PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	**Sanacija plazu na JP 992681 (Ločica 47 - Grabnar)**
kratek opis gradnje	**Sanacija plazu s oporno kamnito zložbo dolžine 27.0m in maksimalne višine 5.0m, z obnovo 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	**1016**
	☐ **sprememba dokumentacije**
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**Elaborat vpliva podnebnih sprememb**
številka načrta	**1016 Evps**
datum izdelave	**oktober 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

PID

navesti tiste načrte, ki so dopolnjeni ali izdelani na novo

naziv načrta	številka načrta	naziv načrta	številka načrta
Vodilni načrt	**1016**		
Načrt gradbenih konstrukcij - sanacija plazu	**1016 K**		
Geološko geomehanski nadzor	**1016 Geo**		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb	**1016 Evps**		
Geodetski načrt	**04 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 Vransko		**P.3**

po potrebi dodaj vrstice

TEHNIČNO POROČILO

TEHNIČNO POROČILO

T.1 SPLOŠNO

Po naročilu Občine Vransko smo izdelali projektno dokumentacijo za izvedbo sanacije plazu na JP 992681, Ločica 47, Grabnar.

Območje plazu je na področju Občine Vransko na višinski koti približno 375m. Površina območje plazenja obsega vkopno brežino in del pobočja nad voziščem JP na dolžini približno 20m ter strmo brežino pod cesto, ki je hkrati tudi posledica delovanja erozijskih vplivov v strugi vodotoka pod cesto.

Glavni vzrok plazenja glinastega pokrova nad vkopno brežino je zasičenost površinskih glinastih plasti nad neprepustno podlago s talno in površinsko vodo, ki je ob ujmi dotekala iz hudourniške grape v zaledju ter povzročila zasičenost glinaste plasti. Ob ujmi se je na nekoliko izravnanem dela pobočja nad javno potjo vzpostavil povišani nivo precejne vode v površinski plasti, ki je lahko segal do površja. Zaradi hidrodinamičnih sil v pobočju in pronicanja talne vode iz strme vkopne brežine je nastala porušitev brežine, ki bo po sanaciji zavarovana s kamnito oporno zložbo. Za zavarovanje strme brežina na ogroženem območju nad vodotokom pod cesto bo izvedena kamnita obloga iz kamna v betonu. Erozijske poškodbe nad in pod javno potjo prikazuje slika 1.

(a)  (b) 

Slika 1: (a) Erozijske poškodbe brežine pod cesto in (b) plaz nad cesto s hudourniško grapo v zaledju

Na ogroženo in plazovito območje ob močnih kratkotrajnih nalivih doteka meteorna voda z zbirnega območja skupne površine približno A=2,0ha (prikazano je na prilogi P.1) in ob intenzivnejših nalivih zamaka površinsko glinasto plast. Ob ujmi v letu 2023 je meteorna voda iz grape v zaledju odtekala po površju in preko javne poti v strugo pod cesto. Zaradi zasičenosti in hkratnega upada strižne trdnosti je z vodo zasičeni pokrov na vkopni brežini ob ujmi splazel proti cesti. Odvajanje površinske vode na nekoliko izravnanem delu pobočja nad javno potjo ob pojavih intenzivnih kratkotrajnih nalivov ni bilo ustrezno urejeno. Površinska voda se akumulira v gozdni grapi ter doteka po plitvem zemeljskem jarku na območje plazu in se razliva na travnate površine med javno potjo in gozdom višje na pobočju. Zbirno območje meteorne vode predstavljajo gozdne in travniške površine nad dostopno JP ter sega približno 250m nad cesto. Na pobočju nad plazom je vidna izrazita grapa po kateri priteka večji del meteornih voda na območje plazenja.

S pričujočim projektom je predvidena izvedba sanacije vkopne brežine javne poti z izvedbo oporne zložbe iz kamna v betonu z drenažo v zaledju, s kamnito oblogo erozijsko poškodovane brežine pod cesto ter ureditev odvodnjavanja površinske vode s kanaleto v kroni oporne zložbe, s povozno muldo iz kamna v betonu na pobočju in izvedbo cestnega prepusta za varno odvajanje meteornih voda iz ogroženega območja javne poti pod hudourniško grapo.

T.2 PREVODNOST ELEMENTOV ODVODNJAVANJA

T.2.1 VHODNI PODATKI

T.2.1.1 Izbira obdobja izračuna

Pri hidravličnih izračunih prepusta, betonskih kanalet in mulde iz kamna v betonu na območju plazu smo na podlagi priporočil in dosedanjih izkušenj upoštevali pričakovane oz. ocenjene ekstremne padavine v letih 2023 in 2050. V hidravlični presoji prevodnosti elementov odvodnjavanja so upoštevane količine površinske vode v vplivnem območju javne poti in omejenega dela pobočja nad cesto, ki gravitirajo v odvodni sistem ob JP. Prevodnost elementov odvodnjavanja je preverjena za 15 minutni naliv s T=100 letno povratno dobo.

T.2.1.2 Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za obravnavano območje

Oceno sprememb nalivov na območju Občine Vransko je v decembru 2022 pripravil g. Anže Medved 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 bila najnovejša 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 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 Vransko za scenarij RCP4,5 znaša okrog 0,2ºC/desetletje, z 95 odstotnim intervalom zaupanja med 0,14 in 0,31ºC/desetletje. Pričakovano naraščanje ekstremnih padavin je od 0,96% v vsakem desetletju (po stopnji 7%/ºC), oziroma 4,38%/desetletje (po 14%/ºC) ali za 4,81% in 21,91% 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 Zaplanina v občini Vransko, ki se nahaja v bližini obravnavane lokacije).

Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki bo 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 območje javne dostopne poti in v prepust iz pobočja s hudourniško grapo v zaledju in cestišča. Jakost skupnega odtoka je določena z izrazom:

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

Q = jakost skupnega odtoka (l/s)
$q_{rač.}$ = 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, prepusta in kanaletnega jarka vzdolž oporne konstrukcije.

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. Pogoje izhlapevanja na mikrolokaciji ocenjujemo kot dokaj povprečne. Nagib pobočja nad javno potjo je precej neenakomerno

porazdeljen, v glavnem znaša od 40 do 55%. Za travnike in pašnike je upoštevan povprečni koeficient odtoka ϕ=0,65 ter za z gozdom obraslo grapo ϕ=0,60.

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	0,4-0,6	0,6-0,8
Vozišča	0,9	0,9	0,9		
Strehe	0,9	0,9	0,95	0,95	

Za oceno časa koncentracije (t_k) meteorne vode v sistemu odvodnjavanja smo upoštevali pričakovane hitrosti odtokov vode na terenu. Zaradi majhnega vplivnega območja in znatnih hitrosti odtekanja vode po terenu je očitno, da je potrebni čas koncentracije meteorne vode v sistemu odvodnjavanja bistveno manjši od dolžine intervala projektnega kratkotrajnega naliva t=15minut pri 100 letni povratni dobi. Zato so v analizi upoštevane vse vrednosti faktorjev zakasnitve Ψ_i=1.

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%
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 znaša približno 250m, hitrosti odtekanja vode pri Q_{100} znašajo približno 2m/s zato je ob dolžini vplivnega območja 250m v nagibu 40 do 55% čas koncentracije t_k zelo kratek in ne presega 5′. Kljub temu bomo v hidravličnih izračunih kot projektno vrednost upoštevali jakost 15 minutnega projektnega naliva s T=100 letno povratno dobo, ki je običajen pri obravnavi manj zahtevnih objektov, kjer morebitno prelivanje meteorne vode ne more povzročiti katastrofalnih posledic. Za leto 2050 intenziteta padavin z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša **567l/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.

Za oceno realnosti izvedenih hidravličnih izračunov smo najprej izvedli primerjalni izračun po Kresnik-ovi analogiji. Velikost vplivnega območja znaša A=0,02km^2 in povprečni odtočni koeficient za določanje največjega možnega odtoka pri uporabi Kersnikove metodologije ϕ=0,7 (upoštevali smo povodja v bolj strmih nagibih). Največji pričakovani pritok meteorne vode tako po Kresnikovi metodi (brez modifikacij) znaša:

$$\mathbf{Q_{max.}=\phi \times A \times 30/(0,5+A^{1/2})=0,7 \times 0,02 \times 30/(0,5+0,02^{1/2})=0,655 m^3/s=655 l/s}$$

Ocenjujemo, da največji pritok na zbirnem območju projekta, določen po Kresnikovi metodologiji **$Q_{max.}$=655l/s, sicer nekoliko odstopa od ocenjene vrednosti pritoka določenega na osnovi opazovanj v preteklih letih Q_{2023}=557l/s ter ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v prihodnosti Q_{2050}=693l/s. Vzrok odstopanja je dejstvo, da je v našem primeru čas koncentracije zaradi majhnega zbirnega območja zelo kratek. Največji pričakovani pritok za 5 minutni naliv z upoštevanjem klimatskih sprememb $Q_{max.}$=1.018l/s bi bilo potrebno upoštevati le pri najzahtevnejši objektih (elektrarne, jezovi nad mesti i.t.d.), kjer se praviloma upošteva največji dotok ob kratkotrajnem nalivu s trajanjem, ki je enak času koncentracije t_k. V obravnavanem primeru, ob dolžini povodja približno 250m, potrebni čas koncentracije znaša 2-3minuti ter zato ocenjujemo, da so rezultati primerjalnih izračunov realni in med sabo primerljivi.**

Za čas koncentracije meteorne vode t_k=5minut dotok vode po predlogu ARRSO dosega vrednost $Q_{2023,5'}$=557×667/456=814l/s, pri dejanskem času koncentracije t_k=2-3′ je vrednost največjega pritoka zagotovo skladna z oceno količine največjega možnega dotoka po Kresnikovi metodologiji. Z ozirom na vrsto, stopnjo ogroženosti in pomen objekta bomo pri dokazovanju prevodnosti posameznih elementov odvodnjavanja upoštevali projektni 15 minutni naliv s T=100 letno povratno dobo.

T.2.3 DOKAZ PREVODNOSTI ELEMENTOV ODVODNJAVANJA

Meteorna voda iz pobočja s hudourniško grapo nad JP doteka na območje plazu po površju in po neizrazitem zemeljskem jarku tako, da je zemljišče pod gozdno mejo še vedno prevozno za kmetijsko mehanizacijo. S PZI projektno dokumentacijo je predvidena poglobitev in utrditev zemeljskega jarka z izvedbo povozne mulde iz kamna v betonu na dolžini približno 20m ter izvedba kanaletnega jarka v kroni podporne kamnite zložbe nad javno potjo.

Meteorna voda iz vzdolžne kamnite mulde in kanaletnega jarka bo odvedena v jašek št. 3 ter nato s prepustom PEHD630mm v obstoječi vodotok pod javno potjo. Shema odvajanja meteorne vode iz pobočja nad javno potjo je prikazana na prilogi P.1 (slika P.1.1.1), ki je priloga pričujočega poročila.

T.2.3.1 Prevodnost cestnega prepusta PEHD630mm, L=6,25m, i=6%

Meteorna voda se iz zbirnega kaskadnega jaška J3 (BC ϕ100cm) odvaja po cevnem prepustu v manjši vodotok pod javno potjo. V hidravličnem izračunu je upoštevan neobdelani vtok vode iz jaška J3 za katerega je značilen potopljeni vtok in tok vode s prosto gladino v kolikor izpust ni pod nivojem vode. Za 15minutni naliv s T=100letno povratno dobo največji pritok meteorne vode iz pobočja z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša Q_{2050}=693l/s ter projektni pretok ob upoštevanju 85% polnitve Q_d=815l/s.

Prevodnost cestnega prepusta ob predpostavki nepotopljenega iztoka pri projektnem dotoku meteorne vode je zagotovljena (rezultate hidravličnega računa prikazuje priloga P.1.2.1).

Q_R=1,024m^3/s > Q_d=0,815m^3/s

Analizirana je tudi prevodnost prepusta pri potopljenem iztoku, kjer je upoštevana piezometrična gladina (energijska višina vode ob iztoku) ter tok vode v prepustu pod pritiskom.

Tudi za primer potopljenega iztoka iz cestnega prepusta je prevodnost zagotovljena (rezultate hidravličnega računa prikazuje priloga P.1.2.1).

Q_R=0,840m^3/s > Q_d=0,815m^3/s

Največje hitrosti toka vode v PEHD cevi znašajo v=3,66m/s pri nepotopljenem ter v=3,08m/s pri potopljenem iztoku iz prepusta.

T.2.3.2 Prevodnost pobočne mulde in kanaletnega kanala

Meteorna voda iz pobočja s hudourniško grapo nad kamnito zložbo bo ob morebitni ponovitvi ujme iz leta 2023 dotekala deloma po kamniti muldi, preostali del pa po površju v kanaletni kanal ob kroni kamnite podporne zložbe.

Prevodnost kamnite mulde in kanaletnega kanala ob ponovitvi neljubega dogodka iz leta 2023 bo zagotovljena.

Q_R=$Q_{max.,m}$+$Q_{max.,k}$=0,612+0,364=0,976m^3/s > Q_d=0,693/0,85=0,815m^3/s

Dovajanje zaledne vode v zbirni kaskadni jašek J3 je ob hkratnem upoštevanju prevodnosti mulde iz kamna v betonu in kanalete, ki dovaja vodo v jašek J3 v glavnem z leve strani zagotovljena (rezultate hidravličnega računa prikazuje priloga P.1.2.2).

T.3 ZAKLJUČEK

Meteorna voda iz pobočja in hudourniške grape v zaledju je ob ujmi v letu 2023 povzročila plazenje in erozijske poškodbe na brežinah nad in pod javno potjo. Z izvedbo sanacije s kamnito

oporno zložbo nad potjo ter s kamnito oblogo strme brežine pod njo bo zagotovljena stabilnost javne poti in brežin nad in pod cesto. Sestavni del PZI sanacije je ureditev varnega odvajanja meteorne vode na ogroženem območju, da ob morebitni ponovitvi ujme iz leta 2023 javna pot in brežine nad in njo ne bodo ponovno poškodovane. Ob ujmi v letu 2023 nismo zasledili nanosov zemljin na predvidenem območju sanacije.

Meteorna voda iz pobočja s hudourniško grapo bo po kamniti muldi in kanaletnem kanalu dovedena v zbirni jašek J3 nad javno potjo ter odvedena s cestnim prepustom v grapo pod cesto. S hidravličnimi izračuni je preverjena prevodnost cestnega prepusta, kanaletnega jarka in pobočne mulde iz kamna v betonu.

Pri hidravličnem izračunu so prispevne površine korigirane z upoštevanjem odtočnih koeficientov, uporabljen je faktor zakasnitve ψ_i=1. Pri upoštevanem projektnem kratkotrajnem 15minut-nem 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 ter je tudi zato uporaba prilagojene racionalne metode pri analizi največjih pričakovanih pretokov meteorne vode upravičena.

Za določitev pričakovanih trendov naraščanja ekstremnih kratkoročnih padavin zaradi klimatskih sprememb je bila pri ARSO izdelana »*Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov na območju plazov v občinah Podčetrtek in Vransko«,* ki je priloga pričujočega poročila. Rezultati poglobljene študije pričakovanih kratkotrajnih nalivov so upoštevani pri hidravličnem dimenzioniranju prepusta, kanaletnega kanala in povozne kamnite mulde.

Izračun prevodnosti je preverjen za leti 2023 in 2050 za 15 minutni naliv ob upoštevanju T=100 letne povratne dobe. Delež izkoriščenosti prevodnosti posameznih elementov odvodnjavanja ne presega 85%.

Maribor, Oktober 2024

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

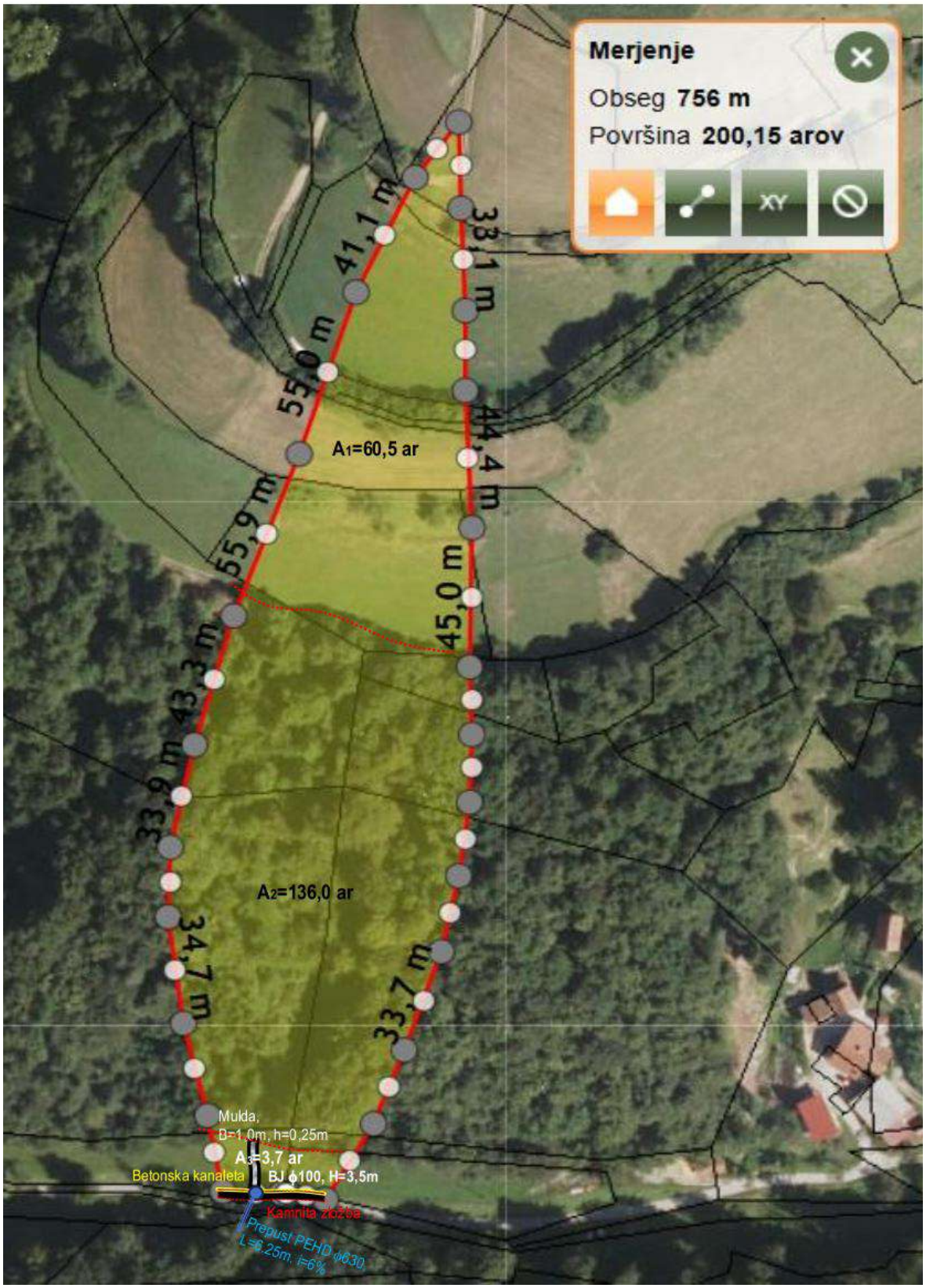


.

SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE PORŠINE

P.1 SANACIJA PLAZU NA JP 992681 (Ločica 47 - GRABNAR)

P.1.1 VPLIVNO OBMOČJE METEORNE VODE - PRISPEVNE POVRŠINE IN SHEMA ODVODNJAVANJA



Slika P.1.1.1: Vplivno območje prepusta pod JP

HIDRAVLIČNI IZRAČUN

P.1.2 PREVODNOST PREPUSTA, BETONSKE KANALE IN MULDE IZ KAMNA V BETONU

PREPUST PEHD DN630mm, BETONSKA KANALETA b_0/H=30/48cm, MULDA IZ KAMNA V BETONU b/h_0=100/25cm

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

Absolutna hrapavost: $\varepsilon=0{,}5$mm za vse tipe PEHD cevi

Maning-ov koeficient: PEHD n=0,12, BETON n=0,14, KAMEN V BETONU n=0,24

Prispevne površine:	**Količniki odtokov (ϕ_i):**								
Vrste zemljišč:	Nagib terena (%)								
Zemljišče	**1-5%**	**5-10%**	**10-30%**	**30-40%**	**40-50%**				
Gozd	0-0,2	0-0,2	0,1-0,3	0,2-0,4	**0,3-0,6**	(nagib 40 do 50%)	**0,6**		
Tavnik-trata	0,3	0,35	0,4	0,4-0,6	**0,6-0,8**	(nagib 35 do 45%)	**0,65**	(nagib 5-15%)	**0,35**
Njiva-vrt	0,5	0,6	**0,7**	0,8	0,9				
Cesta z asfaltno utrditvijo	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9				
Dvorišča ob kmetijah	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7				
Objekti - strehe	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95				

PRIČAKOVANI KRATKOTRAJNI NALIVI NA OBMOČJU OBČINE VRANSKO, PLAZ NA JP 992681: ARSO 2022

Povratna doba T=100 let: P (mm), q (l/(sha))

T	P_{2023}		P_{2050} (RCP4.5)	
	mm	l/(sha)	mm	l/(sha)
5	20	667	25	833
10	33	550	41	683
15	41	**456**	51	**567**

Koeficient zakasnitve: $\psi=1{,}0$

Pri nalivu T=15minut se vzpostavi stacionarno stanje v 2 minutah.

$Q=q_{rač.}\times(A_i\times\phi i\times\psi i)$

P.1.2.1 PREVODNOST PREPUSTA BJ3-izpust v strugo, PEHDϕ630mm (izračun za hidravlično dolge cevi)

METORNA KANALIZACIJA	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	DN/Di	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
BJ3-izpust (2022)	Trata:A_1 Trata: A_3 Gozd: A_2	0,605 0,037 1,360	0,65 **0,35** **0,60**	**557**	**630/535**	0,06	0,5	**1.279**	**0,435**	0,461	Ustreza (cev je kratka) v=5,46m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
BJ3-izpust (2022)	Trata:A_1 Trata: A_3 Gozd: A_2	0,605 0,037 1,360	0,65 **0,35** **0,60**	**693**	**630/535**	0,06	0,5	**1.279**	**0,542**	0,526	Ustreza (cev je kratka) v=5,80m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

Skupna dolžina cevi: L=6,25m (hidravlično kratka cev). Neobdelani vtok, Izbrana 85% polnitev, projektni pretok Q_d=0,693/0,85=0,815m^3/s.

Pri projektnem pretoku Q_d=0,815m^3/s v prepustu PEHD630mm nastane tok vode s prosto gladino in potopljenim vtokom v jašku J3.

Pri nepotopljenem iztoku prevodnost prepusta določimo $Q_R=\mu_0\times A_c\times(2\times g\times(H_0-(0{,}701-2\times i)\times D_i))^{1/2}$;

μ_0=2/3 - koeficient kontrakcije, g=9,81m/s^2 - gravitacijska konstanta, H_0=2,69m - največja dopustna piezometrična višina nad vtokom v cev, i=0,06 - hidravlični padec, A_c=0,2248m^2, in D_i=0,535m - premer prepusta.

$Q_R=0{,}667\times0{,}2248\times(2\times9{,}81\times(2{,}69-(0{,}701-2\times0{,}06)\times0{,}535))^{1/2}=1{,}024m3/s > Q_d=0{,}815m^3/s$

Hitrost vode na iztoku $v=(((v_0)^2+i\times L\times2\times g)/(1+\Sigma\xi_i))^{1/2}=(((0{,}693/0{,}2248)^2+0{,}06\times6{,}25\times2\times g)/(1+0{,}259))^{1/2}=3{,}66m/s < v_{dop.}=5m/s$. v_0 - začetna hitrost vode v cevi in $\Sigma\xi i=125\times0{,}012^2\times6{,}25/0{,}535^{4/3}$ - trenje vzdolž PEHD cevi.

Pri izpustih v vodotoke obstaja verjetnost preplavitve izpustov cevi pri padavinah s 100 letno povratno dobo. Zato je bila preverjena višina vode v vodotoku pri največjem pričakovanem pretoku vode. Vplivno območje jarka pod cesto prikazuje slika 1.2.1.

Največji pričakovani pretok ocenimo po Kresnikovi metodologiji:

$Q_{max.}=\phi\times A\times30/(0{,}5+A^{1/2})$, A=0,8185$km^2$ - prispevna površina in ϕ=0,7 - količnik odtoka z vsemi značilnostmi povodja.

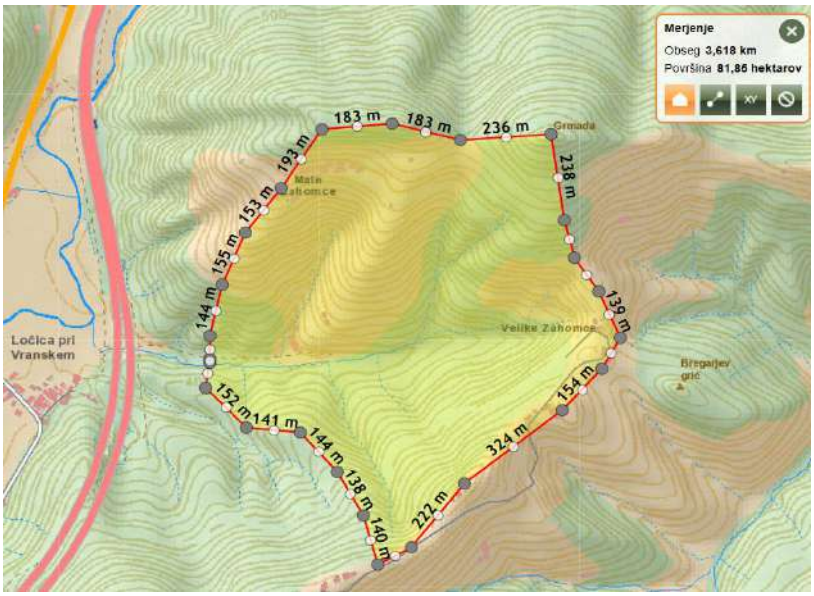
$Q_{max.2024}$=12,236m^3/s $Q_{max.2050}$=12,236×51/41=15,221m^3/s

V kolikor bo ob visokem vodostaju nivo vode segal do vrha iztočne cevi 372,43m bo povprečna hitrost vode dosegala vrednost v=Q/A=15,222/12,5=1,22m/s. Ter piezometrična višina ob iztoku iz prepusta H_1=372,43+1,22^2/(2×9,81)=372,52m.

Preplavitev iztoka iz prepusta je zagotovo malo verjetna. V primeru preplavitve iztoka, pretočnost prepusta določimo:

$Q_R=A_c\times(2\times g\times(H_0-H_1))^{1/2}/(1+\Sigma\xi_i)^{1/2}=0{,}2248\times(2\times9{,}81\times(374{,}84-372{,}52)^{1/2}/(1+2{,}259)^{1/2}=0{,}840m^3/s > Q_d=0{,}815m^3/s$

Lokalne izgube: ξ_1=0,5 - vtok, ξ_2=0,259 - trenje, ξ_3=1,5 - potopljeni iztok približno pravokotno na smer vodotoka.



Slika 1.2.1: Vplivno območje vodotoka pod cesto

P.1.2.2 PREVODNOST MULDE IZ KAMNA V BETONU IN BETONSKE KANALETE

Površinska voda v sedanjem stanju doteka na mikrolokacijo prepusta po plitvem neurejenem zemeljskem jarku ter po travnatem pobočju v zaledju vkopa nad JP. Z načrtom samacije plazu je na lokaciji plitvega jarka predvidena izvedba povozne mulde iz kamna v betonu širine B=1,0m in globine H=0,25m ter položitev betonskih kanalet B_0/B=0,3/0,48m vzdolž krone oporne kamnite zložbe. Meteorna voda iz hudourniške grape in pobočja v zaledju JP bo v betonski zbirni kaskadni jašek J3,ϕ100cm, H=3,5m dotekala po pobočni muldi nad kamnito zložbo in po betonski kanaleti v zaledju oporne konstrukcije.

Mulda iz kamna v betonu: B=1,0m, H=0,25m, Am=0,175m^2- prerez polne mulde, R=0,151m - hidravlični radij, i=10%-hidravlični padec in n=0,025 Maning-ov koeficient za kamen v betonu.

$Q_{max.,m}=A_m \times R^{2/3} \times i^{1/2}/n=0,175 \times 0,151^{2/3} \times 0,1^{1/2}/0,025=0,612 m^3/s$

Betonska kanaleta: B_0/B=0,3/0,48m, H=0,30m, A_k=0,117m^2- prerez povsem zapolnjene kanalete, R=0,126m - hidravlični radij, i=3%-hidravlični padec in n=0,014 Maning-ov koeficient hrapavosti za beton.

$Q_{max.,k}=A_k \times R^{2/3} \times i^{1/2}/n=0,117 \times 0,126^{2/3} \times 0,03^{1/2}/0,014=0,364 m^3/s$

Meteorna voda iz zaledja bo dotekala v zbirni kaskadni jašek J3 po povozni muldi iz kamna v betonu in betonski kanaleti. Nivo vode v jašku ob projektnem dotoku Qd=0,693/0,85=0,815m3/s ne dosega najnižje kote vtoka v jašek f100cm. Voda iz zaledja bo ob ponovitvi nezgodnega dogodka iz leta 2023 v muldo in kanaleto dotekala razpršeno ter je zato izračun za hidravlično dolge mulde in kanalete upravičen. V kolikor upoštevamo, da meteorna voda v jašek doteka po pobočni muldi in kanaleti le z leve strani (glej sliko P.1.1.1) je potrebna pretočna zmogljivost zagotovljena. Dokažemo jo z izrazom:

$Q_R=Q_{max.,m}+Q_{max.,k}=0,612+0,364=0,976 m^3/s > Q_d=0,693/0,85=0,815 m^3/s$

OCENA SPREMEMB NALIVOV ZA OBČINO VRANSKO

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Ocena sprememb nalivov na območju plazov v občinah Podčetrtek in Vransko

Pripravil:
Anže Medved

Ljubljana, december 2022

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 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 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 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.

Ker je ločljivost modelov okrog 12 km, so modelski rezultati značilni za območja velikosti okrog 140 km^2. Za ocene sprememb nalivov 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 km^2. Za območje izbranih plazov smo izbrali modelske točke, ki so najbližje izbranim območjem in imajo 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 plazu Virštanj (GKY: 542523, GKX: 110394)

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 plazu Virštanj za scenarij **RCP4.5** znaša okrog **0,20 °C/desetletje,** z 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,13 in 0,34 °C/desetletje. Od tod lahko pričakujemo naraščanje v ekstremnih padavinah od **0,91 %/desetletje** (po stopnji 7 %/°C) oz. **4,76 %/desetletje** (po stopnji 14 %/°C) oz. za **4,55 %** in **23,80 %** 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 plazu Virštanj. 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
Virštanj (GKY: 542523, GKX: 110394)	5	danes	19
		2050	20–24
	10	danes	33
		2050	35–41
	15	danes	41
		2050	43–51

Kratkotrajni nalivi na območju plazu Imenska gorca (GKY: 545438, GKX: 110941)

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju plazu Imenska gorca za scenarij **RCP4.5** znaša okrog **0,20 °C/desetletje,** z 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,13 in 0,34 °C/desetletje. Od tod lahko

pričakujemo naraščanje v ekstremnih padavinah od **0,93 %/desetletje** (po stopnji 7 %/°C) oz. **4,77 %/desetletje** (po stopnji 14 %/°C) oz. za **4,67 %** in **23,84 %** 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 3. Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

Preglednica 3. Ocene za ekstremne 5-, 10- in 15-minutne nalive (v mm) s povratno dobo 100 let na območju plazu Imenska gorca. 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
Imenska gorca (GKY: 545438, GKX: 110941)	5	danes	20
		2050	21–25
	10	danes	33
		2050	35–41
	15	danes	41
		2050	43–51

Kratkotrajni nalivi na območju plazu Zaplanina (GKY: 496012, GKX: 117589)

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju plazu Zaplanina za scenarij **RCP4.5** znaša okrog **0,20 °C/desetletje,** z 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,14 in 0,32 °C/desetletje. Od tod lahko pričakujemo naraščanje v ekstremnih padavinah od **0,98 %/desetletje** (po stopnji 7 %/°C) oz. **4,48 %/desetletje** (po stopnji 14 %/°C) oz. za **4,90 %** 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 4. Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

Preglednica 4. Ocene za ekstremne 5-, 10- in 15-minutne nalive (v mm) s povratno dobo 100 let na območju plazu Zaplanina. 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
Zaplanina (GKY: 496012, GKX: 117589)	5	danes	17
		2050	18–21
	10	danes	30
		2050	31–37
	15	danes	38
		2050	40–47

Kratkotrajni nalivi na območju plazu Zahomce (GKY: 497209, GKX: 120245)

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju plazu Zahomce za scenarij **RCP4.5** znaša okrog **0,20 °C/desetletje,** z 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,14 in 0,31 °C/desetletje. Od tod lahko pričakujemo naraščanje v ekstremnih padavinah od **0,96 %/desetletje** (po stopnji 7 %/°C) oz. **4,38 %/desetletje** (po stopnji 14 %/°C) oz. za **4,81 %** in **21,91 %** 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 5. Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

Preglednica 5. Ocene za ekstremne 5-, 10- in 15-minutne nalive (v mm) s povratno dobo 100 let na območju plazu Zahomce. 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
Zahomce (GKY: 497209, GKX: 120245)	5	danes	17
		2050	18–21
	10	danes	30
		2050	31–37
	15	danes	38
		2050	40–46

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.