PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	**SANACIJA PLAZU 1 in 2 na LC 328041 PTUJ - DOLENA - MARINJA VAS (KOČICE)**
kratek opis gradnje	**Sanacija plazu s 2 podpornimi AB sidranimi pilotnimi stenami dolžine 30.30m in 42.40m, obnovo cestišča 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	**999**
	☐ **sprememba dokumentacije**
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**Elaborat vpliva podnebnih sprememb**
številka načrta	**999 Evps**
datum izdelave	**februar 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	**999**		
Načrt gradbenih konstrukcij - sanacija plazu	**999 K**		
Geološko geotehničen načrt	**999 Geo**		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb	**999 Evps**		
Geodetski načrt	**721-23**		

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

T.1 SPLOŠNO

Po naročilu Občine Žetale smo izdelali projektno dokumentacijo za izvedbo sanacije plazov 1 in 2 na lokalni cesti LC 328041 Ptuj – Dolena – Marinja vas (Kočice).

Območje plazu se nahaja na višinski koti približno 385m. Širina cestišča na LC 328041 znaša približno 5m. Cesta poteka po gorskem terenu z nagibom pobočja 45 do 55% v prečni smeri nad cesto ter se višinsko prilagaja terenu. Vzdolžni nagib ceste na območju plazov znaša 8 do 10%.

Na območju predvidene sanacije na dolžini približno 160m je bila na osrednjem delu že pred leti izvedena sanacija nasipne brežine s konzolno pilotno steno dolžine 55m. Ob ujmi v letu 2023 pa so se pojavili novi usadi na vozišču pred in za obstoječo pilotno steno ter večja splazitev pobočja pod obstoječo pilotno steno, ki sega do vodotoka v dnu doline pod lokalno cesto. Predvidena je izvedba sanacij plazu 1 pred in plazu 2 za obstoječo pilotno steno s sidranima pilotnima stenama dolžine 30 in 44m ter izvedba dodatne ojačitve obstoječe pilotne stene s tremi kamnitimi podporno drenažnimi rebri pod obstoječo konzolno steno, ki sicer ob ujmi še ni utrpela resnih konstrukcijskih poškodb. Vendar posamezne razpoke na vozišču za obstoječo pilotno steno kažejo, da je stabilnost obstoječe podporne konstrukcije potencialno ogrožena zaradi plazenja pobočja pod pilotno steno. Presežni premiki obstoječe pilotne stene se odražajo z manjšimi deformacijami in razpokami na vozišču LC, ker le ta skoraj zagotovo v sedanjem stanju nima povsem zagotovljene globalne stabilnosti.

Vzroki poškodb na vozišču LC in plazenja pobočja pod pilotno steno so skoraj zagotovo obilne dolgotrajne padavine, ki so povzročile povišanje nivoja talne vode v pobočju pod lokalno cesto in nastanek usadov in plazenja pobočja pod obstoječo podporno konstrukcijo. Zato je s PZI načrtom sanacije predvidena izvedba učinkovitejšega odvodnjavanja površinskih voda z asfaltno muldo ob pilotnih stenah in kanaletnim jarkom v zaledju vozišča pod strmim pobočjem za zmanjševanje pronicanja površinske vode v pobočje za podpornimi konstrukcijami. Za zbiranje in kontrolirano odvajanje meteorne in drenirane vode z območja plazenje je predvidena izvedba sistema meteorne kanalizacije ter s kamnom obloženega jarka s pragovi za umirjanje vodnega toka za odvajanje meteorne vode v strugo vodotoka pod območjem sanacije. Projekt obravnava tudi izvedbo obnove vozišča in vzdolžnih drenaž na celotnem območju predvidene sanacije.

Na pobočju nad cesto se nahaja z gozdom obrasla zelo strma brežina in manjši pašnik na slemenu približno 40m nad cesto. Pobočje pod cesto je obraslo z drevjem in grmovjem, ob vodotoku pa prevladujejo travniške površine.

Nagib pobočja nad cesto znaša 40 do 55% kar ob intenzivnih padavinah povečuje verjetnost pritokov večjih količin površinskih voda iz pobočja nad cesto na območje vozišča oz. s kanaletami obloženega jarka v zaledju lokalne ceste, ki jih je potrebno odvesti z meteorno kanalizacijo izven nestabilnega območja plazov nad in pod cesto. Nagib pobočja pod cesto je nekoliko manjši, površje prekrivajo gozdne in travniške površine. Na območju cestišča lokalne ceste se zbira površinska voda iz asfaltnih površin z vzdolžno asfaltno muldo ter se s cestno kanalizacijo odvaja v zbirni jašek pod cesto pred stabilnostno ogroženim območje lokalne ceste.

Prispevno območje meteornih in površinskih voda, ki gravitirajo na obravnavano območje sanacije, sega vse do križišča LC z lokalno potjo na vrhu strmine ter bočno nad LC vse do slemena v gozdu, ki se nahaja približno 50m nad lokalno cesto. Vplivno območje meteorne vode je shematsko prikazano na prilogi P.1 pričujočega poročila.

T.2 PREVODNOST PREPUSTA, ODVODNE KANALIZACIJE IN ZBETONSKIMI KANALETAMI OBLOŽENEGA 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 2024 in 2050.

V hidravličnem izračunu prevodnosti prepusta, meteorne kanalizacije in betonske kanalete so upoštevane količine površinske vode v vplivnem območju ceste in pobočja nad cesto, ki gravitira na območje vozišča z asfaltno muldo in kanaleto ob desni strani LC. Prevodnost kanalete, prepusta in meteorne kanalizacije 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 Žetale je v januarju 2024 pripravil Urad za meteorologijo, hidrografijo in oceanografijo, Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) in je priloga 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 vrednost 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 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 višine 5, 10 in 15 minutnih nalivov s povratno dobo 100 let so prikazane v preglednici 2 (ARSO Ocena sprememb nalivov na območju naselja Žetale). Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki bo lahko v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

T.2.2 PRISPEVNA POVRŠINA

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

$Q = q_{rač} * \phi * F * \Psi$

Q = pretok oz. velikost odtoka (l/s)

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

ϕ = odtočni koeficient

F = prispevna površina (ha)

Ψ = koeficient zakasnitve

V tabeli so navedeni odtočni koeficienti in hitrosti odtekanja vode glede na nagib pobočja in vrsto zemljišča. V izračunu velikosti odtoka so upoštevani odtočni koeficienti iz spodnje tabele, na osnovi hitrosti odtoka vode po pobočju je za kritično stanje privzet koeficient zakasnitve Ψ=1.

Odtočni koeficient 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 gozda nad cesto in pašniških površin ter cestišča lokalne ceste do križišča z javno potjo za območjem sanacije (shema prispevnih površin in sistema celotnega odvodnjavanja sta prikazana na prilogi P.1)

Na prilogi P.1 so prikazane oz. označene prispevne površine na pobočju in na vozišču, ki na posameznih območjih gravitirajo v odvodno meteorno kanalizacijo.

T.2.2.1 Izračun prevodnosti meteorne kanalizacije BJ5 – BJ4 - BJ3, betonska jaška ϕ50cm, cevi PE-HD 160mm

Izračun prevodnosti prepusta je prikazan v prilogi P.2, ločeno za današnji čas (2023) in za leto (2050) z upoštevanjem pričakovanih vremenskih sprememb. Upoštevan je 15 minutni naliv za povratno dobo 100 let ($Q_{100,15\ MIN}$).

Maksimalna prevodnost polne cevi PE-HD 160mm z 8% hidravličnim padcem dosega vrednost Q_{max}=40 l/s (povsem zapolnjena cev).

Iz rezultatov izračuna je razvidno, da predvidene cevi ne dosegajo maksimalne še sprejemljive oz. kritične stopnje polnitve 85%. Po priporočilih hitrost vodnega toka v plastičnih ceveh naj ne bi presegala vrednosti 5 m/s zaradi zagotavljanja trajnosti in preprečevanja poškodb priključkov cevi na betonske jaške. Pri upoštevanju največjega pretoka Q100 v letu 2050 hitrost vodnega toka znaša $v_{max.}$=2,45m/s.

T.2.2.2 Izračun prevodnosti meteorne kanalizacije BJ4 – BJ2, jaška ϕ50cm in ϕ100cm, cevi PE-HD 160mm

Maksimalna prevodnost povsem polne cevi PE HD DN180mm pri 8% hidravličnem padcu dosega vrednost Q_{max}=40 l/s. Iz rezultatov izvedenega izračuna je razvidno, da največji pretok v predvideni cevi dosega 74,4% pretoka, ki je značilen za polni prerez. Pri upoštevanju največjega pretoka pri Q100 v letu 2050 hitrost vodnega toka v cevi PE HD DN160mm znaša $v_{max.}$=2,95m/s. Po priporočilih hitrost vodnega toka v plastičnih ceveh naj ne bi presegala vrednosti 5 m/s zaradi zagotavljanja trajnosti in preprečevanja poškodb priključkov cevi na betonske jaške.

T.2.2.3 Izračun prevodnosti betonske kanalete b/h=30cm/25cm za zbiranje in odvajanje meteorne vode v zbirni jašek št. 4

Maksimalna prevodnost povsem polne betonske kanalete b/h=30/25 z 8% hidravličnim padcem dosega vrednost Q_{max}=496 l/s. Iz rezultatov izračuna je razvidno, da pretok v predvideni betonske kanaleti dosega 62% pretoka, ki je značilen za povsem zapolnjeno betonsko kanaleto in ne dosega maksimalne priporočene oz. še dopustne

stopnje polnitve 85%. Pri upoštevanju največjega pretoka pri Q100 v letu 2050 hitrost vodnega toka v betonski kanaleti znaša $v_{max.}$=4,31m/s.

T.2.2.4 Izračun prevodnosti prepusta pod lokalno cesto med jaškoma BJ3-BJ2, jaška ϕ80cm in ϕ100cm, cevi PE-HD 400mm

Maksimalna prevodnost polne cevi PE-HD 400mm z 8% hidravličnim padcem dosega vrednost Q_{max}=474 l/s. Iz rezultatov izračuna je razvidno, da predvidena cev ne dosega maksimalne priporočene oz. še dopustne stopnje polnitve 85%. Pri upoštevanju največjega pretoka pri Q100 v letu 2050 hitrost vodnega toka v prepustu znaša $v_{max.}$=5,26m/s, pretok dosega 66,1% največjega pretoka, ki je značilen za povsem zapolnjene cevi. Malenkostna prekoračitev dopustne hitrosti $v_{dop.}$=5m/s je pri projektnem pretoku Q100 za sorazmerno kratke odseke cevi zagotovo sprejemljiva, ker mejno hitrost 5m/s običajno upoštevamo pri pretokih z 10letno povratno dobo za varovanje cevi pred morebitnimi poškodbami.

T.2.2.5 Izračun prevodnosti meteorne kanalizacije med jaškoma BJ2-BJ1, jaška ϕ100cm, cevi PE-HD 400mm

Maksimalna prevodnost polne cevi PE-HD 400mm z 8% hidravličnim padcem dosega vrednost Q_{max}=474 l/s. Iz rezultatov izračuna je razvidno, da predvidena cev med jaškoma BJ2 in BJ1 ne dosega maksimalne priporočene oz. še dopustne stopnje polnitve 85%. Pri upoštevanju največjega pretoka pri Q100 v letu 2050 hitrost vodnega toka v kanalizacijski cevi znaša $v_{max.}$=5,36m/s, pretok dosega 72,4% največjega pretoka, ki je značilen za povsem zapolnjene cevi. Malenkostna prekoračitev dopustne hitrosti $v_{dop.}$=5m/s je pri Q100 zagotovo sprejemljiva, ker mejno hitrost 5m/s običajno upoštevamo pri pretokih z 10letno povratno dobo za varovanje cevi pred morebitnimi mehanskimi poškodbami.

T.3 ZAKLJUČEK

Preverjena je prevodnost meteorne kanalizacije s prepustom in betonske kanalete na območju sanacije plazu 1 in 2 na cesti LC 328041 Ptuj – Dolena – Marinja vas (Kočice). Pri hidravlični presoji prevodnosti PE HD kanalizacijskih cevi in betonske kanalete so prispevne površine korigirane z upoštevanjem povprečnih odtočnih koeficientov in z upoštevanjem hitrosti odtekanja vode po terenu. Zaradi majhnega vplivnega območja je upoštevan koeficient zakasnitve Ψ=1,0.

Za določitev trenda naraščanja ekstremnih kratkoročnih padavin je bila pri ARSO izdelana »*Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za naselje Žetale«,* rezultati so upoštevani pri hidravličnem dimenzioniranju meteorne kanalizacije, prepusta pod cesto in betonske kanalete.

Izračun prevodnosti je preverjen za leti 2024 in 2050 za 15 minutni naliv ob T=100 letni povratni dobi, delež izkoriščenosti prevodnosti ne presega 74,4% prevodnosti, ki je značilna za povsem zapolnjene plastične kanalizacijske cevi. Hitrosti vodnega toka so v pričakovanih mejah tako, da cevi in jaški v projektni življenski dobi zaradi vodnega toka ne bodo utrpeli večjih poškodb.

Na betonskem jašku BJ2, ϕ100cm je smiselno izvesti vzgonski oz. hkrati tudi vakumski razbremenilnik z najmanj tremi odprtinami ϕ10cm v zgornji BC ϕ100cm nad površjem ali v betonskem pokrovu.

Maribor, Februar 2023

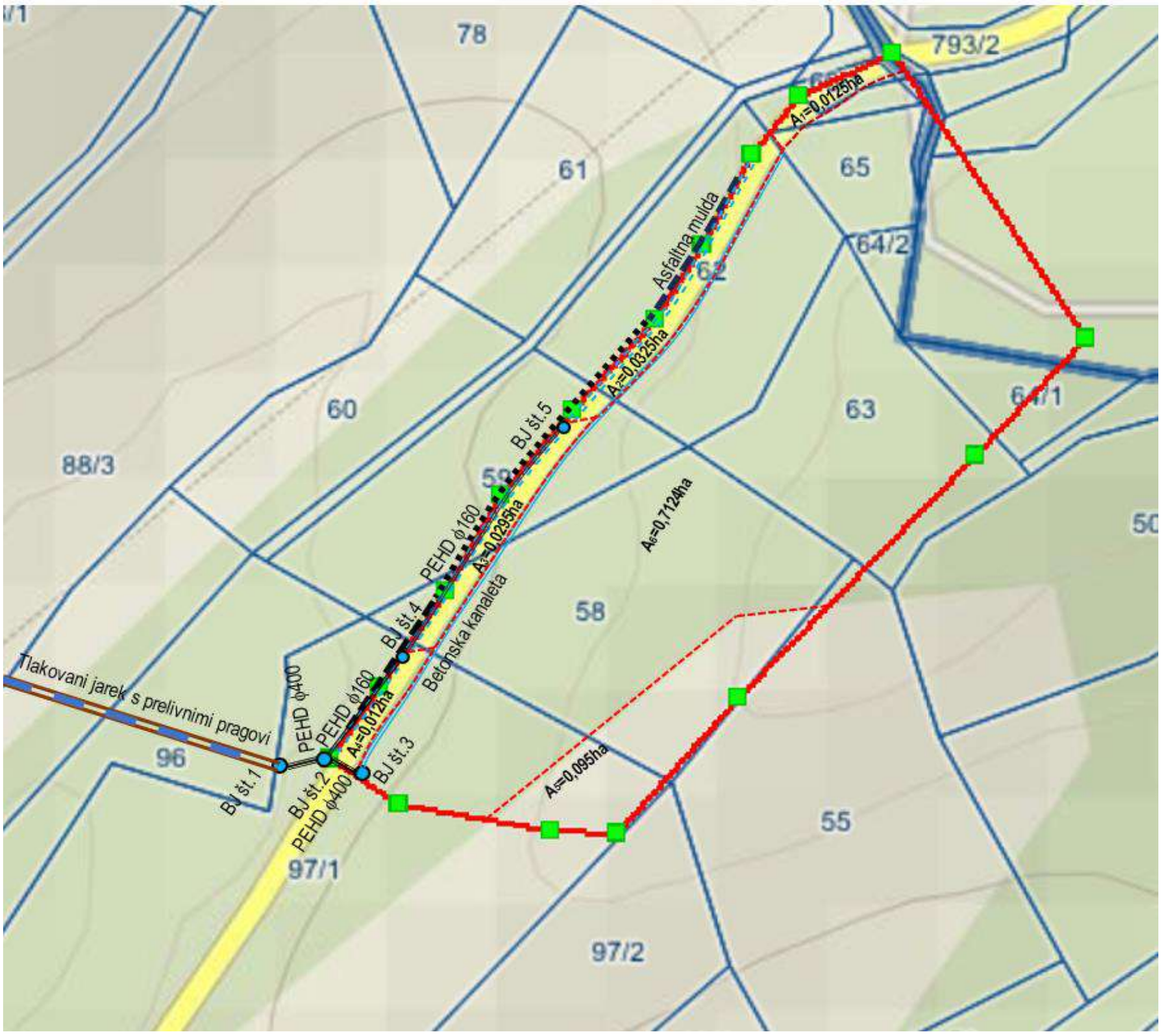
Pooblaščeni inženir:
Mitja Birsa, univ.dipl.inž.gr.



SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE PORŠINE

SANACIJA PLAZU 1 in 2 na LC 328041, Ptuj - Dolena - Marinja vas, KOČICE

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



HIDRAVLIČNI IZRAČUN

P.2 PREVODNOST PREPUSTA IN METEORNE KANALIZACIJE

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

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

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

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

Vrste zemljišč: Nagib terena (%)

Zemljišče	**1-5%**	**5-10%**	**10-30%**	**30-40%**	**40-50%**		
Gozd	0-0,2	0-0,2	0,1-0,3	0,2-0,4	**0,3-0,6**	(nagib 45 do 55%)	**0,7**
Tavnik-pašnik	0,3	0,35	0,4	0,4-0,6	**0,6-0,8**	(nagib 35 do 45%)	**0,7**
Njiva-vrt	0,5	0,6	**0,7**	0,8	0,9	(nagib 30%)	
Cesta z asfaltno utrditvijo	0,9	**0,9**	0,9	0,9	**0,9**	(nagib 10%)	**0,9**
Dvorišča ob kmetijah	0,35	0,4	0,5	**0,6**	0,7	(nagib 10-40%)	
Objekti - strehe	0,95	0,95	0,95	0,95	**0,95**		

Povratna doba 100 let

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

Koeficient zakasnitve: Ψ=1,0

$Q=q_{rač.}\times(A_i\times\phi_i\times\psi_i)$ Pri nalivu T=15minut se lahko vzpostavi stacionarno stanje.

PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ5-BJ4, PEHD ϕ160mm

METORNA KANALIZACIJA	Površina	**A**	**ϕ_i**	**Q_{100}**	**D**	i	ε	**Q_p**	**Q/Q_p**	h/D	Ocena
		ha		**l/s**	**mm**		mm	(l/s)			
BJ5-BJ4 (2024)	Cesta:A_2	0,0325	**0,90**	**13**	**160**	0,08	0,5	**40**	**0,317**	0,385	Ustreza v=2,45m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
BJ5-BJ4 (2050)	Cesta:A_2	0,0325	**0,90**	**16**	**160**	0,08	0,5	**40**	**0,390**	0,433	Ustreza v=2,58m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ4-BJ2, PEHD ϕ160mm

METORNA KANALIZACIJA	Površina	**A**	**ϕ_i**	**Q_{100}**	**D**	i	ε	**Q_p**	**Q/Q_p**	h/D	Ocena
		ha		**l/s**	**mm**		mm	(l/s)			
BJ4-BJ2 (2024)	Cesta:A_2 Cesta:A_3	0,0325 0,030	**0,90** **0,90**	**24**	**160**	0,08	0,5	**40**	**0,605**	0,565	Ustreza v=2,87m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
BJ4-BJ2 (2050)	Cesta:A_2 Cesta:A_3	0,0325 0,030	**0,90** **0,90**	**30**	**160**	0,08	0,5	**40**	**0,744**	0,665	Ustreza v=2,95m/s ($v_{dop.}$=5m/s)

PREVODNOST BETONSKE KANALETE b/h=30cm/25cm, Glavni odvodnik zalednih voda

	Površina	**A**	**ϕ_i**	**Q_{100}**	**b/h**	i	ε	**Q_p**	**Q/Q_p**	h/H	Ocena
		ha		**l/s**	**cm**		mm	(l/s)			
Od P14+10m do BJ3 (2024)	Pašnik:A_5 Gozd: A_6 Cesta: A_1	0,095 0,712 0,013	**0,70** **0,70** **0,90**	**250**	**30/25**	0,08	1,5	**496**	**0,504**	0,648	Ustreza v=4,31m/s ($v_{dop.}$=5m/s)
Od P14+10m do BJ3 (2050)	Pašnik:A_5 Gozd: A_6 Cesta: A_1	0,095 0,712 0,013	**0,70** **0,70** **0,90**	**307**	**30/25**	0,08	1,5	**496**	**0,620**	0,74	Ustreza v=4,54/s ($v_{dop.}$=5m/s)

PREVODNOST PREPUSTA BJ3-BJ2, PEHD ϕ400mm											
	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	D	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
Prepust pod cesto BJ3-BJ2 (2024)	Pašnik:A_5 Gozd: A_6 Cesta: A_1 Cesta: A_4	0,095 0,712 0,013 0,012	**0,70** **0,70** **0,90** **0,90**	**254**	**400**	0,08	0,5	**474**	**0,537**	0,523	Ustreza v=5,09m/s ($v_{dop.}$=5m/s) (pri Q100 so 20% prekoračitve sprejemljive)
Prepust pod cesto BJ3 - BJ2 (2050)	Pašnik:A_5 Gozd: A_6 Cesta: A_1 Cesta: A_4	0,095 0,712 0,013 0,012	**0,70** **0,70** **0,90** **0,90**	**313**	**400**	0,08	0,5	**474**	**0,661**	0,609	Ustreza v=5,26m/s ($v_{dop.}$=5m/s) (pri Q100 so 20% prekoračitve sprejemljive)

PREVODNOST METEORNE KANALIZACIJE BJ2-BJ1, PEHD ϕ400mm											
	Površina	A	ϕ_i	Q_{100}	D	i	ε	Q_p	Q/Q_p	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
Meteorni kanal BJ2-BJ1 (2024)	Pašnik:A_5 Gozd: A_6 Cesta: A_1 Cesta: A_4 Cesta: A_2 Cesta: A_3	0,095 0,712 0,013 0,012 0,033 0,030	**0,70** **0,70** **0,90** **0,90** **0,90** **0,90**	**279**	**400**	0,08	0,5	**474**	**0,588**	0,555	Ustreza v=5,16m/s ($v_{dop.}$=5m/s) (pri Q100 so 20% prekoračitve sprejemljive)
Meteorni kanal BJ2 - BJ1 (2050)	Pašnik:A_5 Gozd: A_6 Cesta: A_1 Cesta: A_4 Cesta: A_2 Cesta: A_3	0,095 0,712 0,013 0,012 0,033 0,030	**0,70** **0,70** **0,90** **0,90** **0,90** **0,90**	**343**	**400**	0,08	0,5	**474**	**0,724**	0,643	Ustreza v=5,36m/s ($v_{dop.}$=5m/s) (pri Q100 so 20% prekoračitve sprejemljive)

OCENA SPREMEMB NALIVOV ZA OBČINO ZREČE

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).

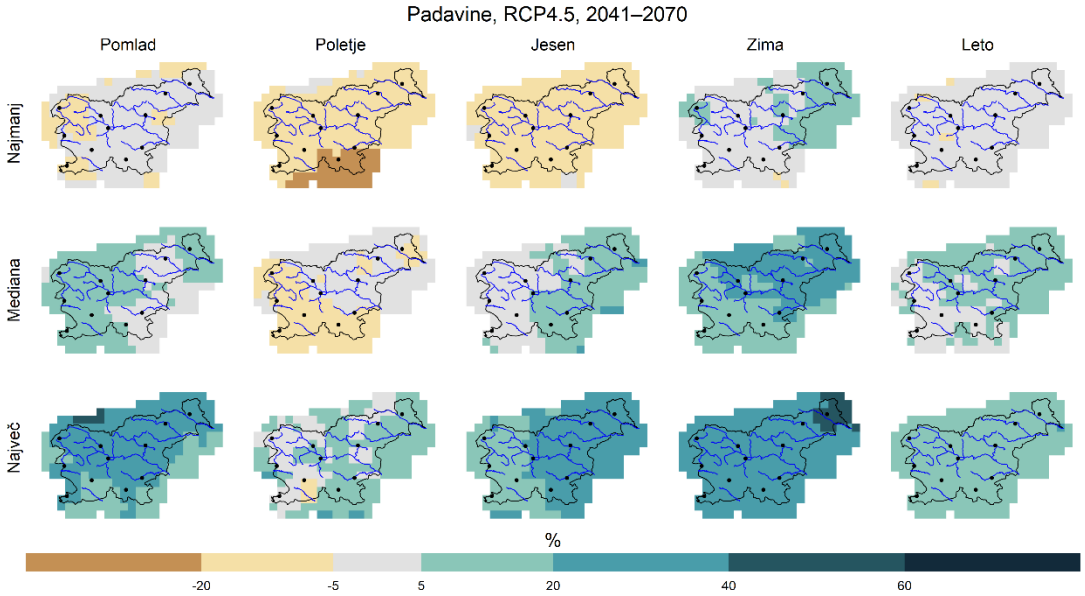
gcm	**rcm**
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM4
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4
ICHEC-EC-EARTH	DMI-HIRHAM5
IPSL-IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS
MOHC-HadGEM2-ES	KNMI-RACMO22E
MPI-M-MPI-ESM-LR	SMHI-RCA4

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