/(2 \times g)+(0,708-2 \times i) \times D=(0,1881/(0,667 \times 0,09457))^2/(2 \times 9,81)+(0,708-2 \times 0,12) \times 0,347=0,615\text{ m}$$

Pri višini vode $H_0=0,615\text{ m}$ v jašku J7 je prevodnost cevi PEHD400 za pretok $Q_{2050, \text{max.}}=0,1599\text{ m}^3/\text{s}$ za 85% polnitev dokazana.

Projektna hitrost ob vtoku v cev $v_0=0,1881/0,09457=1,989\text{ m/s}$, izgube zaradi trenja $\xi_2=125 \times n^2 \times L/D^{4/3}=125 \times 0,012^2 \times 3/0,347^{4/3}=0,2215$.

$$\text{Hitrost na iztoku iz cevi } v=h_p \times ((v_0)^2/(2 \times g)+L \times i)^{1/2} \times (2 \times g/(1+\xi_2))^{1/2}=1,05 \times ((1,989^2/(2 \times 9,81)+3,0 \times 0,12)^{1/2} \times (2 \times 9,81/(1+0,2215))^{1/2}=$$

$$v=3,153\text{ m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{ m/s} \text{ za PHD cevi}$$

Delež polnitve $h=Q_d/(A_c \times v_p)=0,1881/(0,09457 \times 3,003)=0,662$, količnik hitrosti nezapolnjene cevi $h_p=1,05$.

IZRAČUN DOTOKOV V JAŠKE J4, J5 IN J6

Dotoki	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}
		ha		l/s
Q100 ₂₀₂₄	Cesta: A ₂	0,0210	0,90	126,3
	Gozd: A ₁	0,2650	0,70	
	Dotok iz obstoječe mulde (40l/s)			
Q100 ₂₀₅₀	Cesta: A ₂	0,0210	0,90	146,7
	Gozd: A ₁	0,2650	0,70	
	Dotok iz obstoječe mulde (40l/s)			

P.2.2: PREVODNOST CEVI PEHD400, i=12%, L=2,5m, J6-J7

$$Q_{2050, \text{max.}}=0,1467\text{ m}^3/\text{s}, Q_d=Q_{\text{max.}}/0,85=0,173\text{ m}^3/\text{s}, \text{ tok vode s prosto gladino in potopljenim vtokom,}$$

$$H_0=(0,173/(0,667 \times 0,09457))^2/(2 \times 9,81)+(0,708-2 \times 0,12) \times 0,347=0,546\text{ m}$$

Pri pizometrični višini vode $H_0=0,546\text{ m}$ nad iztokom v jašku J6 je prevodnost cevi PEHD400 za največji pričakovani pretok $Q_{2050, \text{max.}}=0,1467\text{ m}^3/\text{s}$ ob 85% polnitvi cevi dokazana.

$$\text{Hitrost na iztoku iz cevi } v=1,05 \times ((1,829^2/(2 \times 9,81)+2,5 \times 0,12)^{1/2} \times (2 \times 9,81/(1+0,1845))^{1/2}=$$

$$v=2,931\text{ m/s} < v_{\text{dop.}}=5\text{ m/s} \text{ za PHD cevi}$$

P.2.3: PREVODNOST CEVI PEHD400, i=23%, L=10,0m, J5-J6

$$Q_{2050, \text{max.}}=0,1467\text{ m}^3/\text{s}, Q_d=Q_{\text{max.}}/0,85=0,173\text{ m}^3/\text{s}, \text{ tok vode s prosto gladino in potopljenim vtokom,}$$

$$H_0=(0,173/(0,667 \times 0,09457))^2/(2 \times 9,81)+(0,708-2 \times 0,23) \times 0,347=0,469\text{ m}$$

Pri pizometrični višini vode $H_0=0,469\text{ m}$ v jašku J6 je prevodnost cevi PEHD400 za $Q_{2050, \text{max.}}=0,1467\text{ m}^3/\text{s}$ ob 85% polnitvi cevi dokazana.

$$\text{Hitrost na iztoku iz cevi za projektni pretok: } v=0,92 \times ((1,829^2/(2 \times 9,81)+10,0 \times 0,23)^{1/2} \times (2 \times 9,81/(1+0,7382))^{1/2}=$$

$$v=4,858\text{ m/s} < v_{\text{dop.}}=5,0\text{ m/s} \text{ za PHD cevi}$$

P.2.4: PREVODNOST CEVI PEHD400, i=9%, L=10,0m, J4-J5

$Q_{2050,max}=0,1467\text{m}^3/\text{s}$, $Q_d=Q_{max}/0,85=0,173\text{m}^3/\text{s}$, tok vode s prosto gladino in potopljenim vtokom,

$$H_0=(0,173/(0,667 \times 0,09457)^2/(2 \times 9,81)+(0,708-2 \times 0,09) \times 0,347=0,567\text{m}$$

Pri piezometrični višini vode $H_0=0,567\text{m}$ v jašku J6 je prevodnost cevi PEHD400 za pretok $Q_{2050,max}=0,1467\text{m}^3/\text{s}$ ob 85% polnitvi cevi dokazana.

$$\text{Hitrost na iztoku iz cevi za projektni pretok: } v=1,02 \times (1,829^2/(2 \times 9,81)+10,0 \times 0,08)^{1/2} \times (2 \times 9,81/(1+0,7382))^{1/2}=$$

$$v=3,376\text{m/s} < v_{dop.}=5,0\text{m/s} \text{ za PHD cevi}$$

P.2.5: PREVODNOST PREOSTALIH CEVI IN PRIKLJUČKOV

Na zbirnem območju J4-J3-J2-J1-linjski požiralnih se zbira površinska voda iz vplivnih območij A1, A2 ter iz ostoječe mulde dovaja v kanalijski sistem. Z upoštevanjem ocenjenega skupnega pretoka $Q_{2050,max}=147\text{l/s}$ ocenjujemo, da bo ob projektnem nallivu s $T=100$ letno povratno dobo v linjski požiralnik obremenjen s pretokom $Q_d=50\text{l/s}$, vtok po muldi v jašek J1 $Q_1=40\text{l/s}$, vtok iz mulde v jašek J2 $Q_2=30\text{l/s}$, preostala količina bo bremenila vtok iz mulde v jašek J3 $Q_3=27\text{l/s}$. Ob morebitnem še intenzivnejšem nallivu ali ob morebitni odpovedi (nevarnost zamaštve vedno obstaja) katerega izmed vtokov bo voda po asfaltni površini odtekala v diagonalni smeri po vozišču proti podporni konstrukciji ter se zbirala v koritnici vzdolž krone podpornega zidu ter odtekala po muldi v jašek J7 meteorne kanalizacije.

IZTOK IZ LINIJSKEGA POŽIRALNIKA, CEV L=1,0m, $\phi=0,2\text{m}$, $\Delta H_{max}=1,033\text{m}$

$Q_{2050,max}=0,050\text{m}^3/\text{s}$, $Q_d=Q_{2050,max}/0,85=0,059\text{m}^3/\text{s}$, tok vode pod tlakom s potopljenim iztokom,

$$Q_{max.}=R_d=A_c \times (2 \times g \times (H_0+i \times L-H_i))^{1/2}/(1+\Sigma \xi_i)^{1/2}, A_c - \text{prerez cevi, } H_0 \text{ oz. } H_i \text{ piezometrična višina nad vtokom oz. nad iztokom iz cevi ter } \Sigma \xi_i \text{ vsota lokalnih izgub.}$$

$$R_d=0,0314 \times (2 \times 9,81 \times 1,033)^{1/2}/(1+1,654)^{1/2}=0,087\text{m}^3/\text{s} > E_d=Q_d=0,059\text{m}^3/\text{s}$$

Hitrost vode v cevi za največji možni pretok: $v=2,76\text{m/s} < v_{dop.}=5,0\text{m/s}$.

PREVODNOST CEVI PEHD315, L=5,0m, $\Delta H_{max}=1,28\text{m}$, J3-J4

$Q_{2050,max}=0,097\text{m}^3/\text{s}$, $Q_d=Q_{2050,max}/0,85=0,114\text{m}^3/\text{s}$, tok vode pod tlakom s potopljenim iztokom,

$$R_d=0,0581 \times (2 \times 9,81 \times 1,28)^{1/2}/(1+2,011)^{1/2}=0,168\text{m}^3/\text{s} > E_d=Q_d=0,114\text{m}^3/\text{s}$$

Hitrost vode v cevi za največji možni pretok: $v=2,89\text{m/s} < v_{dop.}=5,0\text{m/s}$.

PREVODNOST CEVI PEHD250, L=7,0m, $\Delta H_{max}=1,70\text{m}$, J2-J3

$Q_{2050,max}=0,070\text{m}^3/\text{s}$, $Q_d=Q_{2050,max}/0,85=0,082\text{m}^3/\text{s}$, tok vode pod tlakom s potopljenim iztokom,

$$R_d=0,0373 \times (2 \times 9,81 \times 1,70)^{1/2}/(1+2,46)^{1/2}=0,120\text{m}^3/\text{s} > E_d=Q_d=0,082\text{m}^3/\text{s}$$

Hitrost vode v cevi za največji možni pretok: $v=3,206\text{m/s} < v_{dop.}=5,0\text{m/s}$.

PREVODNOST CEVI PEHD200, L=8,0m, $\Delta H_{max}=1,70\text{m}$, J1-J2

$Q_{2050,max}=0,040\text{m}^3/\text{s}$, $Q_d=Q_{2050,max}/0,85=0,047\text{m}^3/\text{s}$, tok vode pod tlakom s potopljenim iztokom,

$$R_d=0,0243 \times (2 \times 9,81 \times 1,70)^{1/2}/(1+2,96)^{1/2}=0,070\text{m}^3/\text{s} > E_d=Q_d=0,047\text{m}^3/\text{s}$$

Hitrost vode v cevi PEHD200 za največji možni pretok: $v=2,902\text{m/s} < v_{dop.}=5,0\text{m/s}$.

OCENA SPREMEMB NALIVOV ZA OBČINO DOBRNA



Ocena sprememb nalivov na območju naselja Klanc v občini Dobrna

Pripravil:
Anže Medved

Ljubljana, april 2023



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) sevanja 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 vodoravna 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). Ti računajo na manjši površini in kot vhodni robni podatek jemljejo podatke kakega od 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 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 uporabljamo rezultate regionalnih podnebnih modelov projekta EuroCORDEX. Vodoravna ločljivost regionalnih modelov, ki smo jih uporabili, je okrog 14 km, obdobje modeliranja je za vse modele 1961–2100, za nekatere pa 1971–2100. Časovni korak modelskih rezultatov je en dan. Od približno 15 kombinacij globalnih in regionalnih podnebnih modelov smo izbrali šest takih, ki so si med seboj čim bolj 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 skupno vrednost in razpon nedoločenosti.

Podnebni modeli vsebujejo sistematične napake. Te nastanejo med drugim zaradi omejene vodoravne in navpične 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 bolj 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.



Ker je ločljivost modelov okrog 12 km, so modelski rezultati značilni za območja velikosti okrog 140 km². Za ocene sprememb nalicov so ta območja prevelika, zato smo rezultate vseh podnebnih modelov preračunali v ločljivost 1 km, tako da sedaj analiziramo rezultate za območja velikosti okoli 1 km². Za območje naselja Klanc v občini Dobrna smo izbrali modelsko točko, znotraj katere poteka večji del odseka in ima tudi podobno nadmorsko višino. Seznam modelov (globalni podnebni model, ki je dal robne pogoje (gcm), regionalni podnebni model (rcm), katerega podatke analiziramo), prikazuje preglednica 1.

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

gcm	rcm
CNRM-CM5-LR	CCLM4-8-17
MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17
EC-EARTH	HIRHAM5
IPSL-CM5A-MR	WRF331F
HadGEM2-ES	RACMO22E
MPI-ESM-LR	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 IPCC (Medvladni odbor za podnebne spremembe) je znanstvena skupnost določila nabor štirih novih scenarijev, ki se imenujejo značilni poteki vsebnosti (ang. Representative Concentration Pathways – RCP). Razlikujejo se po skupnem sevalnem prispevku leta 2100 glede na leto 1750.

Na zahtevo naročnika so podatki pripravljeni za sredino 21. stoletja in so ekstremne vrednosti ocenjene za obdobje okrog leta 2050. 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.

Oceno trenutnega stanja povratnih nivojev smo posodobili. Sedaj imamo večji nabor meteoroloških postaj in daljše nize meritev. Uporabili smo tudi najnovejšo metodo za izračun povratnih nivojev, tako da se lahko vrednosti razlikujejo od starih povratnih nivojev, ki so objavljeni na naši spletni strani. Vrednosti povratnih nivojev smo interpolirali v pravilno mrežo, tako da lahko ocenimo vrednosti v izbrani točki.



Ekstremne padavine

Modelski rezultati regionalni podnebnih modelov projekta EuroCORDEX nam zaradi 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) 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).

Kratkotrajni nalivi na območju naselja Klanc

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) za opazovanja 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. Po rezultatih 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, 2008).

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 Klanc v občini Dobrna za scenarij **RCP4.5** znaša okrog **0,20 °C/desetletje**, z 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. Trenda naraščanja ekstremnih padavin sta določena iz spodnjega in zgornjega intervala zaupanja trenda povprečne temperature. Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največje višine 5, 10 in 15-minutnih nalivov s povratno dobo 100 let pa 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 Klanc. 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)
			100 let
Klanc	5	danes	17
		2050	18–21
	10	danes	31
		2050	32–38
	15	danes	40
		2050	42–49

Viri

- 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.