NASLOVNA STRAN NAČRTA

INVESTITOR	
ime in priimek ali naziv družbe	**Občina Šentjur,**
naslov ali sedež družbe	**Mestni trg 10, 3230 Šentjur**
OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	**Plaz na JP 89771 »Pod Rebrom«**
kratek opis gradnje	
vrste gradnje	**Rekonstrukcija**
vrsta dokumentacije	**Izvedbeni načrt za izvedbo - INZI**
številka projekta	**GK 235-2024**
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta.	**ELABORAT PODNEBNIH SPREMEMB, OCENA TVEGANJA NA PODNEBNE SPREMEMBE**
številka načrta	**EPS 85 - 2025**
datum izdelave	**Marec 2024**
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	**Uroš ARANĐELOVIĆ, univ.dipl.inž.geol.**
identifikacijska številka	**RG-0208**
	podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe
PODATKI O PROJEKTANTU	
projektant (naziv družbe)	**LAM BIRO d.o.o.** **Šmartno ob Paki 134, 3327 Šmartno ob Paki**
odgovorna oseba projektanta	**Armin LAMBIZER**
	podpis odgovorne osebe projektanta

UROŠ ARANĐELOVIĆ
univ.dipl.inž.geol.
IZS PI RG0208

LAM BIRO d.o.o.
Šmartno ob Paki 134, 3327 Šmartno ob Paki

S. SPLOŠNI DEL

S.1 KAZALO VSEBINE TEHNIČNEGA POROČILA:

Občina Šentjur, ... 0
S.1 KAZALO VSEBINE TEHNIČNEGA POROČILA: 2
S.2 KAZALO SLIK: 3
T.1 SPLOŠNO 5
T.1.1 Zakonska izhodišča 5
T.1.3 Projektne Rešitve 6
T.2. OCENA TVEGANJA NA PODNEBNE SPREMEMBE 8
T.2.1 Uvod 8
T.2.2 Metodologija izdelave 9
T.2.3 Modul 1: Analiza Občutljivosti 10
T.2.4 Modul 2A: Ocena izpostavljenosti projekta – obstoječe stanje 13
T.2.4.1 Uvod 13
T.2.4.2 Klimatske razmere na območju projekta 14
T.2.4.3 Ocena izpostavljenosti projekta 24
T.2.5 Modul 2b: ocena izpostavljenosti – prihodnje stanje 34
T.2.5.1 Uvod 34
T.2.5.2 Pričakovane spremembe podnebja 34
T.2.5.3 Ocena izpostavljenosti projekta za prihodnje stanje 42
T.2.6 MODUL 3: ANALIZA RANLJIVOSTI 46
T.2.6.1 Modul 3a: analiza ranljivosti – obstoječe stanje 46
T.2.6.2 Modul 3b/1: analiza ranljivosti – prihodnje stanje 48
T.2.7 MODUL 4: OCENA TVEGANJA 49
T.2.7.1 Uvod 49
T.2.7.2 Ocena tveganja 51
T.3 SKLEPNA OCENA 52
P.1 Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za naselje Šentjur 55

S.2 KAZALO SLIK:

Slika 1: Lokacija cest 5

Slika 2: Povprečne mesečne temperature zraka in količina padavin v obdobju 1991 – 2020 za klimatološko postajo Celje - Medlog (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS) 15

Slika 3: Primerjava mesečne povprečne temperature zraka za leto 2020 z dolgoletnim povprečjem (1991 – 2020) za klimatološko postajo Celje - Medlog (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS) 16

Slika 4:Letna povprečna višina padavin v Sloveniji (1981 - 2010), vir: Arhiv ARSO-Urad za meteorologijo RS 19

Slika 5: Vetrna roža za klimatološko postajo Celje Medlog za obdobje 2009 – 2023, vir: Arhiv ARSO-Urad za meteorologijo RS 21

Slika 6: 12-urna višina padavin s povratno dobo 50 let (1961 – 2000), ARSO /10/ 25

Slika 7: Letno povprečje dnevne najvišje temperature zraka (1981-2010), ARSO-Urad za meteorologijo RS 26

Slika 8: Opozorilna karta erozije (vir: Geoportal ARSO) 28

Slika 9: Karta verjetnosti pojavljanja plazov (vir: Geoportal ARSO /14/) 29

Slika 10: Razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti 30

Slika 11: Letno povprečje dnevne najnižje temperature zraka (1981-2010), Arhiv ARSO–Urad za meteorologijo RS 31

Slika 12: Karta območij ogroženih zaradi žleda, obdobje 1961-2006 (vir: MOP-ARSO) 32

Slika 13: Ocenjene spremembe povprečne temperature (v °C) v obdobju 2041-2070 v primerjavi z obdobjem 1981-2010 (vir: MOP-ARSO) 35

Slika 14: Najvišja temperatura zraka (v °C) s povratno dobo 50 let v obdobju 1961 – 2005 (vir: MOP-ARSO) 36

Slika 15: Najnižja temperatura zraka (v °C) s povratno dobo 50 let v obdobju 1961 – 2005 (vir: MOP-ARSO) 37

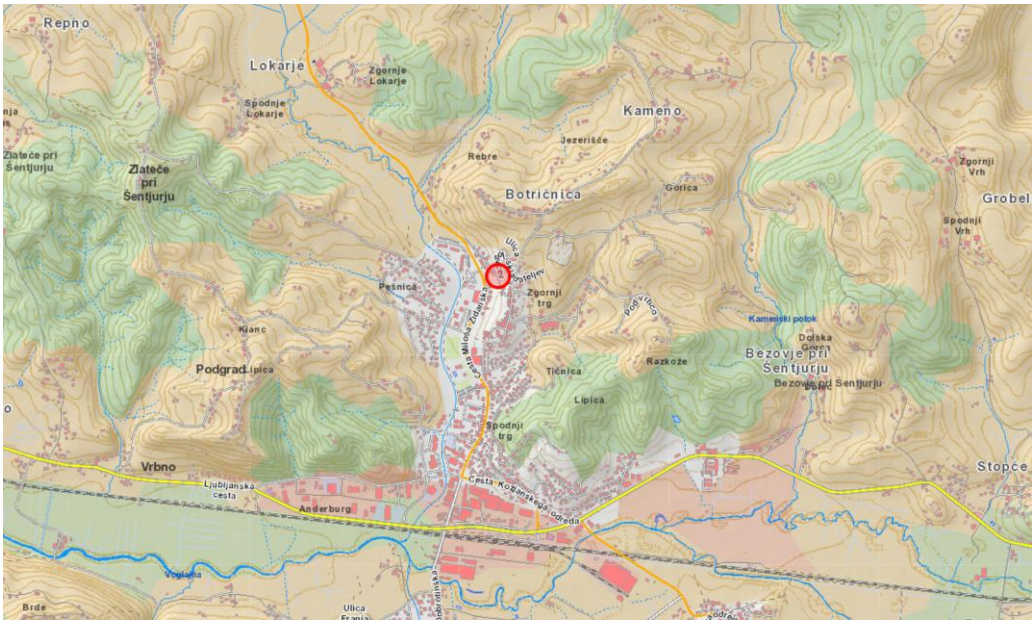
Slika 16: Odstopanje povprečnih padavin obdobja 2041–2070 v primerjavi s povprečjem obdobja 1981–2010 39

T. TEHNIČNI DEL

T.1 SPLOŠNO

Naročnik je naročil izdelavo ocene tveganja na podnebne spremembe za izvedbo projekta »Plaz na JP 89771 »Pod Rebrom«« v občini Slovenske Konjice.

Osnova za izdelavo tega poročila je IzN projekt št. GK 235-2024ki ga je izdelalo podjetje LAM BIRO d.o.o., Šmartno ob Paki 134, 3327 Šmartno ob Paki.



Slika 1: Lokacija cest

T.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 rekonstrukcija in sanacija asfaltne ceste in ureditev odvodnjavanja ceste.

Projekt obravnava:

1. **Rekonstrukcija cestišča**
2. **Sanacija plazu s sidrano pilotno steno, piloti se povežejo z AB vezno gredo**

T.1.3 Projektne Rešitve

Projektne rešitve so povzete iz tehničnega opisa projekta.

Vrtine premera 80 cm se izvedejo v rastrih 1.5 m. Globine vrtin znašajo 11 in 13 m, katere se podaljšajo za ≈ 1 m, zaradi »slepega« vrtanja skozi delovni plato. Vrtine se zalijejo ≈ 30 – 50 cm nad zgornjo projektirano koto pilotov, zaradi kasnejšega odbijanja »glave« AB pilota.

Pri izvedbi uvrtanih AB pilotov se uporabi cementni beton C25/30 (vsebnost cementa ≥ 375 kg/m3), XC2, PV-I, D32, S3. Armaturni koš je izveden iz 16 vzdolžnih palic premera Φ25 in 28 mm, konstrukcijske armature (arm. obroč) premera premera Φ20 mm v rastrih 1.0 m, ki povezujejo vzdolžne palice, ter spiralne strižne armature premera Φ12 mm v rastrih 0.20 m. Zaščitni sloj armature znaša 8 cm, sidrna dolžina vzdolžnih palic v vezno AB gredo pa min. 100 cm.

V izbrane pilote (2x) se vgradi inklinometrska cev, ki služi spremljavi pomikov pilotne stene. Izvede se referenčna in prva meritev, nato se spremljave izvajajo po potrebi.

Število uvrtanih AB pilotov znaša 27.

<u>Izvedba – zahteve</u>
Pilote se izvede tako, da se zaporedoma izdela vsak drugi pilot, nato pa se izdela še vmesni. Pri betonaži je pomembno, da je kontraktorska cev vedno potopljena v beton najmanj 1 m, saj na takšen način preprečimo segregacijo betona.

Pred izvedbo vezne grede je potrebno odbiti »glavo« pilota v zgornji višini 30 – 50 cm, pusti se le 10 cm »glave« pilota, ki služi kot strižni zob.

Po končani izvedbi pilotov je potrebno izvesti test zveznosti AB pilotov. Test zveznosti se izvede na 1/4 pilotov.

Piloti so uvrtani v kompaktno podlago (kamnino) min. 25 % (sidrani piloti) oz. 30 % (konzolni piloti) višine pilotne stene.

Vezna AB greda

Osnova za izgradnjo vezne AB grede na predvideni lokaciji so predhodno izvedeni uvrtani AB piloti ter stabilna betonska podlaga – podložni beton C12/15 v debelini 10 cm.

Pri izvedbi vezne AB grede se uporabi cementni beton C30/37, XD3/XF4, PV-II, D16, S3. Armaturni koš je izveden iz vzdolžne in stremenske armature premera Φ8, 12, 14, 16, 18 mm. Zaščitni sloj armature znaša 5 cm, prekrivanje vzdolžnih armaturnih palic pa znaša najmanj 80 cm. Pri izvedbi vezne AB grede je potrebno zgornje robove ustrezno pobrati oziroma jih urediti s trikotnimi letvami. Na določenih razdaljah se izvede dilatacijska rega, pri tem je potrebno paziti, da se le-ta izvede na območju med pilotoma. V vezni AB gredi se izdelajo sidrišča 50x50 cm pod naklonom 15° in 25° od vertikale, 3 sidrišča na območju krožišča se izvedejo tudi pod določenimi koti od horizontale tlorisnega poteka vezne AB grede.

Dimenzije vezne AB grede: dolžina 41 m (os), širina 1.0 m, višina 1.25 m.

Na vezno AB gredo se vgradi cevna ograja z vertikalnimi polnili (z vmesno prekinitvijo).

Pasivna sidra

Pri izvedbi sidranja je predvideno vgrajevanje pasivnih IBO sider nosilnosti > 800 kN (R51-800) ali SN sider s predhodno izvedenimi vrtinami. Sidra so predvidene dolžine 25 m, ter se vgrajujejo izmenično pod kotom 15° in 25° (npr. soda sidra 15°, liha sidra 25°), 3 sidra na območju krožišča se izvedejo pod določenimi koti od horizontale tlorisnega poteka vezne AB grede. Horizontalne razdalje med sidri znašajo 4.5 m (zaradi tlorisne konkavne oblike pilotne stene bi zgostitev sidranja pomenila medsebojna križanja, s čimer bi težko zadostili sidranje pod kotom 15° in 25°, sočasno bi težko zanemarili medsebojni vpliv bližine sider na območju križanj, prav tako bi težko ohranili zadostno razdaljo med »vpetimi« deli sider, še posebej v primeru, da bodo potrebna podaljševanja sider). Vrtalna krona IBO sidra ali vrtina SN sidra znaša min. D = 150 mm, da se pridobi večja obodna površina veznega dela med injekcijsko maso in zemljino, ter da se pridobi večja debelina kolobarja injekcijske mase, ki zagotavlja protikorozijsko zaščito sidra. Pasivna sidra morajo biti uvrtana v kompaktno podlago (kamnino) min. 7 m.

Sidra se po vsej dolžini zalijejo z injektirno maso iz cementa in vode z vodocementnim faktorjem w/c=0.45 ter privijejo s kalibrirnim momentnim ključem do velikosti momenta, kot ga predpisuje proizvajalec.

Metoda vrtanja mora ustrezati vrsti zemljine. Lahko se izvedejo samouvrtana IBO sidra ali SN sidra s predhodno izvedenimi vrtinami. V primeru izdelave SN sidra je potrebno v primeru zasipavanja vrtine vršiti vrtanje z zaščitnimi cevmi, ki se nato istočasno z injektiranjem izvlečejo iz vrtine.

Število pasivnih sider znaša 4, na preostalem delu se izvedejo dodatna rezervna sidrišča.

Zaradi težke dobavljivosti trajnih pasivnih sider na območju Slovenije smo protikorozijsko zaščito pasivnih sider dosegli z naslednjimi ukrepi:

- Vrtina/krona premera min. D = 150 mm (zaščitni sloj sidra z injekcijsko maso posledično znaša 49.5 mm, kar v primeru agresivnega okolja zadošča za dobo cca. 50 let, v primeru neagresivnega okolja pa za dobo 100 let).
- Vroče cinkanje vidnih/izpostavljenih delov pasivnega sidra (matica, sidrna ploščica in zadnja sidrna palica v dolžini 4 m morajo biti ustrezno protikorozijsko zaščiteni – vroče cinkanje. Sidrišča naj se dodatno zaščitijo s »kapo«).

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 projektnih 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 I1«

- 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 IZN. 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 dejavnikih in stanju okolja, dostopnih na spletni strani Agencije RS za okolje, podatki o možni izpostavljenost 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

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

T.2.3 Modul 1: Analiza Občutljivosti

Cesta je 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 pičakovanih 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 nevtralno 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 doleta 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 negativi 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 je v tabeli 2. Pomembne podnebne spremenljivke in z njimi povezane nevarnosti so tiste, ki štejejo za veliko ali srednjo občutljivost.

Predviden poseg 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)												
Koristi infrastrukture (varovanje)												
Prometne povezave												

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 plazu 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

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 1950 in 2022 za klimatološko postajo Celje - Medlog, podatki o vetru so za obdobje med letoma 2009 in 2023 za klimatološko postajo Celje - Medlog. V analizo so vključeni naslednji klimatski parametri:

-temperaturne razmere

-vlažnost zraka

-oblačnost in pogostost megle

-padavinske razmere

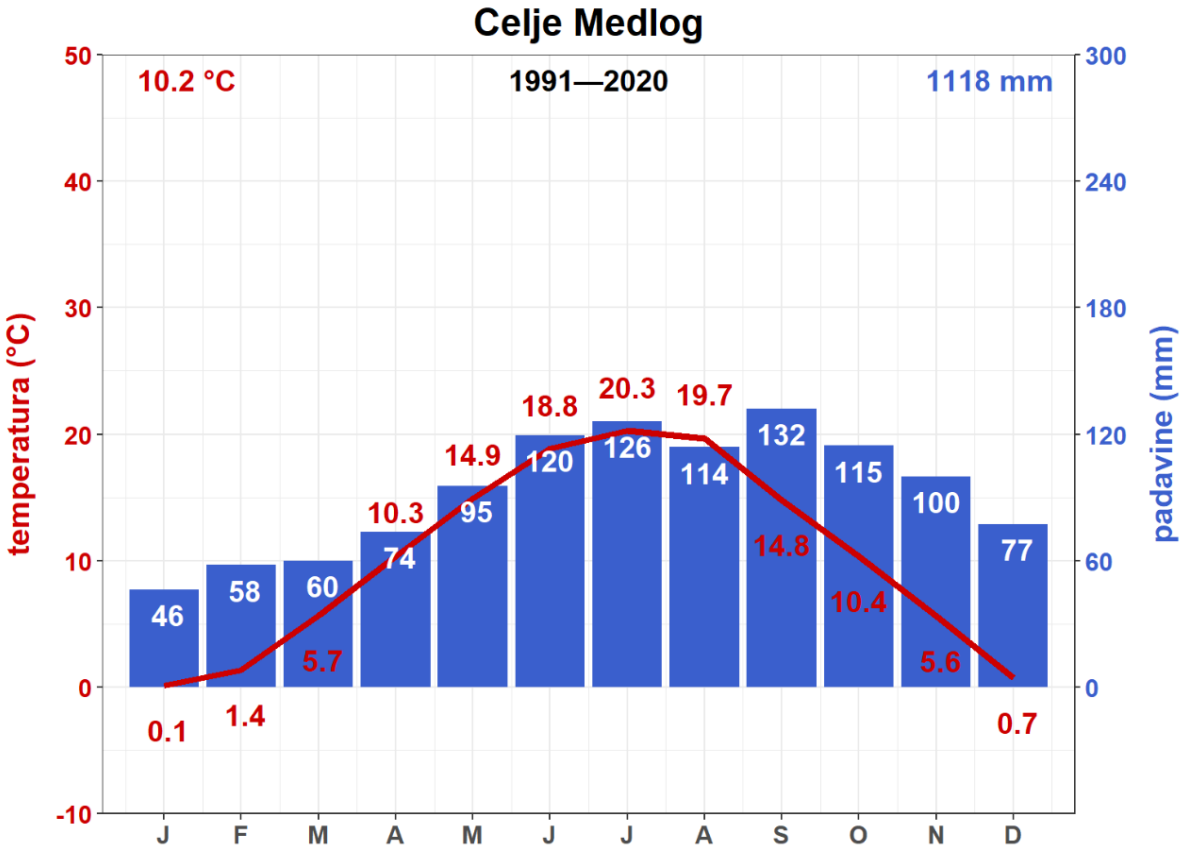
-vetrovne razmere

Temperaturne razmere

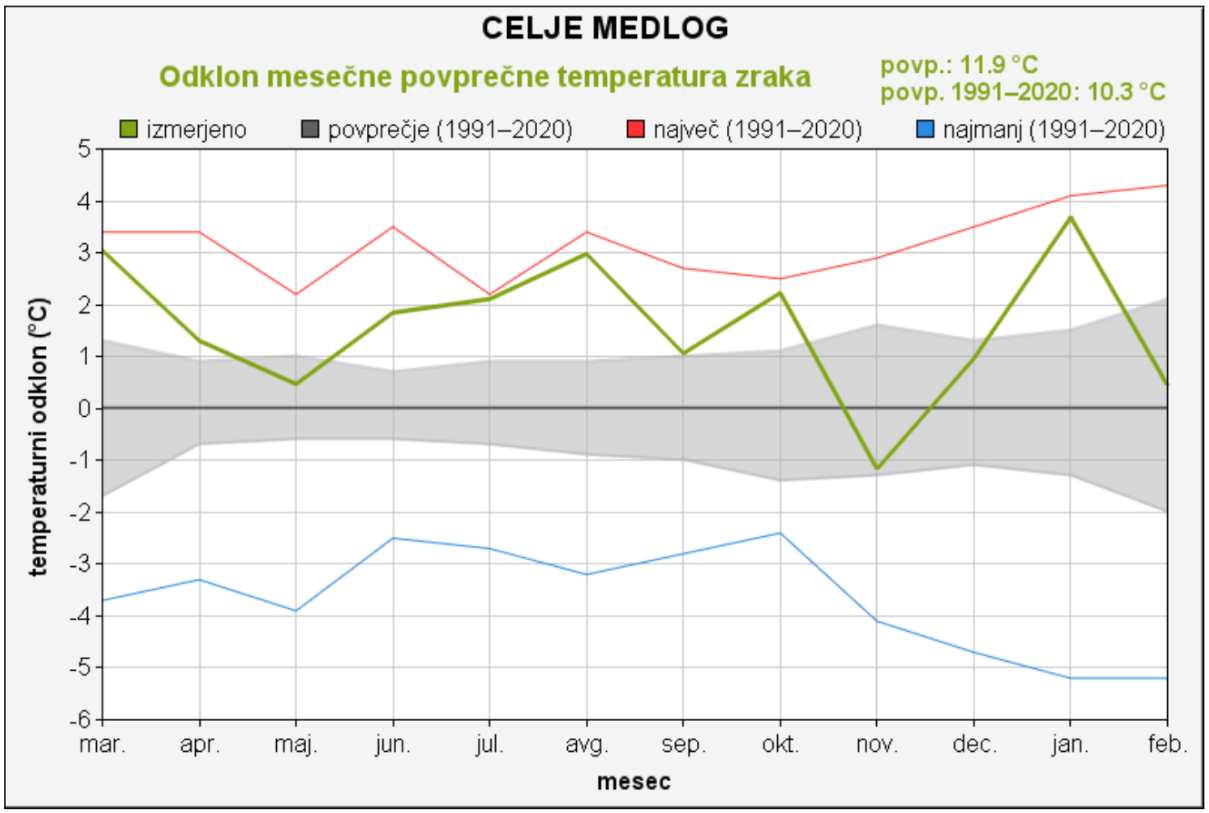
- Povprečna letna temperatura na območju je 10,2°C.
- Najtoplejši mesec je julij, s povprečno mesečno temperaturo okoli 20,3°C.
- Najhladnejši mesec je januar (0.1°C).
- Povprečne maksimalne mesečne temperature:
    - Nikoli ne padejo pod 0°C.
    - Najvišje so v juliju in avgustu.
- Povprečne minimalne mesečne temperature:
    - Najnižje so v januarju, decembru in februarju.
    - Tudi v najtoplejšem mesecu juliju so minimalne temperature nad 12°C.

Tabela 3: Temperaturne razmere na klimatološki postaji Celje - Medlog

Spremenljivka	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
Temperatura zraka													
povprečna temperatura (°C)	0.1	1.4	5.7	10.3	14.9	18.8	20.3	19.7	14.8	10.4	5.6	0.7	10.2
dnevna najvišja temperatura (°C)	4.7	7.3	12.2	17.3	21.8	25.7	27.6	27.4	21.9	16.5	10.1	5.0	16.5
dnevna najnižja temperatura (°C)	-3.9	-3.5	0.1	4.2	8.8	12.8	14.0	13.7	9.8	6.1	2.1	-2.9	5.1
najvišja temperatura v obdobju (°C)	17.1	21.4	25.5	28.8	32.6	35.8	37.0	39.7	33.3	26.6	22.1	17.3	39.7
najnižja temperatura v obdobju (°C)	-24.8	-21.6	-21.0	-6.7	-1.1	3.0	5.0	3.0	-1.2	-8.6	-11.3	-21.4	-24.8



Slika 2: Povprečne mesečne temperature zraka in količina padavin v obdobju 1991 – 2020 za klimatološko postajo Celje - Medlog (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS)



Slika 3: Primerjava mesečne povprečne temperature zraka za leto 2020 z dolgoletnim povprečjem (1991 – 2020) za klimatološko postajo Celje - Medlog (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS)

Vlažnost zraka

- **Srednja letna relativna vlaga**
  - **Najvišja zjutraj (88 %)**: Vlažnost je najvišja v zgodnjih jutranjih urah, kar je običajno med 5. in 7. uro.
  - **Najnižja ob 14. uri (56 %)**: 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 Celje (1981 - 2010)

Relativna vlaĽnost (%) ob uri	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
7:00	89	88	88	87	84	82	85	89	92	93	91	90	88
14:00	67	55	50	48	48	49	48	48	54	60	67	73	56
21:00	85	80	74	72	74	76	78	82	88	89	88	88	81

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 Celju je povprečno število jasnih dni 39, medtem ko je število oblačnih dni 120.
  - 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.

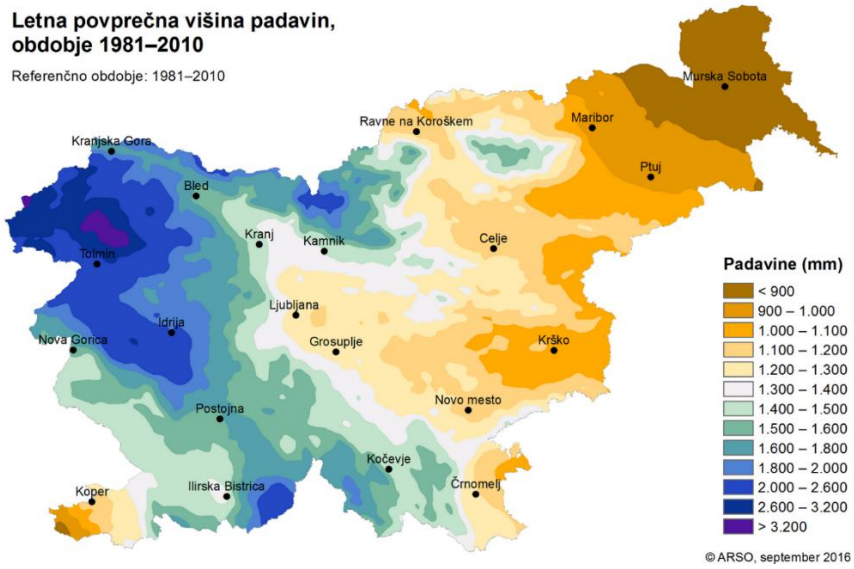
- **Skupna letna količina padavin**:
  - Skupna letna količina padavin je okoli 1118 mm, kar je tipično za zmerno kontinentalno podnebje.
  - Letne količine padavin so razporejene sorazmerno enakomerno skozi leto, vendar z izrazitejšim viškom v poletnih mesecih.

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

Spremenljivka	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
Padavine													
višina padavin (mm)	46	58	60	74	95	120	126	114	132	115	100	77	1118
število dni z vsaj 0,1 mm padavin	10	9	10	13	14	14	13	12	12	12	12	11	141
število dni z vsaj 1 mm padavin	6	6	7	9	10	10	10	9	10	8	8	8	101
število dni z vsaj 10 mm padavin	2	2	2	2	3	4	5	4	4	4	4	3	38

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



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 julija, 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.

Vetrovne razmere

Povprečna letna hitrost vetra

- **Celje - Medlog**:
    - Povprečna letna hitrost vetra je 1,7 m/s.
    - Prevladuje jugozahodna smer vetra.

Hitrost sunkov vetra

- **Povprečna hitrost sunkov vetra**:
    - Podatkov o povprečnih sunkih vetra ni na voljo, glede na to, da gre za nižinsko območje predpostavljamo da znašajo od 5 – 10 m/s.
- **Geografski vplivi**:
    - Relief ima pomemben vpliv na hitrost vetra, saj doline in planote vplivajo na pospeševanje ali zaviranje vetrov.

Brezvetrje

- **Pojavnost brezvetrja**:
    - Dnevi brezvetrja predstavljajo 0.5% 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

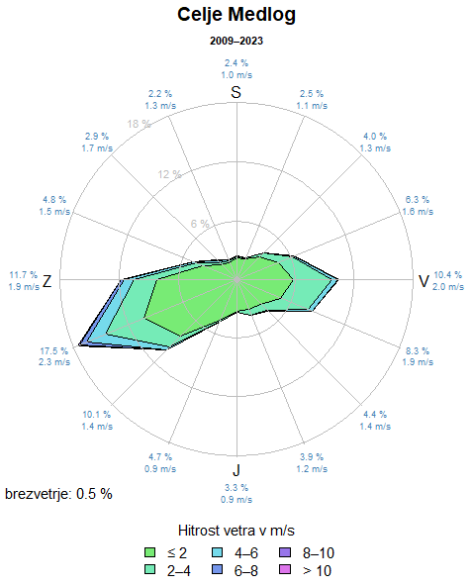
- **Poletni meseci**:

- 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 brezvetrja v primerjavi s poletnimi meseci, kar lahko izboljša razpršitev onesnaževal v zraku.

Tabela 6: Povprečna hitrost vetra (m/s) na klimatološki postaji Celje – Medlog (vir:Arhiv ARSO-Urad za meteorologijo RS)

	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
2009	1.2	1.7	2.1	1.7	1.9	1.9	1.6	1.4	1.3	1.7	1.9	1.7	1.7
2010	1.2	1.8	2.4	1.9	2.4	2.1	1.7	1.5	1.3	1.4	2.0	1.5	1.8
2011	1.9	1.6	2.0	1.6	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6
2012	1.8	2.0	1.8	2.4	2.0	1.8	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.8
2013	1.5	1.4	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.6	1.4	1.9	1.8	1.6	1.7
2014	1.7	1.8	1.8	1.8	2.2	1.7	1.4	1.5	1.5	1.7	1.4	1.7	1.7
2015	1.8	1.4	2.1	2.5	1.9	1.6	1.5	1.3	1.6	1.2	1.2	1.1	1.6
2016	1.3	2.2	2.1	2.3	1.8	1.6	1.6	1.4	1.2	1.4	1.6	1.1	1.6
2017	1.4	2.0	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.9	1.7
2018	2.1	1.8	2.0	2.0	1.5	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.5	1.4	1.6
2019	1.4	1.5	2.2	1.8	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.7	1.4	1.5	1.6
2020	1.3	2.5	2.2	1.9	1.8	1.7	1.5	1.3	1.3	1.9	1.2	1.4	1.7
2021	1.7	2.0	1.8	2.1	2.0	1.7	1.6	1.3	1.2	1.3	1.2	1.4	1.6
2022	1.5	2.2	1.9	2.4	1.7	1.8	1.6	1.9	1.5	1.3	1.5	1.5	1.7
2023	1.8	1.7	2.1	2.0	1.6	1.6	1.8	1.4	1.3	1.8	1.7	1.9	1.7
povprečna hitrost	1.6	1.8	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7



Slika 5: Vetrna roža za klimatološko postajo Celje Medlog za obdobje 2009 – 2023, vir: Arhiv ARSO-Urad za meteorologijo RS

Ekstremni vremenski dogodki

Najvišje in najnižje letne, mesečne in dnevne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk v obdobju 1991 – 2020 za klimatološko postajo Celje Medlog so v tabeli 7.

- **Najvišje temperature:**
  - Absolutno najvišja temperatura: 39,7 °C, izmerjena avgusta 2013.
  - Največje število vročih dni: leto 2003.
- **Padavine:**
  - Najvišja mesečna in dnevna količina padavin: leto 1962 in 1969.
  - Najmanj dni z zabeleženimi padavinami: leto 2011.

- **Najnižje temperature:**
  - Ekstremno nizke temperature: dosežene leta 1950.
- **Sneg:**
  - Največ snega: 78 cm, izmerjenih leta 1952.
- **Povratne dobe za ekstremne padavine (obdobje 1970-2012):**
  - 25-letna povratna doba:
    - Višina padavin v 15 minutnem intervalu: 31 mm.
  - 50-letna povratna doba:
    - Količina padavin v 15 minutnem intervalu: 35 mm
  - 100-letna povratna doba:
    - Količina padavin v 15 minutnem intervalu: 40 mm

Tabela 7: Ekstremne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk za klimatološko postajo Celje – Medlog v obdobju 1950 - 2023

Spremenljivka	največ	datum/mesec/leto	najmanj	datum/mesec/leto
Temperatura zraka				
temperatura zraka (°C)	39.7	8.8.2013	-29.2	31.1.1950
letno število mrzlih dni (Tmin ≤ -10 °C)	39	1963	0	1951, 1974, 2020, 2023
letno število hladnih dni (Tmin < 0 °C)	142	1973	56	2014
letno število ledenih dni (Tmax < 0 °C)	51	1963	0	1974
letno število toplih dni (Tmax ≥ 25 °C)	110	2003	40	1984
letno število vročih dni (Tmax ≥ 30 °C)	56	2003	2	1955, 1966, 1975, 1978
letno število tropskih noči (Tmin ≥ 20 °C)	3	2010	0	64 takšnih let
Padavine				
letna višina padavin (mm)	1443	1962	705	2003
mesečna višina padavin (mm)	342	avg. 1969	0	jan. 1964, feb. 1993, nov. 2011, dec. 2015
dnevna višina padavin (mm)	118	18.9.2010	—	—
letno število dni brez merljivih padavin (manj kot 0,1 mm)	267	2011	181	1960
letno število dni s padavinami (vsaj 1 mm)	133	1960	72	2011
Sneg				
letno število dni s snežno odejo	107	1962/63	3	1989/90
največja višina snežne odeje (cm)	78	16.2.1952	—	—
največja višina novozapadlega snega (cm)	65	10.2.1999	—	—
Sonce				
letno trajanje sončnega sevanja (ure)	2208	2022	1556	1972
mesečno trajanje sončnega sevanja (ure)	326	avg. 1992	10	dec. 1995

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

Povratni nivoji padavin v mm

	Povratna doba						
Dolžina intervala	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 minut	8	11	13	15	17	18	21
10 minut	13	17	20	25	28	31	35
15 minut	16	21	26	31	35	40	46
20 minut	18	25	29	36	41	46	54
30 minut	21	29	35	43	50	57	67
45 minut	24	34	41	51	59	68	80
60 minut	26	37	45	55	64	74	88
90 minut	30	41	50	62	72	83	99
2 uri	32	45	54	66	77	89	105
3 ure	37	50	60	73	84	96	114
4 ure	41	54	64	78	89	101	119
5 ur	45	58	68	82	93	106	124
6 ur	48	61	72	86	97	110	128
9 ur	55	70	82	98	111	124	144
12 ur	60	76	88	105	118	133	153
15 ur	63	80	93	110	124	139	160
18 ur	66	84	97	114	129	144	165
24 ur	70	89	103	122	136	152	173

T.2.4.3 Ocena izpostavljenosti projekta

Uvod

Smernice določajo, da se podnebni dejavniki, ki povzročajo veliko ranljivost projekta, presojajo 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

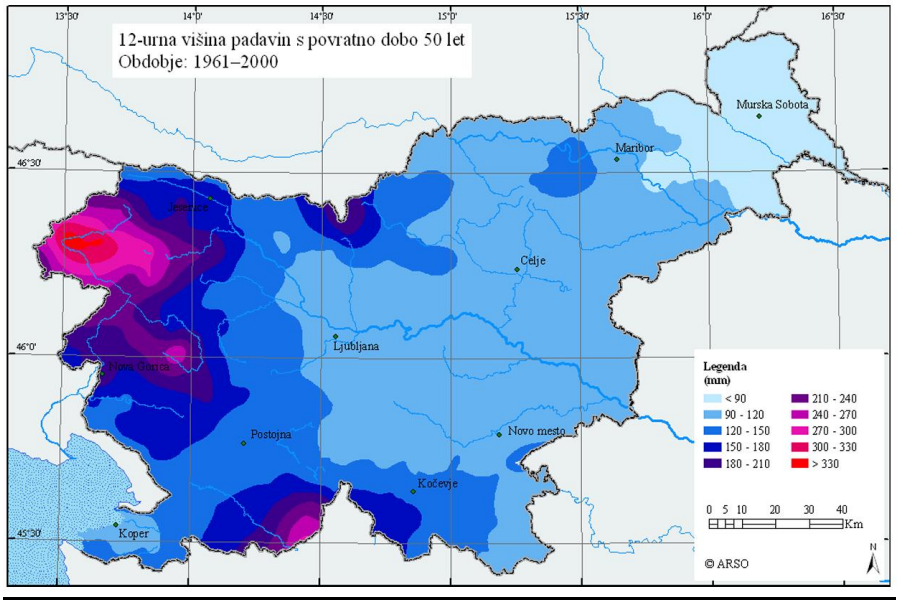
- erozija tal

Ekstremne padavine

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

Tabela 9: 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/

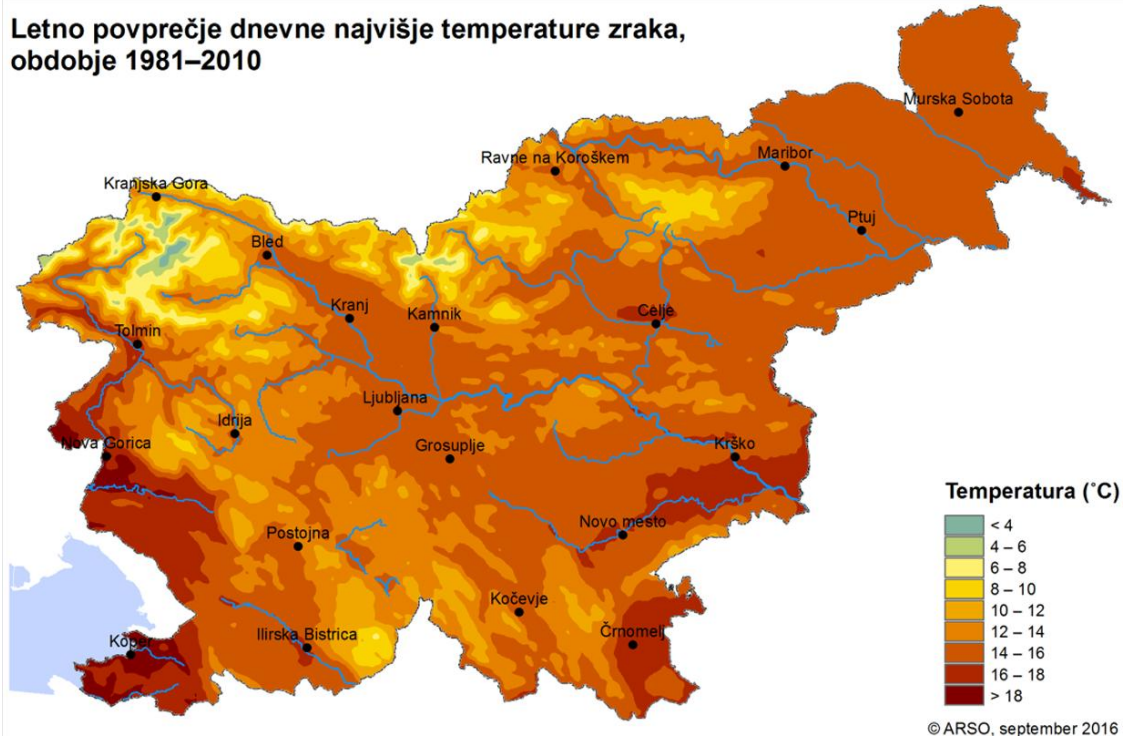
Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne padavine je srednja.

Ekstremno povečanje temperature

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na ekstremne temperature je v tabeli 6.

Tabela 10: 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 8,5°C, povprečna najvišja dnevna temperatura je 16.5°C. Na območju je bila absolutno najvišja temperatura izmerjena avgusta 2013 (39.7 °C).

Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne temperature je srednja.

Ekstremni sunki vetra

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na sunke vetra je v tabeli 7.

Tabela 11: 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 prevladujejo jugozahodni vetrovi. Povprečna letna hitrost znaša 1.7 m/s, brezvetrje pa 0.5 %. Podatkov o povprečnih sunkih vetra ni na voljo, glede na to, da gre za nižinsko območje predpostavljamo da znašajo od 5 – 10 m/s.

Projekt leži na območju, kjer so povprečne hitrosti sunkov vetra od 5 - 10 m/s, ocenjena izpostavljenost projekta na sunke vetra je srednja.

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 12: 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. Obravnavano območje se ne nahaja v območju poplav.

Ocenjena izpostavljenost projekta na poplave je majhna.

Tabela 13: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na poplave (obstoječe 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 15, na nestabilnost tal v tabeli 16.

Tabela 14: 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



Slika 8: Opozorilna karta erozije (vir: Geoportal ARSO)

Na podlagi opozorilne karte erozije (Geoportal ARSO, slika 8) obravnavano območje ne leži v erozijsko ogroženem območju.

Ocenjena izpostavljenost projekta na erozijo je majhna.

Tabela 15: 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 6) 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.

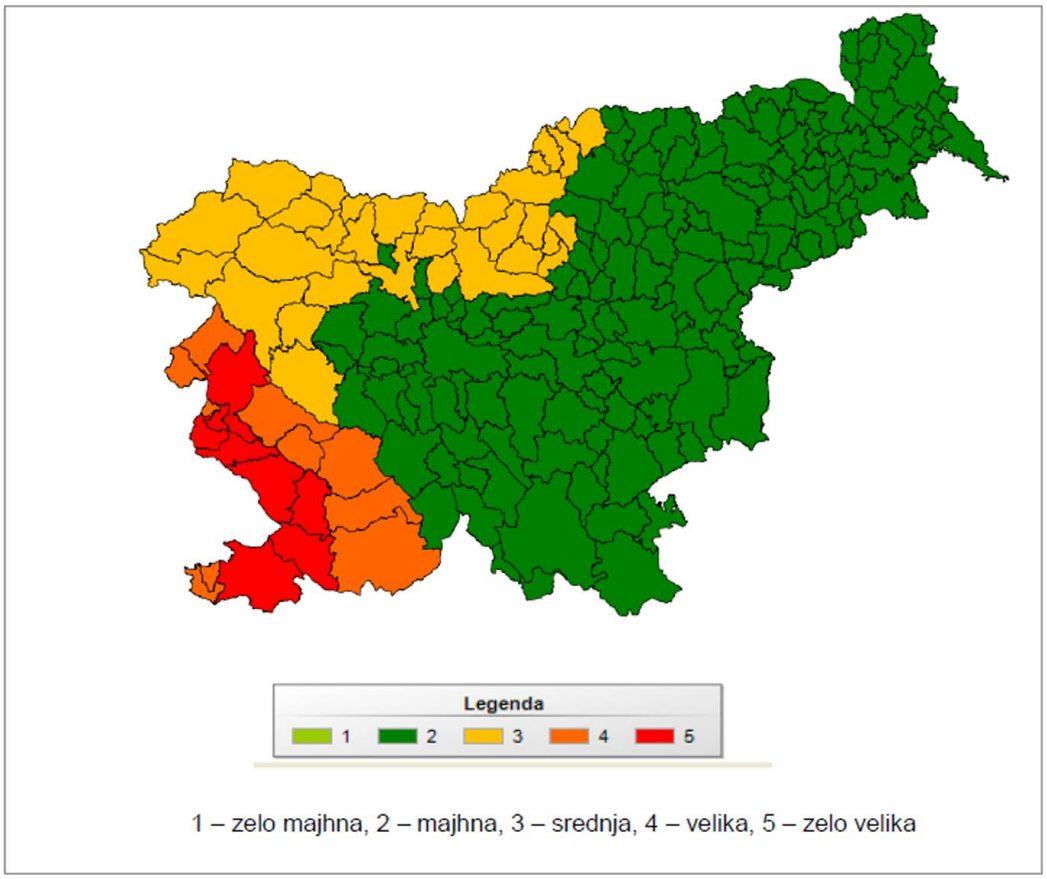


Slika 9: Karta verjetnosti pojavljanja plazov (vir: Geoportal ARSO /14/)

Ocenjena izpostavljenost projekta na nestabilnost tal je velika.

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 10.



Slika 10: Razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti

Tabela 16: 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 zelovelika)	velika izpostavljenost

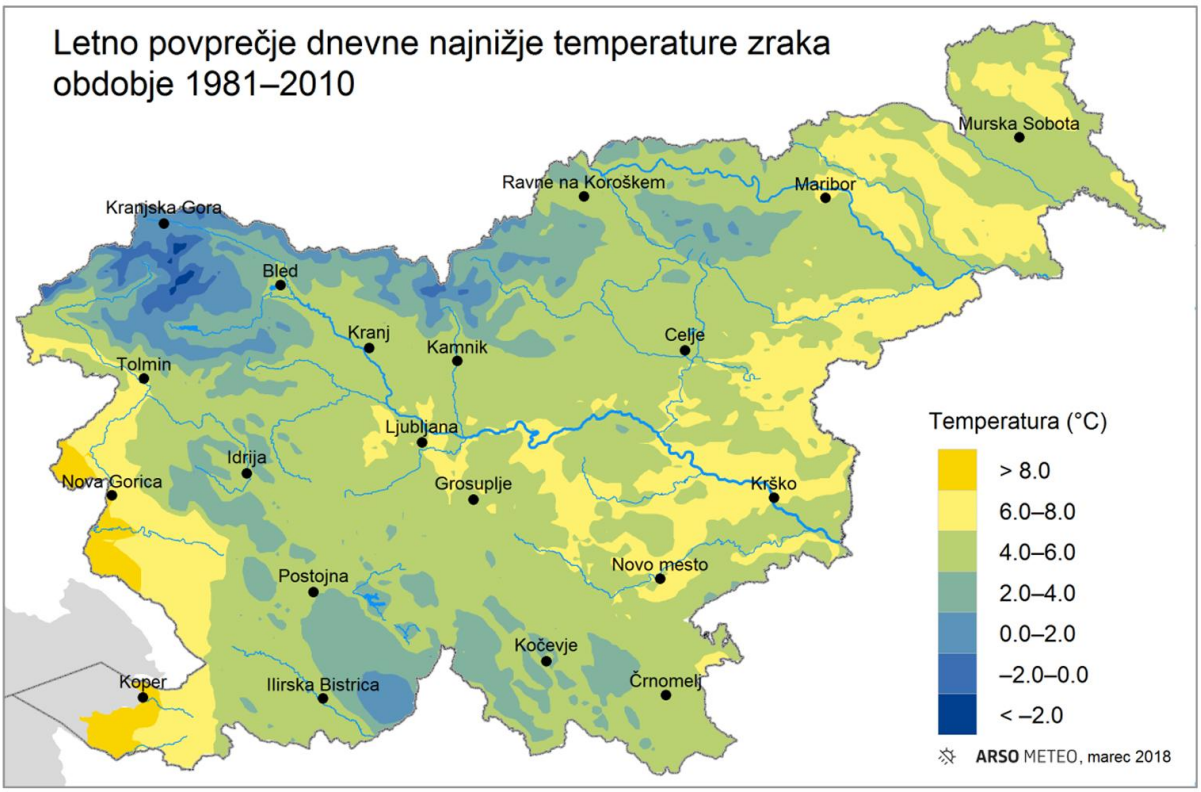
Ocenjena izpostavljenost projekta na gozdne požare je majhna.

Zmrzovanje

Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na zmrzovanje je v tabeli 18, letno povprečje dnevne najnižje temperature zraka je prikazano na sliki 11.

Tabela 17: 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 11: Letno povprečje dnevne najnižje temperature zraka (1981-2010), Arhiv ARSO–Urad za meteorologijo RS

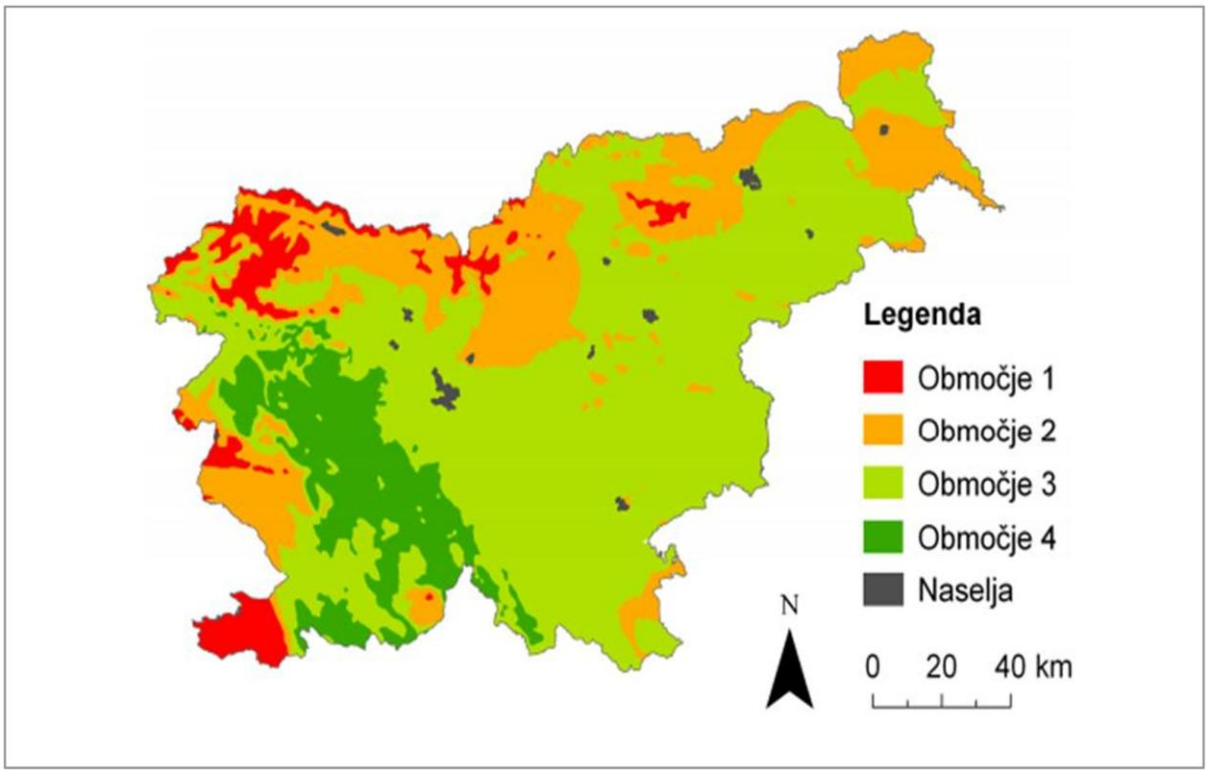
Povprečna letna temperatura na širšem območju je 10.2°C, povprečna najnižja temperatura je 5.1°C.Na območju je bila absolutno najnižja temperatura izmerjena leta 1950 (-29.2°C).

Projekt leži na območju, kjer so povprečne dnevne najnižje temperature zraka 5,1°C, ocenjena izpostavljenost projekta na zmrzovanje je majhna.

Žled

Za žled so najbolj občutljive gozdne ceste, saj so lahko zaradi podrtih 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 12) 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 12: Karta območij ogroženih zaradi žleda, obdobje 1961-2006 (vir: MOP-ARSO)

Ocenjena izpostavljenost projekta na žled je srednja.

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 18: Metodologija ocene izpostavljenosti projekta na žled

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

Ocena izpostavljenosti projekta za obstoječe stanje

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

- velika za nestabilnost tal/plazove

- srednja za ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperature, ekstremni sunki vetra, nevihte in žled

- majhna za poplave, erozijo tal, gozdne požare in zmrzovanje

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

Tabela 19: Matrika izpostavljenosti za obstoječe stanje

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

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 na, ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperatur, ekstremne sunke vetra, nevihte, poplave, nestabilnost tal/plazove, sušo, zmrzovanje, žled, medtem ko je ocena izpostavljenosti na gozdne požare majhna. 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

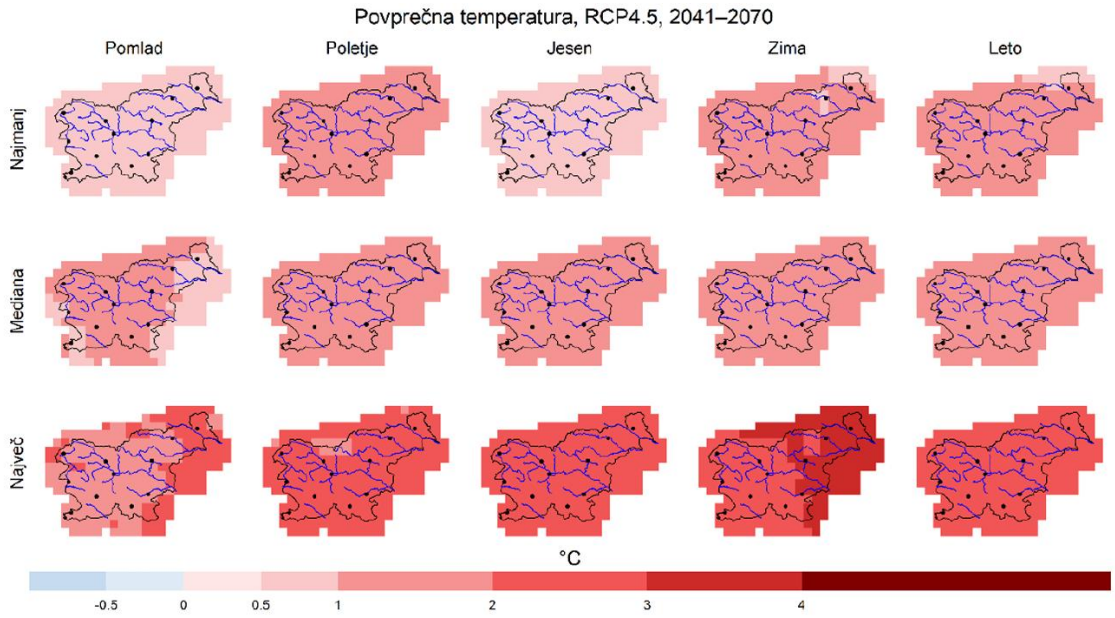
Pričakovane spremembe podnebja so podane na podlagi elaborata Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja (ARSO). Dejavniki, ki vplivajo na podnebje, se delijo na naravne in človekove, pri čemer so slednji prispevali večji delež k trenutnim podnebnim spremembam in zelo verjetno bo tako tudi v prihodnje. S pomočjo določenih predpostavk o gibanju prebivalstva in ekonomsko-gospodarskem razvoju družbe lahko prek izpustov TGP in drugih projektov v okolje ocenimo človekov 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 ±0,5 °C.



Slika 13: 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

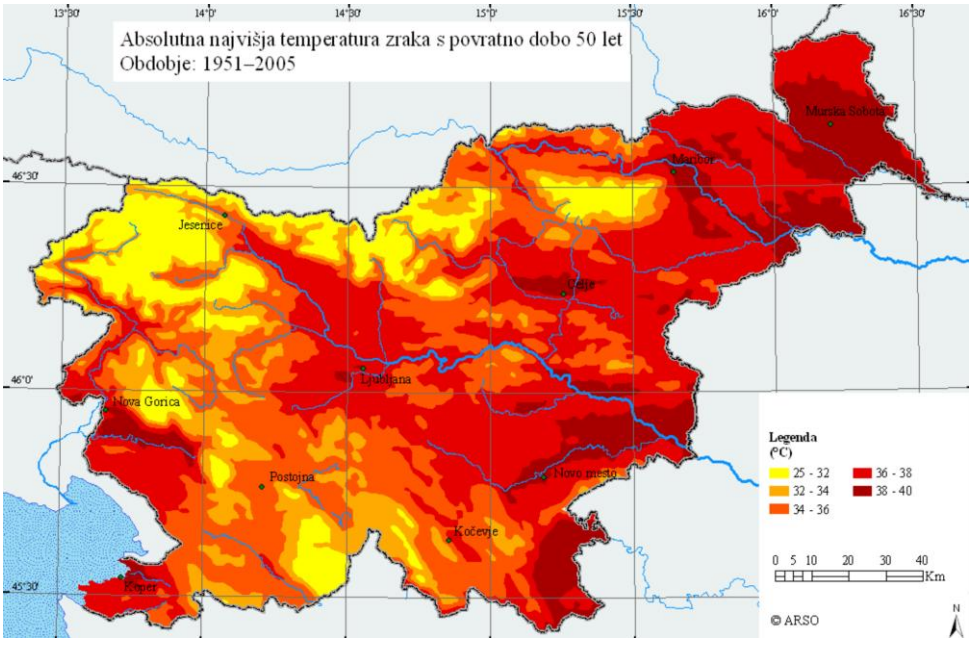
- **Povečanje ekstremnih temperatur:**
  - Najvišja dnevna temperatura s povratno dobo 50 let bo na območju v današnjem podnebju (obdobje 1961–2005) znašala med 35–38 °C.
  - Do leta 2050 se bo najvišja dnevna temperatura s povratno dobo 50 let povečala za približno 0,30 °C/desetletje, kar pomeni, da 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 v preteklosti je bila 39,7 °C, pričakuje se, da bodo v prihodnosti podobne vrednosti dosežene pogosteje.

Nočne temperature

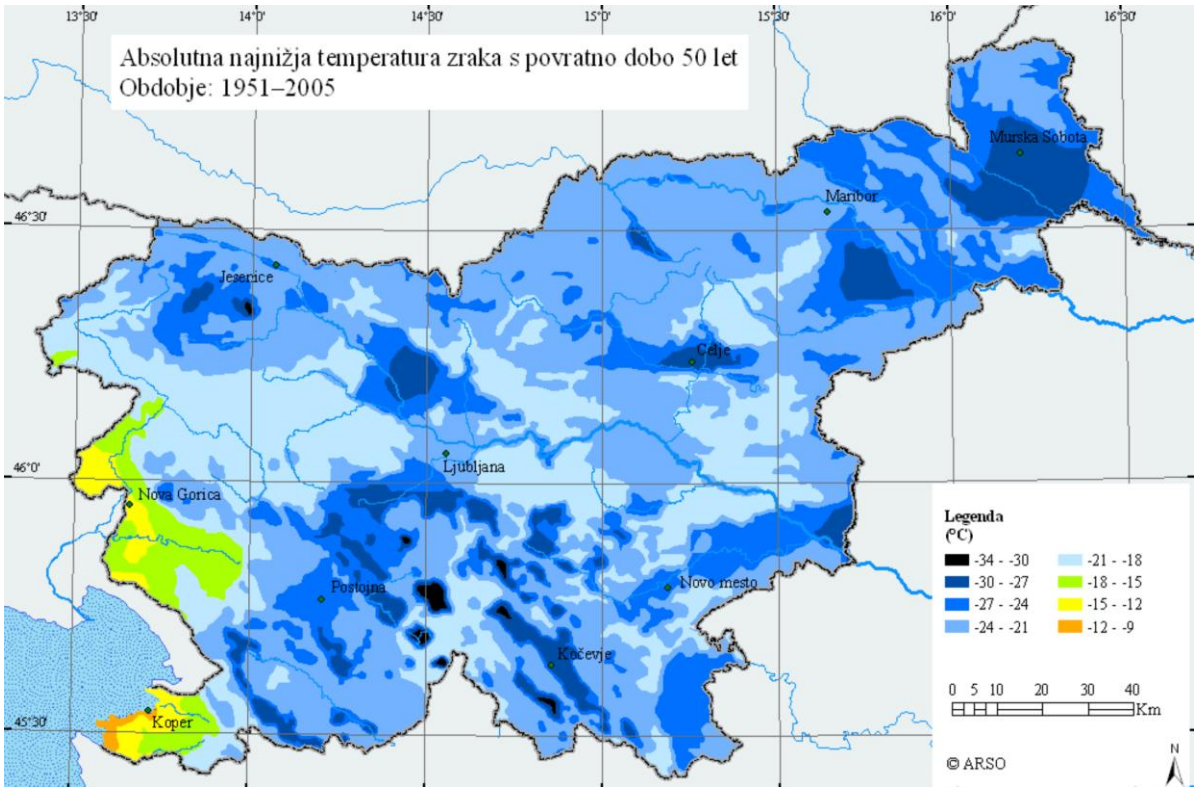
- **Povečanje nočnih temperatur:**
  - Povprečna najnižja temperatura bo prav tako narasla, kar bo vplivalo na število dni z minimalnimi temperaturami nad 20 °C (tropične noči).
  - Povečanje najnižjih nočnih temperatur bo vplivalo na kvaliteto spanja in povečalo obremenitve zaradi toplotnega stresa.



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

Tabela 20: Ocene za najvišjo temperaturo zraka s povratno dobo 50 let po scenariju RCP4.5 leta 2050 glede na vrednosti najvišje temperature v današnjem podnebju

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

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

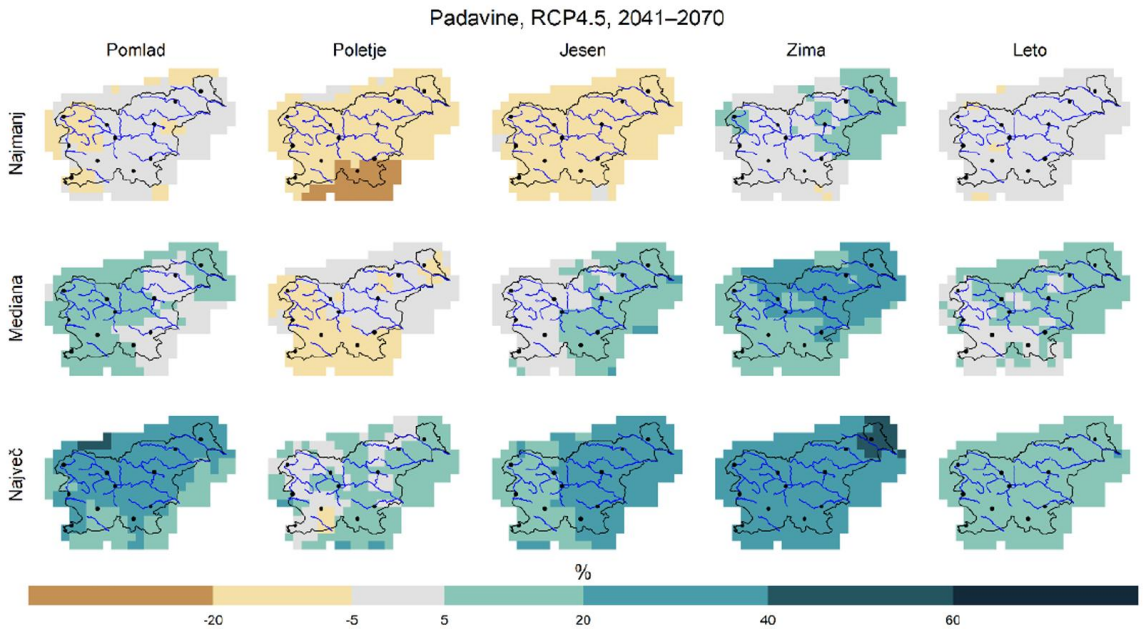
T_{danes} (°C)	Ocena T_{2050} (°C)	Srednja vrednost ocene T_{2050} (°C)
-35 - -32	-34,5 - -29,1	-33,4 - -30,3
-32 - -29	-31,5 - -26,1	-30,4 - -27,3
-29 - -26	-28,5 - -23,1	-27,4 - -24,3
-26 - -23	-25,5 - -20,1	-24,4 - -21,3

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 16: 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 24-urne padavine s povratno dobo 100 let se bodo povečale iz 143 mm na 148 - 155 mm.

Tabela 22: Ocena za ekstremne 5, 10, 15 minutne in 24 urne padavine s 100 letno povratno dobo

Dolžina naliva (minute)	Obdobje	Povratni nivo (mm)
5	danes	20
	2050	21–22
10	danes	34
	2050	36–38
15	danes	42
	2050	44–47
1440	danes	143
	2050	148–155

- **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 42 mm. Pričakuje se, da se bo ta vrednost do leta 2050 povečala na 44-47 mm.

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.
    - Podatkov o povprečnih sunkih vetra ni na voljo, glede na to, da gre za nižinsko območje predpostavljamo da znašajo od 5 – 10 m/s.
    - 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 dvodnevnih 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 dvodnevnih 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 23: 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 26.

Tabela 24: 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 16.5°C, ocenjena obstoječa izpostavljenost projekta na ekstremne temperature je srednja.

Ob povečanju maksimalne temperature do 2.2°C do leta 2100, ocenjujemo, da bo izpostavljenost projekta na ekstremne temperature v prihodnjem stanju velika.

Ekstremni sunki vetra

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

Tabela 25: 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 med 5 in 10 m/s. Izpostavljenost projekta na sunke vetra v prihodnosti ostane srednja, 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 srednja.

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 26: 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 majhna. Intenzivnost ekstremnih padavin se bo v prihodnosti povečala tako, da ocenjujemo, da bo izpostavljenost ostala majhna.

Tabela 27: 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 31, na nestabilnost tal v tabeli 32.

Tabela 28: 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 (Geoportal ARSO, slika 9) se širše obravnavano območje ne nahaja v erozijsko ogroženem območju. **Kljub povečani intenziteti v prihodnosti ocenjujemo, da bo ostala izpostavljenost na erozijo tal majhna.**

Tabela 29: 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

Glede na podatke GEOZS območje projekta leži na območju velike verjetnosti pojavljanja plazov.

Ocenjujemo, da bo ostala izpostavljenost na nestabilnost tal velika.

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 32.

Tabela 30: 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 5.1°C, ocenjena izpostavljenost projekta na zmrzovanje je majhna. **Zaradi povečanja najnižjih temperatur do leta 2050, ocenjujemo, da bo izpostavljenost projekta na zmrzovanje v prihodnjem stanju ostala 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 28.

Tabela 31: 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 32: Matrika izpostavljenosti za prihodnje stanje

Podnebni dejavnik	Izpostavljenost za obstoječe stanje
Ekstremne padavine	
Ekstremno povečanje temperature	
Ekstremni sunki vetra	
Nevihte	
Poplave	
Erozija tal	
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:

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

- velika za ekstremno povečanje temperature, nestabilnost tal/plazove

- srednja za ekstremne padavine, ekstremni sunki vetra, nevihte in žled

- majhna za poplave, erozijo tal, gozdne požare in zmrzovanje

V prihodnjem stanju je sprememba le glede izpostavljenosti na ekstremno povečanje temperature, ki bo velika.

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 33: 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 x 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:

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

Tabela 34: Matrike ranljivosti projekta za obstoječe stanje

Ekstremne padavine	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			

Ekstremni sunki vetra	Ni	Srednja	Velika
	IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Nevihte	Ni	Srednja	Velika
	IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Poplave	Ni	Srednja	Velika
	IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Erozija tal	Ni	Srednja	Velika
	IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Nestabilnost 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			

Zmrzovanje	Ni	Srednja	Velika
	IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Žled	Ni	Srednja	Velika
	IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

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 matri kami 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 36, za prihodnje stanje v tabeli 37. Izpostavljenost projekta se z

upoštevanjem pričakovanih podnebnih sprememb glede na obstoječe stanje ne bo bistveno povečala oziroma spremenila.

Tabela 35: Matrike ranljivosti projekta za prihodnje stanje

Ekstremne padavine	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Ekstremno povečanje temperature	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Ekstremni sunki vetra	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Nevihte	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Poplave	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Erozija tal	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Nestabilnost tal	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Gozdni požari	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Zmrzovanje	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	Ni	Srednja	Velika
Ni			
Srednja			
Velika			

Žled	Ni	Srednja	Velika
OBČUTLJIVOST / IZPOSTAVLJENOST	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 ni dejavnika, za katerega je ocena tveganja ocenjena kot velika.

Ocena posledic je opredeljena kot:

1 – nepomembna

2 – majhna

3 – srednja

4 – velika

5 – uničujoča

Tabela 36: 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 lokalen vpliv z začasnim trajanjem	Resen dogodek, ki zahteva dodatne ukrepe za uravnavanje delovanja in se kaže v zmernem vplivu	Kritičen dogodek, ki zahteva izvenserijsko 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 37: 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 38: Matrika ocene tveganja

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

- nestabilnost tal/plazove

Območje leži v srednji izpostavljenosti za:

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

Območje leži v majhni izpostavljenosti za:

- poplave
- gozdni požari
- zmrzovanje

Ocena tveganja je ocenjena kot:

- majhna za:
    - nestabilnost tal/plazovi
    - ekstremno povečanje temperature
    - ekstremne padavine
    - ekstremne sunke vetra
    - nevihte
    - žled

- zanemarljiva za:
    - povprečna hitrost vetra
    - poplave
    - erozijo tal
    - suša
    - gozdne požare
    - zmrzovanje

Tabela 39: Ocena tveganja

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1	poplave	gozdni požari, zmrzovanje	erozija tal	ekstremni sunki vetra, nevihte	nestabilnost tal/plazovi, ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperature
Majhno	2					
Srednje	3					
Veliko	4					
Uničujoče	5					

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

Ocena izpostavljenosti posega v obstoječem stanju:

- velika za nestabilnost tal/plazove
- srednja za ekstremne padavine, ekstremno povečanje temperature, ekstremni sunki vetra, nevihte in žled
- majhna za poplave, erozijo tal, gozdne požare in zmrzovanje

Ocena izpostavljenosti posega v prihodnjem stanju:

- velika za ekstremno povečanje temperature, nestabilnost tal/plazove
- srednja za ekstremne padavine, ekstremni sunki vetra, nevihte in žled
- majhna za poplave, erozijo tal, gozdne požare in zmrzovanje

Ocena izpostavljenosti za prihodno stanje je enaka za vse dejavnike, razen za ekstremno povečanje temperature, ki je v prihodnjem stanju ocenjena kot velika.

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 ocenjena kot:

- majhna za:
    - nestabilnost tal/plazovi
    - ekstremno povečanje temperature
    - ekstremne padavine
    - ekstremne sunke vetra
    - nevihte
    - žled
- zanemarljiva za:
    - povprečna hitrost vetra
    - poplave
    - erozijo tal
    - suša
    - gozdne požare
    - zmrzovanje

Tabela 40: Povzetek občutljivosti, izpostavljenosti, ranljivosti in ocene tveganja na podnebne spremembe

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

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

P.1 Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za naselje Šentjur

ARSO VREME

Ocena sprememb nalivov na območju naselja Slovenske Konjice in Šentjur

ARSO VREME

Vsebina

Uvod ... 3
Padavinske razmere ... 5
Ekstremne padavine ... 5
Nalivi na območju naselja Slovenske Konjice ... 7
Nalivi na območju naselja Šentjur ... 8
Viri ... 9

ARSO VREME

Uvod

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

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

Za oceno podnebnih sprememb na ARSO (Bertalanič, 2018) uporabljamo rezultate regionalnih podnebnih modelov projekta EURO-CORDEX (Jacob, 2014). Prostorska ločljivost regionalnih modelov, ki smo jih uporabili, je okrog 12 km, obdobje modeliranja je za vse modele 1961–2100, za nekatere pa 1971–2100. Uporabili smo modelske rezultate s časovnim korakom en dan. Od približno 15 kombinacij globalnih in regionalnih podnebnih modelov, ki so imeli na voljo vse želene spremenljivke, smo izbrali šest takih, ki so si med seboj čimbolj različni in se obenem čim bolje skladajo z izmerjenimi vrednostmi podnebnih spremenljivk v preteklosti. Te smo obravnavali kot ansambel in iz šestih rezultatov za vsako spremenljivko izračunali mediano sprememb in razpon negotovosti zanje.

Podnebni modeli vsebujejo sistematične napake. Te nastanejo med drugim zaradi omejene prostorske ločljivosti, poenostavljenih enačb za nekatere fizikalne procese, numeričnih shem, nepopolnega razumevanja vseh podnebnih procesov itn. V splošnem je potrebno sistematične napake modelov pred uporabo njihovih rezultatov popraviti. Rezultati modelov naj bi čim bolje predstavili preteklost. Za to primerjamo modelske rezultate z meritvami in jih ustrezno popravimo. To se da storiti na več načinov, na ARSO smo uporabili metodo preslikav kvantilov (ang. *quantile mapping*). Popravke smo naredili za obdobje 1981–2100 (Bertalanič, 2018).

ARSO VREME

Seznam modelov prikazuje preglednica 1. Globalni podnebni model je dal robne pogoje (gcm), regionalni podnebni model (rcm) pa preračun na 12-kilometrsko ločljivost.

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

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

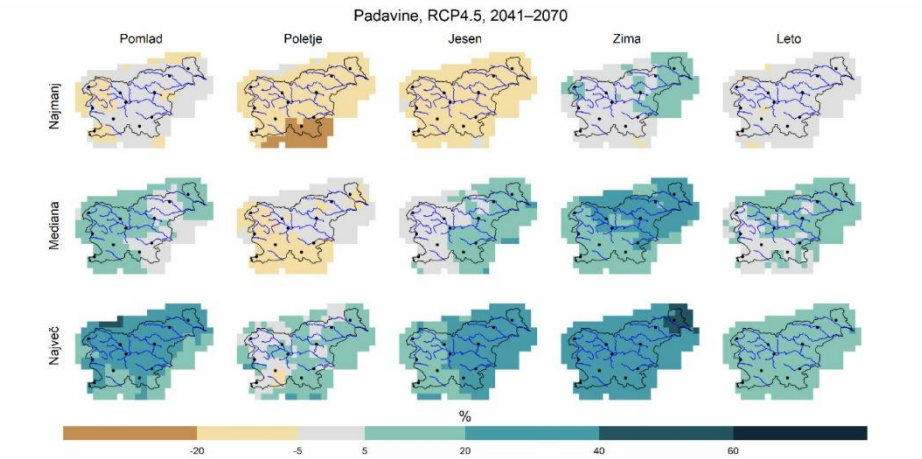
Kaj se bo v prihodnosti dogajalo s podnebjem, je zelo odvisno od socialno-ekonomskega razvoja sveta. Od tega je namreč odvisen potek izpustov toplogrednih plinov v prihodnosti. Za Peto poročilo (ang. *Fifth Assesment Report*, AR5) IPCC (Medvladni odbor za podnebne spremembe) (Kirtman, 2013) je znanstvena skupnost določila nabor štirih novih scenarijev, ki se imenujejo značilni poteki vsebnosti (ang. Representative Concentration Pathways – RCP) (van Vuuren, 2011). Razlikujejo se po skupnem sevalnem prispevku leta 2100 glede na leto 1750. Podatke smo pripravili **za zmerno optimističen scenarij RCP4.5**, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov. Na ta način upoštevamo tudi tveganje, da države sveta ne bodo zmogle v celoti izpolniti zavez, ki so jih dale glede izpustov toplogrednih plinov (Pariški dogovor). V primeru vseh izpolnjenih zavez bi namreč potek izpustov toplogrednih plinov sledil optimističnemu scenariju RCP2.6.

Vsi podatki so pripravljeni za sredino 21. stoletja. Povprečne vrednosti se v klimatologiji običajno podajajo za tridesetletno obdobje. Tako so za sredino stoletja povprečne vrednosti podane za obdobje 2041–2070 s sredino obdobja okoli leta 2055. Tudi ekstremne vrednosti so ocenjene za obdobje okrog leta 2050.

ARSO VREME

Padavinske razmere

Za padavine podnebni scenariji kažejo veliko negotovost, se pa signali z odmikom v prihodnost stopnjujejo. Na letni ravni (skupna letna višina padavin) se premembe kažejo šele v drugem tridesetletnem obdobju (2041–2070), ko se bo količina padavin predvidoma povečala v vzhodni polovici Slovenije. Večje spremembe je zaznati na sezonski ravni. V zimskem času kaže, da se bo količina padavin povečala, poleti pa zmanjšala, čeprav je ta sprememba zelo negotova zaradi neskladnosti med modeli (slika 1).



Slika 1. Ocenjene spremembe povprečne višine padavin (v %) v obdobju 2041–2070 v primerjavi z obdobjem 1981–2010. Podani so mediana vseh modelskih ocen ter najnižja in najvišja modelska ocena.

Ekstremne padavine

Modelski rezultati regionalnih podnebnih modelov projekta EURO–CORDEX, ki smo jih uporabili v projektu OPS21, nam zaradi časovnega koraka, dolžine enega dneva, dajejo samo dnevne vrednosti vremenskih spremenljivk. Zato lahko analiziramo samo vrednosti za dnevno ali večdnevno višino padavin. Poleg tega veljajo modelske ocene za točke, ki pokrivajo okrog 150 m^2 površine (v 12-kilometrski ločljivosti), kar je še posebej neugodno za močne nalive, ki so lahko prostorsko zelo heterogeni in lahko znašajo v izbrani točki tudi nekajkratnik povprečne vrednosti površine modelske celice. Za lokalno najmočnejše nalive si s podatki modelov o višini padavin zato ne moremo pomagati. Spremembo nalivov ocenjujemo iz študij, ki jih najdemo v literaturi in je večinoma povezana z ogrevanjem ozračja.

ARSO VREME

Iz fizikalnega zakona (*Clausius-Clapeyronova* enačba) (Wikipedija: Clausius-Clapeyronova enačba) sledi, da kapaciteta ozračja za zadrževanje zračne vlage narašča približno s stopnjo 7 % za vsako stopinjo v temperaturi ozračja (stopnja C-C). 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 s tem tudi snežnih dogodkov. Teorija, simulacije s podnebnimi modeli in empirični dokazi potrjujejo, da toplejše podnebje zaradi povečane vsebnosti vlage v ozračju vodi k intenzivnejšim padavinskim dogodkom, tudi če se letna količina padavin nekoliko zmanjša. Pri povečani letni količini padavin pa je verjetnost za močnejše padavinske dogodke še večja. Toplejše ozračje povečuje verjetnost za sušo, ko ne dežuje, in poplave, ko dežuje. Seveda ne ob istem času in kraju (Trenberth, 2007).

V literaturi navajajo po svetu različno stopnjo sprememb pri izjemnih nalivih, od 7 % do 14 % na °C ogrevanja ozračja. Pregleden opis današnjih sprememb in vpliva podnebnih sprememb na obilne padavine je v 6. poročilu Medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC, 2021). Tam je glavni poudarek na enodnevnih izjemnih padavinah, ker so sorazmerno najbolj raziskane, omenjene pa so tudi izjemne padavine v obdobju več dni in tudi obdobjih, krajših od dneva. Glavni poudarki tega poročila so:

1. Spremembe v vremenskih in podnebnih ekstremih so določene s termodinamičnimi spremembami (torej z lokalno izmenjavo toplote, vlage in ostalih povezanih količin) in dinamičnimi spremembami (povezanimi z gibanjem zraka in oceanov).
2. V splošnem ogrevanje ozračja povečuje vsebnost vlage v njem zaradi večjega izhlapevanja in večje kapacitete zraka pri višjih temperaturah. V svetovnem merilu se ta vsebnost povečuje v grobem po stopnji C-C glede na °C svetovnega ogrevanja. Na regionalni skali se ta stopnja razlikuje zaradi več vzrokov, med drugim zaradi spremembe vremenskih vzorcev in omejitve prenosa vlage od oceanov, ki se ogrevajo počasneje od kopnega.
3. Opazovanja kažejo, da se na svetovni skali jakost izjemnih padavin povečuje s podobno stopnjo C-C.
4. Projekcije podnebnih modelov kažejo, da se jakost izjemnih padavin povečuje med 4 in 8 % na °C ogrevanja (termodinamični prispevek). Na regionalni skali pa modeli kažejo, da se zaradi dinamičnega prispevka lahko ta močno spremeni. Dinamični prispevek je veliko bolj negotov in kaže veliko večje razlike med modeli, kot termodinamični.
5. Na svetovni skali obstaja pomanjkanje analiz dolgoročnih trendov za izjemne padavine, krajše od enega dneva. Podatki so nepopolni, prostorsko razpršeni in časovno prekratki. Kljub temu analize kažejo na njihovo povečanje v skoraj vseh regijah, čeprav z nizkim zaupanjem v svetovnem merilu. Obstajajo pa analize odvisnosti kratkotrajnih padavin glede na spremembo v meddnevni temperaturi rosišča, ki kažejo stopnjo spremembe med stopnjo C-C in dvakratnikom te stopnje (Lenderink in van Meijgaard, 2008, Lenderink, 2011). Ta sprememba pa ni odvisna samo od odziva na podnebne spremembe, ker ne ločuje med termodinamičnimi in dinamičnimi faktorji.

ARSO VREME

6. Podatki podnebnih modelov predstavljajo povprečne vrednosti na površini modelske celice. Faktor razlike med točkovnimi meritvami in temi vrednostmi znaša po analizah tudi do 130 %. Analize kažejo, da je srednja vrednost spremembe izjemnih enodnevnih padavin s 50-letno povratno dobo po vseh regijah sveta, vseh scenarijih družbeno-ekonomskega razvoja (SSP) in podnebnih modelih okrog 7 % na °C svetovnega ogrevanja. Za padavine z 10-letno povratno dobo in petdnevne izjemne padavine pa je ta stopnja nekoliko manjša.
7. Za urne izjemne padavine je nabor modelskih analiz še bolj omejen in tudi zmožnost globalnih podnebnih modelov pri njihovem opisu je omejena. Vendar večina obstoječih analiz predvideva njihovo naraščanje, podobno stopnji C-C ali večji.

Nalivi na območju naselja Slovenske Konjice

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 literaturo (Lenderink, 2008). V temperaturnem območju 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. Ekstremni nalivi z dolžino do 1 ure so pri nas navadno posledica neviht. Najbolj izdatni padavinski dogodki z dolžino nekaj ur so posledica pojava atmosferskih rek, to je močnega in zelo vlažnega zračnega toka. Najmočnejši zabeleženi enodnevni padavinski dogodki večinoma sovpadajo z nekajurnimi ekstremi in imajo bolj ali manj isti izvor. Večdnevni dogodki pa so posledica ciklonalne dejavnosti in se pojavijo zaradi različnih vzrokov, običajno pa zaradi več prehodov vremenskih front ali mirujoče vremenske fronte. Kot oceno spremembe ekstremnih nalivov do vključno ene ure smo zato upoštevali stopnjo naraščanja enako polovični vrednosti med zgoraj omenjenima, torej **10,5 %/°C**, za nalive do vključno enega dne pa manjšo, **7 %/°C**.

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju naselja Slovenske Konjice znaša okrog **0,20 °C/desetletje,** 95-odstotni interval zaupanj zanjo pa je med **0,13** in **0,33 °C/desetletje**. Do leta 2050 pričakujemo dvig temperature za **0,47–1,14 °C**. Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največje višine 5-, 10-, 15-minutnih nalivov s povratno dobo 100 let prikazuje preglednica 2. Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let oz. je verjetnost, da bo dosežena ali presežena v enem letu 1 %.

ARSO VREME

Preglednica 2. Ocene za ekstremne 5-, 10-, 15- in 1440-minutne nalive (v mm) s povratno dobo let na območju naselja Slovenske Konjice. 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 95-odstotnega intervala zaupanja ansambla modelov.

Dolžina naliva (minute)	Obdobje	Povratni nivo (mm)
5	danes	21
	2050	22–24
10	danes	34
	2050	36–38
15	danes	42
	2050	44–47
1440	danes	136
	2050	140–147

Nalivi na območju naselja Šentjur

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju naselja Šentjur znaša okrog **0,20 °C/desetletje,** 95-odstotni interval zaupanj zanjo pa je med **0,13** in **0,33 °C/desetletje**. Do leta 2050 pričakujemo dvig temperature za **0,47–1,16 °C**. Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največje višine 5-, 10-, 15-minutnih nalivov s povratno dobo 100 let prikazuje preglednica 2. Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let oz. je verjetnost, da bo dosežena ali presežena v enem letu 1 %.

Preglednica 2. Ocene za ekstremne 5-, 10-, 15- in 1440-minutne nalive (v mm) s povratno dobo let na območju naselja Šentjur. 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 95-odstotnega intervala zaupanja ansambla modelov.

Dolžina naliva (minute)	Obdobje	Povratni nivo (mm)
5	danes	20
	2050	21–22
10	danes	34
	2050	36–38
15	danes	42
	2050	44–47
1440	danes	143
	2050	148–155

ARSO VREME

Viri

- Bertalanič, R., et all, 2018, Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja, Sintezno poročilo – prvi del. ISBN 978-961-6024-80-8 (zv. 1).
- IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896, str. 1557–1567.
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O., Bouwer, L., . . . Gobiet, A. (2014). EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. RegionalEnvironmental Challenges, 14 (2), 563-578.
- Kirtman, B., Power, S. B., Adedoyin, J. A., Boer, G. J., Bojariu, R., Camilloni, I., . ..Wang, H. J. (2013). Nearterm Climate Change: Projections and Predictability. V T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, . . . (ur.), Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge in New York: Cambridge University Press.
- 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.
- Trenberth, K.E. et al, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- van Vuuren, D., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., . . . Rose, S. (2011). The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, 109, 5-31
- Wikipedija: Clausius–Clapeyronova enačba. Pridobljeno 15. septembra 2023 s spletne strani: https://sl.wikipedia.org/wiki/Clausius-Clapeyronova_ena%C4%8Dba

ARSO VREME

Pripravil: Urad za meteorologijo, hidrologijo in oceanografijo
Datum: 14. marec 2025

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PODNEBJE IN ENERGIJO
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE