
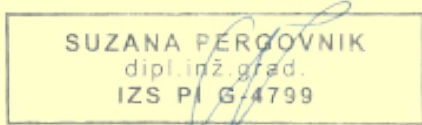


PRILOGA 1C

NASLOVNA STRAN NAČRTA

PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	Sanacija mostu čez Bečovnico na LC 410 101 (Strniša)
kratek opis gradnje	V sklopu rednega programa po poplavih avgusta 2023 se je izdelala projektna dokumentacija za premostitev vodotoka Bečovnica na LC 410 101. Zaradi dviga nivelete spada je potrebno rekonstruirati tudi cca 70m lokalne ceste.
VRSTE GRADNJE	<input type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
<i>označiti vse ustrezne vrste gradnje</i>	<input type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA
	<input checked="" type="checkbox"/> REKONSTRUKCIJA
	<input type="checkbox"/> SPREMEMBA NAMEMBNOSTI
	<input type="checkbox"/> ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA
	<input type="checkbox"/> LEGALIZACIJA
	<input type="checkbox"/> MANJŠA REKONSTRUKCIJA
PODATKI O PROJEKTI DOKUMENTACIJI	
vrsta dokumentacije	IZN
številka projekta	307-1-2024
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	Elaborat podnebnih sprememb, ocena tveganja na podnebne spremembe
naziv načrta	E.4 Elaborat podnebnih sprememb
številka načrta	307-1-2024-EPS
datum izdelave	okt.25
datum spremembe	
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA	
projektant načrta (naziv družbe)	Andrejc d.o.o.
naslov	Topolšica 199b, 3325 Šoštanj
odgovorna oseba projektanta načrta	Vesna ANDREJC univ.dipl.inž.grad.
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	 Andrejc d.o.o. Topolšica 199B, 3325 Šoštanj
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Suzana Pergovnik, dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	G-4799
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	 SUZANA PERGOVNIK dipl.inž.grad. IZS PI G-4799

410101		007.2101	S.5.3.3	
--------	--	----------	---------	--

S.1 KAZALO VSEBINE TEHNIČNEGA POROČILA:

Kazalo vsebine

S.1 KAZALO VSEBINE TEHNIČNEGA POROČILA:.....	1
S.2 KAZALO SLIK:.....	1
S.1 SPLOŠNO.....	2
S.1.1 Zakonska izhodišča	3
T.1.2 Cilji projekta	3
T.1.3 Projektne Rešitve	3
T2. OCENA TVEGANJA NA PODNEBNE SPREMEMBE	7
T.2.1 Uvod.....	7
T.2.2 Metodologija izdelave	8
T.2.3 Modul 1: Analiza občutljivosti	9
T.2.4 Modul 2A: Ocena izpostavljenosti projekta – obstoječe stanje	13
T.2.5 Modul 2b: ocena izpostavljenosti – prihodnje stanje.....	33
T.2.6 MODUL 3: ANALIZA RANLJIVOSTI	46
T.2.7 MODUL 4: OCENA TVEGANJA.....	50
T.3 SKLEPNA OCENA	53
T.4. PREVERITEV PREPUSTOV	54
T.4.1 Vhodni podatki.....	54
Izbira obdobja preveritve.....	54
T.4.2 Prispevne površine	55

S.1 SPLOŠNO

Naročnik je naročil izdelavo ocene tveganja na podnebne spremembe za izvedbo projekta IZN Rekonstrukcija mostu čez Bečovnico na LC 410 101 (Strniša).

Osnova za izdelavo tega poročila je izvedbeni načrt za rekonstrukcijo premostitvenega objekta čez vodotok Bečovnica št. 307-1-2024, ki ga je izdelalo podjetje AndrejC d.o.o., Topolšica 199B, 3325 Šoštanj.



Slika 1: Mikrolokacija obravnanega območja

S.1.1 Zakonska izhodišča

Analiza tveganja izvedbe projekta na podnebne spremembe je izdelana na podlagi naslednjih zakonskih aktov in strateških dokumentov:

- Strategija Evropske unije za prilagajanje podnebnim spremembam (COM(2013))
- Strateški okvir prilagajanja podnebnim spremembam, Vlada Republike Slovenije, december 2016
- Strategiji razvoja prometa v Republiki Sloveniji, Vlada Republike Slovenije, sklep št.: 37000-3/2015/8, 29.07.2015
- Non-paper -Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient (European Commission, Directorate General, Climate action)
- Adaptation of transport to climate change in Europe -Challenges and options across transport modes and stakeholders (European Environment Agency Report No. 8/2014)
- Adapting infrastructure to climate change (SWD (2013) 137 final) –6. Annex, 6.1. Annex 1: Climate risk and impacts on transport infrastructure

T.1.2 Cilji projekta

Cilj projekta je rekonstrukcijo premostitvenega objekta čez vodotok Bečovnica.

Projekt obravnava:

- 1. Rekonstrukcijo premostitvenega objekta**
- 2. Rekonstrukcijo občinske ceste LC 410 101**

T.1.3 Projektne Rešitve

Projektne rešitve so povzete iz tehničnega opisa načrta IZN Rekonstrukcija mostu čez Bečovnico na LC 410 101 (Strniša), številka projekta: 307-1-2024, št. načrta: 307-1-2024-C, ki ga je izdelalo podjetje Andrej d.o.o., Topolšica 199B, 3325 Šoštanj.

Preddela

Preddela bodo zraven zakoličbenih del zajemala tudi čiščenje terena in odstranitev obstoječe mostne konstrukcije.

Rušitve

Predvidena je rušitev obstoječe mostne konstrukcije, ki ni predmet tega projekta.

Zemeljska dela

Izvajalec naj zemeljska dela opravlja v suhih vremenskih pogojih.

Izkopi se opravijo strojno v zemljini III. kategorije (melj-glina, prod, grušč,...).

Začasni izkopi – premostitveni objekt

Začasne izkope je potrebno v zemljinah (melj-glina, peščen/zameljen prod,...) izvajati v naklonu največ 30° in jih zaščititi pred erozijskimi procesi. V primeru, da začasnih izkopov ni mogoče izvesti v predpisanih naklonih je potrebno izkope ustrezno zavarovati s podpornimi ukrepi.

Priprava temeljnih tal

Odstrani se živo zemljino - humusno plast povprečne debeline med 20 do 40 cm. Predlagam, da se zaradi zahteve po neprepustnosti nasipa privzamejo nekoliko strožji kriteriji vgrajevanja zemeljskih materialov. V primeru izvedbe sanacije temeljnih tal naj se TT dobro uvaljajo in zgostijo SPP > 95 %, Evd > 10 MPa.

Na planum temeljnih tal naj se v plasteh vgradi meljasto glinast material, ki naj se uvalja po plasteh. Na vseh plasteh naj se material vgradi do SPP > 98 %, Evd > 15 MPa.

Na lokacijah, kjer so površine povozne-dostopna pot, je potrebno na zadnjem sloju dobiti vrednosti SPP > 98 %, Evd > 40 MPa.

Nevezani materiali

Tampon

Za nevezano nosilno plast se vgradi zmrzlinško odporen kamniti drobljenec TD32. Zgoščenost v nevezano nosilno plast vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%.

Posteljica

Za kamnito posteljico se vgradi zmrzlinško odporen kamniti drobljenec TD125. V kamnito posteljico se lahko vgradi kamniti material (peščen prod, drobljenec) iz stranskega odzema. Zgoščenost v kamnito posteljico vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%.

Zgornji ustroj

Predvidena je izvedba naslednjega zgornjega ustroja:

Rekonstrukcija ceste:

Debelina [cm]	Oznaka	Opomba
4 cm	AC 11 surf B70/100 A3, 4 cm	Obrabna plast
10 cm	AC 32 base B50/70, A3, 10 cm	Nosilna plast
20 cm	TD 32	Tamponski drobljenec
50 cm	D 125	Drobljenec (posteljica)
89 cm		Minimalna skupna debelina konstrukcije

Rekonstrukcija hodnika za pešce:

Debelina [cm]	Oznaka	Opomba
4 cm	AC 8 surf B70/100 A5	Obrabna plast
5 cm	AC 16 base B50/70, A4	Nosilna plast (na dovozih)
20 cm	TD32	Tamponski drobljenec

35 cm	TD 125	Drobljenec (posteljica)
59 cm		Minimalna skupna debelina konstrukcije

Brežine

Trajne naklone nasipnih brežin iz kamnitega materiala (kamniti nasipi TD 32, 125, 300..) se izvedejo v naklonu 1:1.5 oziroma pod kotom 34°. Pri izvedbi večjih nasipov predlagamo, da se peta nasipa izvede s kamnitim nasutjem D300 v stopničastem izkopu raščenege terena.

Hidrološko hidravlična analiza

Za potrebe preveritve prepustnosti obstoječega mostu je bila narejena Hidrološko hidravlična analiza št. HH 188-2024 (LAM BIRO d.o.o.), ki je del tega projekta. Pri preračunu je bil upoštevan predviden ukrep na vodotoku Klančnica (UKREP KLAN 1 – ZADRŽEVALNIK 1). Predviden ukrep na Klančnici ni del tega projekta.

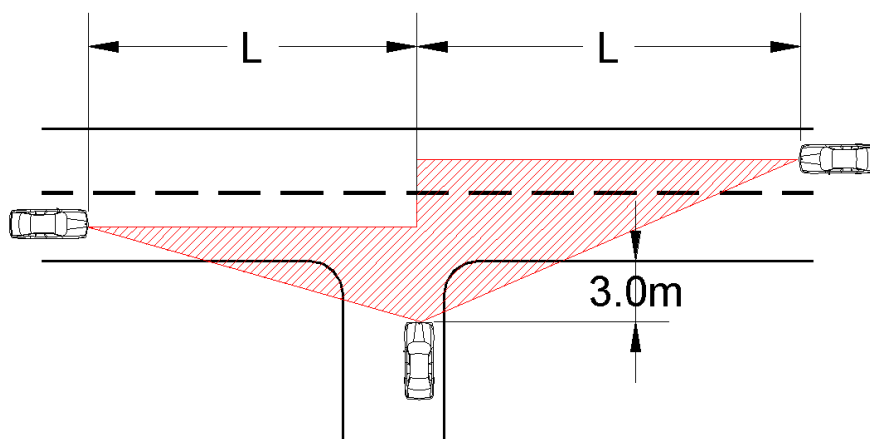
Obstoječ most je širine 5.2 m in višine 1.25 m. Iz hidrološko – hidravlične analize je razvidno, da ne prepušča pretokov s povratno dobo 100 let. Za mostom se ustvari zaježba vode, ki povzroča dvig gladine vode. Vode se prelivajo preko ceste. Kota poplavnih vod s povratno dobo 100 let se nahaja na 360.93 m.n.v.. Obstoječ most naj se zamenja s premostitvijo s svetlo odprtino širine 6.5 m in višino 1.95 m. Takšen most prevaja količine Q100 brez varnostne višine. Kota poplavnih vod s povratno dobo 100 let se nahaja na 360.58 m.n.v.., kar z upoštevanjem debeline predvidenega mostu (AB plošča debeline 45 cm) pomeni, da je kota zgornjega roba predvidenega mostaza 0.55 m višja od obstoječega mostu. Predlagamo, da se most izvede brez varnostne višine, saj je v nasprotnem primeru potrebno dvigniti cesto za več kot 1m, kar zaradi nivelete ceste in obstoječih priključkov ni mogoče. V primeru takšnega dviga ceste bi lahko prišlo do zaježitve poplavne vode, ki se sedaj preliva preko ceste. Voda bi obstala na severni strani ceste, kjer bi poplavila več objektov.

Križišča in priključki

Oba obstoječa individualna priključevanja na obstoječe vozišče se uredita skladno z veljavno projektno dokumentacijo; Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste Uradni list RS, št. 86/09, 109/10 – ZCes-1 in 132/22 – ZCes-2.

Preglednost

Pri izvozu na prednostno cesto se upošteva varnostni preglednostni trikotnik z razdaljo min 3.0 m od roba glavne ceste, ob upoštevanju hitrosti na primarni cesti.



Kolesarji

V območju obdelave ni predvidenih ločenih površin za kolesarje.

Pešci

V območju obdelave je predvidena ločena površina za pešce, ki je od roba vozišča denivelirana z vgradnjo betonskega robnika na višino + 12cm.

Avtobusna postajališča

V območju obdelave ni predvidenih ločenih površin avtobusnih postajališč.

Objekti

Most pri Strnišu je zasnovan kot okvirna AB konstrukcija, ki je globoko temeljena. Prekladna konstrukcija je konstantne višine 50 cm, širine 10,71 m in svetli razpon v osi ceste znaša 7,80 m. Pravokotni svetli razpon objekta znaša 6,85 m. Prekladna plošča je toga vpeta v stene opornikov. Stene opornikov so višine 2,66 m in dolžine 10,54 m v osi 1 in višine 2,61 m in dolžine 11,05 m v osi 2, debeline obeh opornikov znašajo 50 cm. Temeljenje je izvedeno na globokih uvrtnih AB pilotih premera $d=80$ cm, dolžine 10 m. Pod vsakim opornikom se nahajajo trije piloti. Piloti so povezani z AB pilotno gredo dimenzij $b/h=90/60$ cm ter dolžine 10,97 m in 11,69 m. Krila so dolžine od 2,82m do 5,22 m in so debeline 40 cm. Zgornji rob kril se prilagaja terenu oz. nasipu. Vsa krila so konzolna in so izvedena vzporedno z cesto. Prekladna konstrukcija stene opornikov in krila so iz betona kvalitete C30/37. Piloti so iz betona kvalitete C25/30. Za armiranje konstrukcijskih elementov je uporabljena armatura B500B. Za prekladno konstrukcijo je predvidena stopnja izpostavljenosti XC4/XD3/XF3, zato je debelina zaščitnega sloja betona 5,0 cm. Za stene opornikov in krila je predvidena stopnja izpostavljenosti XC4/XD3/XF2, zato je debelina zaščitnega sloja 5,0 cm. Za pilote je predvidena stopnja izpostavljenosti XC2, zato je debelina zaščitnega sloja betona 5,0 cm.

ODVODNJAVANJE**Opis predvidenih ukrepov**

Odvod padavinske vode z vozišča in površin za pešce se omogoči z ustreznimi prečnimi in vzdolžnimi skloni, padavinska voda se odvaja preko požiralnikov v meteorne kanale, ki so vezani v odvodnike. Pri načrtovanju odvodnjavanja se bo upoštevalo:

- Uredba o pogojih in omejitvah za poseganje v prostor ter za izvajanje dejavnosti na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja Uradni list RS, št. 34/25
- Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest Uradni list RS, št. 47/05 in 44/22 – ZVO-2
- Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo Uradni list RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22 – ZVO-2, 75/22 in 157/22

KOMUNALNI VODI

Z rekonstrukcijo regionalne ceste posegamo v obstoječe komunalne vode. Pričakovane globine komunalnih vodov in napeljav se nahajajo v spodnji tabeli.

vrsta voda	vrsta napeljave	minimalna globina
kanalizacija	GK – glavni odvodniki	1,50 m
	FK – kanal odpadne vode	0,90 m
	MK – kanal meteorne vode	0,60 m
vodovod	GV – glavni vodi	1,20 m
	V – razdelilno omrežje	0,90 – 1,50 m
komunalno-energetski vodi	TN – toplovod, PV – plinovod	1,00 m
	PD – produktovod	1,40 m
elektrovodi	EK – visoka, nizka napetost	0,60 – 1,20 m
telekomunikacijski vodi	TT – telefon	0,60 – 1,00 m
	TV – televizija	
	CATV - kabelska televizija	
	ostali vodi	

Podatki o komunalnih vodih bodo pridobljeni na podlagi podanih projektnih pogojev s strani posameznih upravljalcev voda.

VAROVANA OBMOČJA

Zavarovanje obstoječe struge pred erodiranjem

Skladno s projektnimi pogoji Zavoda za ribištvo Slovenije smo predvideli spodaj opisane rešitve ureditve struge in terena v neposredni okolici premostitvenega objekta. Dno struge je zaradi težjega tovornega prometa, ki poteka preko mostu potrebno izvesti s kamnom v betonu saj tako preprečimo odnašanje in erodiranje zemljine.

T.2. OCENA TVEGANJA NA PODNEBNE SPREMEMBE

T.2.1 Uvod

Uredba (EU) 1315/2013 o smernicah Unije za razvoj vseevropskega prometnega omrežja opredeljuje, da je potrebno pri projektih skupnega interesa, ki se potegujejo za sredstva evropske unije, med drugim upoštevati analizo podnebnih in okoljskih stroškov in koristi, ki bi morala temeljiti na presoji vplivov na okolje, izvedeni v skladu z direktivo 2011/92/EU Evropskega parlamenta in Sveta. Države članice in drugi spodbujevalci projektov bi morali pri načrtovanju infrastrukture ustrezno upoštevati ukrepe za oceno tveganja in prilagoditve, ki bi ustrezno izboljšali odpornost na podnebne spremembe in okoljske nesreče.

Vlada Republike Slovenije je julija 2015 sprejela Strategijo razvoja prometa v Republiki Sloveniji (Strategija) in Okoljsko poročilo za celovito presojo vplivov na okolje za Strategijo razvoja prometa v Republiki Sloveniji (OP). V OP so skladno z Uredbo o okoljskem poročilu in podrobnejšem postopku celovite presoje vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 73/05) opredeljeni, opisani in ovrednoteni vplivi izvedbe strategije na okolje, med drugim tudi na podnebne dejavnike. Strategija vključuje med drugim tudi Okoljsko sprejemljivost in obravnava blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje podnebnim spremembam.

Analiza tveganja na podnebne spremembe je izdelana skladno z Guidelines for Project Managers:

Marking vulnerable investments climate resilient (Smernice):

- https://www.acclimatise.uk.com/login/uploaded/resources/non_paper_guidelines_project_managers_en.pdf

pri čemer so uporabljena izhodišča, navedena v »Background report to the IA, Part II«

- https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/background_report_part1_en.pdf

Strokovna analiza vključuje oceno občutljivosti, izpostavljenosti, ranljivosti in tveganja projekta na podnebne spremembe upoštevajoč razpoložljive podatke glede na predstavljene in pričakovane scenarije podnebnih sprememb v Sloveniji in na območju projekta.

T.2.2 Metodologija izdelave

Metodologija izdelave analize tveganja projekta na podnebne spremembe v največji možni meri sledi metodologiji kot jo določajo Smernice. Ocena tveganja na podnebne spremembe v fazi pred izdelavo projektne dokumentacije IDP vključuje naslednje module:

- Modul 1: Analiza občutljivosti projekta
- Modul 2: Ocena izpostavljenosti projekta
- Modul 2a: Ocena izpostavljenosti za obstoječe stanje
- Modul 2b: Ocena izpostavljenosti za prihodnje stanje
- Modul 3 Analiza ranljivosti projekta
- Modul 3a: Analiza ranljivosti za obstoječe stanje
- Modul 3b: Analiza ranljivosti za prihodnje stanje
- Modul 4: Ocena tveganja
- Modul 5: Prilagoditveni ukrepi

V Modulu 1 je skladno s Smernicami analizirana občutljivost projekta. V Modulu 2 je ocenjena izpostavljenost projekta za obstoječe stanje ter izpostavljenost projekta za prihodnje stanje.

V Modulu 3 je analizirana ranljivost projekta za obstoječe in za prihodnje stanje na podlagi razpoložljivih podatkov ter ponovljena analiza ranljivosti projekta glede na podrobnejšo preučitev projekta in predvidenih prilagoditvenih ukrepov. V Modulu 4 je za poseg izvedena ocena tveganja za najbolj kritične podnebne dejavnike, vključno z oceno predvidenih prilagoditvenih ukrepov iz projekta INZI. V zaključnem delu je podana splošna ocena posega glede odpornosti na podnebne spremembe.

Podatki za analizo tveganja na podnebne spremembe so povzeti iz državnih baz podatkov o klimatskih

dejavnikov in stanju okolja, dostopnih na spletni strani Agencije RS za okolje, podatki o možni izpostavljenosti projekta iz projektne dokumentacije.

Napoved pričakovanih sprememb podnebja je povzeta iz dokumentov:

ARSO podatkovna baza (www.arso.si),

<http://www.eea.europa.eu/themes/climate/european-climate-adaptation-platform-climate-adapt>

Ocena podnebnih sprememb kratkotrajnih nalivov za postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu, oktober 2019.

Metodologija analiz in vrednotenja po posameznih modulih je opisana podrobneje v ustreznih poglavjih v nadaljevanju.

T.2.3 Modul 1: Analiza občutljivosti

Cesta je lahko občutljiva na ekstremne nevihte in z njimi povezane intenzivne padavine, na poplave, erozijo tal in nestabilnost tal. Po oceni bodo vplivi zaradi ekstremnih padavin in vročine na območju Južne in Srednje Evrope srednje negativni do leta 2025 in visoko negativni do leta 2080.

Pričakovana sprememba podnebnih dejavnikov na območju projekta v prihodnjem obdobju je naslednja:

- ekstremne padavine: srednje negativna do leta 2025 in visoko negativna do leta 2070,
- poletna vročina: srednje negativna do leta 2070,
- zmrzovanje: nevtralna do leta 2050 oz. do leta 2070.

Občutljivost je opredeljena po naslednjih stopnjah:

- velika občutljivost: podnebna spremenljivka/nevarnost ima lahko velik vpliv (rdeče),
- srednje občutljivost: podnebna spremenljivka/nevarnost lahko nekoliko vpliva (oranžno),
- neobčutljivost: podnebna spremenljivka/nevarnostnima nobenega učinka (zeleno).

Ocena občutljivosti posega na podnebne spremenljivke, ki bi lahko vplivale na obravnavano investicijo glede na opredeljeno izpostavljenost širše srednjeevropske regije je v tabeli 1. Skladno s smernicami so bili za vsako spremenljivko ocenjeni sekundarni učinki oziroma nevarnosti, ki lahko predstavljajo tveganje in so lahko povezani z občutljivostjo posega na podnebne spremembe. Presoja nabora sekundarnih učinkov iz smernic obsega oceno vpliva na:

- »on site«, na mestu posega (lokacija posega),
- »outputs«, na izhodu (varnost, koristi uporabnikov,...),
- »transport links«.

Tabela 1: Potencialni vplivi podnebnih sprememb na predvidene posege

Podnebni dejavnik	Tveganja	Časovni okvir pričakovanih vplivov	Izpostavljeno območje
Ekstremne temperature, požari in suša (poletna vročina)	- uklon (raztezanje kovine) - utrujenost materiala zaradi notranjih napetosti - povečanje temperature ob zmanjšanju poletnih padavin pomeni večjo izpostavljenost za plazenje	Srednje negativni (2025; 2080) do visoko negativni (2080)	Južna Evropa srednje negativni do leta 2025 in visoko negativni do leta 2080. Zahodna, vzhodna in srednja Evropa srednje negativni do leta 2080. Območje posega srednje negativno do leta 2070.
Zimski mraz in žled (zmrzovanje)	- uklon (krčenje kovine) - utrujenost materiala zaradi notranjih napetosti	Srednje negativni (2025; 2080);	Severna in srednja Evropa. Območje posega nevtravno do leta 2050 oz. 2070.
Ekstremne padavine v povezavi s poplavami, erozijo in plazenjem	- škoda na infrastrukturi zaradi poplav in/ali zemeljskih plazov - erozija in posledično plazenje - težave zaradi podrtih dreves, padajočih skal in objektov na infrastrukturi	Srednje negativni (2025) do visoko negativni (2080).	Celotno območje Evrope. Območje posega negativno do leta 2050 in visoko negativno do leta 2070
Ekstremne nevihte	- škoda na infrastrukturi - povečani stroški obnove in vzdrževanja - nevarnost za podiranje dreves in koncentracija odpadlega listja	Ni informacij	Ni informacij
Veter (povprečni in ekstremni)	- nevarnost za podiranje dreves in lomljenje vej - škoda na infrastrukturi	Ni natančnih modelov za vetrne razmere	Ni informacij

Glede na stanje na širšem makro regionalnem nivoju je občutljivost posega na podnebne spremembe opredeljena ocenjena z:

a) Veliko občutljivostjo na podnebne spremenljivke, ki so povezane z ekstremnimi padavinami.

Ekstremne padavine so pričakovane na območje celotne Evrope, vplivi pa opredeljeni kot srednje negativni do 2025 do visoko negativni do leta 2080. Ekstremne padavine lahko vplivajo na povečan obseg poplav, erozijo, zemeljske plazove, nestabilnosti npr. nasipov in s tem možnost povečanja povzročitve škode na infrastrukturi. Velika občutljivost posega je pričakovana na:

- ekstremne padavine
- poplave
- nestabilnost tal
- erozijo tal

b) Srednjo občutljivostjo na podnebne spremenljivke, ki so povezane s poletno vročino in zimskim mrazom:

Poletna vročina lahko povzroči raztezanje konstrukcije, utrujenost materiala, povečano nestabilnost nasipov, pregrevanje opreme in povečanje možnosti nastanka uničujočih požarov, ki lahko

poškodujejo infrastrukturo. Zimski mraz (zmrzovanje) lahko povzroči krčenje kovinskih konstrukcij in mrež. Srednja občutljivost posega je pričakovana na naslednje podnebne spremenljivke:

- ekstremno povečanje temperatur
- nevihte
- gozdne požare
- zmrzovanje
- žled

Srednja občutljivost je opredeljena tudi za podnebne spremenljivke, ki so povezane z ekstremnimi nevihtami in sunki vetra. Ekstremne nevihte lahko povzročijo škodo na infrastrukturi (na primer zaradi padajočih dreves) in na splošno zmanjšano varnost ter povečane stroške obnove in vzdrževanja. Skladno z oceno je poseg srednje občutljiv tudi za:

- ekstremne sunke vetra
- nevihte

c) projekt ni občutljiv na:

- povprečno hitrost vetra: Glede na geografsko lego posega in najpogostejše vetrove na tem območju je poseg bolj izpostavljen maksimalni kot povprečni hitrosti vetra.
- sušo

Matrika ocene občutljivosti sanacije plazju je v tabeli 2. Pomembne podnebne spremenljivke in z njimi povezane nevarnosti so tiste, ki štejejo za veliko ali srednjo občutljivost.

Predviden poseg v okviru sanacije plazju je občutljiv predvsem na naslednje podnebne dejavnike:

- velika občutljivost: ekstremne padavine, poplave, nestabilnost tal, erozijo tal
 - srednja občutljivost: ekstremno povečanje temperatur, nevihte, gozdne požare, zmrzovanje, žled, ekstremne sunke vetra in sušo

Tabela 2: Matrika analize občutljivosti predvidenih varovalnih ukrepov

OBČUTLJIVOST/PODNEBNI DEJAVNIK	EKSTREMNE TEMPERATURE	POVPREČNA HITROST VETRA	EKSTREMNI SUNKI VETRA	EKSTREMNE PADAVINE	NEVIHTE	POPLAVE	EROZIJA TAL	POŽARI	NESTABILNOST TAL/PLAZOVI	SUŠA	ZMRZOVANJE	ŽLED
Lokacija posega - obstoječe stanje (On-site)	Orange	Green	Orange	Red	Orange	Red	Red	Orange	Red	Green	Orange	Orange

OD PROJEKTA DO OBJEKTA

Koristi infrastrukture (varovanje)	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow
Prometne povezave	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow

Legenda:

Legenda:

Občutljivost	Ni občutljivosti	Srednja	Velika
--------------	------------------	---------	--------

T.2.4 Modul 2A: Ocena izpostavljenosti projekta – obstoječe stanje

T.2.4.1 Uvod

Iz analize občutljivosti sanacije ceste z odvodnjavanjem na podnebne spremembe sledi, da so pomembni dejavniki za vrednotenje izpostavljenosti posega v obstoječem stanju dejavniki, ki so bili ocenjeni kot visoko in/ali srednje občutljivi. To so naslednji podnebni dejavniki:

- ekstremne padavine
- poplave
- nestabilnost tal
- erozija tal
- ekstremno povečanje temperatur
- gozdni požari
- zmrzovanje
- žled
- nevihte
- ekstremne sunke vetra
- erozija tal

Za oceno izpostavljenosti so bile v prvi fazi preučene razmere na obstoječem območju na podlagi opredeljene občutljivosti po posameznem dejavniku pa je bila skladno s smernicami ocenjena izpostavljenost posega glede na razmere v obstoječem stanju.

T.2.4.2 Klimatske razmere na območju projekta

Uvod

Poglavje je povzeto po elaboratu:« DRŽAVNA CESTA ŠENTRUPERT–DRAVOGRAD (3. RAZVOJNA OS) SKLOP III: OD PRIKLJUČKA SLOVENJ GRADEC – JUG DO DRAVOGRADA Z OBVOZNICAMI, 2022-033 SPO POS, EPI SPEKTRUM d.o.o., Strossmayerjeva ulica 11, 2000 Maribor, Maribor, marec 2023«

Območje ima zmerno celinsko podnebje, za katerega so značilna zmerno topla poletja in mrzle zime. Letni režim padavin pozna dva viška: primarnega v juniju, ki je posledica konvektivnih padavin in

sekundarnega septembru in oktobru, ki je posledica pogostejših frontalnih padavin.

Pri analizi klimatskih razmer so bili uporabljeni dolgoletni povprečni klimatski podatki ARSO-Urada za meteorologijo RS za obdobje med letoma 1981 in 2010 za klimatološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu, podatki o vetru so za obdobje med letoma 2006 in 2020 za klimatološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradu.

V analizo so vključeni naslednji klimatski parametri:

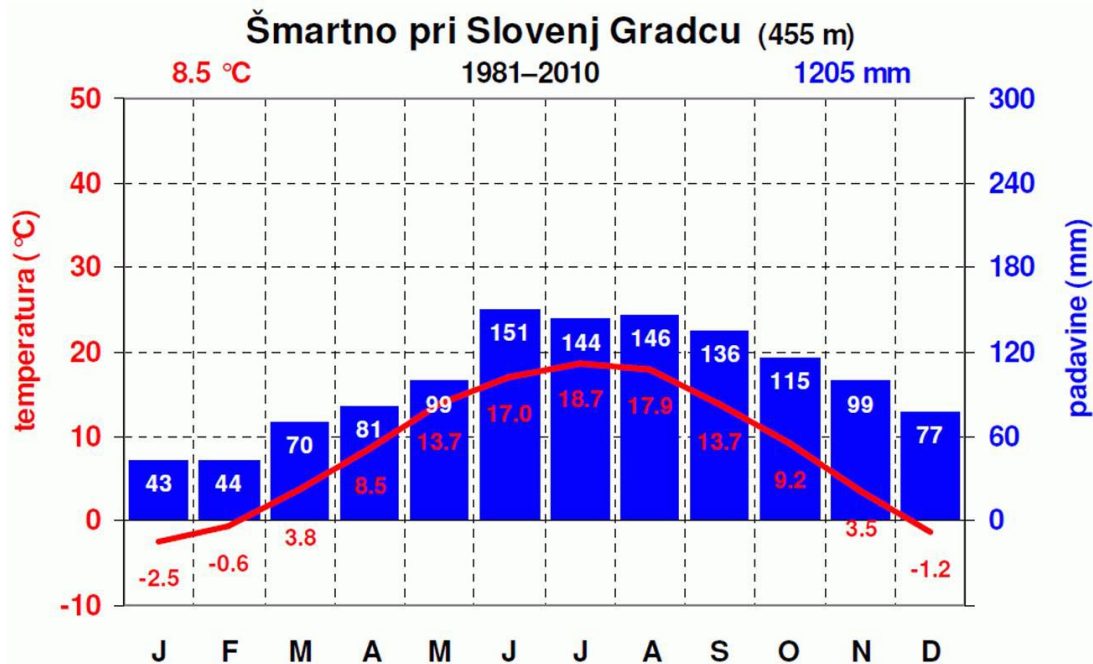
- temperature razmere
- vlažnost zraka
- oblačnost in pogostost megle
- padavinske razmere
- vetrovne razmere

Temperature razmere

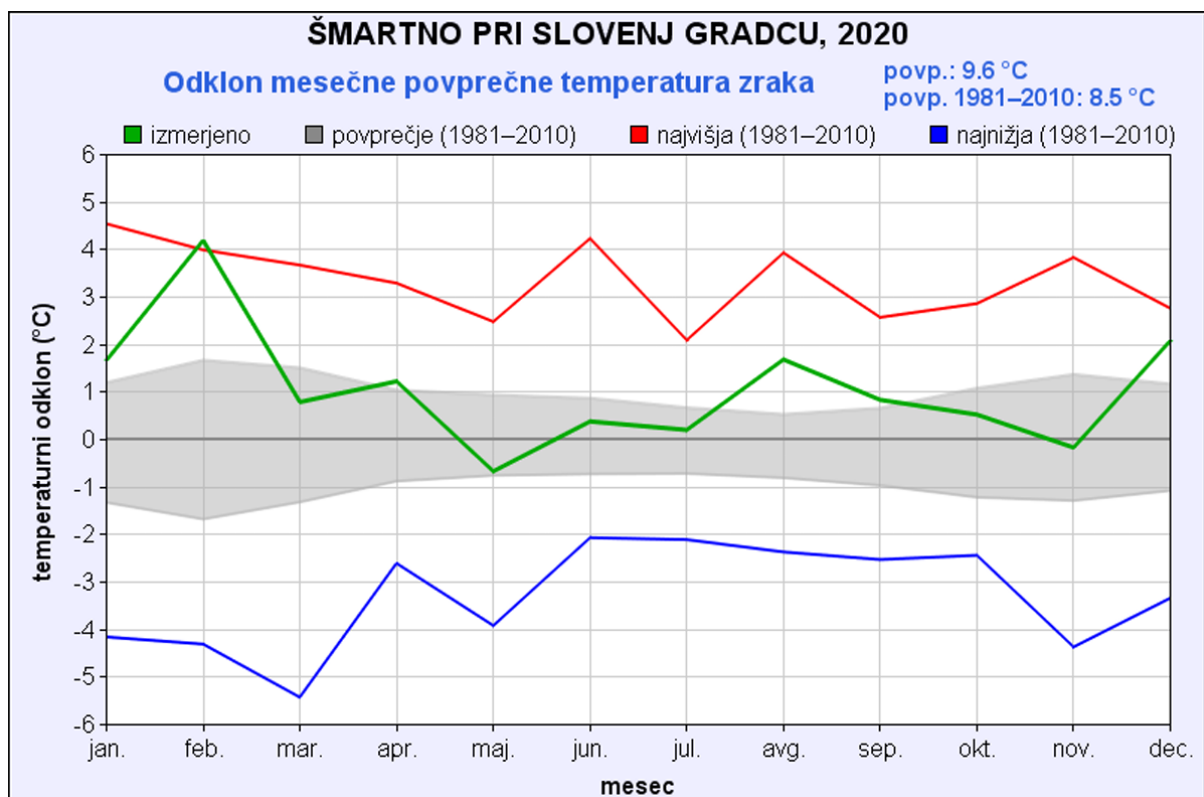
- Povprečna letna temperatura na območju je med 8,5°C.
- Najtoplejši mesec je julij, s povprečno mesečno temperaturo okoli 25,2°C.
- Najhladnejši mesec je januar (-6,4°C).
- Povprečne maksimalne mesečne temperature:
 - o Nikoli ne padejo pod 0°C.
 - o Najvišje so v juliju in avgustu.
- Povprečne minimalne mesečne temperature:
 - o Najnižje so v januarju, decembru in februarju.
 - o Tudi v najtoplejšem mesecu juliju so minimalne temperature med nad 12°C.

Tabela 3: Temperature razmere na klimatološki postaji Šmartno pri Slovenj Gradcu

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
<i>Šmartno pri Slovenj Gradcu</i>													
Pov. temperatura [°C]	-2,5	-0,6	3,8	8,5	13,7	17,0	18,7	17,9	13,7	9,2	3,5	-1,2	8,5
Pov. najvišja temperatura [°C]	2,2	5,3	9,9	14,7	19,9	22,9	25,2	24,6	20,1	15,0	8,0	2,6	14,2
Pov. najnižja temperatura [°C]	-6,4	-5,2	-1,3	2,7	7,4	11,0	12,5	12,2	8,6	4,7	-0,1	-4,5	3,5
Abs. najvišja temperatura [°C]	14,8	19,7	22,8	28,4	31,6	33,3	34,7	35,3	29,3	25,0	20,2	17,1	35,3
Abs. najnižja temperatura [°C]	-27,0	-26,0	-23,1	-7,8	-3,2	0,8	3,2	1,0	-2,5	-9,4	-19,2	-21,0	-27,0
Št. dni z najnižjo temp. ≤ 0 °C	29	25	20	7	1	0	0	0	0	5	16	26	128
Št. dni z najvišjo temp. ≥ 25 °C	0	0	0	0	4	10	17	15	3	0	0	0	50



Slika 2: Povprečne mesečne temperature zraka in količina padavin v obdobju 1981 – 2010 za klimatološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS)



Slika 3: Primerjava mesečne povprečne temperature zraka za leto 2020 z dolgoletnim povprečjem (1981 – 2010) za klimatološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS)

Vlažnost zraka

- **Srednja letna relativna vlaga**
 - Najvišja zjutraj (92 %): Vlažnost je najvišja v zgodnjih jutranjih urah, kar je običajno med 5. in 7. uro.
 - Najnižja ob 14. uri (61 %): Vlažnost je najnižja sredi dneva, okoli 14. ure, ko so temperature najvišje in je izhlapevanje največje.

- **Relativna vlaga ob 7. uri**
 - Med septembrom in marcem: Relativna vlaga je v tem obdobju vedno blizu 90 %, kar pomeni, da je zrak zelo nasičen z vlago.
 - Pogostost megle in zamegljenosti: Visoka vlaga v jutranjih urah povzroča pogoste pojave megle in zamegljenosti.

- **Jutranja megla**
 - Pozno poletje in zgodnja jesen: V tem obdobju se jutranja megla hitro razkroji dopoldne, saj se temperature hitro dvignejo in vlaga izhlapi.
 - Zima: V zimskem času megla pogosto vztraja cel dan, kar pomeni, da se zaradi nizkih temperatur in stalne visoke vlažnosti ne razkroji hitro.

- **Vremenske situacije**
 - Anticiklonalne situacije: Med anticikloni, ko je zračni tlak visok in vreme stabilno, se megla zaradi kotlinskega tipa terena lahko zadržuje cel dan. To pomeni, da je zrak v kotlini ujet in se ne premika hitro, kar omogoča obstoj megle dlje časa.

Tabela 4: Relativna vlažnost zraka na klimatološki postaji Šmartno pri Slovenj Gradcu (1981 - 2010)

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Pov. relativna vlaga ob 7. uri [%]	92	92	92	91	88	87	89	93	95	95	94	93	92
Pov. relativna vlaga ob 14. uri [%]	74	61	56	53	52	54	53	54	58	65	73	79	61

Oblačnost

- **Vpliv oblačnosti na podnebne razmere:**
 - Oblačnost vpliva na dnevne temperature z zmanjšanjem sončnega sevanja, ki doseže zemeljsko površje.
 - V oblačnih dneh je temperaturna razlika med dnevom in nočjo manjša, saj oblaki delujejo kot izolator, ki ponoči zadržuje toploto.
 - Višja oblačnost v jesenskih in zimskih mesecih pomeni tudi večjo verjetnost za padavine, kar lahko vpliva na prometne razmere in stanje infrastrukture.

- **Število oblačnih dni:**
 - V Šmartnem pri Slovenj Gradcu je povprečno število jasnih dni 33, medtem ko je število oblačnih dni 134.
 - Največ oblačnih dni je v novembru, decembru in januarju, ko je povprečno vsak drugi dan v teh mesecih oblačen .

Padavinske razmere

Letna porazdelitev padavin

- Režim padavin:

- Padavinski režim je značilen za zmerno kontinentalno podnebje, z dvema izrazitima vrhuncema v letu.
- Primarni vrhunec padavin se pojavi junija, kar je posledica konvektivnih padavin, ki jih spremljajo nevihte in kratkotrajni močni nalivi.
- Sekundarni vrhunec padavin se pojavi avgusta, ko so padavine večinoma posledica frontalnih sistemov, ki prinašajo dolgotrajnejše in enakomernejše padavine.

- Skupna letna količina padavin:

- Skupna letna količina padavin je okoli 1200 mm, kar je tipično za zmerno kontinentalno podnebje.
- Letne količine padavin so razporejene sorazmerno enakomerno skozi leto, vendar z izrazitejšim viškom v poletnih mesecih.

Tabela 5: Mesečna količina padavin (v mm) in število dni s padavinami na klimatološki postaji Šmartno pri Slovenj Gradcu

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Količina padavin [mm]	43	44	70	81	99	151	144	146	136	115	99	77	1.205
Št. dni s padavinami => 1,0 mm	6	6	7	9	11	12	10	10	8	8	8	8	102
Povprečno število dni s snežno odejo ob 7. uri	20	16	9	1	0	0	0	0	0	0	4	14	64

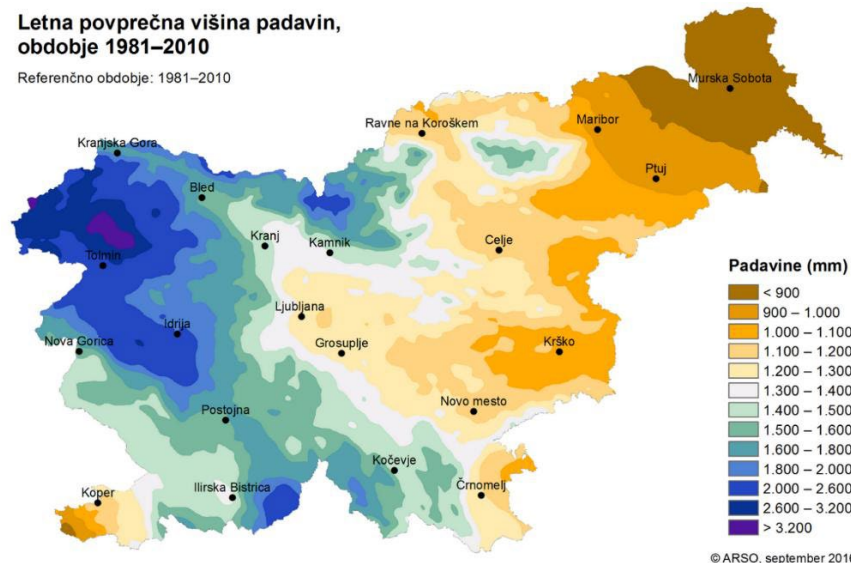
Intenzivnost padavin

- Ekstremne padavine:

- Povprečne 12-urne višine padavin za območje projekta se gibljejo med 90 mm in 120 mm, kar nakazuje srednjo izpostavljenost projekta na ekstremne padavine.
- **Kategorije izpostavljenosti:**
 - < 90 mm: Ni/majhna izpostavljenost
 - 90–150 mm: Srednja izpostavljenost
 - 150 mm: Velika izpostavljenost

**Letna povprečna višina padavin,
obdobje 1981–2010**

Referenčno obdobje: 1981–2010



Slika 4: Letna povprečna višina padavin v Sloveniji (1981 - 2010), vir: Arhiv ARSO-Urad za meteorologijo RS

- Porazdelitev ekstremnih padavin:

- Največje količine ekstremnih padavin so običajno zabeležene v poletnih mesecih, ko konvektivne nevihte prinašajo kratkotrajne, a zelo intenzivne padavine.
- Frontalne padavine, ki prinašajo enakomernejše, vendar še vedno lahko zelo obilne padavine, so pogostejše v jesenskih mesecih.

Sezonske razlike

- Pomlad:

- Spomladi se količina padavin postopoma povečuje, z bolj enakomernimi padavinami aprila in maja.
- Konvektivne nevihte postajajo pogostejše proti koncu pomladi, kar povečuje intenzivnost padavin.

- Poletje:

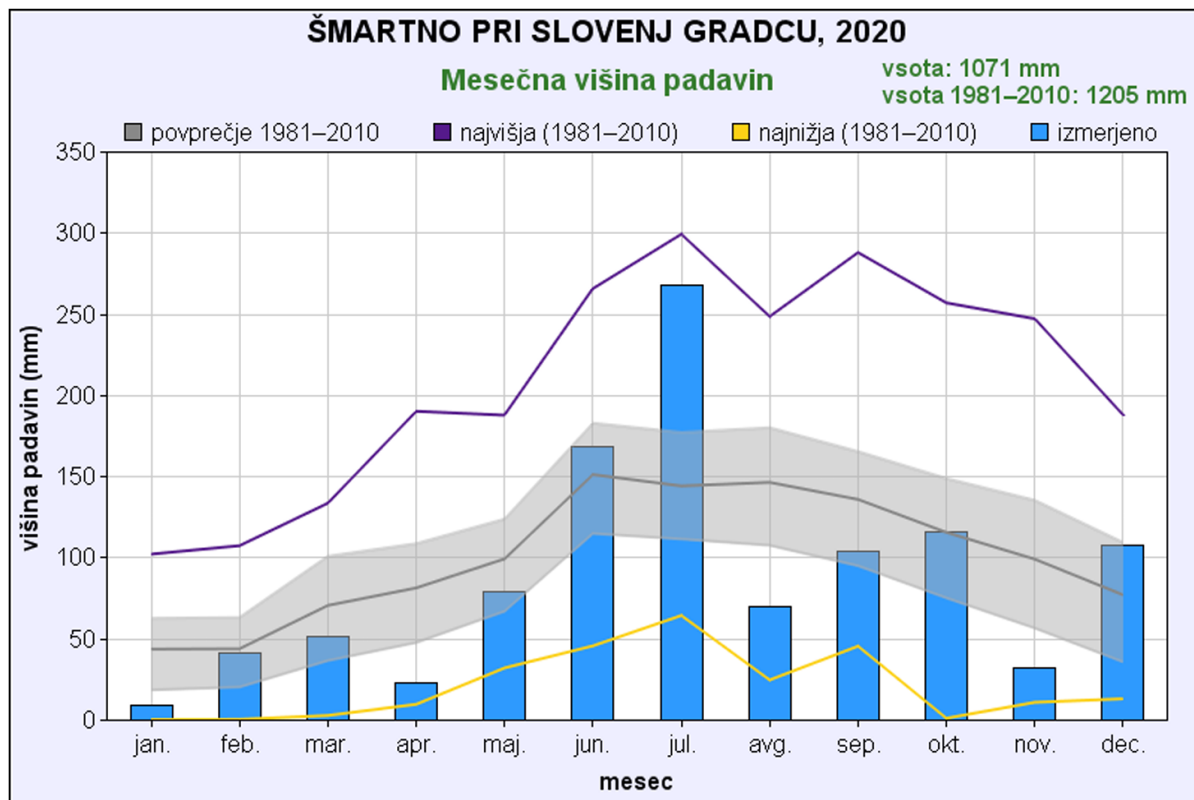
- Poletni meseci prinašajo največje količine padavin, zlasti junija, ko se pojavi primarni vrhunec padavin.
- Nevihte in kratkotrajni močni nalivi so pogosti, kar lahko vodi do lokalnih poplav in erozije tal.

- **Jesen:**

- Jesenski meseci prinašajo sekundarni vrhunec padavin avgusta in nadaljevanje padavin v septembru in oktobru.
- Frontalni sistemi prinašajo dolgotrajnejše in enakomernejše padavine, kar povečuje tveganje za poplave v nižjih predelih.

- **Zima:**

- Zimski meseci imajo manjšo skupno količino padavin, vendar so padavine pogosto v obliki snega.
- Zimske padavine so manj intenzivne, vendar lahko kopičenje snega in njegova kasnejša talitev prispevata k spomladanskim poplavam.



Zimski pogoji / sneg

Število dni s snežno odejo in število dni, ko sneži se spremlja.

Vetrovne razmere

Povprečna letna hitrost vetra

- Šmartno pri Slovenj Gradcu

- Povprečna letna hitrost vetra je 1,5 m/s.
- Prevladuje jugovzhodna in severozahodna smer vetra.
- **Geografski vplivi:**
 - Relief ima pomemben vpliv na hitrost vetra, saj doline in planote vplivajo na pospeševanje ali zaviranje vetrov.

Brezvetrje

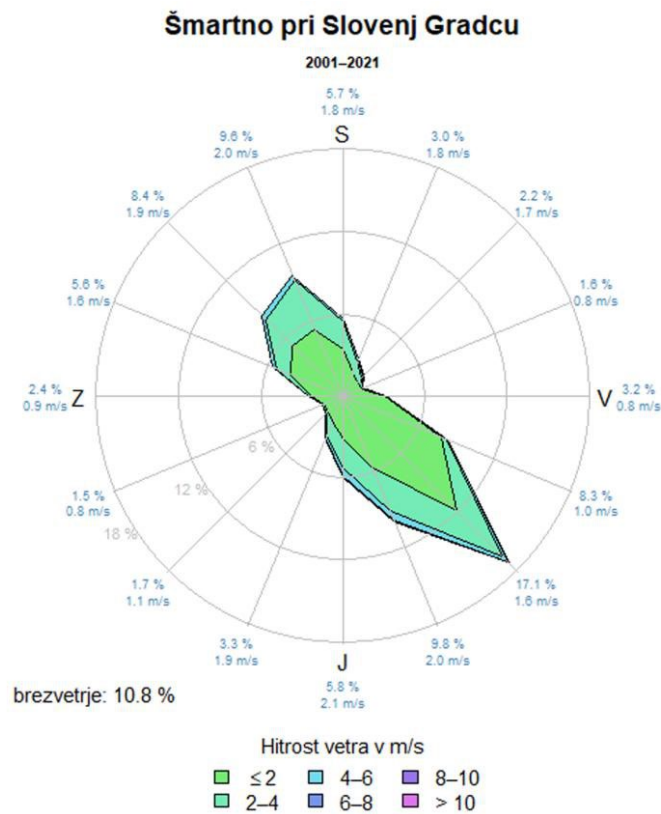
- **Pojavnost brezveterja:**
 - Dnevi brezveterja predstavljajo 10,8% vseh dni v letu.
 - Brezvetrje je značilno predvsem v nočnih in jutranjih urah, ko se zaradi ohlajanja tal zrak umiri in vetrovi ponehajo.

Sezonske razlike

- **Poletni meseci:**
 - Poleti je hitrost vetra običajno manjša zaradi stabilnejšega vremena in manjših temperaturnih razlik.
 - Večji delež dni z brezvetrjem, kar lahko vpliva na temperaturne razmere in kvaliteto zraka.
- **Zimski meseci:**
 - Pozimi lahko hitrost vetra naraste, zlasti ob prehodu hladnih front in ob nastanku ciklonov.
 - Manj brezveterja v primerjavi s poletnimi meseci, kar lahko izboljša razpršitev onesnaževal v zraku.

Tabela 6: Povprečna hitrost vetra (m/s) na klimatološki postaji Šmartno pri Slovenj Gradcu (vir: Arhiv ARSO-Urad za meteorologijo RS)

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Povprečna hitrost vetra [m/s]	1,2	1,5	1,7	1,8	1,8	1,7	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,5



ARSO, 2022

Slika 5: Vetrna roža za klimatološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu 2001 – 2021 vir: Arhiv ARSO - Urad za meteorologijo RS

Ekstremni vremenski dogodki

Najvišje in najnižje letne, mesečne in dnevne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk v obdobju 1950 – 2019 za klimatološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu so v tabeli 7.

- **Najvišje temperature:**

- Absolutno najvišja temperatura: 37,7 °C, izmerjena avgusta 2013.
- Največje število vročih dni: leto 2003

- **Padavine:**

- Najvišja mesečna količina padavin: leto 1956.

- Najmanj dni z zabeleženimi padavinami: leto 2011

- Najnižje temperature:

- Ekstremno nizke temperature: dosežene leta 1985

- Sneg:

- Največ snega: 100 cm, izmerjenih 1952.

- Povratne dobe za ekstremne padavine (obdobje 1970-2012):

- 25-letna povratna doba:
 - Višina padavin v 15 minutnem intervalu: 29 mm.
 - Količina padavin: 319l/(sec*ha).
- 50-letna povratna doba:
 - Količina padavin v 15 minutnem intervalu: 356 l/(sec * ha).
- 100-letna povratna doba:
 - Količina padavin v 15 minutnem intervalu: 394 l/(sec * ha).

Tabela 7: Ekstremne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk za klimatološko postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu v obdobju 1950 - 2019

Parameter	Največja vrednost		Najmanjša vrednost	
	Vrednost	Leto, datum	Vrednost	Leto, datum
povprečna letna temperatura zraka (°C)	10,4	2014	6,6	1962
absolutna ekstremna temperatura zraka (°C)	37,7	3.8.2013	-27,0	7.1.1985
letno število mrzlih dni (dni z najnižjo dnevno temperaturo ≤ -10 °C)	45	1963	1	1974
letno število ledenih dni (dni z najvišjo dnevno temperaturo ≤ 0 °C)	60	1963	3	1974
letno število hladnih dni (dni z najnižjo dnevno temperaturo ≤ 0 °C)	163	1952	66	1994, 2013, 2014
letno število vročih dni (dni z najvišjo dnevno temperaturo ≥ 30 °C)	39	2003	0	1955, 1975, 1978
letno število toplih ali tropskih noči (dni z najnižjo dnevno temperaturo ≥ 20 °C)	4	2015	0	67 let od 70-ih
letna višina padavin (mm)	1572	1965	761	1971
mesečna višina padavin (mm)	337	jun. 1956	0	jan. 1989, dec. 2015, dec. 2016
dnevna višina padavin (mm)	141	2.6.1956	/	/
letno število dni brez padavin	235	2011	124	1960
letno število dni s padavinami (vsaj z 1 mm)	135	1960	76	2011
letno število dni s snežno odejo	125	1965	6	1989
višina skupne snežne odeje (cm)	100	16.2.1952	2	26.11.1989

Tabela 8: Povratne dobe za ekstremne padavine za postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu za obdobje 1970 – 2012, višina padavin (mm)

Trajanje (min)	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5	8	10	12	14	15	17	19
10	12	16	19	23	25	28	32
15	15	21	24	29	32	35	40
20	17	24	28	34	38	42	48
30	20	28	33	39	44	49	55
45	23	31	37	44	50	55	62
60	24	34	40	47	53	59	66
90	28	37	43	51	57	63	71
120	30	40	46	54	60	65	73
180	35	44	51	59	65	71	78
240	38	48	54	62	68	74	82
300	42	51	57	64	70	76	83
360	44	53	59	67	72	78	85
540	51	61	68	76	83	89	97
720	55	68	76	87	94	102	112
900	60	74	84	97	106	115	127
1080	63	79	90	103	113	123	136
1440	70	88	101	116	127	139	154

Tabela 9: Povratne dobe za ekstremne padavine za postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu za obdobje 1970 – 2012, količina padavin (l(sec*ha))

Trajanje (min)	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5	257	338	392	459	510	560	625
10	195	268	316	377	422	467	526
15	167	228	268	319	356	394	443
20	143	199	236	283	318	352	397
30	113	155	183	218	244	270	304
45	85	117	137	164	184	203	229
60	68	93	110	131	147	163	183
90	51	69	80	95	106	117	131
120	42	55	64	75	83	91	101
180	32	41	47	54	60	65	72
240	27	33	38	43	47	51	57
300	23	28	32	36	39	42	46
360	21	25	27	31	33	36	39
540	16	19	21	24	25	27	30
720	13	16	18	20	22	24	26
900	11	14	16	18	20	21	24
1080	10	12	14	16	17	19	21
1440	8	10	12	13	15	16	18

T.2.4.3 Ocena izpostavljenosti projekta

Uvod

Smernice določajo, da se podnebni dejavniki, ki povzročajo veliko ranljivost projekta, presojuje podrobneje, nadaljnja obravnava podnebnih dejavnikov srednje ranljivosti pa po presoji. Podrobnejša analiza izpostavljenosti in ranljivosti je izvedena za podnebne dejavnike, za katere je projekt ocenjen kot srednje in visoko občutljiv:

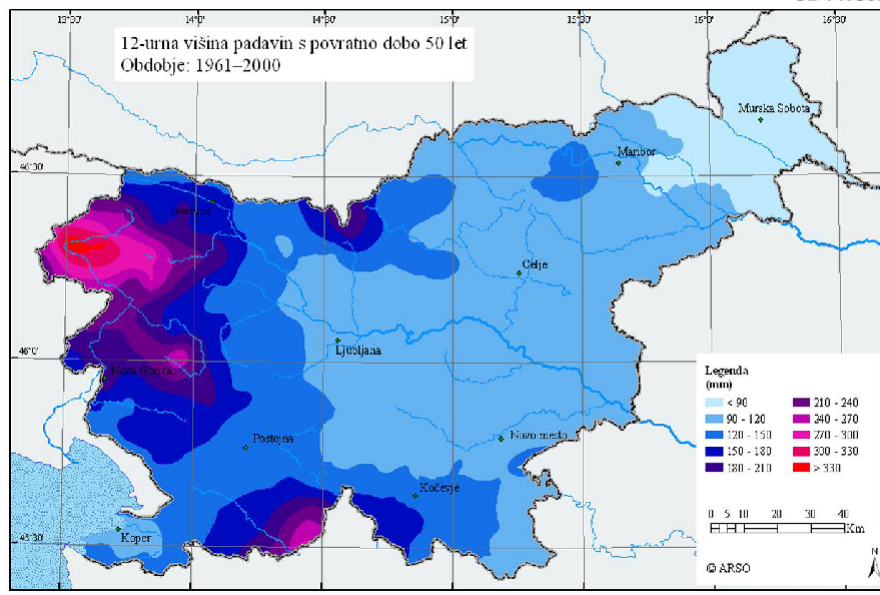
- ekstremne padavine
- poplave
- nestabilnost tal
- erozija tal
- ekstremno povečanje temperatur
- gozdni požari
- zmrzovanje
- žled
- nevihte
- ekstremne sunke vetra
- erozija tal

Ekstremne padavine

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne padavine je v tabeli 10.

Tabela 10: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne padavine (obstoječe stanje)

12-urna višina padavin s povratno dobo 50 let	Izpostavljenost
<90	ni/majhna izpostavljenost
90 - 150	srednja izpostavljenost
>150	velika izpostavljenost



Slika 6: 12-urna višina padavin s povratno dobo 50 let (1961 – 2000), ARSO /10/

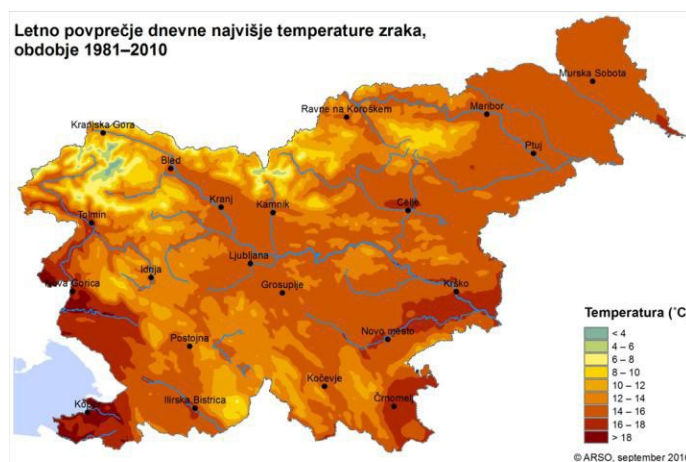
Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne padavine je srednja.

Ekstremno povečanje temperature

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne temperature je v tabeli 11.

Tabela 11: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne temperature (obstoječe stanje)

Letno povprečje dnevne najvišje temperature zraka v °C	Izpostavljenost
<12	ni/majhna izpostavljenost
12 - 18	srednja izpostavljenost
>18	velika izpostavljenost



Slika 7: Letno povprečje dnevne najvišje temperature zraka (1981-2010), ARSO-Urad za meteorologijo RS

Povprečna letna temperatura na širšem obravnavanem območju je okoli 8,5 °C, povprečna najvišja temperatura je okoli 14,2 °C. Na območju Slovenj Gradca je bila absolutno najvišja temperatura izmerjena avgusta 2013 (37,7 °C).

Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne temperature je srednja.

Ekstremni sunki vetra

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na sunke vetra je v tabeli 12.

Tabela 12: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na sunke vetra (obstoječe stanje)

Povprečni sunki vetra v m/s	Izpostavljenost
< 5	ni/majhna izpostavljenost
5 - 10	srednja izpostavljenost
>10	velika izpostavljenost

Na območju Šmartnega pri Slovenj Gradcu prevladujejo jugovzhodni vetrovi. Povprečna letna hitrost znaša 1,5 m/s, brezvetrije pa 10,8 %. Povprečna hitrost sunkov vetra (višina 10 m) je v Slovenj Gradcu v obdobju 1995-2004 dosegala 7,6 m/s, največji izmerjeni sunek bil 27,5 m/s.

Projekt leži na območju, kjer so povprečne hitrosti sunkov vetra 7,6 m/s, ocenjena izpostavljenost projekta na sunke vetra je majhna.

Nevihte

Močnejše nevihte lahko vplivajo na povzročitev škode na infrastrukturi. V primeru močnejših neurij (intenzivne padavine, sunki vetra, toča...) se lahko pojavi večja izpostavljenost infrastrukture, predvsem zaradi vplivov na geotehnične objekte. Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na nevihte je v tabeli 13.

Tabela 13: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na nevihte

Število dni z nevihto, maksimalna vrednost	Izpostavljenost
< 25	ni/majhna izpostavljenost
25 - 40	srednja izpostavljenost
>40	velika izpostavljenost

Najbližja klimatološka postaja s podatki o nevihtah je v Celju, kjer je bilo v obdobju med leti 1961 in 2004 letno povprečno 34 dni z nevihto in grmenjem, od tega največ v med majem in avgustom. toča pa povprečno pada en dan v letu.

Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne nevihte je srednja.

Poplave

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na poplave je v tabeli 14. Območje posega se nahaja na v dolini ob sotočju rek Bečovnica in Klančnica, kateri ob daljšem in intenzivnem deževju poplavita. Za potebe izdelave projektne dokumentacije je bil v sklopu projekta protipoplavnih ukrepov na sotočju Bečovnice in Klančine izdelan Geološko geomehanski elaborat št. EL 22/22_2 izdelovalca PROVOG d.o.o., kjer je naveden povzetek hidrografskih značilnosti.

Ocenjena izpostavljenost projekta na poplave je visoka.

Tabela 14: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na poplave (obstoječe stanje)

Območje pogostosti pojavljanja poplav	Izpostavljenost
Območje pogostih poplav	velika izpostavljenost
Območje redkih poplav	srednja izpostavljenost
Območje zelo redkih poplav	ni/majhna izpostavljenost

Nestabilnost tal in erozija

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na erozijo je v tabeli 15

Tabela 15: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na erozijo (obstoječe stanje)

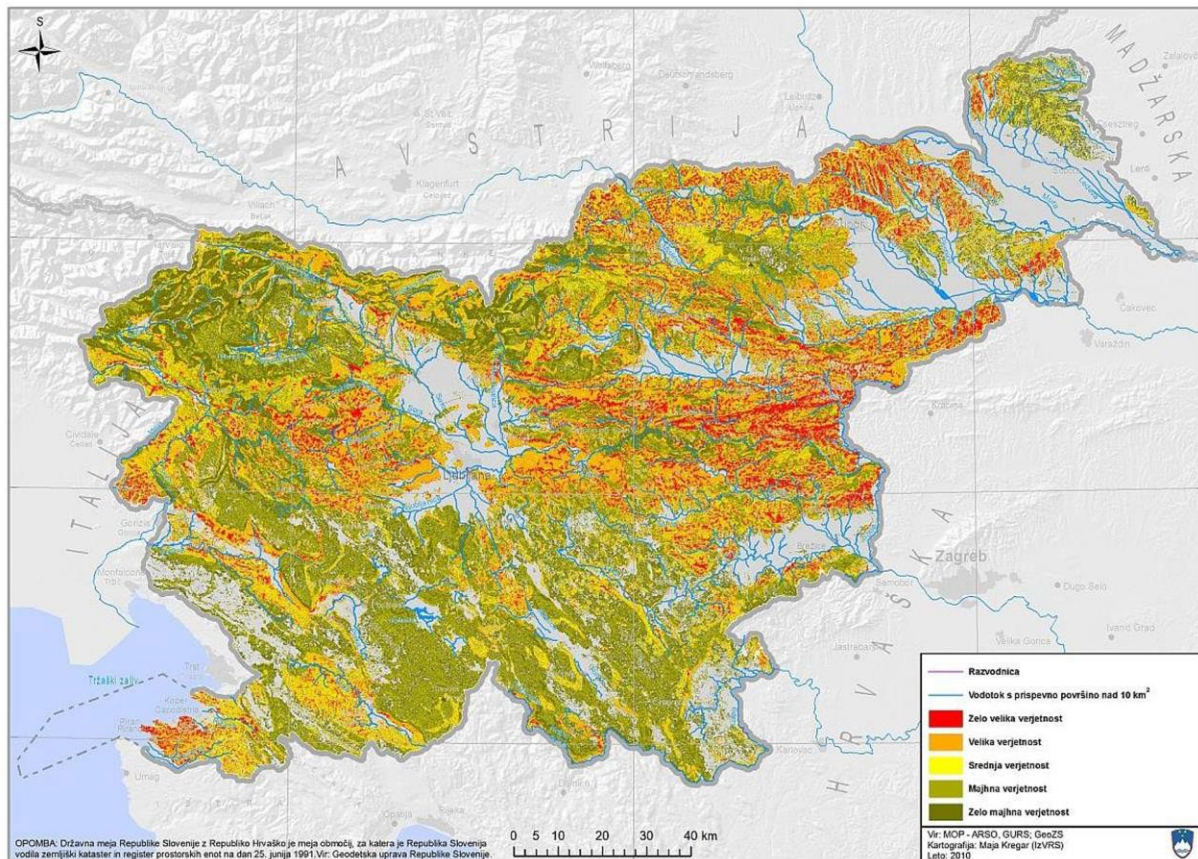
Opozorilna karta erozije	Izpostavljenost
Območja običajnih zaščitnih ukrepov	ni/majhna izpostavljenost
Območja zahtevnejših zaščitnih ukrepov	srednja izpostavljenost
Območje strogega varovanja	velika izpostavljenost

Ocenjena izpostavljenost projekta na erozijo je majhna.

Tabela 16: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na nestabilnost tal (obstoječe stanje)

Verjetnost pojavljanja plazov	Izpostavljenost
Zelo majhna in majhna verjetnost	ni/majhna izpostavljenost
Srednja verjetnost	srednja izpostavljenost
Velika in zelo velika verjetnost	velika izpostavljenost

Karta verjetnosti pojavljanja plazov podaja potencialna plazovita območja za območje celotne Slovenije (slika 8) v petih razredih verjetnosti pojavljanja plazov (zelo velika, velika, srednja, majhna, zelo majhna verjetnost). Verjetnost je bila določena na podlagi litologije (30 %), naklona pobočja (25 %), tipa rabe tal (25 %), ukrivljenosti pobočja (10 %), oddaljenosti od strukturnih elementov (5 %) in usmerjenost pobočja (5 %). Glede na podatke GEOZS območje projekta leži na območju velike verjetnosti pojavljanja plazov.

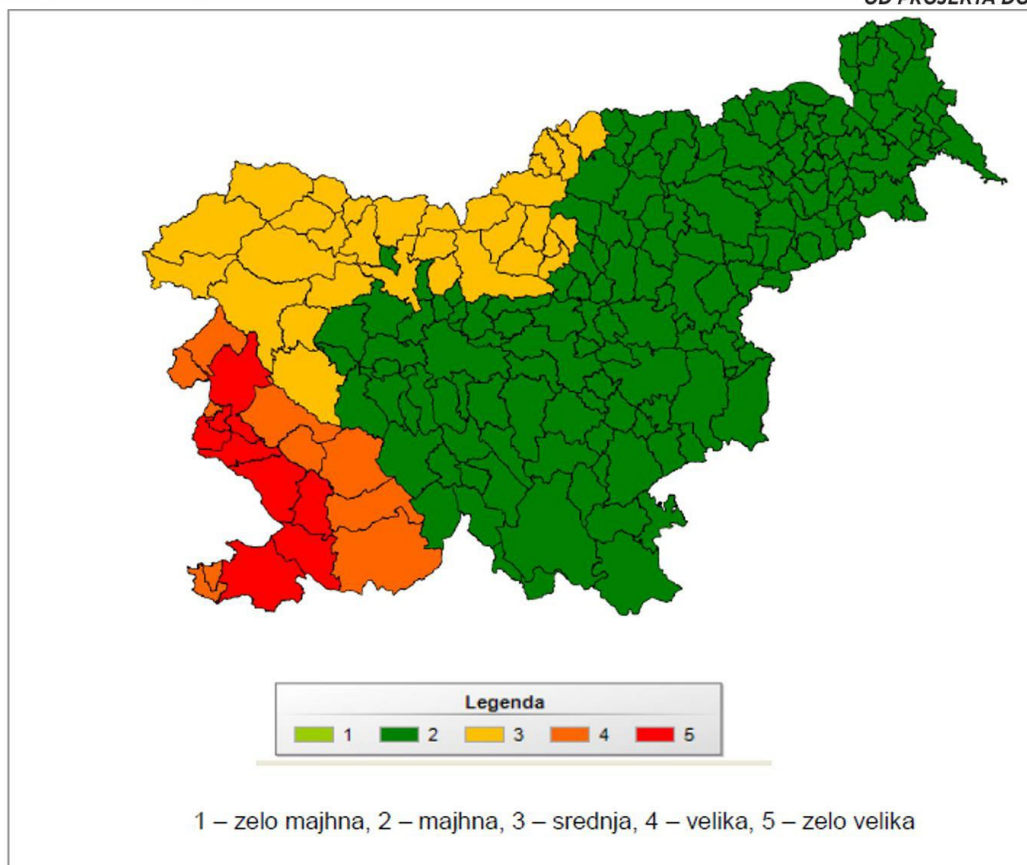


Slika 8: potencialna plazovita območja za območje celotne Slovenije

Ocenjena izpostavljenost projekta na nestabilnost tal je majhna.

Gozdni požari

Gozdni požari vplivajo na osnovno infrastrukturo in posledično tudi na pomožno infrastrukturo, predvsem pa lahko povzročijo neprevoznost gozdnih cest. Zavod za gozdove Slovenije v skladu s 12. členom Pravilnika o varstvu gozdov (Uradni list RS, št. 114/2009) v okviru izdelave gozdnogospodarskih načrtov opravlja razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti v skladu z metodo iz Priloge 2 Pravilnika. Območje posega leži na območju majhne požarne ogroženosti. Razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti v Sloveniji je prikazana na sliki 9.



Slika 9: Razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti

Tabela 17: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na gozdne požare

Stopnja požarne ogroženosti	Izpostavljenost
1, 2 (zelo majhna ali majhna)	ni/majhna izpostavljenost
3 (srednja)	srednja izpostavljenost
4, 5 (velika ali zelo velika)	velika izpostavljenost

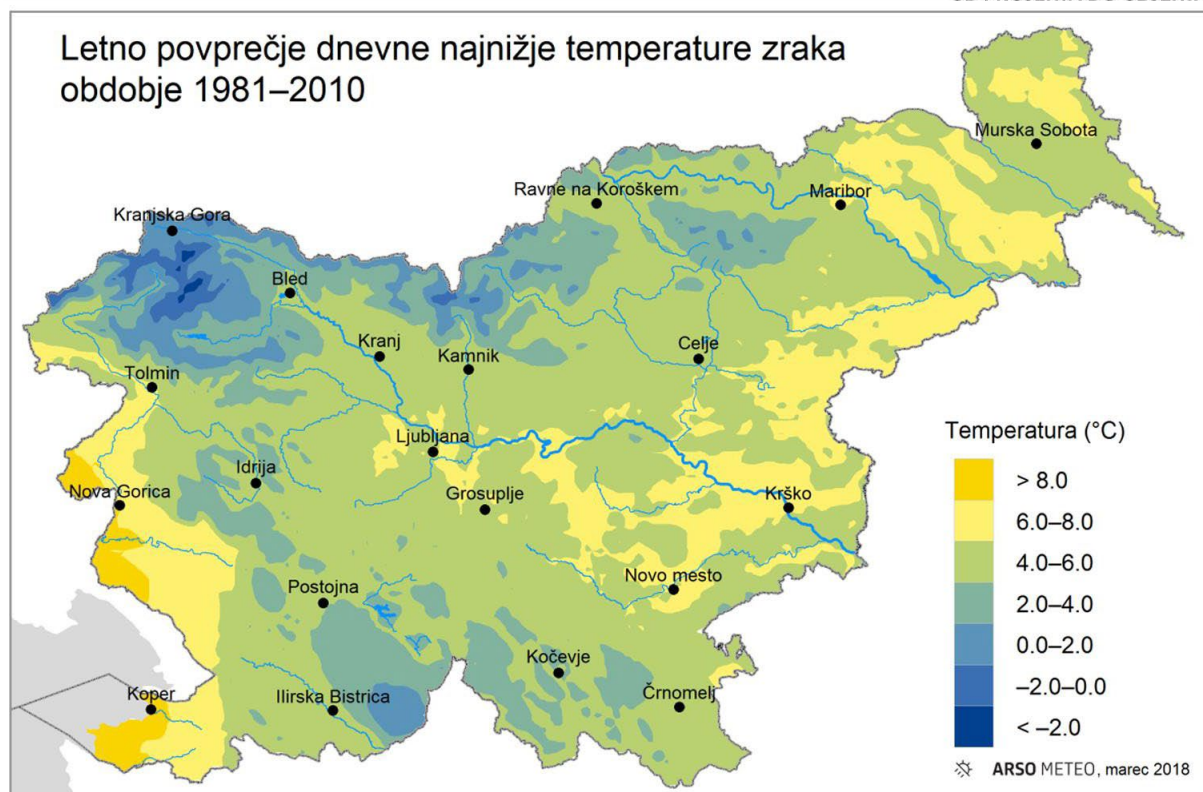
Ocenjena izpostavljenost projekta na gozdne požare je majhna.

Zmrzovanje

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na zmrzovanje je v tabeli 15, letno povprečje dnevne najnižje temperature zraka je prikazano na sliki 10.

Tabela 18: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na zmrzovanje (obstoječe stanje)

Letno povprečje dnevne najnižje temperature zraka v °C	Izpostavljenost
>5	ni/majhna izpostavljenost
5 - 0	srednja izpostavljenost
<0	velika izpostavljenost



Slika 10: Letno povprečje dnevne najnižje temperature zraka (1981-2010), Arhiv ARSO–Urad za meteorologijo RS

Povprečna letna temperatura na širšem območju je 8,5 °C, povprečna najnižja temperatura je 3,5°C.

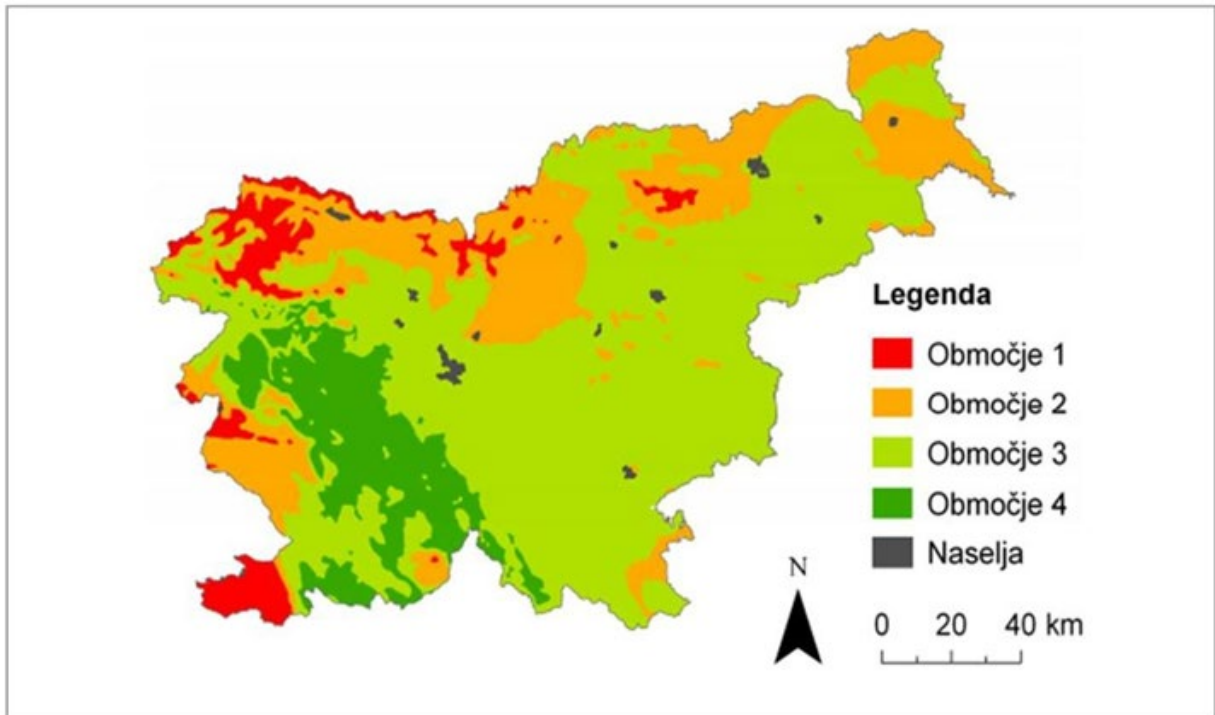
Na območju Šmartno pri Slovenj Gradcu je bila absolutno najnižja temperatura izmerjena leta 1985 (-27°C).

Projekt leži na območju, kjer so povprečne dnevne najnižje temperature zraka 3,5°C, ocenjena izpostavljenost projekta na zmrzovanje srednja.

Žled

Za žled so najbolj občutljive gozdne ceste, saj so lahko zaradi podrlih dreves neprevozne. Srednje močan žled se v Sloveniji pojavlja vsakih nekaj let, močan žled, ki povzroča veliko gospodarsko škodo, pa približno na 10 do 20 let. Značilen je predvsem za jugozahodno Slovenijo, na območju severovzhodne Slovenije redkeje. Verjetnost pojavljanja žleda na območju SV Slovenije (slika 11) je povzeta po dokumentu:

- <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/nesrece.pdf>



Slika 11: Karta območij ogroženih zaradi žleda, obdobje 1961-2006 (vir: MOP-ARSO)

Legenda:

- Območje 1: območje, kjer se žled ne pojavlja, ali se pojavlja zelo redko in v tanjših plasteh, tako da ne povzroča škode.
- Območje 2: območje, kjer se žled sicer pojavlja, vendar zelo redko povzroči manjšo škodo (enkrat na 10 let)
- Območje 3: območje, ker se žled pojavlja pogosto in v povprečju na 3 leta povzroči škodo.
- Območje 4: območje, kjer se žled, ki povzroča škodo, v povprečju pojavlja na 1-2 leti, razmeroma pogosto pa povzroči tudi večjo škodo.

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na žled je v tabeli 19.

Tabela 19: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na žled

Območje	Izpostavljenost
1, 2	ni/majhna izpostavljenost
3	srednja izpostavljenost
4	velika izpostavljenost

Ocenjena izpostavljenost projekta na žled je srednja.

Ocena izpostavljenosti projekta za obstoječe stanje

Zaključujemo, da je izpostavljenost projekta v obstoječem stanju ocenjena kot:

- velika za poplave
- srednja za ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperatur, nevihte, suša, zmrzovanje, žled
- majhna za gozdne požare, erozijo, ekstremni sunki vetra

Rezultati ocene izpostavljenosti projekta na podnebne spremembe v obstoječem stanju so v tabeli 20.

Tabela 20: Matrika izpostavljenosti za obstoječe stanje

Podnebni dejavnik	Izpostavljenost za obstoječe stanje
Ekstremne padavine	
Ekstremno povečanje temperature	
Ekstremni sunki vetra	
Nevihte	
Poplave	
nestabilnost tal/plazovi	
Gozdni požari	
Erozija	
Zmrzovanje	
Žled	
Suša	

Legenda:

	ni/majhna izpostavljenost
	srednja izpostavljenost
	velika izpostavljenost

T.2.5 Modul 2b: ocena izpostavljenosti – prihodnje stanje

T.2.5.1 Uvod

Izvedba projekta bila v Modulu 1 ocenjena kot na podnebne spremembe občutljiv infrastrukturni projekt. V Modulu 2a je za obstoječe stanje opredeljena srednja izpostavljenost za ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperatur, nevihte, nestabilnost tal, suša, zmrzovanje, žled, majhna izpostavljenost za gozdne požare, erozijo, poplave, ekstremni sunki vetra. Projekt ni visoko izpostavljen vplivu nobenega podnebnega dejavnika. Glede na to, da gre za občutljiv projekt s srednjo stopnjo izpostavljenosti, je skladno s smernicami ocenjena tudi izpostavljenost projekta v prihodnjem stanju, upoštevajoč pričakovane podnebne spremembe do sredine 21. stoletja.

V nadaljevanju so opisane pričakovane spremembe podnebja na območju projekta, na podlagi teh podatkov in opredeljene izpostavljenosti za obstoječe stanje je bila ocenjena izpostavljenost projekta za prihodnje stanje. Ocena pričakovanih sprememb podnebja je povzeta iz dokumentov:

- <http://www.eea.europa.eu/themes/climate/european-climate-adaptation-platform-climate-adapt>
- Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja za obravnavano območje

Pričakovane spremembe podnebja so ocenjene na podlagi referenčnih podatkov regionalnih podnebnih modelov, ki jih ARSO uporablja pri primerljivih napovedih podnebnih sprememb upoštevajoč podatke o ekstremnih temperaturah in padavinah v 50 letni povratni dobi (www.arso.si).

T.2.5.2 Pričakovane spremembe podnebja

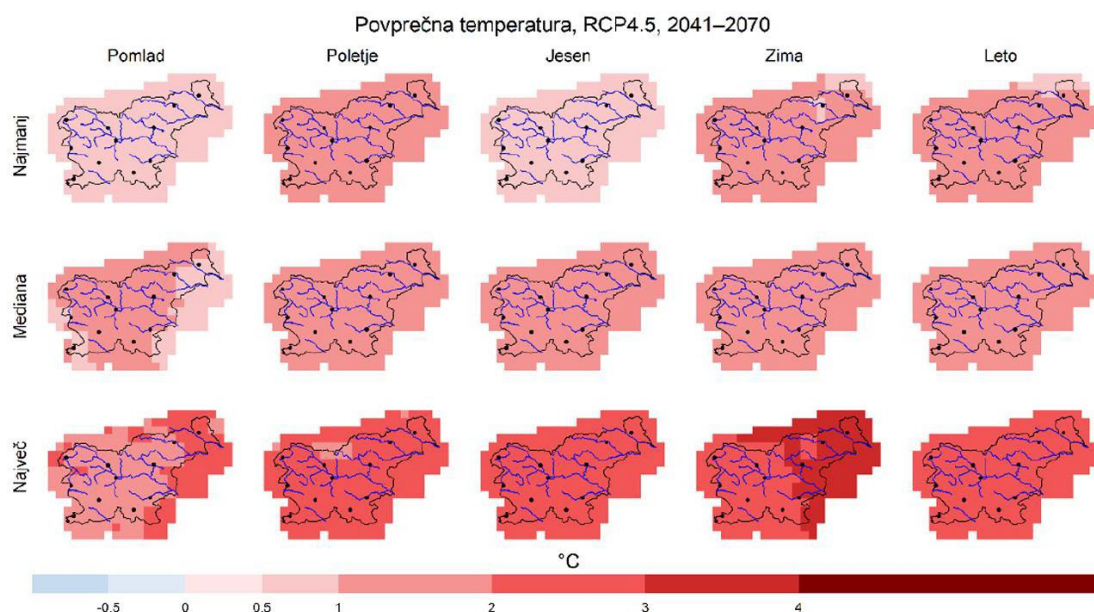
Pričakovane spremembe podnebja so podane na podlagi elaborata Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja (ARSO). Dejavniki, ki vplivajo na podnebje, se delijo na naravne in človeške, pri čemer so slednji prispevali večji delež k trenutnim podnebnim spremembam in zelo verjetno bo tako tudi v prihodnje. S pomočjo določenih predpostavk o gibanju prebivalstva in ekonomsko-gospodarskem razvoju družbe lahko prek izpustov TGP in drugih projektov v okolje ocenimo človeški vpliv na podnebje v prihodnosti. Na tej podlagi lahko določimo možne scenarije podnebnih sprememb.

Podnebni scenarij je definiran kot verjeten in pogosto poenostavljen opis prihodnjega podnebja, ki temelji na razumljivih in smiselnih predpostavkah o povezavah med dejavniki podnebja in omogoča ocenjevanje predvidenih posledic človeško pogojenih sprememb podnebja. Pričakovana sprememba temperatur, padavin in vetrovnih razmer za sredino 21. stoletja za Slovenijo temelji na rezultatih regionalnih podnebnih modelov projekta EuroCordex. Vodoravna ločljivost regionalnih modelov je približno 14 km, obdobje modeliranja je za večino modelov 1961-2100, za nekatere 1971-2100. Povprečne vrednosti se v klimatologiji običajno podajajo za tridesetletno obdobje. Tako so za sredino stoletja povprečne vrednosti podane za obdobje 2041-2070, ekstremne vrednosti pa so ocenjene za leto 2050. Ocena pričakovanih podnebnih sprememb je izdelana za zmerno optimističen scenarij RCP4.5,

ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov TGP. Na ta način se upošteva tudi tveganje, da države ne bodo zmogle v celoti izpolniti zavez glede izpustov TGP. V primeru vseh izpolnjenih zavez bi namreč potek izpustov TGP sledil optimističnemu scenariju RCP2.6.

Temperaturne razmere

Podnebni scenariji kažejo, da se bo Slovenija v prihodnosti še naprej ogrevala. V prihodnjem tridesetletju (2011–2040) se bo letna povprečna temperatura v primerjavi z obdobjem 1981–2010 dvignila za približno 1 °C. Do sredine 21. stoletja (obdobje 2041–2070) se bo Slovenija na letni ravni ogrela za 2 °C, pri čemer je negotovost spremembe ocenjena na $\pm 0,5$ °C.



Slika 12: Ocenjene spremembe povprečne temperature (v °C) v obdobju 2041-2070 v primerjavi z obdobjem 1981-2010 (vir: MOP-ARSO)

Podnebni scenariji in metodologija

- Podnebni scenariji:

- Ocena pričakovanih podnebnih sprememb je izdelana za zmerno optimističen scenarij RCP4.5, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov (TGP).
- Povprečne vrednosti za sredino stoletja so podane za obdobje 2041–2070, ekstremne vrednosti pa so ocenjene za leto 2050.
- Srednje vrednosti vseh modelskih ocen kažejo dokaj enakomeren dvig temperature poleti, jeseni in pozimi ter nekoliko manj izražen dvig temperature spomladi.

Ekstremne temperature

- Povečanje ekstremnih temperatur:

- Najvišja dnevna temperatura s povratno dobo 50 let bo na območju v današnjem podnebjju (obdobje 1961–2005) znašala med 35–38 °C.
- Do leta 2050 se bo najvišja dnevna temperatura s povratno dobo 50 let povečala za približno 0,30 °C/desetletje, kar pomeni, da bo do sredine stoletja znašala med 38–41 °C.
- Najnižja dnevna temperatura s povratno dobo 50 let se bo prav tako dvignila, vendar je ta sprememba manj izrazita.

Število vročih dni

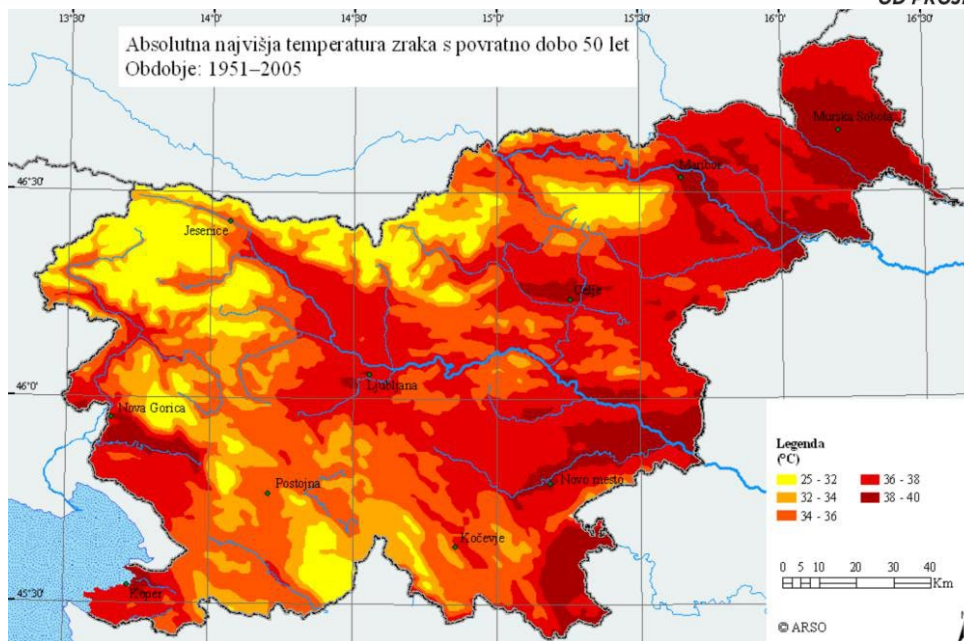
- Pričakovane spremembe v številu vročih dni:

- Vročih dni (dnevi z najvišjo dnevno temperaturo ≥ 30 °C) se bo povečalo za približno 20 dni letno do sredine stoletja.
- Absolutna najvišja temperatura za Šmartno pri Slovenj Gradcu v preteklosti je bila 37,7 °C, pričakuje se, da bodo v prihodnosti podobne vrednosti dosežene pogosteje.

Nočne temperature

- Povečanje nočnih temperatur:

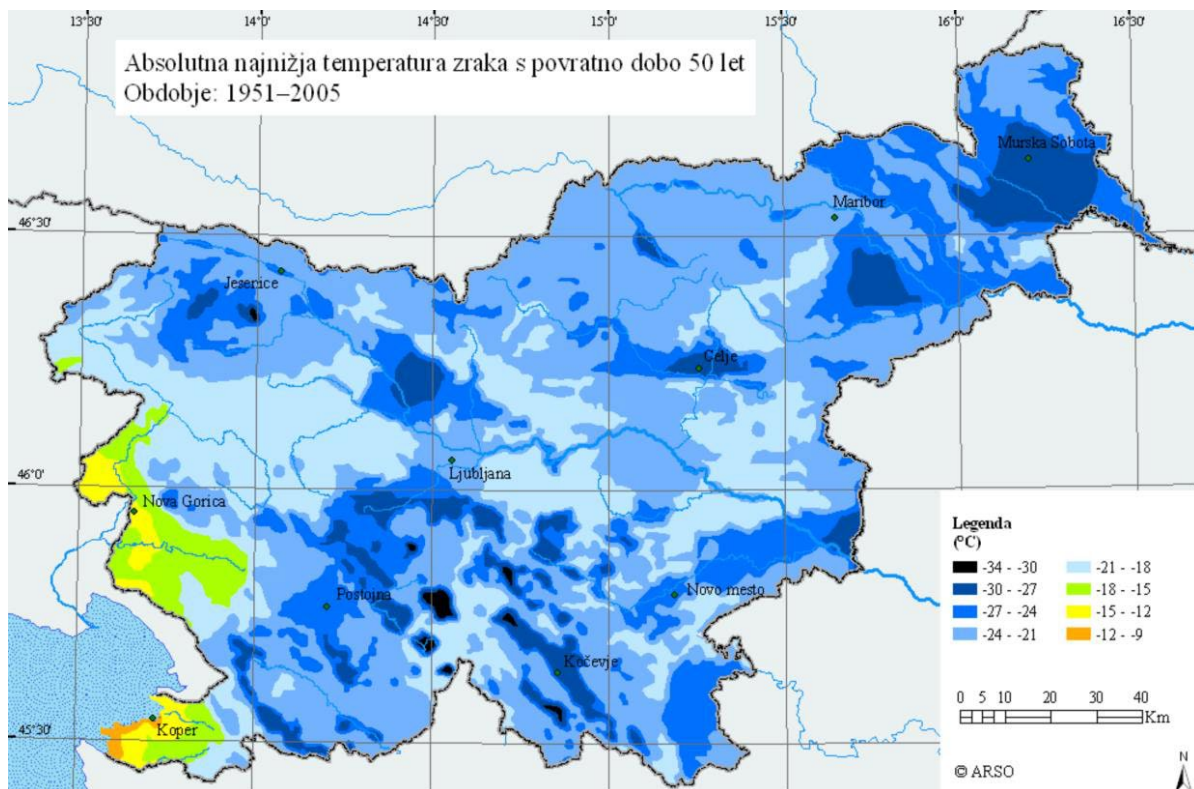
- Povprečna najnižja temperatura bo prav tako narasla, kar bo vplivalo na število dni z minimalnimi temperaturami nad 20 °C (tropske noči).
- Povečanje najnižjih nočnih temperatur bo vplivalo na kvaliteto spanja in povečalo obremenitve zaradi toplotnega stresa.



Slika 13: Najvišja temperatura zraka (v °C) s povratno dobo 50 let (vir: Atlas okolja)

Tabela 21: Ocene za najvišjo temperaturo zraka s povratno dobo 50 let po scenariju RCP4.5 leta 2050 glede na vrednosti najvišje temperature v današnjem podnebnju

T _{danes} (°C)	Ocena T ₂₀₅₀ (°C)	Srednja vrednost ocene T ₂₀₅₀ (°C)
35-36	35,8-38,3	36,5-37,5
36-37	36,8-39,3	37,5-38,5
37-38	37,8-40,3	38,5-39,5



Slika 14: Najnižja temperatura zraka (v °C) s povratno dobo 50 let v obdobju 1961 – 2005 (vir: MOP- ARSO)

Tabela 12: Ocene za najnižjo temperaturo zraka s povratno dobo 50 let po scenariju RCP4.5 leta 2050 glede na vrednosti najnižje temperature v današnjem podnebnju

$T_{\text{danes}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	Ocena $T_{2050} \text{ (}^\circ\text{C)}$	Srednja vrednost ocene $T_{2050} \text{ (}^\circ\text{C)}$
-35 - -32	-34,5 - -29,1	-33,4 - -30,3
-32 - -29	-31,5 - -26,1	-30,4 - -27,3
-29 - -26	-28,5 - -23,1	-27,4 - -24,3
-26 - -23	-25,5 - -20,1	-24,4 - -21,3

Padavine

Podnebni scenariji kažejo, da se bodo padavinski vzorci v Sloveniji v prihodnosti pomembno spremenili. Pričakovane spremembe temeljijo na regionalnih podnebnih modelih projekta EuroCordex, ki predvidevajo tako letne kot sezonske spremembe padavin do sredine 21. stoletja (obdobje 2041-2070).

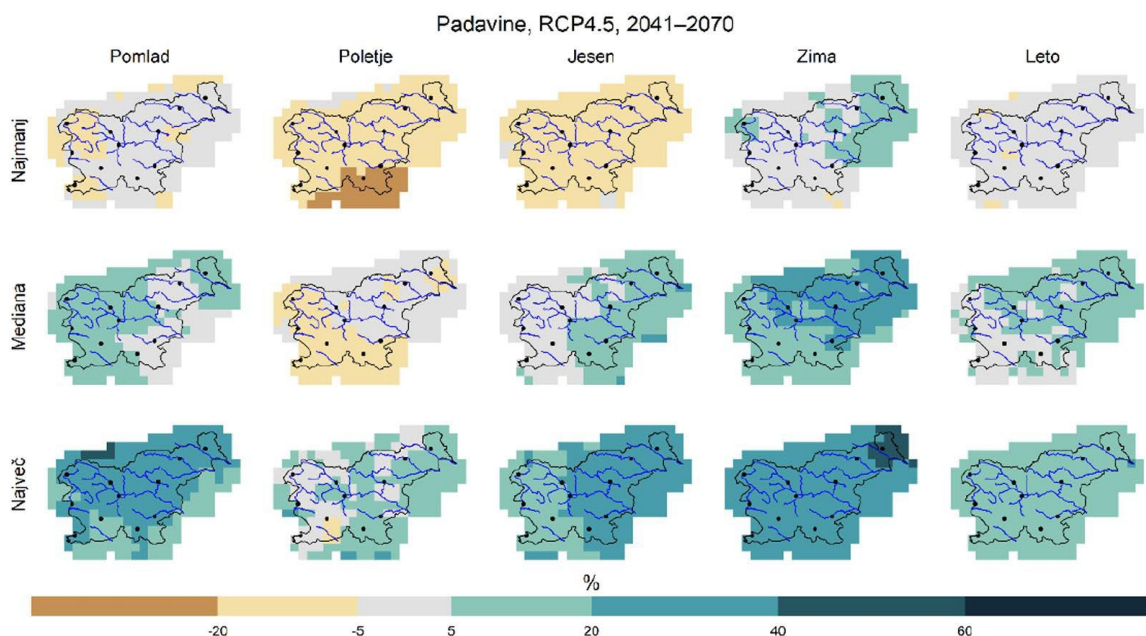
Pričakovane spremembe padavin

- Letne spremembe:

- Na letni ravni se spremembe padavin kažejo šele v drugem tridesetletnem obdobju (2041-2070), ko se bo količina padavin povečala v vzhodni polovici Slovenije.
- Pričakovano je povečanje letne količine padavin, predvsem v zimskih mesecih, medtem ko se poleti pričakuje rahlo zmanjšanje.

- Sezonske spremembe

- **Zima:**
 - Količina padavin se bo pozimi povečala, kar bo vplivalo na pogostost in intenzivnost snežnih padavin ter morebitno povečanje zimske erozije in poplav.
- **Poletje:**
 - Poleti se pričakuje rahlo zmanjšanje količine padavin, vendar pa se bo povečala intenzivnost kratkotrajnih nalivov, kar povečuje tveganje za poletne poplave in erozijo tal.
- **Jeseni in pomladi:**
 - Pričakovane spremembe so manj izrazite, vendar se predvideva povečanje intenzivnosti padavin v jesenskih mesecih, kar lahko vodi do povečane erozije tal in poplav.



Slika 15: Odstopanje povprečnih padavin obdobja 2041–2070 v primerjavi s povprečjem obdobja 1981–2010

Ekstremne padavine

- 12-urne in 24-urne padavine:

- Pričakovane spremembe v ekstremnih padavinah so ocenjene s pomočjo povratnih dob, ki kažejo na povečanje intenzivnosti ekstremnih padavin.
- Ekstremne 12-urne padavine s povratno dobo 100 let se bodo povečale iz 102 mm na 107 mm.
- Ekstremne 24-urne padavine s povratno dobo 100 let se bodo povečale iz 139 mm na 144 mm.

Tabela 23: Ocena za ekstremne 24 urne padavine s 100 letno povratno dobo

Območje	Trajanje (ure)	P _{danes} (mm)	Ocena P ₂₀₅₀ (mm)	Sr. vrednost ocene P ₂₀₅₀ (mm)
Meteorološka postaja Šmartno pri Slovenj Gradcu	12	102	102-111	107
	24	139	139-148	144

- Kratkotrajni nalivi:

- Analize kažejo, da se bodo kratkotrajni nalivi (15 minut do nekaj ur) povečali z naraščanjem temperature. Na podlagi fizikalnega zakona (Clausius-Clapeyronova enačba) se pričakuje, da bo kapaciteta ozračja za zadrževanje vlage naraščala približno s stopnjo 7% za vsako stopinjo povečanja temperature.

Ocene prihodnjih vrednosti ekstremnih padavin

- 15-minutni nalivi:

- Sedanja vrednost za 15-minutne nalive s povratno dobo 100 let je 35 mm. Pričakuje se, da se bo ta vrednost do leta 2050 povečala na 38-40 mm.

- 120-minutni nalivi:

- Sedanja vrednost za 120-minutne nalive s povratno dobo 100 let je 49 mm. Pričakuje se, da se bo ta vrednost do leta 2050 povečala na 52-56 mm.

Tabela 24: Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največje višine 15, 20, 30, 120-minutnih nalivov s 100 letno povratno dobo

Območje	Dolžina naliva (min)	Obdobje	Povratna doba (leta)			
			2	5	25	100
Meteorološka postaja Šmartno pri Slovenj Gradcu	15	danes	15	21	29	35
		2050	16-17	23-24	31-33	38-40
	20	danes	17	24	34	42
		2050	18-19	26-27	36-39	45-48
	30	danes	20	28	39	49
		2050	21-23	30-32	43-45	52-56
	120	danes	30	40	54	65
		2050	32-34	43-46	58-62	70-74

Vetrovne razmere

Podnebni scenariji in analize kažejo, da bodo spremembe v vetrovnih razmerah vplivale na obravnavano območje. Zaradi hitrejšega ogrevanja polarnih od ekvatorialnih območij in posledično manjšega gradienta temperature in tlaka, je za svetovno raven ocenjeno, da se bo povprečna hitrost vetra v celotni troposferi do konca 21. stoletja znižala do 15 %. Na nivoju Evrope resnih študij o spremembi povprečne hitrosti vetra ni objavljenih, saj večina podnebnih modelov ne daje jasnega signala za spremembe.

Pričakovane spremembe vetrovnih razmer

- **Povprečna hitrost vetra:**

- Za območje Evrope ni pričakovati bistvenih sprememb v povprečni hitrosti vetra, saj podnebni modeli ne kažejo jasnega trenda.
- Na svetovni ravni se pričakuje znižanje povprečne hitrosti vetra za do 15% do konca 21. stoletja.

- **Ekstremne hitrosti vetra:**

- Pričakovati je povečanje pogostosti in intenzivnosti ekstremnih vetrov, ki so povezani z lokalnimi vremenskimi pojavi, kot so nevihte.
- Ekstremni vetrovi v Sloveniji so večinoma povezani z lokalnimi procesi, ki jih sodobni regionalni podnebni modeli težko simulirajo.
- Za območje Slovenije ni pričakovati bistvenih sprememb v pogostosti ali intenzivnosti ekstremnih vetrov, razen v primerih lokalnih poletnih neurij, burje v Primorski in karavanškega fena pod Karavankami.

Nevihte

Podnebne spremembe bodo vplivale tudi na pogostost in intenzivnost neviht na območju. Analize kažejo, da bodo nevihte, ki jih spremljajo ekstremne padavine in močni sunki vetra, postale pogostejše in bolj intenzivne.

Pričakovane spremembe neviht

- **Pogostost in intenzivnost neviht:**

- Negotovost scenarijev sprememb ekstremnih vremenskih dogodkov je še nekoliko večja kot pri spremembah povprečij.
- Na osnovi modelskih simulacij se ocenjuje, da se bo pogostost razmer, ki so primerne za razvoj močnih neviht, povečala.

- Pričakuje se povečanje števila dni z močnimi nevihtami

Vpliv neviht na projekt

- Ekstremne padavine:

- Nevihtni dogodki prinašajo ekstremne padavine, ki lahko povzročijo poplave in erozijo tal.
- Projekt leži na območju, kjer so povprečne 12-urne višine padavin s povratno dobo 50 let med 90 in 120 mm, kar predstavlja srednjo izpostavljenost.
- Ekstremne padavine lahko povzročijo poškodbe cestne infrastrukture, zamašitev drenažnih sistemov in potrebo po dodatnih ukrepih za obvladovanje poplav.

- Sunki vetra:

- Močni sunki vetra, ki spremljajo nevihte, lahko poškodujejo infrastrukturo, vključno z mostovi, viadukti in drugimi visokimi konstrukcijami.
- Pričakuje se, da bo izpostavljenost projekta na sunke vetra v prihodnjem stanju ostala srednja, vendar bo potrebno upoštevati možnost povečanja ekstremnih vetrovnih dogodkov.

Poplave, erozija in plazovi

Ekstremne padavine močno vplivajo na poplave, erozijo tal in zemeljske plazove, kar lahko povzroči škodo na infrastrukturi. Hidrološke študije zadnjih dveh desetletij kažejo na porast visokih voda, kar nakazuje spremembe v padavinskih ekstremih. Te spremembe so najbolj očitne poleti, ko se v večini Slovenije, razen na severozahodu, zmanjšuje višina ekstremnih padavin. Statistično značilno zmanjšanje je opazno v osrednji in vzhodni Sloveniji. Na nekaterih postajah je zmanjšanje dvodnevni ekstremnih padavin zelo veliko, do 10 % na desetletje. Spomladi in pozimi so spremembe bolj raznolike: spomladi je najmočnejše zmanjšanje na severozahodu, medtem ko na jugu in vzhodu rahlo narašča. Jeseni je rahlo povečevanje dvodnevni ekstremov, pozimi pa sprememb ni.

Analiza padavinskih dogodkov z vsaj 20 mm padavin v enem dnevu kaže, da se spomladi in poleti število takih dni zmanjšuje po vsej državi, vendar te spremembe niso statistično značilne. Poleti je upad dni z vsaj 20 mm padavin večji, na nekaterih postajah za en do dva dni na desetletje. Jeseni je na zahodu države zaznati zmanjšanje števila dni z vsaj 20 mm padavin, vendar to ni statistično značilno, medtem ko v vzhodni polovici ni zaznati trenda zmanjševanja. Pozimi je na severozahodu opazno zmanjšanje števila dni z vsaj 20 mm padavin, drugod po Sloveniji pa pozimi ni sprememb v številu takih dni.

T.2.5.3 Ocena izpostavljenosti projekta za prihodnje stanje

Ekstremne padavine

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne padavine je enaka kot za obstoječe stanje.

Tabela 25: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne padavine (prihodnje stanje)

12-urna višina padavin s povratno dobo 50 let	Izpostavljenost
<90	ni/majhna izpostavljenost
90 - 150	srednja izpostavljenost
>150	velika izpostavljenost

Projekt se nahaja na območju, kjer so povprečne 12-urne višine padavin s povratno dobo 50 let med 90 in 120 mm. Izpostavljenost projekta na ekstremne padavine v obstoječem stanju je ocenjena kot srednja.

V prihodnosti se pričakuje povečanje 12-urnih padavin, vendar bo izpostavljenost projekta ostala srednja.

Ekstremno povečanje temperature

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne temperature je enaka kot za obstoječe stanje in je v tabeli 23.

Tabela 26: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne temperature (prihodnje stanje)

Letno povprečje dnevne najvišje temperature zraka v °C	Izpostavljenost
<12	ni/majhna izpostavljenost
12 - 18	srednja izpostavljenost
>18	velika izpostavljenost

Projekt leži na območju, kjer so obstoječe povprečne dnevne najvišje temperature zraka do 14,2°C, ocenjena obstoječa izpostavljenost projekta na ekstremne temperature je srednja.

Ob povečanju maksimalne temperature do 2°C do leta 2100, ocenjujemo, da bo izpostavljenost projekta na ekstremne temperature tudi v prihodnjem stanju srednja.

Ekstremni sunki vetra

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na sunke vetra je enaka kot za obstoječe stanje in je v tabeli 27.

Tabela 27: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na sunke vetra (prihodnje stanje)

Povprečni sunki vetra v m/s	Izpostavljenost
< 5	ni/majhna izpostavljenost
5 - 10	srednja izpostavljenost
>10	velika izpostavljenost

Povprečni sunki vetra v obstoječem stanju so 7,6 m/s. Izpostavljenost projekta na sunke vetra v prihodnosti ostane majhna, saj ni pričakovati bistvenih sprememb v povprečni hitrosti vetra.

Na nivoju Evrope relevantnih študij o spremembi povprečne hitrosti vetra ni, izpostavljenost projekta na vetrovne razmere v prihodnjem stanju tako ostane majhna.

Nevihte

Negotovost scenarijev sprememb ekstremnih vremenskih dogodkov je še nekoliko večja kot pri spremembah povprečij.

Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne nevihte v prihodnem stanju je predvsem v povezavi z ekstremnimi padavinami in sunki vetra ocenjena kot srednja.

Tabela 28: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na nevihte (prihodnje stanje)

Število dni z nevihto, maksimalna vrednost	Izpostavljenost
< 25	ni/majhna izpostavljenost
25 - 40	srednja izpostavljenost
>40	velika izpostavljenost

Poplave

Ocenjena izpostavljenost projekta na poplave je visoka. Intenzivnost ekstremnih padavin se bo v prihodnosti povečala, ocenjujemo, da se izpostavljenost projekta na poplave ne bo spremenila, tako da ostane visoka.

Tabela 29: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na poplave (prihodnje stanje)

Območje pogostosti pojavljanja poplav	Izpostavljenost
Območje pogostih poplav	ni/majhna izpostavljenost
Območje redkih poplav	srednja izpostavljenost
Območje zelo redkih poplav	velika izpostavljenost

Nestabilnost tal in erozija

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na erozijo je v tabeli 29, na nestabilnost tal v tabeli 30.

Tabela 30: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na erozijo (prihodnje stanje)

Opozorilna karta erozije	Izpostavljenost
Območja običajnih zaščitnih ukrepov	ni/majhna izpostavljenost
Območja zahtevnejših zaščitnih ukrepov	srednja izpostavljenost
Območje strogega varovanja	velika izpostavljenost

Na podlagi opozorilne karte erozije (Atlas okolja) širše obravnavano območje spada v območje običajnih zaščitnih ukrepov. **Kljub povečani intenziteti v prihodnosti ocenjujemo, da bo ostala izpostavljenost na erozijo tal majhna.**

Tabela 31: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na nestabilnost tal (prihodnje stanje)

Verjetnost pojavljanja plazov	Izpostavljenost
Zelo majhna in majhna verjetnost	ni/majhna izpostavljenost
Srednja verjetnost	srednja izpostavljenost
Velika in zelo velika verjetnost	velika izpostavljenost

Ocenjujemo, da bo ostala izpostavljenost na nestabilnost tal majhna.

Gozdni požari

Območje posega leži na območju majhne požarne ogroženosti. Ocenjujemo, da bo izpostavljenost projekta na požare ostala **majhna**.

Zmrzovanje

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na zmrzovanje je v tabeli 29.

Tabela 32: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na zmrzovanje (prihodnje stanje)

Letno povprečje dnevne najnižje temperature zraka v °C	Izpostavljenost
>5	ni/majhna izpostavljenost
5 - 0	srednja izpostavljenost
<0	velika izpostavljenost

Projekt leži na območju, kjer so povprečne dnevne najnižje temperature zraka med 3,5°C, ocenjena izpostavljenost projekta na zmrzovanje je srednja. **Zaradi povečanja najnižjih temperatur do leta 2050, ocenjujemo, da bo izpostavljenost projekta na zmrzovanje v prihodnjem stanju majhna.**

Žled

Območje projekta leži v območju 3 ogroženosti zaradi žleda. Po oceni se na tem območju žled pojavlja pogosto v povprečju na 3 leta in v povprečju na 3 leta povzroči škodo. Ocenjena izpostavljenost projekta na žled je srednja.

Ocenjena izpostavljenost projekta na žled je srednja.

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na žled je v tabeli 33.

Tabela 33: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na žled

Območje	Izpostavljenost
1, 2	ni/majhna izpostavljenost
3	srednja izpostavljenost
4	velika izpostavljenost

Ocena izpostavljenosti

Izpostavljenost projekta za prihodnje stanje je bila ocenjena ob upoštevanju razpoložljivih podatkov in predhodno opredeljenih izpostavljenosti v obstoječem stanju. Izpostavljenost projekta na prihodnje stanje je prikazana v tabeli 34.

Tabela 31: Matrika izpostavljenosti za prihodnje stanje

Podnebni dejavnik	Izpostavljenost za obstoječe stanje
Ekstremne padavine	
Ekstremno povečanje temperature	
Ekstremni sunki vetra	
Nevihte	
Poplave	
nestabilnost tal/plazovi	
Gozdni požari	
Zmrzovanje	
Žled	

Legenda:

	ni/majhna izpostavljenost
	srednja izpostavljenost
	velika izpostavljenost

Izpostavljenost projekta se z upoštevanjem pričakovanih podnebnih sprememb glede na obstoječe stanje ne bo bistveno povečala oziroma spremenila.

Glede na to, da se v prihodnosti zaradi podnebnih sprememb pričakuje predvsem več ekstremnih vremenskih pojavov, na katere je projekt izpostavljen že sedaj, je ocenjeno, da bo projekt v prihodnosti izpostavljen enakim podnebnim dejavnikom kot v obstoječem stanju:

- velika za poplave
- srednja za ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperatur, nevihte, poplave in žled.
- majhna za gozdne požare, zmrzovanje in ekstremne sunke vetra, nestabilnost tal.

V prihodnjem stanju je sprememba le glede izpostavljenosti na mraz, ki bo majhna.

T.2.6 MODUL 3: ANALIZA RANLJIVOSTI

T.2.6.1 Modul 3a: analiza ranljivosti – obstoječe stanje

Ranljivost je opredeljena z matrikami glede na stopnjo občutljivosti in izpostavljenost izhodiščnim podnebnim dejavnikom/sekundarnim učinkom. Izhodiščna matrika za oceno ranljivosti projekta na podnebne dejavnike je v tabeli 35.

Tabela 35: Metodološka matrika ranljivosti

Stopnja ranljivosti		Ni	Srednja	Velika
	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			

Pri oceni ranljivosti se upošteva, da je stopnja ranljivosti srednja ali velika, če projekt vsaj deloma posega na območje z veliko ali srednjo občutljivostjo in je vsaj v delu območja projekta ocenjena srednja ali velika izpostavljenost.

Ranljivost (R) se izračuna kot: $R = O \times I$

kjer je [O] stopnja občutljivosti projekta in [I] izpostavljenosti podnebnim dejavnikom. Analiza ranljivosti je izdelana za vse dejavnike, na katere je izvedba projekta pomembneje občutljiva:

Tabela 36: Matrike ranljivosti projekta za obstoječe stanje

Ekstremne padavine		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Ekstremni sunki vetra		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Poplave		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Nestabilnost tal		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Zmrzovanje		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Ekstremno povečanje temperature		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Nevihite		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Erozija tal		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Gozdni požari		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Žled		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			

- velika občutljivost:
 - ekstremne padavine
 - poplave
 - erozija tal
 - Nestabilnost tal/plazovi
- srednja občutljivost:
 - ekstremne temperature
 - ekstremni sunki vetra,
 - nevihte
 - erozija tal
 - gozdni požari
 - zmrzovanje
 - žled.

Podatki o analizi ranljivosti projekta na podnebne dejavnike za obstoječe stanje so v tabeli 36. Pri oceni ranljivosti projekta za obstoječe stanje je upoštevano obstoječe stanje na območju projekta, obstoječe naravne danosti in obstoječe klimatske razmere.

T.2.6.2 Modul 3b/1: analiza ranljivosti – prihodnje stanje

Podobno kot v pri analizi ranljivosti za obstoječe stanje je ocenjena tudi ranljivost projekta z upoštevanjem podatkov o pričakovanih podnebnih spremembah v dolgoročnem obdobju. Ranljivost je opredeljena z matrikami glede na stopnjo občutljivosti in ocenjeno izpostavljenostjo za pričakovani podnebni scenarij v prihodnjem obdobju. Podatki o analizi ranljivosti projekta na podnebne dejavnike za obstoječe stanje so v tabeli 33, za prihodnje stanje v tabeli 34. Izpostavljenost projekta se z upoštevanjem pričakovanih podnebnih sprememb glede na obstoječe stanje ne bo bistveno povečala oziroma spremenila.

Tabela 37: Matrike ranljivosti projekta za obstoječe stanje

Ekstremne padavine		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Ekstremni sunki vetra		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Poplave		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Nestabilnost tal		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Zmrzovanje		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			

Ekstremno povečanje temperature		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Nevihte		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Erozija tal		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Gozdni požari		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			
Žled		Ni	Srednja	Velika
IZPOSTAVLJENOST				
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			

T.2.7 MODUL 4: OCENA TVEGANJA

T.2.7.1 Uvod

Ocena tveganja je izvedena z ocenjevanjem verjetnosti pojavov in posledic pojavov, ki so povezana z nevarnostmi, opredeljenimi v analizi izpostavljenosti in analizi ranljivosti s poudarkom na prepoznavanju tveganj, ki so povezana z ocenjeno pomembnejšo ranljivostjo posega.

Glede na rezultate analize ranljivosti je za dejavnike poplav ranljivost velika

Ocena posledic je opredeljena kot:

- 1 – nepomembna
- 2 – majhna
- 3 – srednja
- 4 – velika
- 5 – uničujoča

Tabela 38: Matrika ocene posledic pojava

	1	2	3	4	5
	nepomembne	majhne	srednje	velike	uničujoče
Opis	Minimalen vpliv, ki se izniči skozi normalno delovanje	Dogodek, ki vpliva na projektno delovanje in ima lokalni vpliv z začasnimi trajanjem	Resen dogodek, ki zahteva dodatne ukrepe za uravnavanje delovanja in se kaže v zmernem vplivu	Kritičen dogodek, ki zahteva izven serijsko prilagoditev, ki se odraža v prostorsko večjem obsegu ali časovno daljšem vplivu	Nesreča, s potencialom, da se delovanje ustavi ali poškoduje infrastruktura in ustvari večjo in dolgotrajno škodo

Ocena verjetnosti pojava:

1 – redko

2 – malo verjetno

3 – možno

4 – verjetno

5 – zagotovo

Tabela 39: Matrika ocene verjetnosti pojava

	1	2	3	4	5
	redko	malo verjetno	možno	verjetno	zagotovo
Opis	Velika verjetnost, da se dogodek ne zgodi	V okviru sedanjih informacij in postopkov se pojav verjetno ne bo zgodil	Dogodek se dogaja v podobnih okoljih in razmerah.	Dogodek se bo zgodil z večjo verjetnostjo kot neverjetnostjo.	Dogodek se bo skoraj zagotovo zgodil, možno tudi večkrat

Podrobnejša metodologija določanja posledic in verjetnosti je navedena v nadaljevanju za vsako področje posebej. Tveganje je opredeljeno skladno z matriko, kot jo opredeljujejo Smernice v Annex VI: Example risk matrix.

Tabela 40: Matrika ocene tveganja

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1	1	2	3	4	5
Majhno	2	2	4	6	8	10
Srednje	3	3	6	9	12	15
Veliko	4	4	8	12	16	20
Uničujoče	5	5	10	15	20	25

Legenda:

1-3	Zanemarljivo tveganje
4-6	Majhno tveganje
7-10	Zmerno tveganje
11-17	Veliko tveganje
18-25	Izjemno tveganje

T.2.7.2 Ocena tveganja

Območje leži v veliki izpostavljenosti za:

- poplave

Območje leži v srednji izpostavljenosti za:

- ekstremne padavine
- ekstremno povečanje temperature
- ekstremni sunki vetra
- nevihte
- poplave
- zmrzovanje
- žled

Območje leži v majhni izpostavljenosti za:

- gozdni požari
- Nestabilnost tal/plazovi

Ocena tveganja je za ekstremne sunke vetra, ekstremno povečanje temperature, zmrzovanje, gozdne požare in žled ocenjena kot zanemarljiva, za ekstremne padavine, erozijo tal, nevihte kot majhna, za poplave kot velika.

Tabela 41: Ocena tveganja

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1		Ekstremni sunki vetra	Ekstremno povečanje temperature	Ekstremne padavine	
Majhno	2					
Srednje	3					
Veliko	4					Poplave
Uničujoče	5					

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1			Zmrzovanje	Nevihte	
Majhno	2					
Srednje	3					
Veliko	4					Poplave
Uničujoče	5					

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1		Gozdni požari	Žled	Erozija tal	
Majhno	2					
Srednje	3					

Veliko	4					
Uničujoče	5					

Tabela 41: Povzetek občutljivosti, izpostavljenosti, ranljivosti in ocene tveganja na podnebne spremembe

T.3 SKLEPNA OCENA

Ocena tveganja je bila izdelana z namenom priprave potrebnih ukrepov za zagotovitev odpornosti posega na pričakovane podnebne spremembe. Izvedena je bila analiza občutljivosti, izpostavljenosti, ranljivosti in tveganja posega na podnebne spremembe. Upoštevani so bili vsi razpoložljivi podatki glede na pričakovane scenarije podnebnih sprememb v območju posega.

Projekt je občutljiv na naslednje dejavnike:

- velika občutljivost: ekstremne padavine, poplave
- srednja občutljivost: ekstremne padavine, ekstremni sunki vetra, nevihte, požari, zmrzovanje in žled, erozija tal
- majhna občutljivost: povprečna hitrost vetra, suša

Ocena izpostavljenosti posega v obstoječem stanju:

- velika: poplave
- srednja: ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperature, ekstremni sunki vetra, nevihte, zmrzovanje, žled, erozija tal
- majhna: gozdni požari

Ocena izpostavljenosti posega v prihodnjem stanju:

- velika: poplave
- srednja: ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperature, ekstremni sunki vetra, nevihte, žled, erozija tal
- majhna: gozdni požari, zmrzovanje

Ocena izpostavljenosti za prihodno stanje je enaka za vse dejavnike, razen za zmrzovanje, ki je v prihodnjem stanju ocenjena kot majhna, zaradi trenda višanja najnižjih temperatur.

Pri oceni ranljivosti so upoštevane obstoječe klimatske razmere za obstoječe stanje, za prihodnje stanje je ranljivost posega ocenjena glede na oceno sprememb do sredine 21. stoletja (ARSO). Ocena ranljivosti je enaka v obstoječem in v prihodnjem stanju. Ocena tveganja je za ekstremne sunke vetra, ekstremno povečanje temperature, zmrzovanje, gozdne požare in žled ocenjena kot zanemarljiva, za

ekstremne padavine, erozijo tal, nevihte kot majhna, za poplave kot velika.

Tabela 41: Povzetek občutljivosti, izpostavljenosti, ranljivosti in ocene tveganja na podnebne spremembe

Podnebni dejavnik	Občutljivost	Izpost. Obstoječa	Izpost. Predvidena	Ranljivost obstoječa	Ranljivost prihodnja	Ocena tveganja
Ekstremo povečanje temperature						Majhno
Povprečna hitrost vetra						Zanemarljivo
Ekstremne padavine						Majhno
Ekstremni sunki vetra						Majhno
Nevihte						Majhno
Poplave						Majhno
Erozija tal						Majhno
Nestabilnost tal/plazovi						Majhno
Suša						Zanemarljivo
Gozdni požari						Zanemarljivo
Zmrzovanje						Zanemarljivo
Žled						Majhno

Skupna ocena tveganja za predviden projekt je ocenjena z **majhnim tveganjem**.

T.4. PREVERITEV PREPUSTOV

V sklopu analize ocene tveganja na podnebne spremembe smo izvedli preveritev prepustnosti projektiranih prepustov.

T.4.1 Vhodni podatki

Izbira obdobja preveritve

Predvidena življenjska doba ceste je 50 let, zato se pri preveritvi prepustov upošteva naraščanje ekstremnih padavin za leto 2054.

Tabela povratnih dob za ekstremne padavine

Podatki o ekstremnih padavinah so pridobljeni s spletne strani Crossrisk, za koordinate kjer se nahaja sanacija:

<https://www.crossrisk.eu/sl/climate?period=100y&accumulation=24h>

Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu (ARSO)

Oceno sprememb kratkotrajnih nalivov je v oktobru 2019 izdelala Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) in je priložena temu poročilu.

Ocena sprememb dolgotrajnih nalivov za Slovenijo (ARSO)

Spremembe jakosti dolgotrajnih ekstremnih padavin je bila ocenjena v okviru projekta »Ocena podnebnih sprememb do konca 21. stoletja (OPS21)« v obliki linearnih trendov nivojev z različnimi povratnimi dobami.

Te ocene so podrobno opisane v sinteznem poročilu projekta, ki se nahaja na spletni strani:

http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf

V poglavju 5.3.3 (na strani 122–127) se nahajajo zemljevidi s trendi za različne scenarije izpustov TGP. Trendi so ocenjeni za eno-, tri- in petdnevne padavine. Za 12 ur do 2 dni trajajoče nalive so reprezentativni trendi za enodnevne padavine, za do 4 dni trajajoče nalive trendi za tridnevne padavine in za dlje trajajoče nalive trendi za petdnevne padavine. Iz zemljevida na strani 124 sinteznega poročila razberemo, da je na območju postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu trend ekstremnih dnevnih padavin pri scenariju izpustov RCP4.5 zanesljiv in da te naraščajo za 1–1,5 mm/desetletje. Sredi stoletja (leta 2050) se bodo dnevne ekstremne padavine povečale za 8 mm. Torej je za sredino stoletja potrebno upoštevati, da bo vrednost 24-urnih padavin s povratno dobo 100 let 138 - 147 mm, oziroma 17 l/s/ha, oziroma se povečajo za 6,25%.

T.4.2 Prispevne površine

Meje prispevnih površin za padavinske vode smo predvideli glede na površine in relief območja za posamezno prispevno površino. Prispevne površine meteorne kanalizacije so razvidne iz grafičnih situacij G.120, ki so del tega načrta.

OBMOČJE 1						
A1.1	asfalt	0,90	66	0,0066	100,0	0,90
	zelenica	0,15	0	0,0000	0,0	
	SKUPAJ		66	0,0066	100,0	
A1.2	asfalt	0,90	134	0,0134	100,0	0,90
	zelenica	0,15	0	0,0000	0,0	
	SKUPAJ		134	0,0134	100,0	
A1.3	asfalt	0,90	121	0,0121	100,0	0,90
	zelenica	0,15	0	0,0000	0,0	
	SKUPAJ		121	0,0121	100,0	
A1.4	asfalt	0,90	35	0,0035	100,0	0,90
	zelenica	0,15	0	0,0000	0,0	
	SKUPAJ		35	0,0035	100,0	

Količina padavinskih voda

Količina padavinskih voda se določa po enačbi:

$$Q = A * \varphi * i$$

Kjer je:

Q = odtok padavinskih voda (l/s)

A = velikost prispevne površine (ha)

φ = odtočni koeficient ($\varphi = 0.90$ za ceste, $\varphi = 0.70$ za betonske površine, $\varphi = 0.15$ za raščen teren)

i = intenziteta naliva (l/s.ha)

Za izračun meteornih vod je merodajen naliv s povratno dobo 10 let, izračun je narejen za 15 minutni naliv. V rezultatih so za posamezne odseke označeni merodajni nalivi. Posamezne prispevne površine z odtočnimi koeficienti so prikazane v grafičnih prilogah.

Dimenzioniranje odvodnjevalnih naprav

Za izračun je kot merodajen padavinski dogodek izbran naliv skladno 43. členom Pravilnika o projektiranju cest (Ur.l.RS, št.91/05, 26/06, 109/10 – Zces-1 in 36/18). Glede na vrsto ceste smo izbrali jakost naliva najbližje meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu: 268 l/sec,ha s povratno dobo 10 let in trajanjem 15 min.



POVRATNE DOBE ZA EKSTREMNE PADAVINE

Postaja: ŠMRTNO PRI SLOVENJ GRADCU
Obdobje: 1970 - 2012

Količina padavin (l/(sec·ha))

trajanje padavin	POVRATNA DOBA						
	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	257	338	392	459	510	560	625
10 min	195	268	316	377	422	467	526
15 min	167	228	268	319	356	394	443
20 min	143	199	236	283	318	352	397
30 min	113	155	183	218	244	270	304
45 min	85	117	137	164	184	203	229
60 min	68	93	110	131	147	163	183
90 min	51	69	80	95	106	117	131
120 min	42	55	64	75	83	91	101
180 min	32	41	47	54	60	65	72
240 min	27	33	38	43	47	51	57
300 min	23	28	32	36	39	42	46
360 min	21	25	27	31	33	36	39
540 min	16	19	21	24	25	27	30
720 min	13	16	18	20	22	24	26
900 min	11	14	16	18	20	21	24
1080 min	10	12	14	16	17	19	21
1440 min	8	10	12	13	15	16	18

Tabela 4: povratne dobe za ekstremne padavine vir:

https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/precip_return_periods_newer/

Izhodišča:

- povratna doba: 10 let
- intenziteta naliva: 268 l/s/ha
- čas trajanja naliva: 15 min
- obratovalna hrapavost: 0.000125m

MK1	Prispevno območje	Prispevna površina ceste (ha)	Odt. koeficient	Prispevna površina zaledja (ha)	Odt. koeficient	Prispevna površina zaledja (ha)	Odt. koeficient	q (l/s·ha)	Q (l/s)
RJ2_L	A1.1	0,0066	0,9	0,0000	0,15	0,0000	0,7	268	1,59
RJ3_L	A1.1, A1.2	0,0200	0,9	0,0000	0,15	0,0000	0,7	268	4,82
RJ4_L	A1.1, A1.2, A1.3, A1.4	0,0321	0,9	0,0000	0,15	0,0000	0,7	268	7,74

Kapaciteta cevi je pri vseh kanalih večja od maksimalnega pritoka v času naliva.

Tabela jaškov in požiralnikov

TABELA REVIZIJSKIH JAŠKOV							
OZNAKA	FI	X	Y	STAC	KP (m)	KD (m)	G
RJ1_L	DN800	504.047.367	138.548.406	0+105	361.20	360.01	1,20
RJ2_L	DN800	504.060.659	138.567.007	0+125	361.21	359.82	1,20

OD PROJEKTA DO OBJEKTA

RJ3_L	DN800	504.069.097	138.584.156	0+145	361.21	359.81	1,40
RJ4_L	DN800	504.075.074	138.602.786	0+165	361.23	359.63	1,60

TABELA POŽIRALNIKOV

OZNAKA	FI	TIP	X	Y	STAC	KP (m)	KI (m)	KD (m)	G
P1_L	DN500	A	504.047.857	138.547.934	0+105	361.21	360.44	359.94	1,3
P2_L	DN500	A	504.061.232	138.566.640	0+125	361.23	360.45	359.95	1,3
P3_L	DN625	A	504.069.718	138.583.878	0+145	361.19	360.41	359.91	1,3
P4_L	DN625	A	504.075.723	138.602.582	0+165	361.22	360.44	359.94	1,3

P.1 Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu



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

Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za postajo Šmartno pri Slovenj Gradcu

Pripravil:
Anže Medved

Ljubljana, oktober 2019



Uvod

Podnebni modeli kvantitativno simulirajo interakcijo pomembnih dejavnikov podnebja, kot so ozračje, oceani, zemeljska površina in led. Upoštevajo prejeta energijo s sonca kot kratkovalovno (predvsem vidno in kratkovalovno infrardeče) sevanja in oddano dolgovalovno infrardeče sevanje. Vsako neravnovesje v prejeti in oddani energiji se pokaže kot sprememba v temperaturi. Upoštevati poskušajo čim več podatkov o podnebnem sistemu, kot so gibanje zračnih mas, nastajanje oblakov, tvorjenje padavin, večanje in manjšanje ledu na polih, spreminjanje vegetacije itn. Pogosto zato sklapljajo ozračje, oceane in led z reševanjem enačb za prenos energije, snovi in izmenjavo sevanja.

Ena od omejitev globalnih podnebnih modelov je sorazmerno groba vodoravna ločljivost. Za izračun lokalnih značilnosti podnebja potrebujemo podatke v večji ločljivosti, kot jo lahko ponudijo globalni modeli. Regionalni podnebni modeli so ena od treh možnosti, ki so na voljo za to (drugi dve sta zagon globalnih modelov v večji ločljivosti, kar je računalniško zelo zahtevno, ali uporaba statističnih tehnik za preračun v večjo ločljivost). Ti računajo na manjši površini in kot vhodni robni podatek jemljejo podatke kakega od globalnih modelov. Globalni modeli definirajo pojave na večji skali, kot so sprememba podnebja zaradi toplogrednih plinov ali izbruhov vulkanov ipd., regionalni modeli pa poskrbijo za vpliv lokalnih dejavnikov kot so relief, raba zemljišč ipd. na podnebje oz. vreme. Dajejo nam vremenske in podnebne informacije v ločljivosti od 50 km pa vse do 10 km. Regionalni modeli dajejo med seboj različne realizacije vremena, zanašamo pa se na to, da so osnovne značilnosti podnebja (npr. letni hodi in sezone, trendi itn.) pravilno realizirane.

Za oceno podnebnih sprememb na ARSO uporabljamo rezultate regionalnih podnebnih modelov projekta EuroCORDEX. Vodoravna ločljivost regionalnih modelov, ki smo jih uporabili, je okrog 14 km, obdobje modeliranja je za vse modele 1961–2100, za nekatere pa 1971–2100. Časovni korak modelskih rezultatov je en dan. Od približno 15 kombinacij globalnih in regionalnih podnebnih modelov smo izbrali šest takih, ki so si med seboj čim bolj različni in se obenem čim bolj skladajo z izmerjenimi vrednostmi podnebnih spremenljivk v preteklosti. Te smo obravnavali kot ansambel in iz šestih rezultatov za vsako spremenljivko izračunali skupno vrednost in razpon nedoločenosti.

Podnebni modeli vsebujejo sistematične napake. Te nastanejo med drugim zaradi omejene vodoravne in navpične ločljivosti, poenostavljenih enačb za nekatere fizikalne procese, numeričnih shem, nepopolnega razumevanja vseh podnebnih procesov itn. V splošnem je potrebno sistematične napake modelov pred uporabo njihovih rezultatov popraviti. Rezultati modelov naj bi čim bolj predstavili preteklost. Za to primerjamo modelske rezultate z meritvami in jih ustrezno popravimo. To se da storiti na več načinov, na ARSO smo uporabili metodo preslikav kvantilov. Popravke smo naredili za obdobje 1981–2100.



Ker je ločljivost modelov okrog 12 km, so modelski rezultati značilni za območja velikosti okrog 140 km². Za primer glavne meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu smo izbrali modelsko točko, znotraj katere leži omenjena postaja in ima tudi podobno nadmorsko višino. Seznam modelov (globalni podnebni model, ki je dal robne pogoje (gcm), regionalni podnebni model (rcm), 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. 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 zmožne 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. Na zahtevo naročnika so podatki pripravljene za obdobje okrog leta 2050.



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 padavinskimi 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).

Največja dnevna količina padavin za območje glavne meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu

Oceno spremembe nalivov dolžine 720 minut in več smo izračunali iz trenda pri **največjih dnevni višini padavin**. Povprečen trend šestih modelov za scenarij **RCP4.5** znaša **0,68 mm/desetletje** (z 95-odstotnim intervalom zaupanja med -0,16 in 1,50 mm/desetletje). V preglednici 2 so podane ocene za ekstremne 24-urne padavine s 100-letno povratno dobo za območje glavne meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu v današnjem in prihodnjem podnebju. 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 24-urne padavine s povratno dobo 100 let za območje glavne meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu. Ocene so podane za današnje podnebje (P_{danes}) in za podnebje v sredini 21. stoletja (P_{2050}) po scenariju RCP4.5. Za prihodnje podnebje je podan 95-odstotni interval zaupanja za oceno, ki temelji na izračunu šestih različnih podnebnih modelov (preglednica 1) in srednja vrednost ocene.

Območje	P_{danes} (mm)	Scenarij	Ocena P_{2050} (mm)	Srednja vrednost ocene P_{2050} (mm)
Glavna meteorološka postaja Šmartno pri Slovenj Gradcu	139	RCP4.5	138–147	142

Nalivi za območje glavne meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu

Posledice ogrevanja ozračja na intenzivnost padavin z različno dolžino trajanja je tema, ki še vedno ni popolnoma rešena. Sprememba ekstremnih 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 za območje glavne meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu za scenarij **RCP4.5** znaša okrog **0,20 °C/desetletje**, z 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,14 in 0,33 °C/desetletje. Od tod lahko pričakujemo naraščanje v ekstremnih padavinah od **0,96 %/desetletje** (po stopnji 7 %/°C) oz. **4,57 %/desetletje** (po stopnji 14 %/°C) oz. za **4,79 %** in **22,84 %** 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, 15, 20 in 30-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 15-, 30- in 120-minutne nalive (v mm) s povratno dobo 100 let za območje glavne meteorološke postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu. 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)
Glavna meteorološka postaja Šmartno pri Slovenj Gradcu	5	danes	17
		2050	18–21
	10	danes	28
		2050	29–34
	15	danes	35
		2050	37–43
	20	danes	42
		2050	44–52
	30	danes	49
		2050	51–60

Viri

- 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.