PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	**SANACIJA PLAZU KLANC PRI STANOVANJSKI HIŠI KLANC 9b in 9d (Apotekar, Blatnik)**
kratek opis gradnje	**Sanacija plazu z AB sidrano podporno pilotno steno dolžine 36.60m, kamnito oporno zložbo dolžine 14.00m in kamnitimi drenažnimi rebri dolžine 65.00m 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	**1011**
	☐ **sprememba dokumentacije**
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**Elaborat vpliva podnebnih sprememb**
številka načrta	**1011 Evps**
datum izdelave	**avgust 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	**1011**		
Načrt gradbenih konstrukcij - sanacija plazu	**1011 K**		
Geološko geotehničen načrt	**1011 Geo**		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb	**1011 Evps**		
Geodetski načrt	**212-24**		

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 »KLANC« pri stanovanjskih hišah Klanc 9B in Klanc 9D (Apotekar, Blatnik).

Območje plazu je na področju Občine Dobrna na višinski koti približno 450m. Površina območje plazenja obsega pobočje nad dostopno cesto v vplivnem območju stanovanjskih hiš Klanc 9B in Klanc 9D. Dostopno cesto je plazenje poškodovalo na dolžini približno 40m. V interventni fazi so bili izvedeni ukrepi za zmanjšanje ogroženosti dostopne poti in stanovanjskih hiš z zabitimi jeklenimi tirnicami ter začasna ureditev površinskega odvodnjavanja. Lastnik stanovanjske hiše Klanc 9D je izvedel tudi del opornega zidu nad dostopno potjo iz kamna v betonu za zavarovanje svoje nepremičnine.

Na območju obravnavanega projekta se je ob ujmi v letu 2023 pojavil plaz na dostopni cesti, ki sega na področje teras na pobočju nad cesto. S sondažnim izkopom je bila ugotovljena debelina glinaste preperine v cestnem vkopu približno 3m, ki je odložena na preperelem laporju. Ugotovljeno je bilo, da se plaz kljub 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 obstoječi podporni zid pod hišo Klanc 9D ohranja, sanacijo plazu pa se izvede s sidrano pilotno steno, podaljšanjem opornega zidu in s kamnitimi drenažno podpornimi rebri v zaledju nad dostopno cesto.

Na ogroženo območje ob močnih kratkotrajnih nalivih doteka meteorno voda z zbirnega območja skupne površine približno A=1,3ha in ob nalivih neprestano zamaka površinsko glinasto plast, ki zaradi vplivov precejanja 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.

Zbiranje in odvajanje površinske vode je zagotovljeno s kamnito muldo ob obstoječem opornem zidu, z vgradnjo sekanca in DKC ϕ315mm v zaledju novega opornega zidu, asfaltne mulde s štirimi iztoki na vozišču pred opornim zidom ter z dvema linijskima požiralnikoma vzdolž zunanje bankine ob dostopni poti nad stanovanjsko hišo Klanc 9B.

Meteorna voda, ki doteka po pobočju ob stanovanjski hiši Klanc 9B odteka deloma po asfaltnih površinah v asfaltno muldo in linijski požiralnik ter v kamnito muldo v kroni obstoječega opornega zidu v zbirna jaška J9 in J10 ob dostopni cesti. Vodo iz jaška J10 se odvaja po kanalizacijski cevi PEHD ϕ400mm v glavni zbirni jašek J2 na začetem delu sanacije.

Meteorno vodo iz pobočja in vozišča na območju novega opornega zidu se odvede deloma v drenažno zasutje (sekanec za opornim zidom) ter v asfaltno muldo pred zidom v kolikor bi bila drenažna zmogljivost vgrajene plasti sekanca presežena. Voda se zbira v jašku J1, ki nato po prepustu PEHD ϕ400mm odteka v zbirni jašek J2 na začetnem delu sanacije pod cesto.

Celotna količina meteorne vode, ki je določena kot največji pričakovani dotok z upoštevanjem T=100 letne povratne dobe in pričakovanih klimatskih sprememb se odvaja z meteorno kanalizacijo PEHD ϕ500mm preko dveh kaskadnih jaškov J3 in J4 v tlakovani iztokom v obstoječi jarek v grapo pod območjem predvidene sanacije.

Odvajanja talne vode in delno dreniranje pobočja se izvede s kamnitimi drenažnimi rebri in drenažnim zasutjem v zaledju novega dela opornega zidu ter se odvaja preko jaška J1 v meteorno kanalizacijo s kaskadnimi jaški pod cesto.

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 0,21ºC/desetletje, s 95 odstotnim intervalom zaupanja med 0,14 in 0,33ºC/desetletje. Pričakovano naraščanje ekstremnih padavin je od 0,98% v vsakem desetletju (po stopnji 7%/ºC), oziroma 4,62%/desetletje (po 14%/ºC) 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.

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

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 meteorna kanalizacija ob dostopni cesti.

Meteorna voda se zbira v muldi iz kamna v betonu v kroni zidu, v drenažnem zasipu iz sekanca za novim opornim zidom, asfaltnih muldah ter v dveh linijskih požiralnikih skupne dolžine 22m.

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 vode na mikrolokaciji plazu 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 potrebni čas koncentracije bistveno manjši od dolžine intervala projektnega kratkotrajnega naliva t=15minut. Dolžina vplivnega območja znaša približno L=100m, povprečna hitrost površinskega odtoka v=1,8m/s ter čas koncentracije približno t_k=60s. Zato so upoštevani faktorji 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 oz. dolžina poti odtekanja površinske vode znaša približno 100m, hitrosti odtekanja vode pri Q100 znašajo 1,8m/s zato je ob širini vplivnega območja v nagibu 40 do 50% 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 **522/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 znaša A=0,01327km^2 in povprečni odtočni koeficient za določanje največjega možnega odtoka pri uporabi Kersnikove metodologije ϕ=0,7 (povodja v srednjih nagibih). Največji pričakovani pritok meteorne vode tako po Kresnikovi metodi (brez dodatnih modifikacij) znaša:

$Q_{max.}=\phi \times A \times 30/(0,5+A^{1/2})=0,7 \times 0,01327 \times 30/(0,5+0,01327^{1/2})=0,453 m^3/s=453 l/s$

Ocenjujemo, da največji pričakovani pritok na zbirnem območju projekta, določen po Kresnikovi metodologiji **$Q_{max.}$=453l/s bistveno ne odstopa od ocenjene vrednosti pritoka določenega na osnovi opazovanj v preteklih letih (ARRSO) za 15 minutni naliv Q_{2023}=396l/s ter ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v prihodnosti Q_{2050}=490l/s. Vzrok odstopanj je lahko dejstvo, da je uporabnost Kresnikove metode vezana na večja povodja ter v obravnavanem primeru potrebni čas koncentracije zaradi majhnega zbirnega območja, ki znaša približno $t_k \approx$1minuto. 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=5minutno povratno dobo ter bi bili pričakovani pretoki še bistveno višji Q_{2023}=500l/s ter ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v letu 2050 Q_{2050}=626l/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 Klanc pri stanovanjskih hišah Klanc 9B in Klanc 9D« upoštevan projektni kratkotrajni naliv s T=15 minutno

povratno dobo ter pritok meteorne vode na celotnem obravnavanem območju površine A=1,327ha: Q_{2023}=396l/s ter ob upoštevanju vplivov klimatskih sprememb v letu Q_{2050}=490l/s.

T.2.3 DOKAZ PREVODNOSTI ELEMENTOV ODVODNJAVANJA

Meteorna voda iz pobočja nad cesto in asfaltnih površin ob hiši 9B bo po izvedbi sanacije plazu zbrana v jašku J2 na začetnem delu sanacije (glej sliko 1 na prilogi P.1.1). Glavni odvodni meteorni kanal J2-J3-J4-izpust v jarek sestavlja sistem PEHD kanalizacijskih cevi in kaskadnih jaškov različnih premerov, ki zagotavljajo prevajanje meteorne vode pri polnitvah manjših od 85% pretoka, ki je značilen za povsem polne cevi.

T.2.3.1 Prevodnost meteorne kanalizacije PEHDϕ500mm, i=10%, L=5,12 in 13m

Meteorna voda je zbrana v jašku J2, premera ϕ100cm ter preko kaskadnih jaškov J3 in J4 odteka v obstoječi zemeljski jarek pod cesto. Za 15minutni naliv s T=100letno povratno dobo največji pritok meteorne vode v jašek J2 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša Q_{2050}=490,0l/s.

Cevi PEHDϕ500mm, ki povezujejo posamezne jaške, so hidravlično kratke, prevodnost je dokazana za prvo cev, ki je najkrajša L=5m ter je zato vpliv lokalnih izgube še izrazitejši. Zaradi spremenljivih dotokov v cev 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 do toka pod tlakom s potopljenim vtokom ob količini vode Q_{2050}=490,0l/s z nepotopljenim iztokom, ker je višina kaskade v jašku J3 zadostna (2,65m).

Pri toku vode pod tlakom znaša potrebna višina vode v jašku J2, pri 85% izkoriščenosti razpoložljive prevodnosti (projektni pretok Q_d=576,5l/s) , H_0=1,155m ter hitrost vode v=3,98m/s < $v_{dop.}$=5m/s (izračun je prikazan na prilogi P.2.1).

T.2.3.2 Prevodnost meteorne kanalizacije PEHDϕ400mm, i=7%, J10-J2, L=18,0m

Voda v jašek J10 doteka po cevi PEHD315 iz jaška J9 ter iz dveh linijskih požiralnikov vzdolž dostopne ceste nad hišo Klanc 9D. Za 15minutni naliv s T=100letno povratno dobo največji pritok meteorne vode z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb za jašek J10 znaša Q_{2050}=328,2l/s.

Pri toku vode pod tlakom znaša potrebna višina vode v jašku J10, pri 85% izkoriščenosti razpoložljive prevodnosti (projektni pretok Q_d=386,1l/s) , H_0=1,206m ter hitrost vode v PEHD cevi v=4,17m/s < $v_{dop.}$=5m/s (izračun je prikazan na prilogi P.2.2).

T.2.3.3 Prevodnost prepusta J1-J2, PEHDϕ400mm, i=5%, L=5,0m

Voda doteka v jašek J1 po DKC cevi PEHD315 iz drenažne preproge iz sekanca v zaledju opornega zidu, po cevi PEHD200 iz jaška J5 ter iz asfaltne mulde ob dostopni cesti. Za 15minutni naliv s T=100letno povratno dobo največji pritok meteorne vode z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša Q_{2050}=161,8l/s.

Pri toku vode s potopljenim vtokom s prosto gladino in nepotopljenim iztokom znaša potrebna višina vode za zagotovitev projektnega pretoka v jašku J1, pri 85% izkoriščenosti razpoložljive prevodnosti (upoštevan je projektni pretok Q_d=190,4l/s) , H_0=0,83m ter hitrost vode v PEHDϕ315mm kanalizacijski cevi v=3,09m/s < $v_{dop.}$=5m/s (izračun je prikazan na prilogi P.2.3).

T.2.3.4 Prevodnost DKC cevi PEHD315mm za opornim zidom do J1, i=7%, L=20m

Voda doteka v jašek J1 po DKC cevi PEHD315 iz drenažne preproge iz sekanca v zaledju opornega zidu. Za 15minutni naliv s T=100letno povratno dobo največji pritok meteorne vode z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb, ki potencialno lahko priteka iz pobočja v sekanec za opornim zidom, znaša Q_{2050}=161,8l/s.

Prevodnost cevi ob predpostavki hidravlično dolge cevi Q_p znaša 233,5l/s (priloga P.1.2.3). Zaradi številnih lokalnih vtokov (reže na DKC cevi) je predpostavka hidravlično dolge cevi v tem primeru upravičena. Prevodnost je dejansko izkoriščena 69,3%. Največja hitrost toka vode pri Q100 dosega vrednost v_s=4,34m/s < $v_{dop.}$=5m/s (izračun je prikazan na prilogi P.2.4).

T.2.3.5 Prevodnost prepusta J9-J10, PEHD315mm, i=5%, L=4m

Meteorna voda doteka v jašek J9 po asfaltni muldi z dvema iztokoma ter po muldi iz kamna v betonu v kroni obstoječega podpornega zidu. Za 15minutni naliv s T=100letno povratno dobo največji pritok meteorne vode v jašek J9 z upoštevanjem vplivov klimatskih sprememb znaša Q_{2050}=115,72l/s. Pri toku vode pod tlakom znaša potrebna višina vode v jašku J9, pri 85% izkoriščenosti razpoložljive prevodnosti (projektni pretok Q_d=136,14l/s) , H_0=1,375m ter hitrost vode v PEHD cevi v=2,37m/s < $v_{dop.}$=5m/s (izračun je prikazan na prilogi P.2.5).

T.3 ZAKLJUČEK

Preverjena je prevodnost sistema meteorne kanalizacije na območju projekta »Plaz Klanc pri stanovanjskih hišah 9B in 9D« v občini Dobrna. Na pobočju nad dostopno cesto se nahaja sorazmerno strmo pobočje, ki ob hidrološko neugodnih razmerah zaradi povišanega nivoja talne vode preide v mejno ravnovesno stanje. Ob dolgotrajnih intenzivnejših padavinah in ob taljenju snežne odeje voda zateka v površinsko plast peščeno meljnih glin odloženih na neprepustni plasti preperelih laporjev ter se premika v smeri padnice pobočja nad dostopno cesto.

Pričakovana količina meteorne vode na vplivnem območju plazu je ocenjena klasično po Kersnikovem 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 še dokaj dobro ujemajo: $Q_{max.}$=453l/s (metodologija po Kresniku) in Q_{2023}=396,2l/s (po podatkih ARRSO za 15 minutni naliv s T=100 letno povratno dobo). Ker največji pritok po Kresniku ni vezan na 15minutni naliv so rezultati med sabo primerljivi. Rezultati so po naši oceni pričakovani, zagotovo pa zaradi različnih izhodišč niso in ne morejo biti enaki.

Za zmanjšanje nevarnosti ponovnega plazenja je predvidena izvedba izvedba potrebnih geotehničnih ukrepov za izboljšanje stabilnosti in ureditev odvodnjavanja vplivnega območja plazu z novima prepustoma, sistemom meteorne kanalizacije pod cesto, asfaltnimi muldami in drenažnim zasipom iz sekanca za podpornim zidom ter izvedba globinskega odvodnjavanja z vkopanimi podporno drenažnimi rebri ter cestnimi drenažami.

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.

Za določitev pričakovanih trendov naraščanja ekstremnih kratkoročnih padavin zaradi klimatskih sprememb je bila pri ARSO izdelana »*Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov na območju plazu v v občini Vransko«,* ki je priloga pričujočega poročila. Rezultati poglobljene študije pričakovanih kratkotrajnih nalivov so upoštevani pri hidravličnem dimenzioniranju meteorne kanalizacije in cestnih prepustov. 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%. Cestna prepusta prevajata tudi ekstremno količino meteorne vode $Q_{max.}$=453l/s, ki je bila določena po Kresnikovi metodologiji, ter velja tudi za ekstremne nalive s kratkim trajanjem. Povprečne hitrosti toka vode v PEHD kanalizacijskih ceveh ne presegajo kritične oz. dopustne vrednosti, ki je za zagotavljanje trajnosti sistema omejena na vrednost v=5,0m/s.

Maribor, September 2024

Pooblaščeni inženir:

Mitja Birsa, univ.dipl.inž.grad.

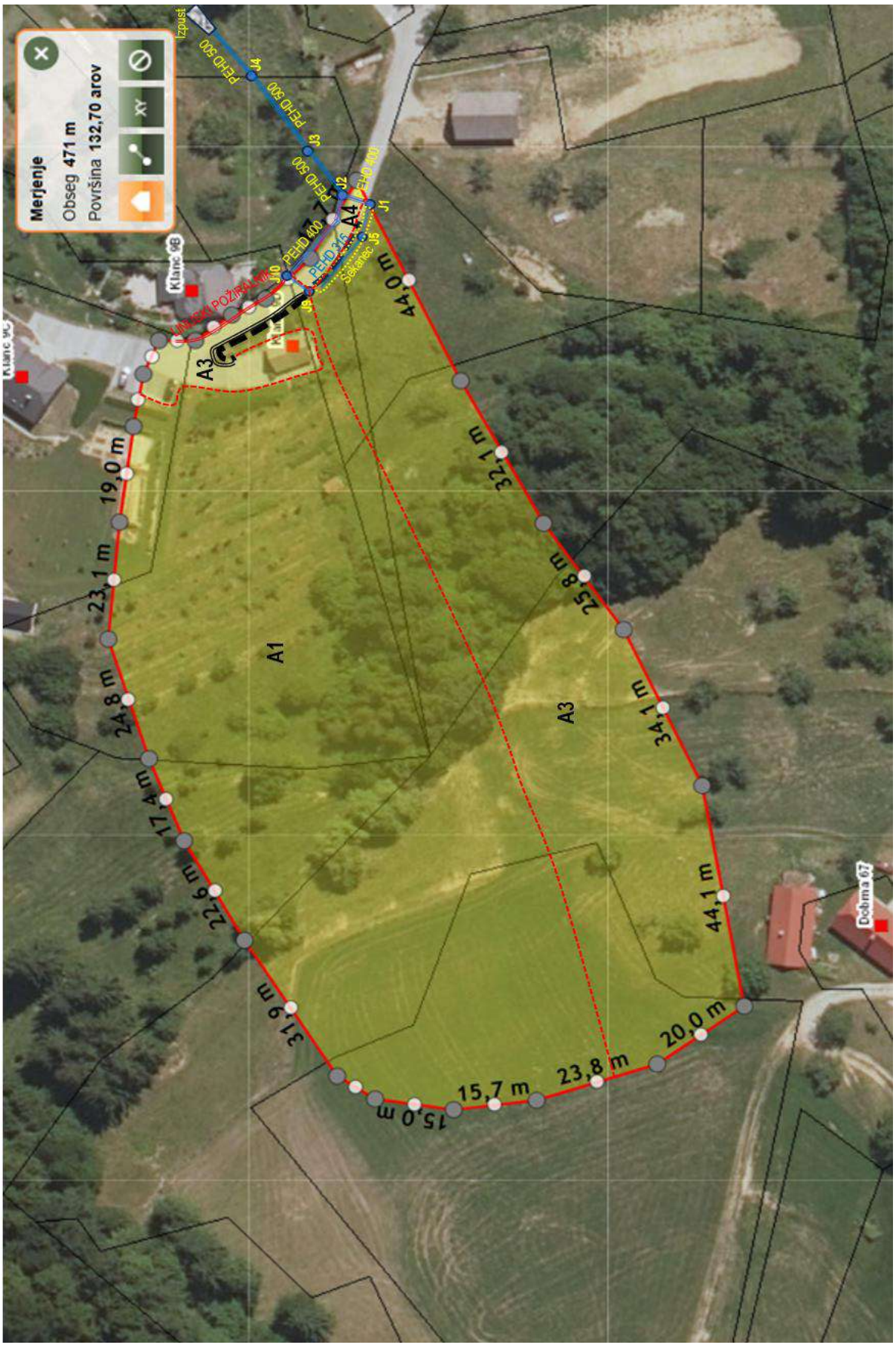
MITJA BIRSA
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0969

.

SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE PORŠINE

Sanacija plazu KLANC pri stanovajskih hišah Klanc 9B in Klanc 9D (Apotekar, Blatnik)

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



HIDRAVLIČNI IZRAČUN

P.2 PREVODNOST PREPUSTOV IN METEORNE KANALIZACIJE

METEORNA KANALIZACIJA PEHD DN160, DN315, DN400 in DN500mm,
asfaltna mulda b=50cm, h=5cm, R=62cm, linijski
požiralnik b=210mm, h=300mm

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=2,0mm za asfaltno muldo

Prispevne površine:	**Količniki odtokov (ϕ_i):**						
Vrste zemljišč:	**Nagib terena (%)**						
Zemljišče	**1-5%**	**5-10%**	**10-30%**	**30-40%**	**40-50%**		
Gozd	0-0,2	0-0,2	0,1-0,3	0,2-0,4	0,3-0,6		
Tavnik-pašnik	0,3	0,35	0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	(nagib 40 do 50%)	**0,7**
Njiva-vrt	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		
Cesta s prodno utrditvijo	0,35	0,4	0,4-0,6	0,6-0,7	0,7-0,9		
Streha, cesta z asfaltno utrditvijo	0,9	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		

Povratna doba 100 let

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: 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 ASFALTNE MULDE

b=50cm, h=5cm, R=62cm, ε=2mm, i=8%

Q_p=32,86l/s

$Q_{85\%}$=27,931l/s

IZRAČUN DOTOKOV V JAŠEK J2

Dotoki	**Površina**	**A**	**ϕ_i**	**Q_{100}**
		ha		**l/s**
$Q100_{2024}$	Cesta in stavba: A2+A4 Pašnik, grmičevje: A1+A3	0,0471 1,2799	**0,90** **0,70**	**396,2**
$Q100_{2050}$	Cesta in stavba: A2+A4 Pašnik, grmičevje: A1+A3	0,0471 1,2799	**0,90** **0,70**	**490,0**

IZRAČUN DOTOKOV V JAŠEK J10

Dotoki	**Površina**	**A**	**ϕ_i**	**Q_{100}**
		ha		**l/s**
$Q100_{2024}$	Cesta in stavba: A2 Pašnik, grmičevje: A1	0,0401 0,8463	**0,90** **0,70**	**265,4**
$Q100_{2050}$	Cesta in stavba: A2 Pašnik, grmičevje: A1	0,0401 0,8463	**0,90** **0,70**	**328,2**

IZRAČUN DOTOKOV V JAŠEK J1

Dotoki	**Površina**	**A**	**ϕ_i**	**Q_{100}**
		ha		**l/s**
$Q100_{2024}$	Cesta in stavba: A4 Pašnik, grmičevje: A3	0,0070 0,4336	**0,90** **0,70**	**130,8**
$Q100_{2050}$	Cesta in stavba: A4 Pašnik, grmičevje: A3	0,0070 0,4336	**0,90** **0,70**	**161,8**

P.2.1: PREVODNOST POBOČNE KANALIZACIJE J2-J3-J4-izpust

Cevi PEHD DN500, D=433mm, kaskadni jaški BCϕ100cm, dolžina posameznih cevi L=5, 12 in 13m, i=10%.

Največji pretok $Q100_{2050}$=490,0l/s, projektni pretok z upoštevanjem 85% polnitve Q_d=490,0/0,85=576,5l/s.

Zaradi lokalnih izgub je merodajna najkrajša cev med jaškoma J2-J3, dolžine L=5m. Zaradi zadostne višine kaskade v jašku J3 se pojavi primer toka vode v cevi pod pritiskom z nepotopljenim iztokom. Potrebno višino vode ob vtoku v jašku J2 določimo z izrazom:

$H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+\eta\times D$

Lokalne izgube: ξ_1=0,5 (neobdelani vtok), $\xi_2=125\times n^2\times L/D^{4/3}=125\times 0{,}011^2\times 5/0{,}433^{4/3}$=0,231 (trenje) in $A_c=0{,}433^2\times\pi/4$=0,1473m^2 (prerez cevi) ter parameter η=0,70, ki ga določa piezometrična višina na iztoku iz cevi.

Potrebna piezometrična višina pri projektnem pretoku Q_d=588,71l/s v jašku J2 znaša:

$H_0=(0{,}5765/0{,}1473)^2\times(1+0{,}731)/(2\times 9{,}81)-0{,}1\times 5{,}0+0{,}7\times 0{,}433=1{,}155$m.

Hitrost vode v cevi PEH DN500mm pri projektnem pretoku znaša v=3,98m/s < $v_{krit.}$=5m/s.

P.2.2: PREVODNOST POBOČNE KANALIZACIJE J10-J2

Cev PEHD DN400, D=347mm, kaskadna jaška BCϕ80 in 100cm, dolžina cevi L=18m, i=7%.

Največji pretok $Q100_{2050}$=328,2l/s, projektni pretok z upoštevanjem 85% polnitve Q_d=328,2/0,85=386,1l/s

Zaradi zadostne višine kaskade v jašku J2 se pojavi primer toka vode v cevi pod pritiskom z nepotopljenim iztokom. Potrebno višino vode ob vtoku v jašku J10 določimo z izrazom: $H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+\eta\times D$

Lokalne izgube: ξ_1=0,5 (neobdelani vtok), $\xi_2=125\times n^2\times L/D^{4/3}=125\times 0{,}011^2\times 18/0{,}347^{4/3}$=1,117 (trenje) in $Ac=0{,}347^2\times\pi/4$=0,09457m^2 (prerez cevi) ter parameter η=0,70, ki ga določa piezometrična višina na iztoku iz cevi.

Potrebna piezometrična višina pri projektnem pretoku Q_d=386,1l/s v jašku J10 znaša H_0=1,206m.

Hitrost vode v cevi PEH 400mm pri projektnem pretoku znaša v=4,17m/s < $v_{krit.}$=5m/s.

P.2.3: PREVODNOST PREPUSTA J1-J2

Cev PEHD DN400, D=347mm, kaskadna jaška BCϕ80 in 100cm, dolžina cevi L=5m, i=5%.

Največji pretok $Q100_{2050}$=161,8l/s, projektni pretok z upoštevanjem 85% polnitve Q_d=165,2/0,85=190,4l/s

Zaradi zadostne višine kaskade v jašku J2 se pojavi primer toka vode v cevi s prosto površino in potopljenim vtokom ter nepotopljenim iztokom.

Potrebno višino vode ob vtoku v jašku J10 določimo z izrazom: $H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1/\mu_0)^2/(2\times g)+(0{,}708-2\times i)\times D$

Koeficient kontrakcije μ_0=0,576 (neobdelani vtok) in $Ac=0{,}347^2\times\pi/4$=0,09457m^2 (prerez cevi).

Potrebna piezometrična višina pri projektnem pretoku Q_d=190,4l/s v jašku J10 znaša H_0=0,83m.

Hitrost vode v cevi PEH 400mm pri projektnem pretoku v zoženem delu znaša v=3,09m/s < $v_{krit.}$=5m/s.

P.2.4: PREVODNOST DKC CEVI, SEKANEC-J1

Cev PEHD DKC DN315, D=272mm, dolžina DKC cevi L=18m.

Največji možni pretok $Q100_{2050}$=161,8l/s, projektni pretok z upoštevanjem 85% polnitve Q_d=165,2/0,85=190,4l/s.

Zaradi enakomerne razporeditve rež v DKC cevi se le ta obnaša kot sistemska kanalizacijska cev z vzdolžnim padcem i=7%. Prevodnost polne DKC cevi notranjega premera D=272mm pri nagibu i=7% določimo po Colebrook White-ovem postopku z upoštevanjem absolutne hrapavosti ε=0,5mm.

Prevodnost povsem zapolnjene cevi znaša Q_p=233,5/s > Q_d=190,4l/s. Hitrost toka vode v DKC cevi PEHD 315mm pri projektnem pretoku v zoženem delu znaša v=4,34m/s < $v_{krit.}$=5m/s.

P.2.5: PREVODNOST PREPUSTA J9-J10

Cev PEHD DN315, D=272mm, kaskadna jaška BCϕ80, dolžina cevi L=5m.

Največji pretok se lahko pojavi pri polnem pretoku asfaltne mulde z dvema iztokoma ter ob največjem možnem pritoku iz mulde iz kamna v betonu v kroni obstoječega zidu $Q100_{2050}$=2×32,86+50=115,72l/s, projektni pretok z upoštevanjem 85% polnitve znašaQ_d=125,72/0,85=136,14l/s.

Zaradi visokega nivoja vode ob projektnem pretoku v jašku J10 se pojavi primer toka vode v cevi pod tlakom s potopljenim vtokom ter iztokom. Potrebno višino vode ob vtoku v jašku J10 določimo z izrazom: $H_0=(Q_d/A_c)^2\times(1+\Sigma\xi_i)/(2\times g)-i\times L+H_1$.

Lokalne izgube: ξ_1=0,5 (neobdelani vtok), $\xi_2=125\times n^2\times L/D^{4/3}=125\times 0{,}011^2\times 5/0{,}272^{4/3}$=0,429 (trenje), ξ_3=1,0 (potopljeni iztok) in $A_c=0{,}272^2\times\pi/4$=0,05811m^2 (prerez cevi) ter H_1=0,806m (nivo vode nad iztokom v jašku J10).

Potrebna piezometrična višina pri projektnem pretoku Q_d=136,14l/s nad vtokom v jašku J9 znaša H_0=1,375m.

Hitrost vode v cevi PEHD 315mm pri projektnem pretoku znaša v=2,37m/s < $v_{krit.}$=5m/s.

OCENA SPREMEMB NALIVOV ZA OBČINO DOBRNA

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

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 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 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.