



Procjena otpornosti na klimatske promjene

(u skladu s Tehničkim smjericama za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021.-2027. i Smjericama za klimatsko potvrđivanje za pripremu ulaganja u programsko razdoblje 2021. – 2027. u Republici Hrvatskoj)

E - PUNIONICE – GOSPODARSKA ZONA PISAROVINA – EP 60 KW

Nositelj zahvata: Općina Pisarovina, Trg hrvatskih velikana 1, 10451 Pisarovina

Izrada: Eko menadžment d.o.o., A. Akšamovića 7, 32100 Vinkovci

Vinkovci, ožujak 2025.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Naručitelj:	Općina Pisarovina, Trg hrvatskih velikana 1, 10451 Pisarovina	
Projekt izradio:	Eko menadžment d.o.o., A. Akšamovića 7, 32100 Vinkovci	
Naziv projekta:	PROCJENA OTPORNOSTI NA KLIMATSKE PROMJENE	
	E - PUNIONICE – GOSPODARSKA ZONA PISAROVINA – EP 60 KW	
Broj dokumenta:	53-2025.ver1	
Datum	Ožujak 2025.	
Voditelj projekta:	Davor Lamešić, mag.ing.agr.	
Suradnici:	Ivica Cvrlje, struč.spec.ing.sec.	
	Vlatka Papić, mag.ing.min	
	Jela Jelić, mag.ing.prosp.arch.	

Vinkovci, ožujak 2025.

SADRŽAJ:

UVOD	7
1. Postupak ocjene otpornosti na klimatske promjene (Climate proofing)	10
1.1. Ublažavanje klimatskih promjena (Klimatska neutralnost)	10
1.2. Prilagodba klimatskim promjenama (Climate resilience)	14
2. Usklađenost sa strategijama i planovima prilagodbe	61
3. Mjere prilagodbe i program praćenja u cilju prilagodbe klimatskim promjenama	64
4. IZVORI PODATAKA	65

POPIS SLIKA:

Slika 1. Situacija	8
Slika 5. Trend stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj	10
Slika 6. Hodogram sagledavanja infrastrukturnog projekta (Izvor: Smjernice)	23
Slika 7. Primjeri prirodnih i antropogenih čimbenika koji utječu na klimu (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)	25
Slika 8. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Split – Temperatura RCP4.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)	26
Slika 9. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Split– Temperatura RCP8.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)	27
Slika 10. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Split – Oborine RCP4.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)	28
Slika 11. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Split – Oborine RCP8.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)	29

Slika 12. Temperatura zraka (°C) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041.-2070. (12,5 km) 30

Slika 13. Promjena srednje godišnje temperature zraka na 2 m iznad tla (°C) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5. 31

Slika 14. Minimalna temperatura zraka (°C) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041.-2070. (12,5 km)..... 32

Slika 15. Promjena srednje godišnje minimalne temperature zraka na 2 m (°C) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5..... 33

Slika 16. Maksimalna temperatura zraka (°C) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041.-2070. (12,5 km)..... 34

Slika 17. Promjena srednje godišnje maksimalne temperature zraka na 2 m (°C) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5..... 35

Slika 18. Ukupna količina oborine (mm/dan) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041.-2070. (12,5 km)..... 36

Slika 19. Promjena srednje godišnje ukupne količine oborine (%) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore:

za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5. 37

Slika 20. Promjena srednje godišnje maksimalne brzine vjetra na 10 m (m/s) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. godine u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5. 38

Slika 21. Promjene srednjeg broja dana s maksimalnom brzinom vjetra ≥ 20 m/s u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5. desno scenarija RCP8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red razdoblje P2. Mjerna jedinica broj događaja/ 10 god. Sezona zima. (12,5 km) 39

Slika 22. Promjene srednjeg broja ledenih dana (dan s minimalnom temperaturom $\leq -10^{\circ}\text{C}$) u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCm modelom, lijevo scenarij RCP4.5., desno scenarij RCP8.5. <prvi red promjena u razdoblju P1, drugi red primjena u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u godini. Sezona zima. (12,5 km) 40

Slika 23. Promjene srednja broja vrućih dana (dnevan max. temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$) u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5., desno scenarij RCP 8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red promjene u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u sezoni. Sezona ljeto. (12,5 km) 41

Slika 24. Promjene srednjeg broja dana s toplim noćima (dan kada je minimalna temperatura $\geq 20^{\circ}\text{C}$) u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5. desno scenarij RCP8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red promjene u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u godini. Sezona ljeto. (12,5 km) 42

Slika 25. Promjene srednjeg godišnjeg broja kišnih razdoblja u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCm modelom. Lijevo scenarij RCP4.5., desno scenarij RCP8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red promjene u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u 10 godina. Sezona ljeto. (12,5 km) 43

Slika 26. Promjene srednjeg broja sušnih razdoblja u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5. desno scenarij RCP8.5. Prvi red razdoblje P1, drugi red razdoblje P2. Mjerna jedinica broj događaja u 10 godina. Sezona proljeće. (12,5 km)	44
Slika 29. Karta opasnosti od poplava (Izvor: Geoportal NIPP-a)	50
Slika 30. Karta područja s potencijalno značajnim rizicima od poplava (Izvor: Geoportal NIPP-a)	51
Slika 31. Karta zoniranja rizika od klizišta Republike Hrvatske (Izvor: www.pri-mjer.hr)	52
Slika 27. Karta zoniranja rizika od erozije Republike Hrvatske (Izvor: www.pri-mjer.hr)	53
Slika 33. Karta zoniranja rizika od požara Republike Hrvatske (Izvor: Procjena rizika od katastrofa za Hrvatsku)	54

UVOD

Projektirana infrastruktura e-punionice, koja uključuje jedno parkirališno mjesto za punjenje e-vozila, ima osigurano priključenje na postojeću prometnu površinu (Gospodarska ulica bb).

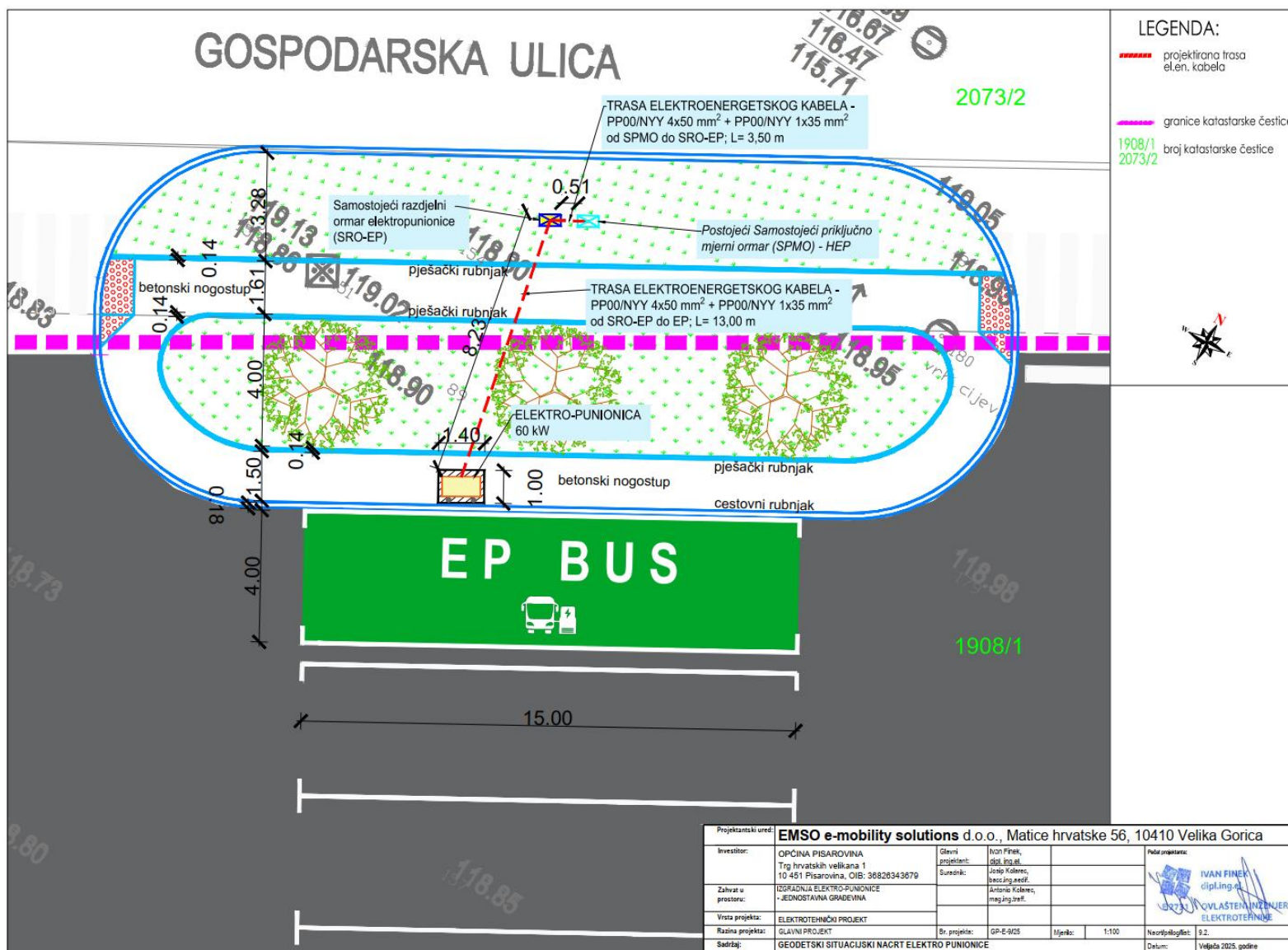
Dimenzije elektro punionice su 1.750 x 650 x 350 mm (V x Š x D), a montira se na betonski temelj sa dimenzijama iskopa 60 x 60 x 60 cm te armirano-betonske ploče iznad temelja dimenzija 140 x 100 x 15 cm. Kao fizička zaštita elektro-punionice postavljaju se dva (2) INOX stupića 100 cm, DN 8 cm, podložna pločica 15 cm.

Elektro punionica izlazne snage 60 kW je punionica opremljena sa dvije utičnice CCS (istosmjerna struja DC) i jednom utičnicom Type2 (izmjenična struja AC) te će biti spojena na novo nisko naponsko obračunsko mjerno mjesto. E-punionica će omogućiti istovremeno punjenje do 60 kW za dva (2) e-vozila na projektiranoj lokaciji.

Priključna snaga e-punionice je 60,00 kW.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Slika 1. Situacija



PODACI O NOSITELJU PROJEKTA

<u>Opći podaci:</u>	
Nositelj projekta:	Općina Pisarovina
Adresa:	Trg hrvatskih velikana 1, 10451 Pisarovina
OIB:	36826343679

Lokacija zahvata:	Gospodarska ulica bb	
Katastarska čestica	Katastarska općina	Oznaka
2073/2	Pisarovina II	Ulica
1908/1	Pisarovina II	Parkiralište

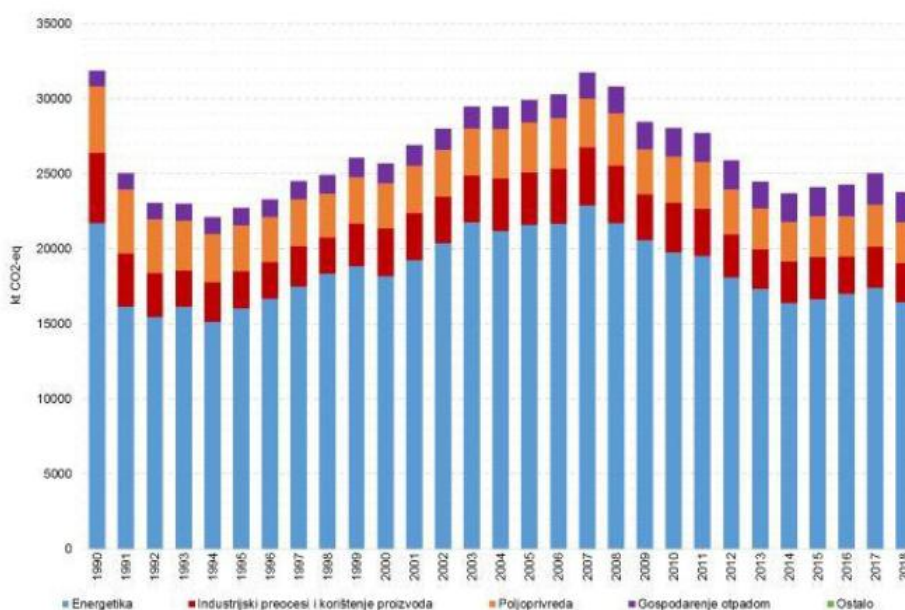
1. Postupak ocjene otpornosti na klimatske promjene (Climate proofing)

Nositelj projekta u organizaciju projekta uključio je tim stručnjaka čije znanje je neophodno pri izradi projekta koji će biti pripremljen za klimatske promjene.

1.1. Ublažavanje klimatskih promjena (Klimatska neutralnost)

Cilj strategije niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu („Narodne novine“ broj 63/21) (u daljnjem tekstu: Niskougljična strategija) jeste pokrenuti promjene u hrvatskom društvu koje će doprinijeti smanjenju emisije stakleničkih plinova i koje će omogućiti razdvajanje gospodarskog rasta od emisije stakleničkih plinova.

Ukupna emisija stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj, isključujući ponore, u 2018. godini iznosila je 23.792,80 kt CO₂e, što predstavlja smanjenje emisija za 25,36% u odnosu na emisiju stakleničkih plinova u 1990. godini. Trend emisija stakleničkih plinova po sektorima, prikazan je na slici (Slika 2.). U ukupnoj emisiji stakleničkih plinova ugljikov dioksid (CO₂) čini 74,5%, metan (CH₄) 16,3%, didušikov oksid (N₂O) 7,1%, a fluorirani ugljikovodici 2,1%. U Europski sustav trgovanja emisijskim jedinicama (EU ETS) uključeni su svi energetske izvori s ulaznom nazivnom toplinskom snagom većom od 20 MW (termoelektrane, rafinerije), industrija mineralnih proizvoda (cement, staklo, opeka), kemijska industrija i industrija željeza i čelika. Emisija ETS-a čini 31,3% ukupnih emisija stakleničkih plinova u 2018. godini. Intenzitet emisije po bruto nacionalnom doprinosu (BDP), smanjio se za 34% u razdoblju od 2004. do 2018. godine, odnosno za oko 2,5% godišnje.



Slika 2. Trend stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Republika Hrvatska može i treba dati svoj doprinos smanjenju emisija stakleničkih plinova, sukladno ratificiranim međunarodnim sporazumima, premda je njezin udio na globalnoj razini u ukupnim emisijama stakleničkih plinova mali.

Niskougljična strategija ima u fokusu smanjiti emisije stakleničkih plinova i spriječiti porast koncentracije istih u atmosferi te posljedično ograničiti globalni porast temperature.

U Tehničkim smjernicama za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021. – 2027. (2021/C 373/01) navedena su pitanja o klimatskim područjima koja je potrebno razmotriti u okviru procjene utjecaja na okoliš. Ublažavanje klimatskih promjena obuhvaća dekarbonizaciju, energetska učinkovitost, uštedu energije i uvođenje obnovljivih oblika energije.

Sukladno tablici 2., popis pregleda – ugljični otisak – primjeri kategorija projekata, za predmetni projekt potrebno je provesti početni pregled, odnosno utvrditi (ocijeniti) radi li se o projektu s visokim ugljičnim otiskom, tj. s razinom emisija stakleničkih plinova koja bi zahtijevala provedbu detaljne analize ublažavanja klimatskih promjena. Predmetni projekt spada pod kategoriju cestovna i željeznička infrastruktura, gradski promet koja zahtjeva detaljnu analizu ublažavanja klimatskih promjena.

Također, prema dokumentu izdanom od strane Europske investicijske banke (European Investment Bank, EIB Project Carbon Footprint Methodologies – Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations, Version 11.1, July 2020.), u tablici 1. navedeni su primjeri kategorija projekata za koje je potrebna procjena stakleničkih plinova. Projekt se nalazi u navedenoj tablici kao projekt za koji je potrebno provesti procjenu stakleničkih plinova – cestovna i željeznička infrastruktura.

Tehničke smjernice vežu se na dokument EIB Project Carbon Footprint Methodologies. Emisije stakleničkih plinova trebalo bi procijeniti u skladu s navedenim dokumentima za pojedine projekte ulaganja sa znatnim emisijama stakleničkih plinova. Definirani su pragovi u okviru metodologije EIB-a za procjenu ugljičnog otiska:

- (Pozitivne ili negativne) apsolutne emisije više od 20 000 tona CO₂e/godina,
- (Pozitivne ili negativne) relativne emisije više od 20 000 tona CO₂e/godina.

Za infrastrukturne projekte s (pozitivnim ili negativnim) apsolutnim i/ili relativnim emisijama višima od 20 000 tona CO₂e/godina moraju se provesti i 1. faza (pregled) i 2. faza (detaljna analiza) procesa ublažavanja klimatskih promjena u okviru pripreme za klimatske promjene.

Za potrebe procjene klimatske neutralnosti zahvata odnosno njegova utjecaja na klimatske promjene korišten je postupak iz Smjernica koji upućuje na provjeru postoji li za zahvat obzirom na djelatnost potreba procjene ugljičnog otiska, te ukoliko da, nalazi li se isti unutar definiranih granica. Predmetna metodologija određivanja ugljičnog otiska na koju upućuju Smjernice preuzeta je od Europske investicijske banke koji predviđa tri opsega:

Opseg 1. Izravne emisije stakleničkih plinova (emisije stakleničkih plinova koje nastaju direktno kao posljedica aktivnosti zahvata kao što je npr. izgaranje goriva)

Opseg 2. Neizravne emisije stakleničkih plinova (emisije stakleničkih plinova koje nisu direktno povezane s procesom na lokaciji npr. korištenje električne energije)

Opseg 3. Neizravne emisije stakleničkih plinova (neizravne emisije prvog i drugoga opsega koje nisu direktno dio procesa već postoje zbog njega i prije realizacije nisu postojale, npr. vozni parkovi, sustavi za dopremu električne energije i sl.)

Metodologija procjene ugljičnog otiska podrazumijeva slijedeće:

- Definiranje projektne granice
- Definiranje razdoblja procjene
- Definiranje opsega emisija
- Kvantifikacija apsolutnih emisija A_b
- Utvrđivanje i kvantifikacija osnovnih emisija B_e
- Izračun relativnih emisija $R_e = A_b - B_e$

Realizaciju predmetnog zahvata možemo podijeliti u dvije faze, fazu izgradnje i fazu korištenja.

U fazi izgradnje dolazi do emisije stakleničkih plinova koji nastaju pri izgaranju goriva u motorima radnih strojeva i teretnih vozila. Ove emisije su izravnog tipa, lokalnog karaktera ograničene na lokaciju zahvata te zanemarivo male ($< 1 \text{ t CO}_2\text{e}$) obzirom na ukupnu emisiju tijekom životnog vijeka korištenja zahvata te ih možemo zanemariti.

Što se tiče faze korištenja zahvata ovdje je potrebno sagledati emisije stakleničkih plinova koje nastaju pri samom korištenju zahvata. Na temelju planirane lokacije (Gospodarska zona Pisarovina) i infrastrukture predviđene projektom, možemo očekivati da će punionicu prvenstveno koristiti električni autobusi lokalnog javnog prijevoza.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Tablica 1. Ugljični otisak – Faza korištenja

Parametar	Iznos
Razdoblje procjene	1 godina
Direktne emisije	0 t
Indirektne emisije	+22,2 t
Apsolutne emisije	+22,2 t
Osnovne emisije	+65,0 t
Relativne emisije	-42,8 t

Projektom nisu očekivane emisije koje bi mogle premašiti prag od 20.000 tona CO₂e godišnje. Sukladno prikazanom predmetni zahvat nalazi se višestruko ispod propisane granice te nije potrebno provoditi mjere za ublažavanje.

Mjere ublažavanja klimatskih promjena za zahvat predstavljaju poduzimanje mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova i/ili povećanje sekvestracije stakleničkih plinova te one uključuju:

- (i) dekarbonizaciju
- (ii) energetske učinkovitosti
- (iii) uštedu energije
- (iv) uvođenje obnovljivih izvora energije
- (v) mjere za smanjenje emisija stakleničkih plinova
- (vi) povećanje sekvestracije stakleničkih plinova

Pregledom priložene projektne dokumentacije može se navesti sljedeće:

- **Dekarbonizacija** prometa u narednim godinama predviđa potpunu zamjenu vozila pogonjenih fosilnim gorivima s vozilima pogonjenim na struju, vodik i druga alternativna goriva. Za očekivati je da će se u narednim godinama sve više povećavati broj vozila na električni pogon i alternativna goriva s manjim utjecajem na klimatske promjene te na taj način postupno smanjivati utjecaj na klimatske promjene čitavog prometnog sektora.

Ova mjera doprinosi klimatskoj otpornosti i smanjenje utjecaj prometa na okoliš. Predmetni zahvat, obzirom na navedeno, nije unutar pragova za procjenu ugljičnog otiska (iznad 20 000 tona/god. CO₂).

1.2. Prilagodba klimatskim promjenama (Climate resilience)

Predmetni projekt se sukladno delegiranoj uredbi 2021/2139 nalazi pod točkom 6.15. Infrastruktura za niskougljični cestovni i javni prijevoz.

6.15. Infrastruktura za niskougljični cestovni i javni prijevoz

Izgradnja, modernizacija, održavanje i upravljanje infrastrukturom koja je potrebna za cestovni prijevoz s nultim emisijama CO₂ iz ispušnih cijevi te infrastrukturom za pretovar i gradski prijevoz.

Ekonomske djelatnosti u ovoj kategoriji mogu biti razvrstane u nekoliko oznaka NACE, osobito F42.11, F42.13, F71.1 i F71.20 u skladu sa statističkom klasifikacijom ekonomskih djelatnosti utvrđenom Uredbom (EZ) br. 1893/2006.

Ekonomska djelatnost iz ove kategorije omogućujuća je djelatnost iz članka 10. stavka 1. točke (i) Uredbe (EU) 2020/852 ako ispunjava kriterije tehničke provjere iz ovog odjeljka.

Tablica 2. Kriteriji tehničke provjere (izvor: delegirana uredba 2021/2139)

Znatan doprinos ublažavanju klimatskih promjena	
1. Djelatnost ispunjava jedan ili više sljedećih kriterija:	
(a) infrastruktura je namijenjena za prometovanje vozila s nultom stopom emisija CO ₂ iz ispušne cijevi: stanice za punjenje električnom energijom, nadogradnja elektroenergetske mreže, stanice za opskrbu vodikom ili električni cestovni sustavi (ERS);	
(b) infrastruktura i postrojenja namijenjeni su za pretovar robe između različitih vrsta prijevoza: terminalna infrastruktura i nadgrađe za utovar, istovar i pretovar robe;	
(c) infrastruktura i postrojenja namijenjeni su za gradski i prigradski prijevoz putnika, uključujući pripadajuće signalne sustave za podzemne željeznice, tramvajske i željezničke sustave.	
2. Infrastruktura nije namijenjena za prijevoz fosilnih goriva.	
Nenanošenje bitne štete	
(2) Prilagodba klimatskim promjenama	Djelatnost ispunjava kriterije iz Dodatka A ovom Prilogu.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

(3) Održivo korištenje i zaštita vodnih i morskih resursa	Djelatnost ispunjava kriterije iz Dodatka B ovom Prilogu.
(4) Prelazak na kružno gospodarstvo	Najmanje 70% (mase) neopasnog građevinskog otpada i otpada od rušenja (osim prirodnog materijala iz kategorije 17 05 04 Europskog popisa otpada utvrđenog Odlukom Komisije 2000/532/EZ) proizvedenog na gradilištu priprema se za ponovnu uporabu, recikliranje i uporabu drugih materijala, uključujući postupke nasipavanja upotrebom otpada za zamjenu drugih materijala u skladu s hijerarhijom otpada i Protokolom EU-a za gospodarenje građevinskim otpadom i otpadom od rušenja ⁽²⁷⁸⁾ . Subjekti koji obavljaju djelatnost ograničavaju stvaranje otpada pri izgradnji i rušenju u skladu s Protokolom EU-a za gospodarenje građevinskim otpadom i otpadom od rušenja, uzimajući u obzir najbolje raspoložive tehnike i primjenjujući selektivno rušenje kako bi se omogućilo uklanjanje opasnih tvari i sigurno rukovanje njima te olakšala ponovna uporaba i visokokvalitetno recikliranje selektivnim uklanjanjem materijala i primjenom dostupnih sustava sortiranja građevinskog otpada i otpada od rušenja.
(5) Sprečavanje i kontrola onečišćenja	Prema potrebi, buka i vibracije koje nastaju korištenjem infrastrukture ublažavaju se uvođenjem otvorenih rovova, zidnih barijera ili drugih mjera te su u skladu s Direktivom 2002/49/EZ. Poduzimaju se mjere za smanjenje buke, prašine i onečišćujućih tvari tijekom građevinskih radova ili radova održavanja.
(6) Zaštita i obnova bioraznolikosti i ekosustava	Djelatnost ispunjava kriterije iz Dodatka D ovom Prilogu. Prema potrebi se vegetacijom uzduž infrastrukture cestovnog prometa osigurava neširenje invazivnih vrsta. Provode se mjere ublažavanja kako bi se izbjegli sudari vozila s divljim životinjama.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Tablica 3. Klasifikacija opasnosti koje donose klimatske promjene (izvor: delegirana uredba 2021/2139)

	Temperatura	Vjetar	Voda	Čvrsta masa
Kronični	Promjene temperature (zrak, slatka voda, morska voda)	Promjene tokova vjetra	Promjene u obrascima i vrsti oborina (kiša, tuča, snijeg/led)	Erozija obale
	Temperaturni stres		Varijabilnost oborina ili hidrološka varijabilnost	Degradacija tla
	Varijabilnost temperature		Zakiseljavanje oceana	Erozija tla
	Otapanje vječnog leda		Prodor slane vode	Soliflukcija
			Podizanje razine mora	
			Nestašica vode	
Akutni	Toplinski val	Ciklon, uragan, tajfun	Suša	Lavina
	Hladni val/mraz	Oluja (uključujući mećave, olujne vjetrove s prašinom i pješčane oluje)	Jake oborine (kiša, tuča, snijeg/led)	Odron tla
	Šumski požar	Tornado	Poplave (obalne, riječne, oborinske, podzemnih voda)	Slijeganje tla
			Izljev ledenjačkih jezera	

Klimatske nepogode koje bi mogle imati najveći utjecaj na predmetni projekt su:

Klimatski rizici	Osjetljivosti
Ekstremni porast temperature (uključujući toplinske valove i suše)	Oštećenje cestovnih kolnika (npr. omekšavanje, deformacija, pucanje, trljanje, pojave rošenja i vlage na površini asfalta, pucanje betonskih kolnika, smanjenje životnog vijeka); problemi s mostovima (stabilnost, toplinska ekspanzija spojnica mostova, asfaltirane površine, itd.); oštećenje hortikulturnih dobara

Procjena otpornosti na klimatske promjene

	(sušenje) i povećana potreba za zalijevanjem; povećana opasnost od požara; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i operatere cestovnog prometa, uključujući nesreće i oštećenja vozila; poremećaji u prometu i zagušenje – moguće promjene potražnje; povećana potreba za hlađenjem (putničkim i teretnim), povećani troškovi izgradnje i održavanja.
Šumski požari	Šteta na svim sredstvima cestovne infrastrukture (ploča, oprema, konstrukcije, hortikultura, dobra, itd.); šteta na susjednom zemljištu ili drugoj imovini; smanjena vidljivost; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i za operatere cestovnog prometa, uključujući nesreće i oštećenja vozila; smetnje u prometu i zagušenje prometa.
Hladna razdoblja	Oštećenja kolnika, betonskih konstrukcija i elektromehaničke opreme; povećani troškovi zimskog održavanja; negativna toplinska ekspanzija mostova; povećani sigurnosni rizici za korisnike i sudionike prometa; smetnja u prometu i zagušenja; povećana nestabilnost padina i lom nasipa...
Ciklus smrzavanja i odmrzavanja	Povećana nestabilnost padina i lom nasipa; oštećenja kolnika i betonskih konstrukcija; povećano zimsko održavanje; povećani sigurnosni rizici za korisnike (npr. opasni uvjeti kolnika zbog leda); smetnje u prometu i zagušenje prometa...
Promjene u prosječnim padalinama; promjena ekstremnih padalina (olujni valovi)	Oštećenje cestovne imovine (ploča, zemljanih radova, konstrukcija, sustava odvodnje, itd.); nedovoljan kapacitet odvodnje i/ili zadržavanja – poplavljeni kolnici uzrokovani smanjenim otjecanjem, posebno u šupljim dijelovima i podvožnjacima; opasni uvjeti kolnika i smanjena vidljivost; povećano otjecanje na susjedno zemljište koje uzrokuje poplave; plavljenje rijeka; nestabilnost padina i klizišta, pojava klizišta; čišćenje cesta, mostova i nosača konstrukcija; pogoršanje strukturne cjelovitosti cesta zbog povećane razine vlage u tlu; smanjena sigurnost, uključujući nesreće i oštećenja vozila; opasni uvjeti površine kolnika (skliskost) i smanjena vidljivost; smetnje u prometu i zagušenje prometa...

Procjena otpornosti na klimatske promjene

<p>Poplave (obalne/fluvijalne)</p>	<p>Oštećenje cestovne imovine, podzemnih tunela i mostova, plavljenje obalnih područja i obalna erozija; erozija temelja ceste i nosača i upornjaka mosta; narušavanje nosača mosta, oštećenje znakova, rasvjete i električne imovine; povećan rizik od obalne erozije i potapanja; povećani rizik za stabilnost mostova; povećana nestabilnost padina i klizišta; privremeno ili trajno nedostupne prometne mreže i sredstva; zdravstveni i sigurnosni rizici za korisnike cesta i operatere cesta, uključujući nesreće i oštećenja vozila; smetnje u prometu i gužve...</p>
<p>Snijeg/lavine</p>	<p>Promjene u stabilnosti tla; smanjena/povećana potreba za čišćenjem snijega i zimskim održavanjem; povećani rizik od otapanja leda/snijega što dovodi do povećanog otjecanja i/ili poplava; oštećenje električne opreme i drugih instalacija; promjena prirode i položaja rizika lavine; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i sudionike cestovnog prometa zbog snijega i leda; smetnje u prometu...</p>
<p>Magla</p>	<p>Smanjena vidljivost; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i sudionike cestovnog prometa, uključujući nesreće i oštećenja vozila; smetnje u prometu i zagušenja; povećanje smoga...</p>
<p>Najveća brzina vjetra</p>	<p>Zapreke na cesti: padanje drveća, oprema za padajuću infrastrukturu (npr. znakovi, rasvjeta i stupovi nadzorne opreme, itd.), leteći i padajući predmeti; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike cestovnog prometa; operativna ograničenja na izloženim lokacijama (npr. vozila na visokoj strani); povećan broj prevrnutih vozila zbog povećanih brzina vjetra i oluja; prijetnja stabilnosti gornjeg ustroja mostova; smetnje u prometu i zagušenje prometa...</p>
<p>Erozija tla</p>	<p>Oštećenja nasipa i usjeka; ostala cestovna oprema oštećena kao posljedica gore navedenog; povećana opasnost od slijeganja ceste i slabljenja nosača/stupova mosta; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici korisnika i operatera cesta uključujući nesreće i oštećenja vozila; smetnje u prometu i gužve...</p>

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Nestabilnost tla/odroni/lavina	Oštećenja nasipa i usjeka; zdravstveni i sigurnosni rizici korisnika i operatera cesta uključujući nesreće i oštećenja vozila; ostala cestovna infrastruktura (kolnik, sigurnosna ili električna oprema); oštećenja uslijed klizišta krhotine; smetnje u prometu i gužve...
-----------------------------------	---

Indikativne mjere prilagodbe

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
Sve opasnosti – Općenito	<p>Planiranje</p> <p>— Razmotriti posljedice za održavanje i rad putem odgovarajuće procjene osjetljivosti i rizika klimatskih promjena</p> <p>Projektiranje i konstrukcija</p> <p>— Razmotriti posljedice projektiranja cesta na održavanje i rad (npr. pri zamjeni starih sustava odvodnje, rehabilitaciji kolnika, itd.)</p> <p>— Analiza i identifikacija lokacija s rizicima od klimatskih promjena (putem relevantne procjene osjetljivosti i rizika klimatskih promjena) nakon čega slijede odgovarajući koraci u projektiranju i poboljšanju</p> <p>Održavanje i rad</p> <p>— Uporaba sustava za upravljanje imovinom i upravljanje prometom (i) za bilježenje i praćenje imovinskih uvjeta i klimatskih rizika te (ii) za pružanje pravovremenih informacija i upozorenja upraviteljima imovinom i korisnicima.</p> <p>— Pripremiti i planirati brzi odgovor u ekstremnim situacijama (npr. plan upravljanja rizicima od katastrofa) i upotrebljavati odgovarajuće sustave za upozoravanje u slučaju nužde</p>
Ekstremne temperature/toplinski valovi/suše/divlji požari	<p>Projektiranje i konstrukcija</p> <p>— Osmisliti odgovarajuće kolnike otporne na visoke temperature (npr. korištenjem otpornijih materijala i procesa s povećanim svojstvima otpornosti na toplinu)</p> <p>— Odgovarajuća razmatranja za betonske kolnike (npr. pravilno dimenzioniranje ekspanzijskih spojeva itd.)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> — Odgovarajuća razmatranja za mostove (npr. utjecaj toplinske ekspanzije na spojeve mostova) — Odgovarajuća razmatranja za hortikulturu otpornu na toplinske valove i suše — Razmotriti moguću ugradnju protupožarnih hidranata na izloženim lokacijama i raskrižjima autocesta <p>Održavanje i rad</p> <ul style="list-style-type: none"> — Razmatranja o gospodarenju šumama i rizicima od požara koji su povezani s područjima drveća u blizini cesta — Pregled primjerenosti projektiranja kolnika tijekom rekonstrukcije/obnavljanja ceste — Odgovarajuće planiranje, osoblje i oprema za gašenje požara
<p>Ekstremne padaline/poplave</p>	<p>Planiranje</p> <ul style="list-style-type: none"> — Razmatranja o usklađenosti cesta (vertikalna i horizontalna) prilikom razmatranja mogućnosti — Analiza gospodarenja vodom koja otječe; planovi upravljanja riječnim slivovima — Razmatranja klimatskih promjena u poplavnim kartama (npr. ažuriranja poplavnih karata uzimajući u obzir moguće varijacije poplave zadanog razdoblja povrata kao i budućih projekcija) <p>Projektiranje i konstrukcija</p> <ul style="list-style-type: none"> — Odgovarajući tip i kapacitet sustava odvodnje, uključujući npr. prilagodbu za buduće analize klimatskih promjena i zadržavanja voda (osiguranje dostatnog i učinkovitog sustava odvodnje i zadržavanja ključno je za rješavanje ekstremnih opasnosti od padalina) — Uzimanje u obzir zaštite od erozije i čvrstoće temelja za mostove (npr. izbjegavanje podupirača mostova u brzim strujama rijeka/potoka koje bi mogle biti osjetljive na proklizavanje) — Preispitati projektne standarde i smjernice (preispitivanje projektiranog intenziteta kiše i vrijednosti frekvencije ili uzeti u obzir faktor klimatskih promjena, npr. povećanje kapaciteta

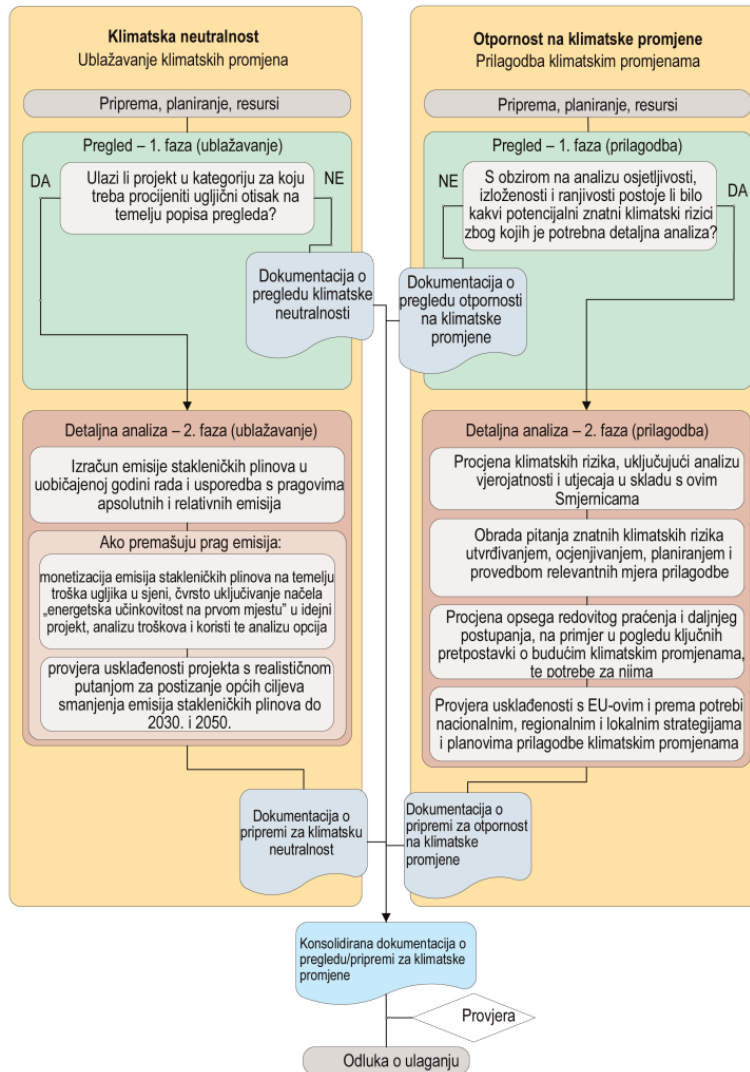
Procjena otpornosti na klimatske promjene

	<p>odvodnje za 10 – 20 % ili povećanje godišnje razina poplava pod mostovima iznad 50 – (100/200/300/500?)</p> <p>— Ostala razmatranja u vezi s projektiranjem cesta: smanjenje nagiba, konsolidacija nagiba i mjere zaštite nasipa, odvodnja nagiba, nadmorska visina, jači kolnici, itd.</p> <p>Održavanje i rad</p> <p>— Pregledati prakse upravljanja i rada za sustave odvodnje i nagibe (uključujući redovito rutinsko održavanje i preglede)</p> <p>— Pregledati/ažurirati rizike od poplava (npr. zaštita nasipa) i potreba postojeće mreže</p>
<p>Klizišta/nestabilnost tla/erozija tla</p>	<p>Planiranje</p> <p>— Razmotriti trase ceste (izbjegavanje potencijalnih područja rizika od klizišta) pri razmatranju opcija trase</p> <p>Projektiranje i konstrukcija</p> <p>— Razmotriti zaštitu od erozije</p> <p>— Pregledati smjernice i/ili prakse za projektiranje zemljanih radova (npr. jačanje odvodnje, padina, mjera zaštite, korištenje nasipa, zaštitne mjere u podnožju nasipa, itd.)</p> <p>— Modeli procjene rizika od klizišta</p> <p>Održavanje i rad</p> <p>— Osigurati redovito rutinsko održavanje i preglede</p> <p>— Preispitati i ažurirati popis lokacija rizika od klizišta/zemljišne nestabilnosti na postojećoj mreži s obzirom na moguće klimatske promjene</p>
<p>Ekstremni vjetar</p>	<p>Projektiranje i konstrukcija</p> <p>— Primjereno razmatranje budućih udara vjetra pri projektiranju ranjivih i izloženih elemenata kao što su ovjesni mostovi, nosači i sidrišta (npr. zvučni zaslони, rasvjeta i stupovi nadzorne opreme, signalna oprema i elektronička oprema, nosači i znakovi s promjenjivim porukama, itd.)</p> <p>Održavanje i rad</p> <p>— Pratiti stanje stabala i procjena lokacije</p>

<p>Ciklus smrzavanja i odmrzavanja</p>	<p>Projektiranje i konstrukcija</p> <ul style="list-style-type: none"> — Razmotriti otporne materijale i tehnologije za kolnike i betonske konstrukcije (npr. kvalitetniji beton i materijali za pločnike, tehnike stabilizacije tla za smanjenje djelovanja mraza u podlozi) i konstrukcije — Preispitati smjernice za projektiranje u pogledu učinka smrzavanja i soljenja — Zaštita nagiba <p>Održavanje i rad</p> <ul style="list-style-type: none"> — Osigurati odgovarajuće rutinsko održavanje, popravke i preglede kolnika i izloženih betonskih konstrukcija kako bi se spriječio prodor vode i pucanje
--	--

Prema prethodno navedenim Smjericama, infrastrukturne projekte potrebno je sagledavati kroz ublažavanje klimatskih promjena (klimatsku neutralnost) i kroz prilagodnu klimatskim promjenama odnosno otpornost na klimatske promjene. Oba procesa sastoje se od dvije faze pregleda unutar koje se utvrđuje klimatska neutralnost, odnosno izloženost klimatskim promjenama i od faze ublažavanja u slučaju klimatske neutralnosti i faze prilagodbe u slučaju prilagodbe klimatskim promjenama.

Procjena otpornosti na klimatske promjene



Slika 3. Hodogram sagledavanja infrastrukturnog projekta (Izvor: Smjernice)

Klimatske promjene ili statistički značajne promjene srednjeg stanja ili varijabilnosti klimatskih veličina

Za potrebe prethodno spomenutih procesa u nastavku je prikazan pregled klimatskih promjena područja oko lokacije zahvata.

Varijabilnost klime može biti uzrokovana prirodnim čimbenicima unutar samog klimatskog sustava. Takvu varijabilnost klime može se uočiti u pojavama kao što je Sjeverno – atlantska oscilacija koja predstavlja varijacije atmosferskog tlaka na razini mora na području Islanda i Azora što utječe na jačinu zapadnog strujanja i na putanje oluja nad sjevernim Atlantikom i dijelom Europe.

Prirodna varijabilnost klime može biti uzrokovana i vanjskim čimbenicima, primjerice velikom količinom aerosola izbačenog vulkanskom erupcijom u atmosferu ili promjenom Sunčevog zračenja koje dolazi do atmosfere i Zemljine površine.

Osim navedenih prirodnih varijacija klime, od velikog interesa su i promjene klime izazvane ljudskim aktivnostima (antropogeni utjecaj na klimu) kojima u atmosferu dolaze plinovi staklenika, a oni imaju ključnu ulogu u zagrijavanju atmosfere.

Najvažniji plinovi koji se prirodno nalaze u atmosferi, i koji apsorbiraju dugovalno zračenje Zemlje te ih stoga nazivamo plinovima staklenika, su vodena para i ugljikov dioksid (CO_2), a zatim metan (CH_4), didušikov oksid (N_2O) i ozon (O_3).

Klimatske promjene su dominantni globalni problem okoliša i jedan od najvećih izazova s kojim se svijet danas suočava. Učinci klimatskih promjena postaju sve vidljiviji, izravno utječu na gospodarstvo, okoliš i društvo u cjelini, a pokušaji da se utjecaj antropogenih emisija zaustavi čine se sve manje izglednima.



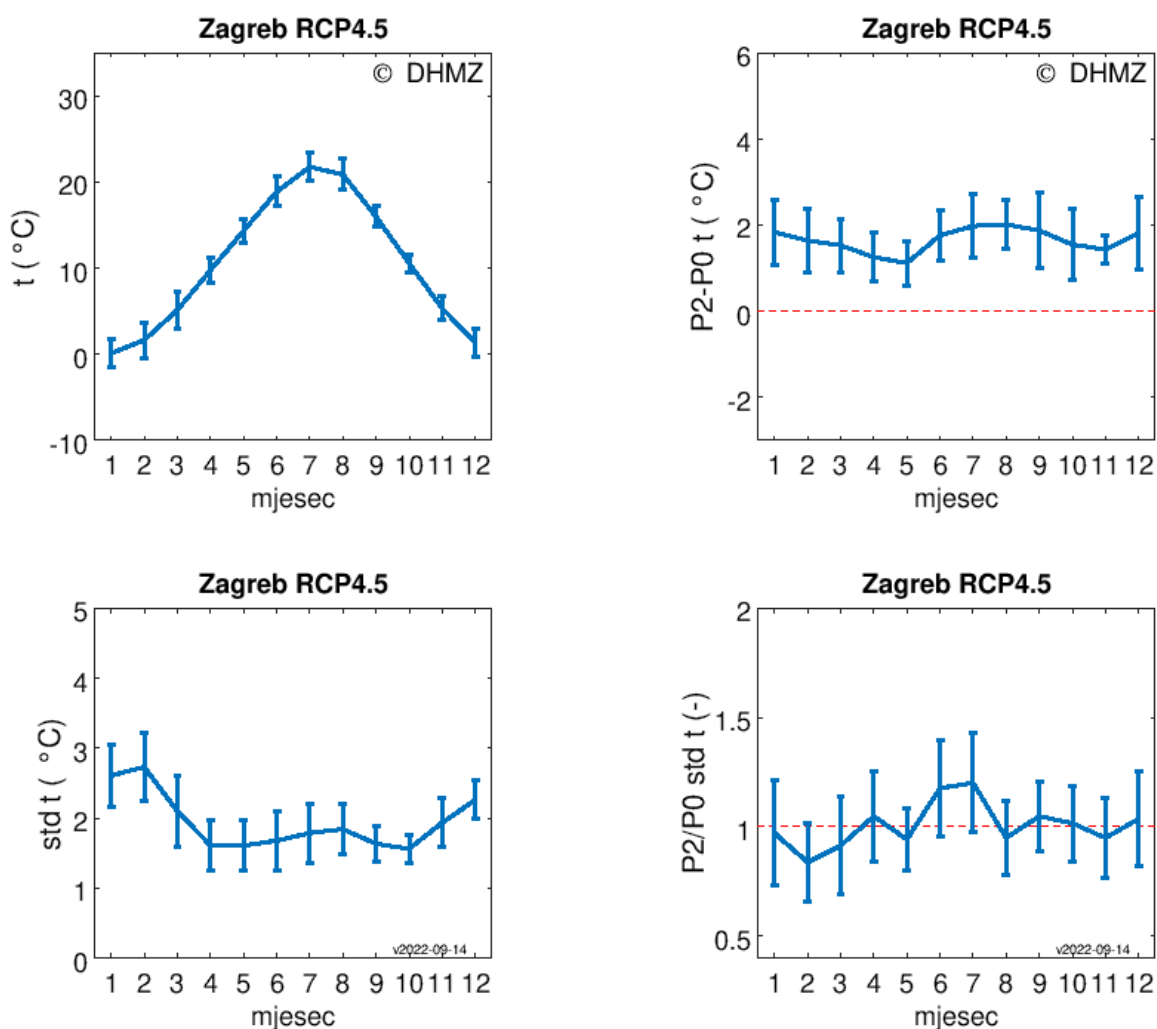
Slika 4. Primjeri prirodnih i antropogenih čimbenika koji utječu na klimu (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Klimatske promjene u budućoj klimi na području Hrvatske dobivene su simulacijama klimatskih modela i simulacijama klime regionalnim klimatskim modelom RegCM. Rezultati modeliranja dani su u dokumentu Rezultati klimatskog modeliranja na sustavu HPC Velebit za potrebe izrade nacerta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske do 2040. i s pogledom na 2070. i Akcijskog plana. Numeričke integracije RegCM modelom mogu se podijeliti na simulacije sadašnje (odnosno prošle) (razdoblje 1971-2000 u daljnjem tekstu P0) klime i simulacije (projekcije) buduće klime (razdoblje 2011-2040 u daljnjem tekstu P1) i (razdoblje 2041-2070 u daljnjem tekstu P2). Modeliranje je provedeno prema RCP4.5 scenariju IPCC-a kojim je predviđen umjeren porast stakleničkih plinova do konca 21. stoljeća. Osim scenarija RCP4.5. koristi se i scenarij RCP8.5. koji se predviđa kontinuirano povećanje stakleničkih plinova što rezultira povećanjem količine stakleničkih plinova za tri puta do 2100. godine. Kako je modeliranje RegCM provedeno na prostornoj rezoluciji 50 km, izrađen je i model u prostornoj rezoluciji 12,5 km korištenjem podataka iz osnovnog modela za R. Hrvatsku. Podaci modeliranja u 12,5 km prostornoj rezoluciji dani su u dokumentu Dodatak rezultatima klimatskog modeliranja na sustavu HPC VELEbit. U nastavku ovog poglavlja bit će dani podaci modeliranja u 12,5 km prostornoj rezoluciji za parametre koji su dostupni.

Temperatura zraka - DHMZ

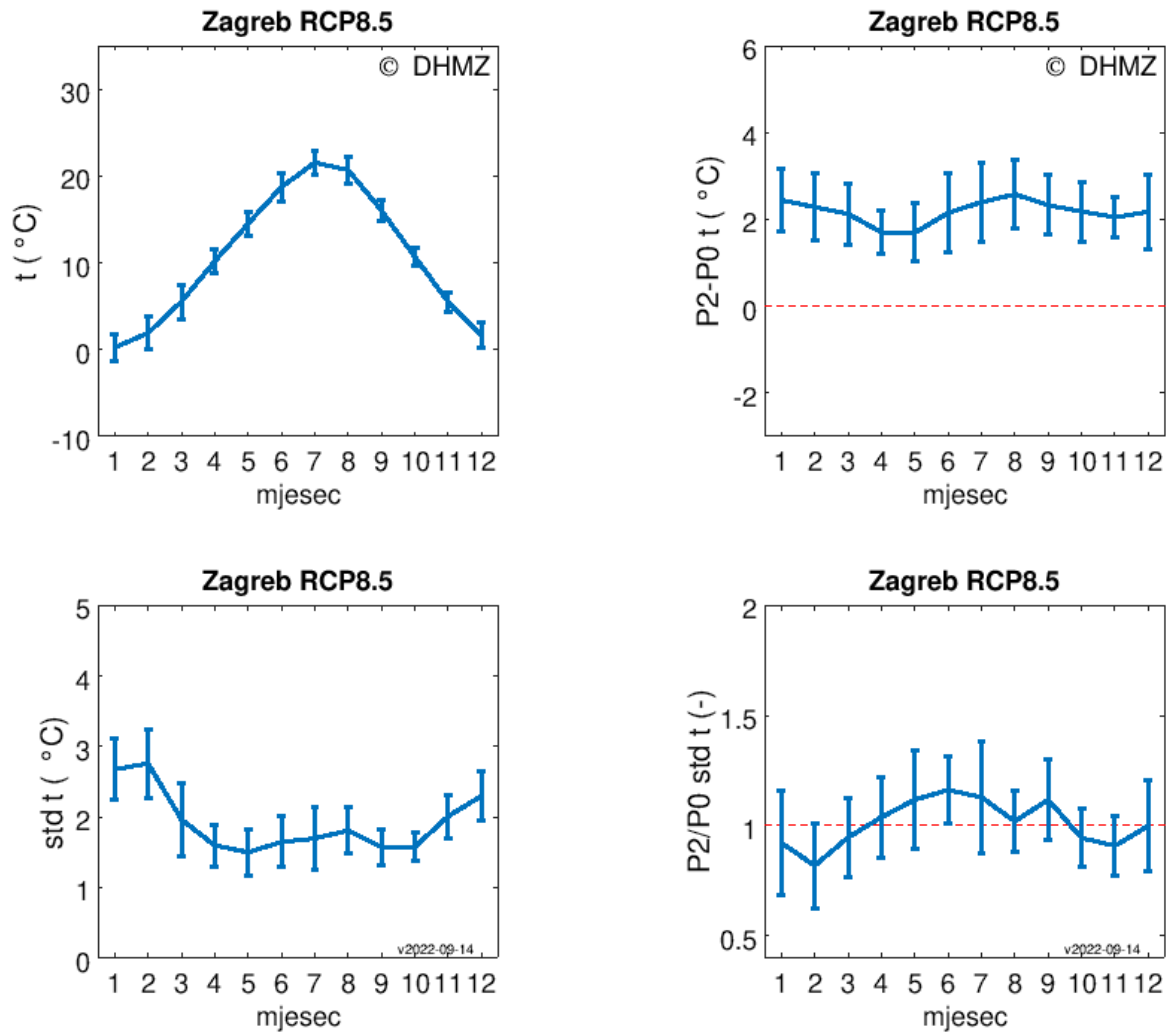
Gornji panel lijevo: srednja mjesečna temperatura zraka na 2 m. Donji panel lijevo: standardna devijacija srednje mjesečne temperature zraka na 2 m. Puna linija: srednjak skupa analiziranih simulacija; stupić: standardna devijacija unutar skupa analiziranih simulacija. Razdoblje: 1981.-2010.

Gornji panel desno: promjena između razdoblja 2041.-2070. i 1981.-2010. Donji panel desno: omjer standardnih devijacija za razdoblje 2041.-2070. u odnosu na razdoblje 1981.-2010. Puna linija: srednjak skupa analiziranih simulacija; stupić: standardna devijacija unutar skupa analiziranih simulacija.



Slika 5. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Zagreb – Temperatura RCP4.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Procjena otpornosti na klimatske promjene

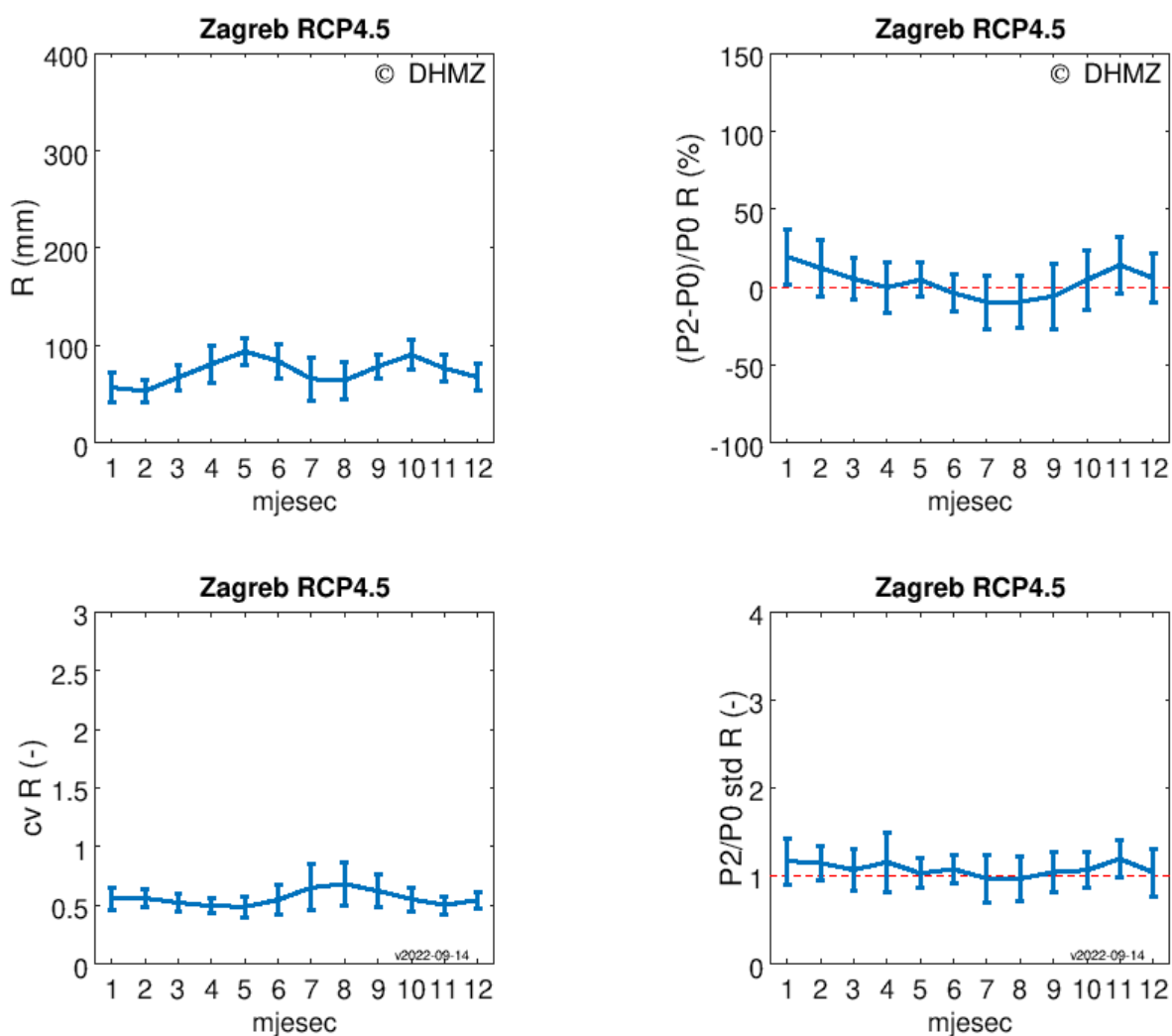


Slika 6. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Zagreb– Temperatura RCP8.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Oborine - DHMZ

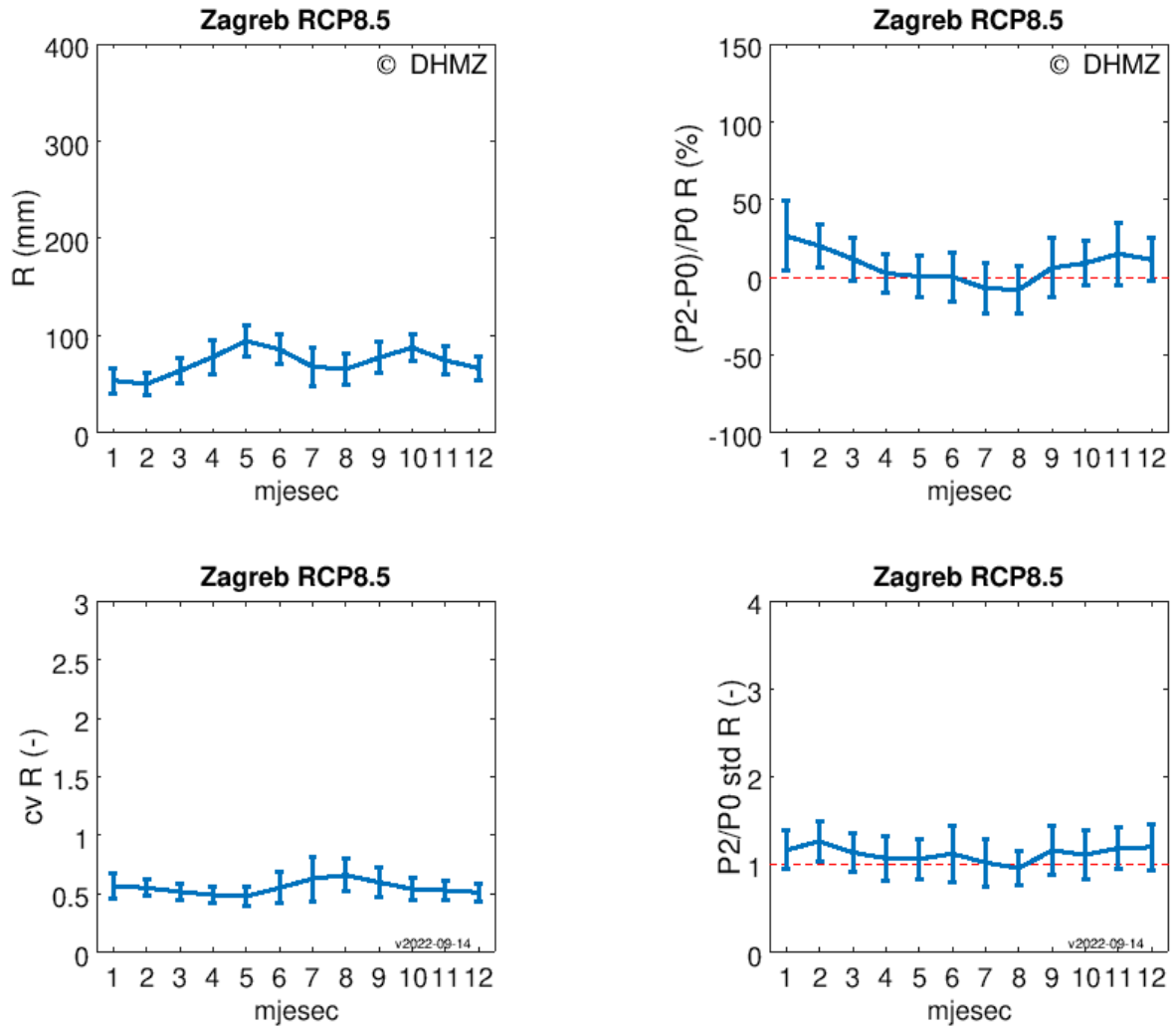
Gornji panel lijevo: srednja mjesečna količina oborine. Donji panel lijevo: koeficijent varijacije mjesečne količine oborine. Puna linija: srednjak skupa analiziranih simulacija; stupić: standardna devijacija unutar skupa analiziranih simulacija. Razdoblje: 1981.-2010.

Gornji panel desno: relativna promjena između razdoblja 2041.-2070. i 1981.-2010. Donji panel desno: omjer standardnih devijacija za razdoblje 2041.-2070. u odnosu na razdoblje 1981.-2010. Puna linija: srednjak skupa analiziranih simulacija; stupić: standardna devijacija unutar skupa analiziranih simulacija.



Slika 7. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Zagreb – Oborine RCP4.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Procjena otpornosti na klimatske promjene



Slika 8. Referentna klima prema simulacijama regionalnih klimatskih modela za odabrani scenarij (Zagreb – Oborine RCP8.5) (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

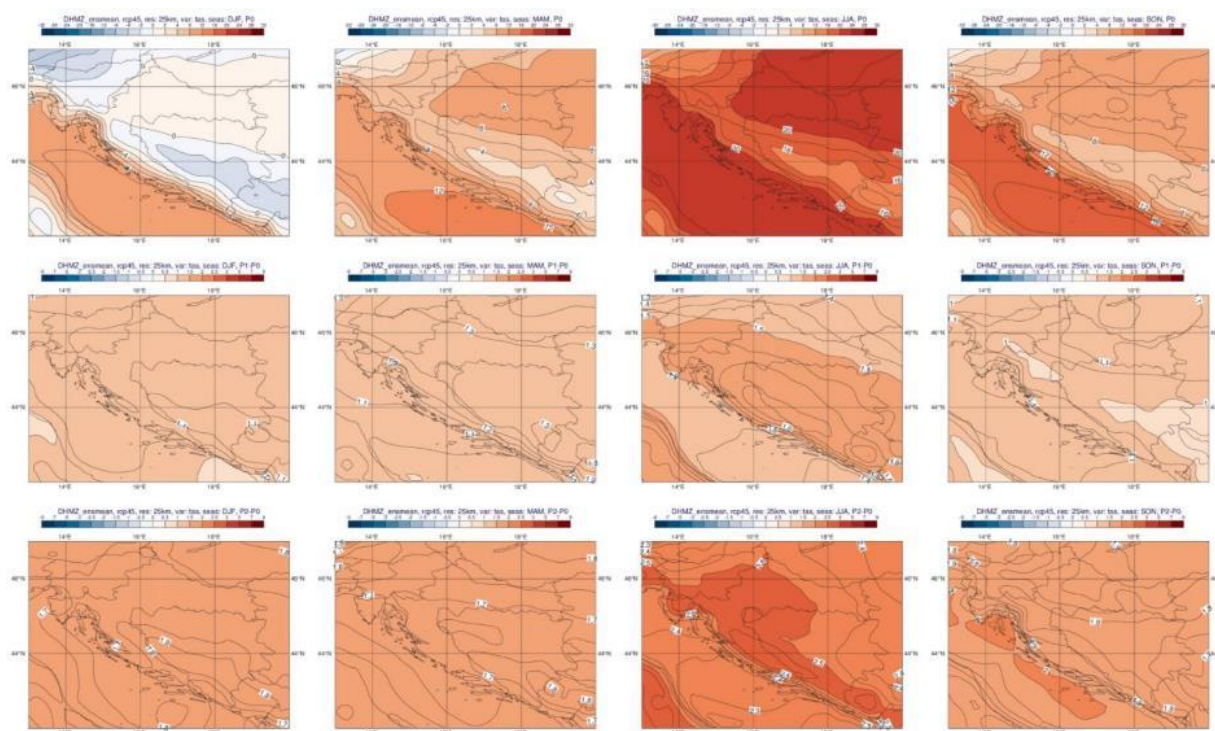
Srednja temperatura zraka na 2 m iznad tla - RegCM

Lokacija zahvata smještena je u kvadrantu između 14°-16° zemljopisne širine i 44°-46° zemljopisne dužine.

Za referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla uočava se sezonska varijabilnost srednje prizemne temperature (Slika 9). Za promatrano područje prosječna temperatura na 2 m iznad tla zimi iznosi 0-2°C, u proljetnom periodu prosječna temperatura je 12-16°C, a ljeti se penje do 24-28°C, jesenski prosjeci se spuštaju na 12-16°C.

Za razdoblje P1 obzirom na referentno razdoblje P0 dolazi do porasta temperature 1-1,5°C u svim godišnjim dobima osim ljeti, kada dolazi do porasta 1,5-2°C.

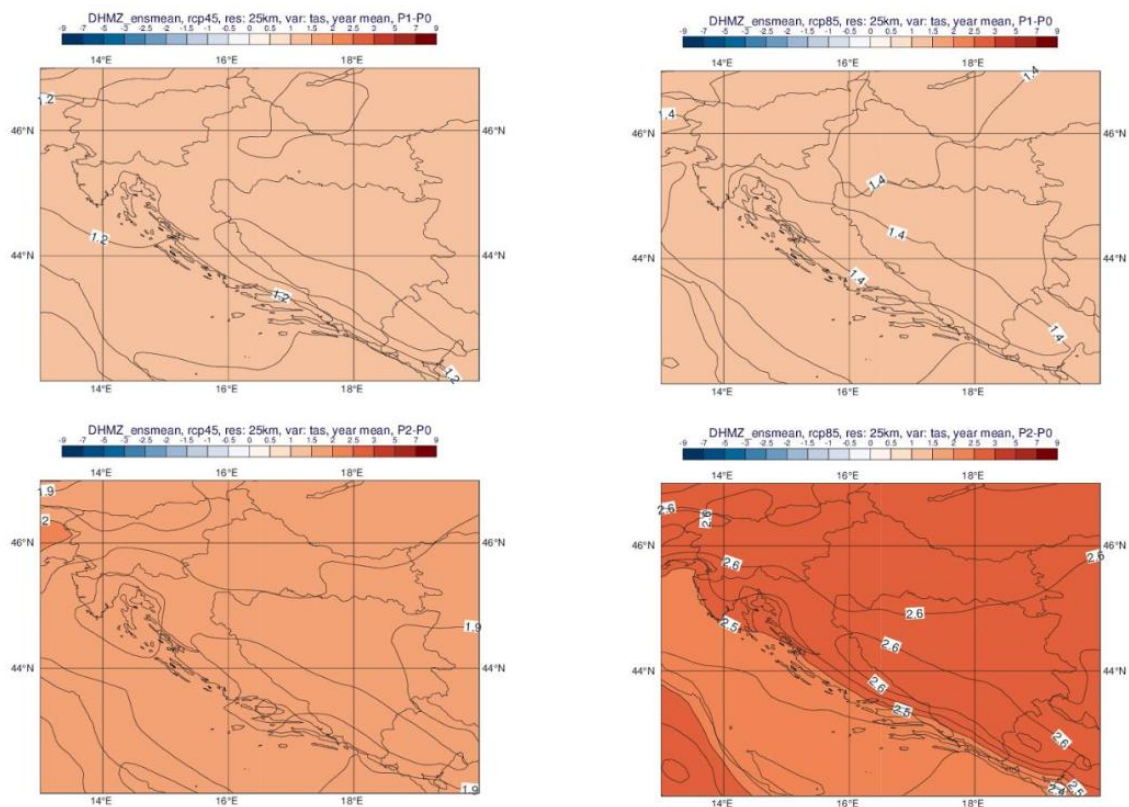
Za razdoblje P2 obzirom na referentno razdoblje P0, zimi u proljeće i jesen povećanje temperature iznosi 1,5-2°C, a ljeti 2,5-3°C.



Slika 9. Temperatura zraka (°C) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041.-2070. (12,5 km)

Srednja temperatura zraka na 2 m iznad tla – RegCM, RCP8.5

Scenarij RCP8.5, projekcije ukazuju na mogućnost temperature od 2,4°C na krajnjem jugu do 2,6°C u većem dijelu Hrvatske. U obalnom području projicirani porast temperature je oko 2,5°C. Za lokaciju zahvata očekivano je povećanje temperature od 1-1,5°C u razdoblju P1, dok je za razdoblje P2 povećanje od 2,5-3,0°C.



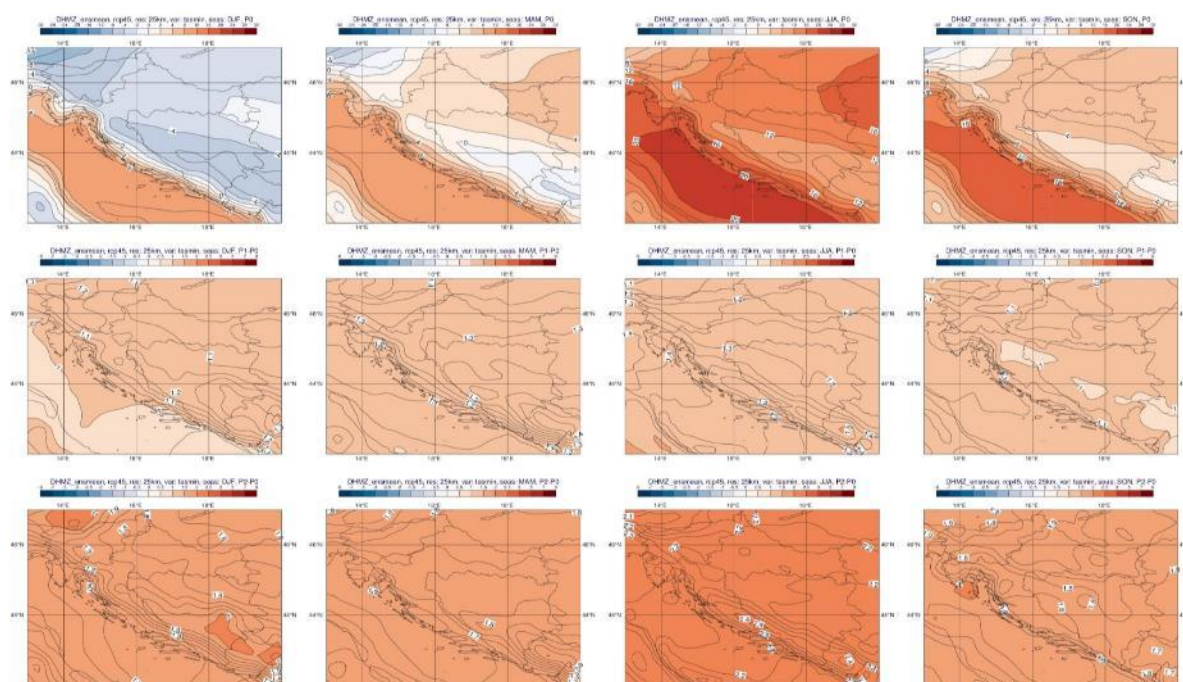
Slika 10. Promjena srednje godišnje temperature zraka na 2 m iznad tla (°C) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine godine Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5.

Minimalna temperatura zraka - RegCM

Minimalna prosječna temperatura na 2 m iznad tla promatranog područja u referentnom razdoblju P0 zimi kreće se od -4 do -2°C, u proljeće 2 do 4°C, ljeti 12-16°C, a u jesen 4 do 8°C.

Projekcije minimalne temperature zraka na 2 m iznad tla za razdoblje P1 obzirom na razdoblje P0 prikazuju porast i to 1-1,5°C u svim godišnjim dobima.

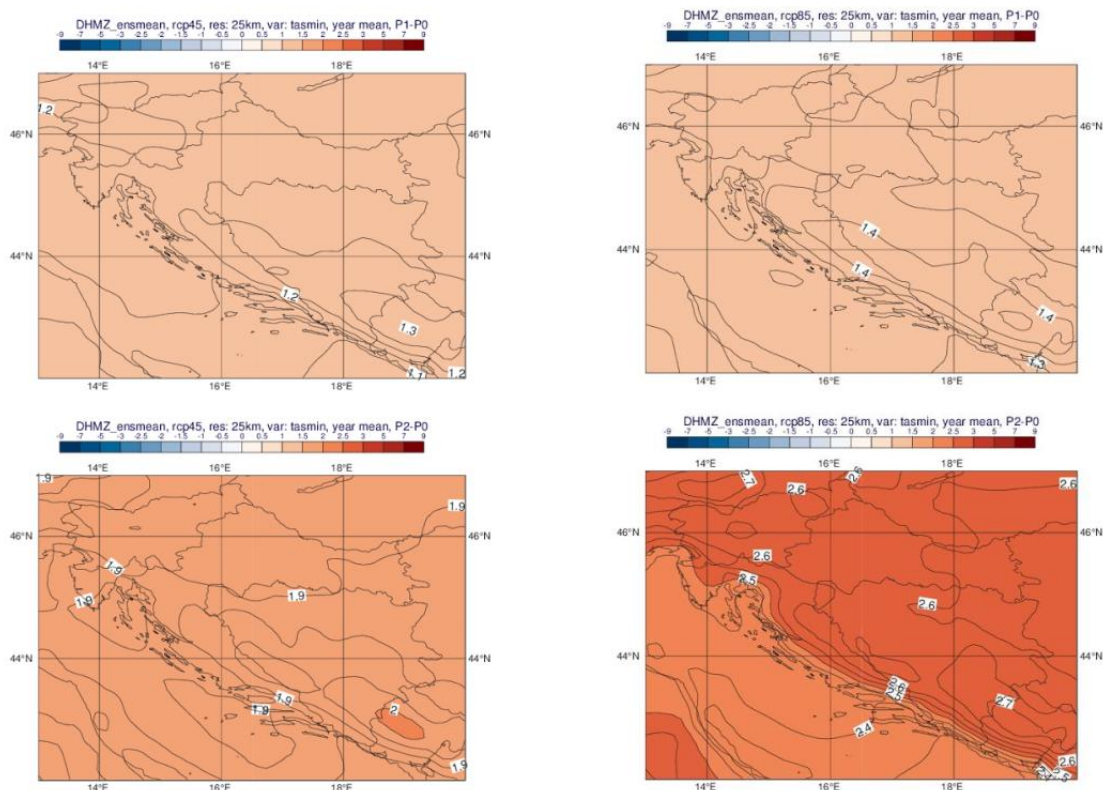
Projekcije minimalne temperature zraka na 2 m iznad tla za razdoblje P2 obzirom na razdoblje P0 prikazuju porast i to 1,5-2°C zimi u proljeće i jesen te 2-2,5°C u ljeto.



Slika 11. Minimalna temperatura zraka (°C) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041.-2070. (12,5 km)

Minimalna temperatura zraka - RegCM, RCP8.5

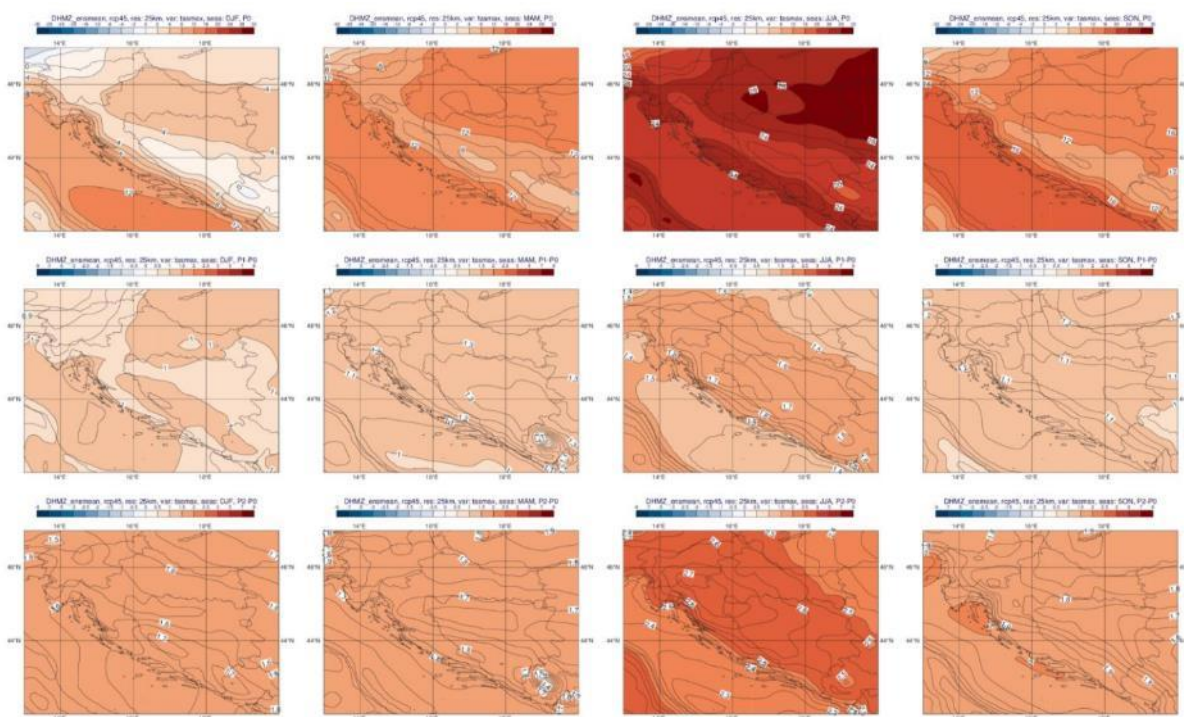
Na srednjoj godišnjoj razini minimalna temperatura zraka slijedi obrazac srednje temperature zraka. Srednjak ansambla RegCM integracija na 12,5 km daje za razdoblje 2011.-2040. godine mogućnost zagrijavanja do 1,4°C za RCP8.5. Za razdoblje 2041.-2070. godine očekivano povećanje je oko 2,6°C, a za scenarij RCP8.5. Za lokaciju zahvata u razdoblju P1 povećanje je u rasponu od 1,5-2°C, dok je za razdoblje P2 očekivano od 2,5-3°C.



Slika 12. Promjena srednje godišnje minimalne temperature zraka na 2 m (°C) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5.

Maksimalna temperatura zraka - RegCM

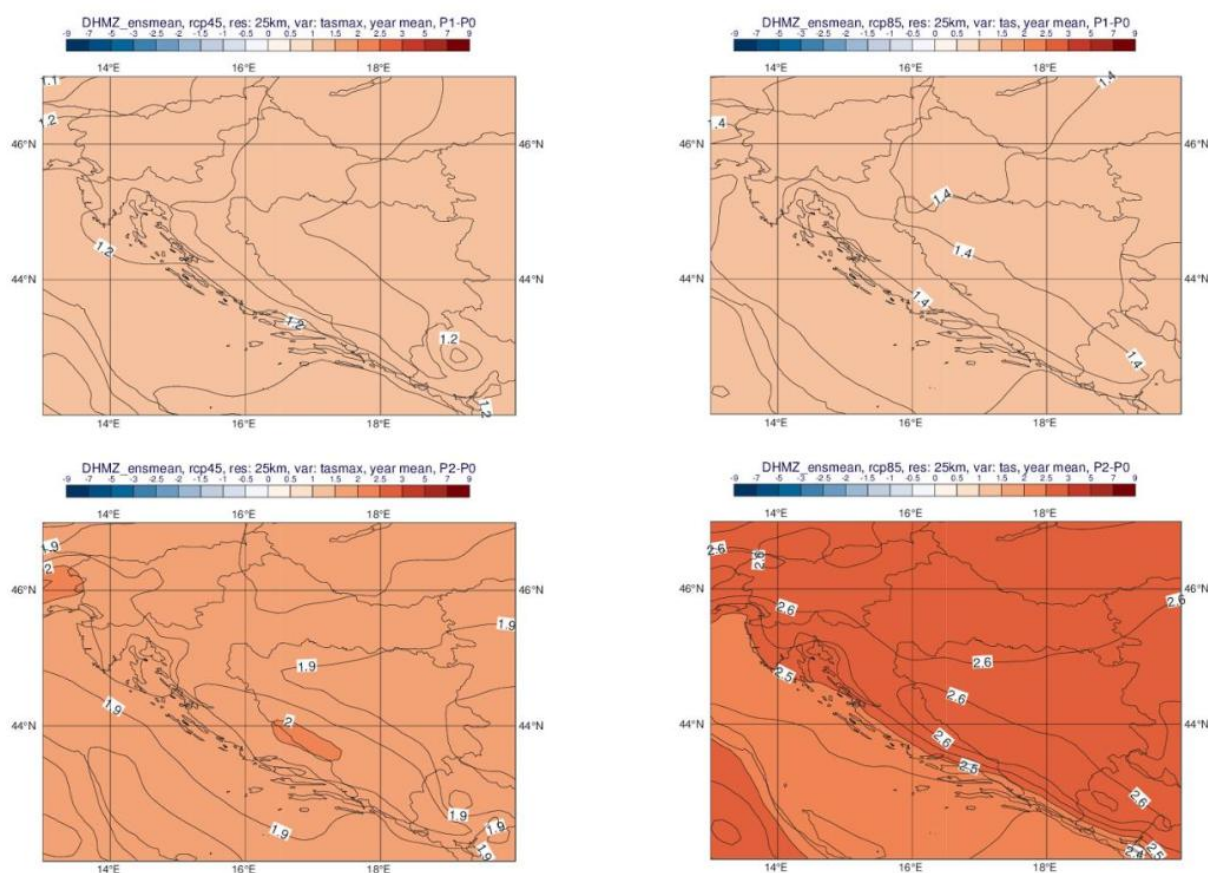
Maksimalna prosječna temperatura zraka na promatranom području u referentnom razdoblju P0 zimi se nalazi u rasponu 4-8°C, 12-16°C u proljeće, 24-28°C u ljeto te 12-16°C u jesen. Sukladno klimatskom modelu za razdoblje P1 obzirom na razdoblje P0 dolazi do porasta maksimalne prosječne temperature i 1-1,5°C zimi u proljeće i jesen, te 1,5-2°C u ljeto. Do povećanja prosječne maksimalne temperature dolazi i u razdoblju P2 1,5-2°C zimi u proljeće i jesen, te 2-2,5°C u ljeto.



Slika 13. Maksimalna temperatura zraka (°C) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041-2070. (12,5 km)

Maksimalna temperatura zraka - RegCM, RCP8.5

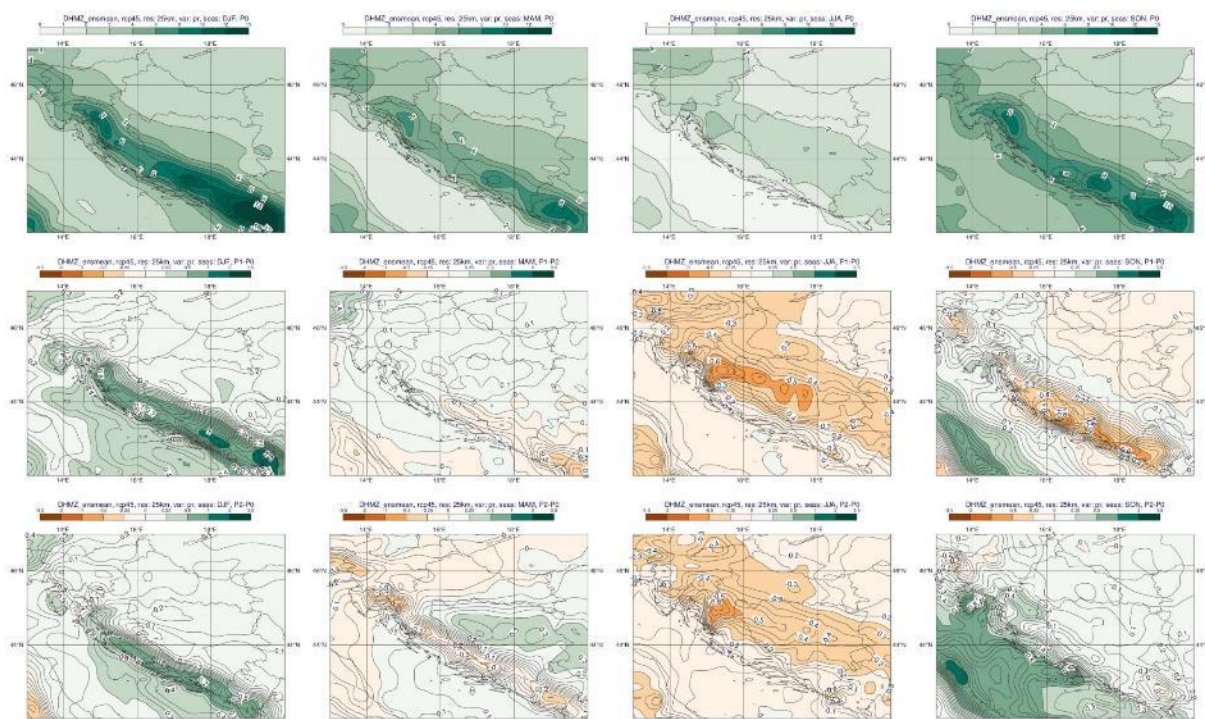
Sličnost s ranije analiziranim temperaturnim veličinama je prisutna i za srednju godišnju maksimalnu temperaturu zraka na 2 m. Srednjak ansambla RegCM simulacija na 12,5 km daje za razdoblje 2011.-2040. godine mogućnost zagrijavanja do 1,4°C prema scenariju RCP8.5. Za razdoblje 2041.-2070. godine i scenarij RCP8.5 oko 2,6°C u većem dijelu Hrvatske te oko 2,5°C u obalnom području. Za lokaciju zahvata u razdoblju P1 očekivano povećanje iznosi od 1 – 1,5°C, dok je u razdoblju P2 povećanje od 2,5-3°C.



Slika 14. Promjena srednje godišnje maksimalne temperature zraka na 2 m (°C) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5.

Oborine - RegCM

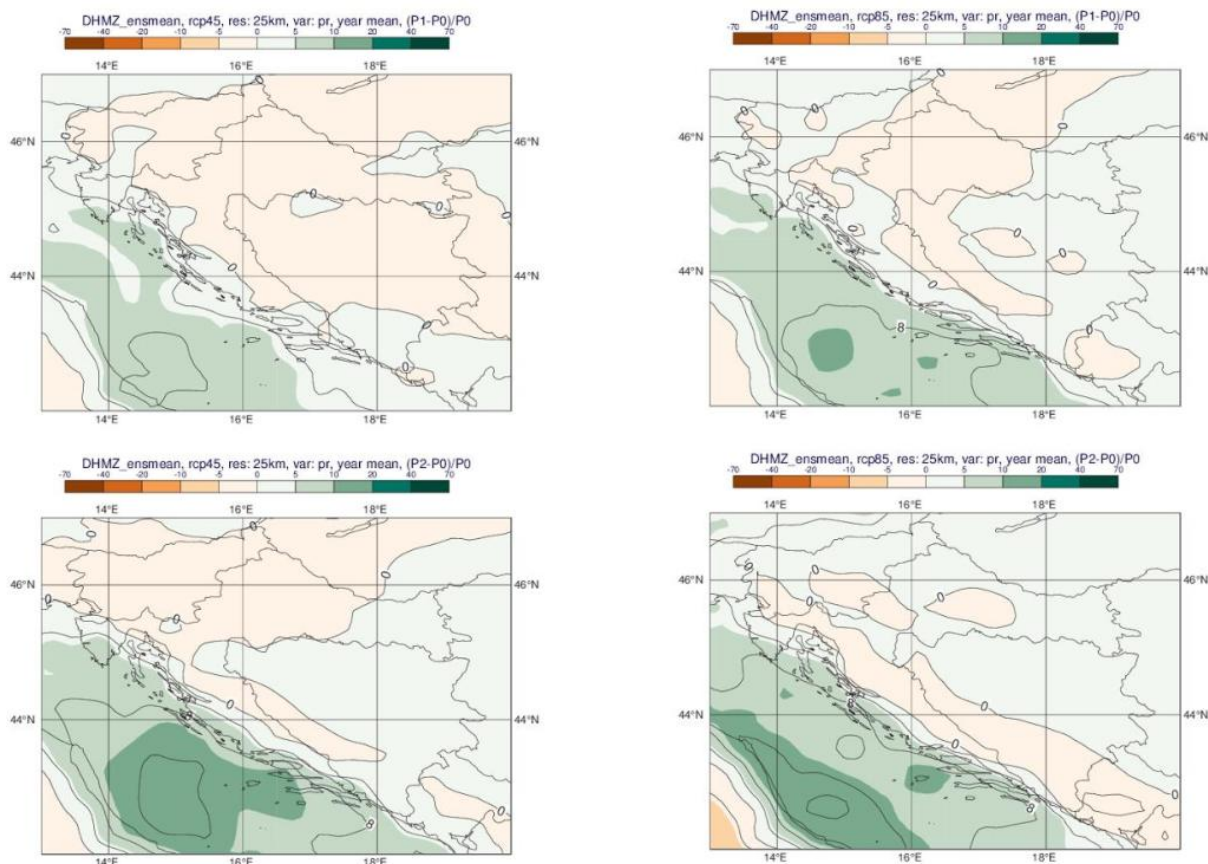
Prije samog početka analize podataka potrebno je naglasiti da primijenjeni klimatski model i za rezoluciju 50 km i 12,5 km daje precijenjene podatke obzirom na referentno razdoblje. Ukupna količina oborine promatranog područja u referentnom razdoblju iznosi 2-3 mm/dan zimi i ljeti, a u proljeće i jesen iznosi 3-4 mm/dan. U razdoblju P1 obzirom na razdoblje P0 u zimi i proljeću dolazi do povećanja prosječne količine oborine za 0-0,25 mm/dan, dok ljeti dolazi do smanjenja oborina 0,50-0,25 mm/dan, a u jesen 0,25-0 mm/dan. U razdoblju P2 obzirom na razdoblje P0 u ljeti je i dalje prisutno smanjenje prosječne količine oborina za 0,50-0,25 mm/dan, a smanjenje je prisutno i u proljeće za 0,25-0 mm/dan. U ostalim dobima prisutno je povećanje oborina od 0-0,25 mm/dan.



Slika 15. Ukupna količina oborine (mm/dan) u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971.-2000.; sredina: promjena u razdoblju 2011.-2040.; dolje: promjena u razdoblju 2041-2070. (12,5 km)

Oborine - RegCM, RCP8.5

Na srednjoj godišnjoj razini su promjene u ukupnoj količini oborine u rasponu od -5 do 5% za oba buduća razdoblja te za oba scenarija. Za lokaciju zahvata u P1 razdoblju promjena iznosi od 0 do 5%, dok je u razdoblju P2 promjena od -5 do 0% .



Slika 16. Promjena srednje godišnje ukupne količine oborine (%) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5.

Maksimalna brzina vjetra - RegCM

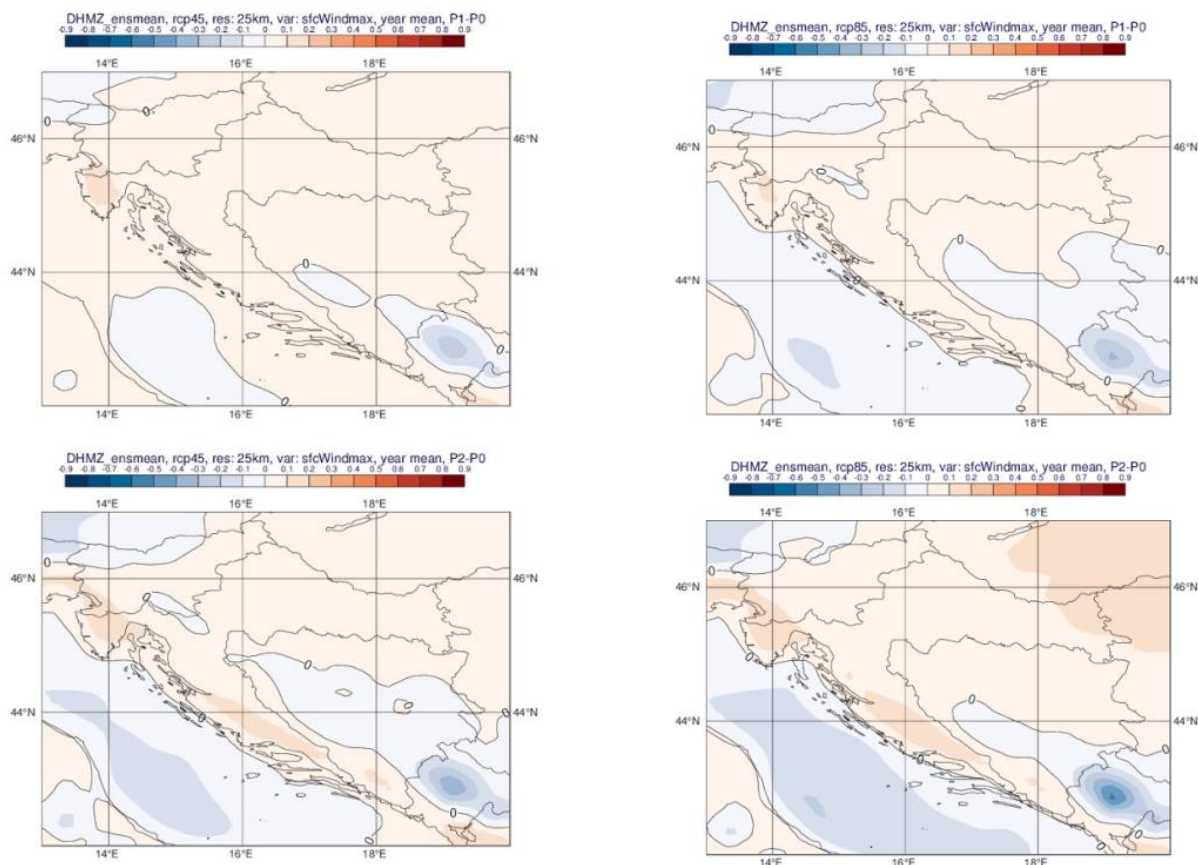
Promatrano područje u referentnom razdoblju P0 karakteriziraju prosječne brzine vjetra na visini 10 m 5-6 m/s, navedena brzina karakteristična je i za preostala godišnja doba proljeće, ljeto i jesen.

Obzirom na referentno razdoblje P0 u razdoblju P1 dolazi do porasta prosječne brzine vjetra na 10 m za 0,0-0,1 m/s u svim godišnjim dobima osim u jesen kad je prisutno smanjenje brzine od 0-0,1 m/s.

U razdoblju P2 u usporedbi s referentnim razdobljem P0 prosječna brzina vjetra na 10 m se povećava za 0-0,1 m/s u svim godišnjim dobima osim zimi kada se smanjuje 0,1-0 m/s.

Maksimalna brzina vjetra - RegCM, RCP8.5

Na srednjoj godišnjoj razini, projekcije za oba razdoblja (2011.-2040. godine, 2041.-2070. godine) te oba scenarija (RCP4.5 i RCP8.5) ukazuju na blage, gotovo zanemarive, promjene u rasponu od -1 % do 3 % ovisno o dijelu Hrvatske. Za lokaciju zahvata za razdoblje P1 u odnosu na P0 promjena se nalazi u rasponu od 0 do 0,1 m/s, dok je u razdoblju P2 promjena od 0,1 do 0,2 m/s.

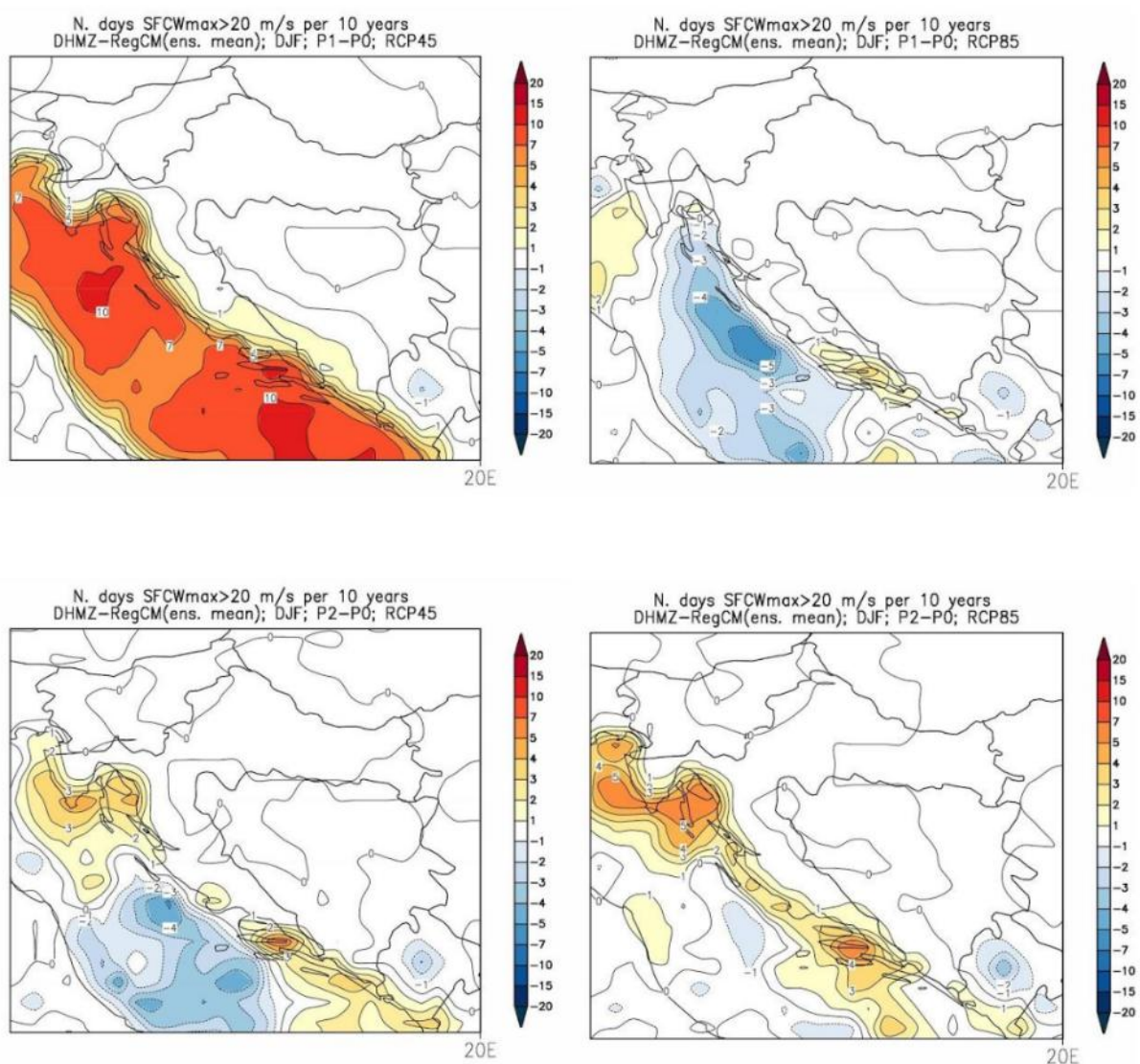


Slika 17. Promjena srednje godišnje maksimalne brzine vjetra na 10 m (m/s) u odnosu na referentno razdoblje 1971.-2000. godine u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Gore: za razdoblje 2011.-2040. godine; dolje: za razdoblje 2041.-2070. godine. Lijevo: scenarij RCP4.5; desno: scenarij RCP8.5.

Broj dana s maksimalnom brzinom vjetra - RegCM

Pod ekstremnim uvjetima bit će razmatran broj dana s maksimalnom brzinom vjetra većom od 20 m/s, broj ledenih dana, broj vrućih dana, broj dana s toplim noćima te broj kišnih i sušnih dana. Navedene simulacije provede su prema scenarijima RCP4.5 i RCP8.5.

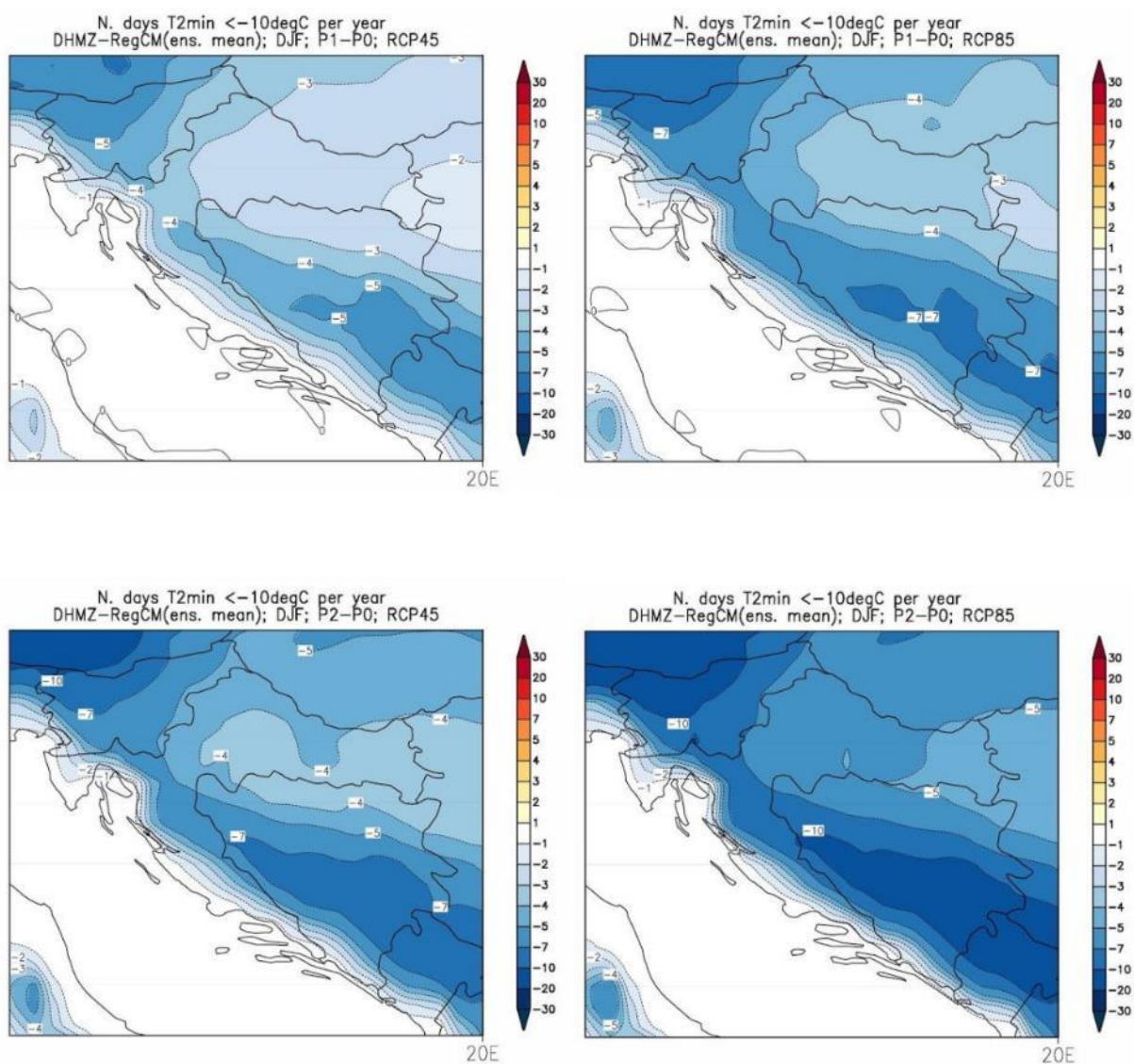
S gledišta broja dana s brzinom vjetra većom ili jednakom 20 m/s u zimskom periodu za koji je rađena simulacija za promatrano područje kako u prvom razdoblju P1 jedan tako i u drugom razdoblju P2 za oba scenarija ne dolazi do promjene.



Slika 18. Promjene srednjeg broja dana s maksimalnom brzinom vjetra ≥ 20 m/s u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5. desno scenarija RCP8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red razdoblje P2. Mjerna jedinica broj događaja/ 10 god. Sezona zima. (12,5 km)

Broj ledenih dana - RegCM

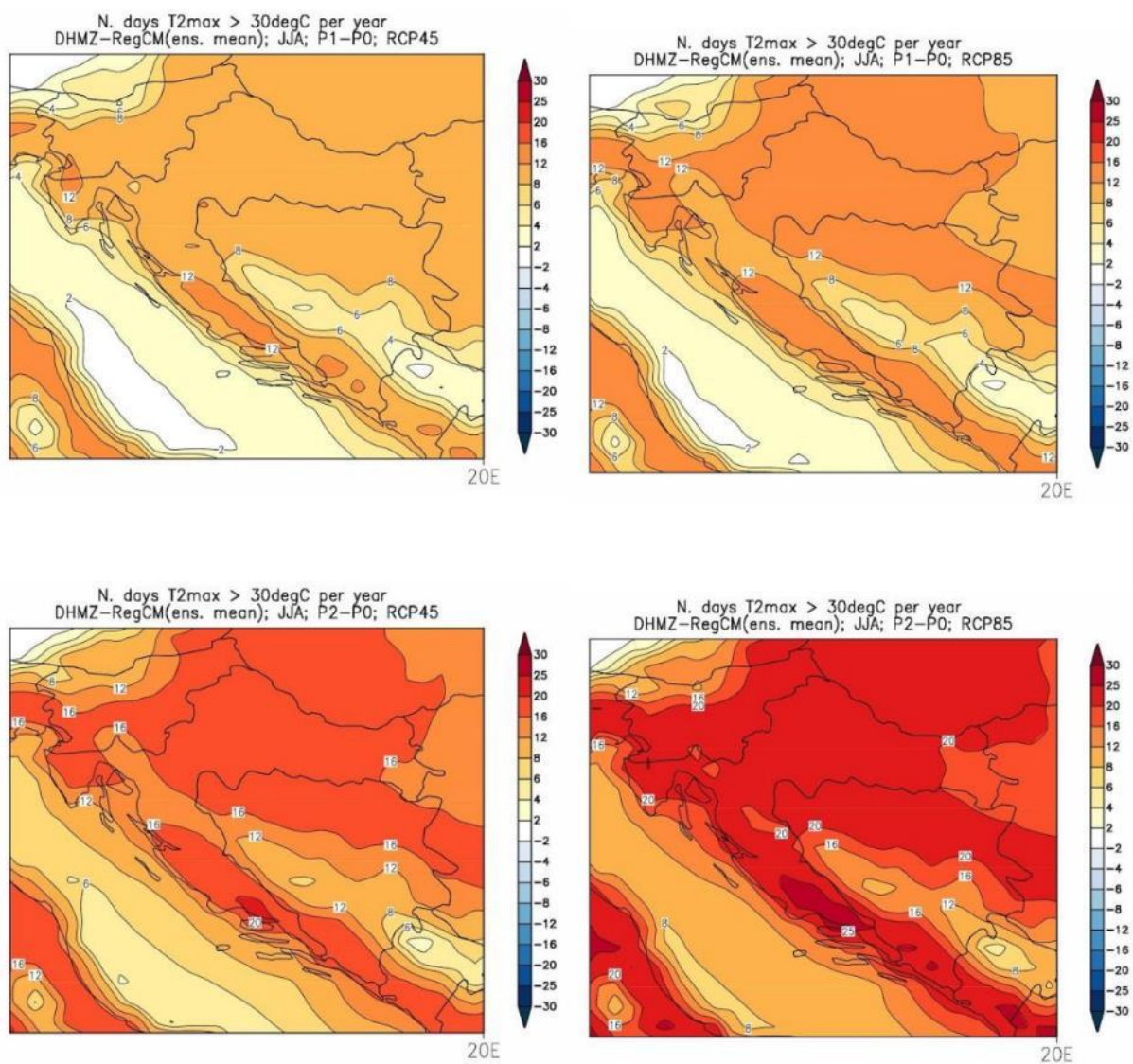
Broj ledenih dana u zimskom dobu za promatrano područje prema RCP4.5. scenariju tijekom promatranog razdoblja P1 smanjuje se za 1-2 dana, odnosno u razdoblju P2 za 3-4 dana. Obzirom na model RCP8.5. u prvom promatranom razdoblju P1 dolazi do smanjenja za 4-5 dana, a u razdoblju P2 za 5-7 dana.



Slika 19. Promjene srednjeg broja ledenih dana (dan s minimalnom temperaturom $\leq -10^{\circ}\text{C}$) u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCm modelom, lijevo scenarij RCP4.5., desno scenarij RCP8.5. <prvi red promjena u razdoblju P1, drugi red primjena u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u godini. Sezona zima. (12,5 km)

Broj vrućih dana - RegCM

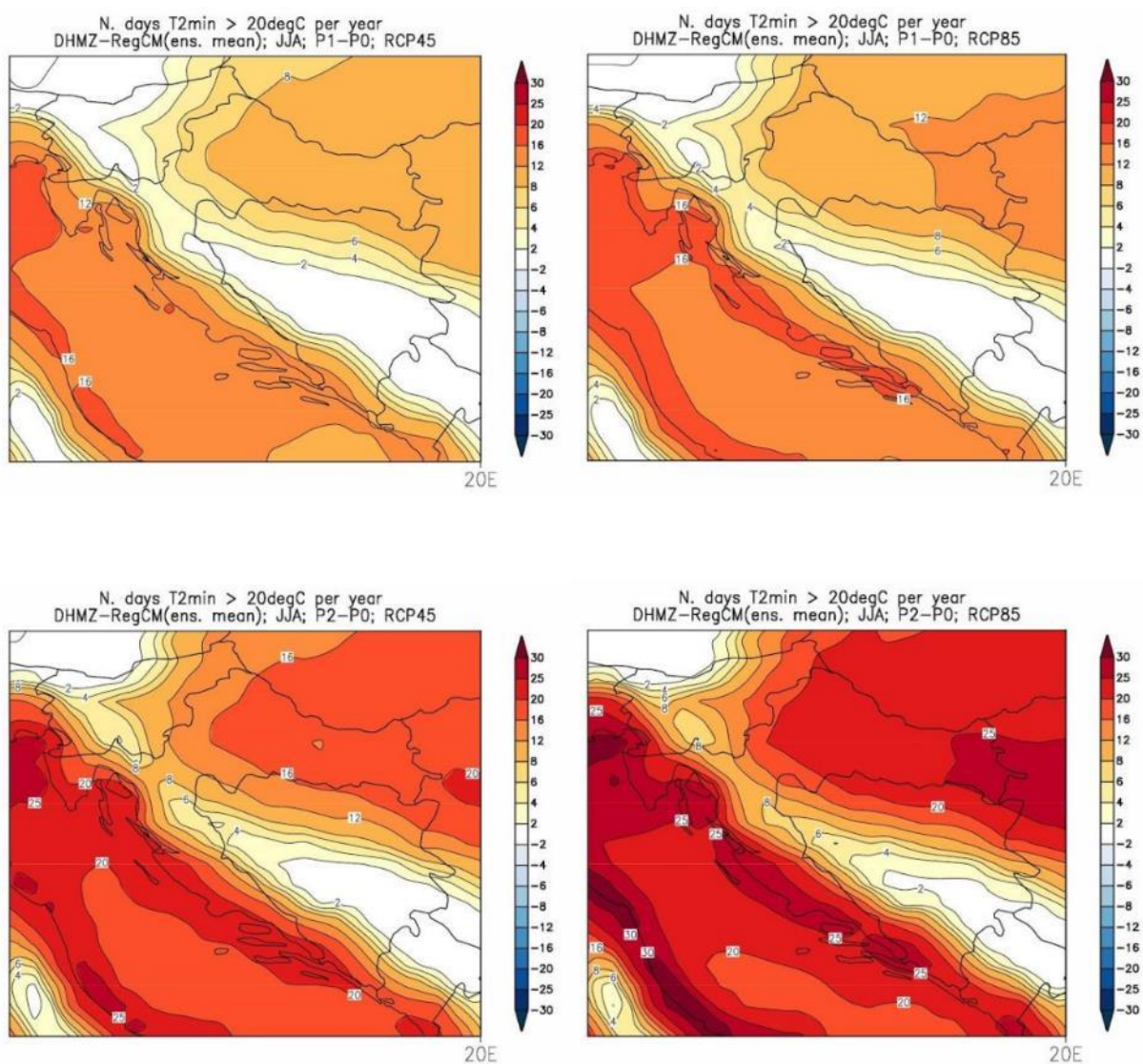
Prema scenariju RCP4.5. za promatrano područje u razdoblju P1 dolazi do povećanja broja vrućih dana i to za 8-12 dana, u razdoblju P2 povećanje broja vrućih dana obzirom na referentno razdoblje iznosi 16-20 dana. Povećanje broja vrućih dana obzirom na referentno razdoblje P0 za scenarij RCP8.5. iznosi 12-16 dana u razdoblju P1 i 20-25 dana u razdoblju P2.



Slika 20. Promjene srednja broja vrućih dana (dnevan max. temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$) u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5., desno scenarij RCP 8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red promjene u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u sezoni. Sezona ljeto. (12,5 km)

Broj dana s toplim noćima - RegCM

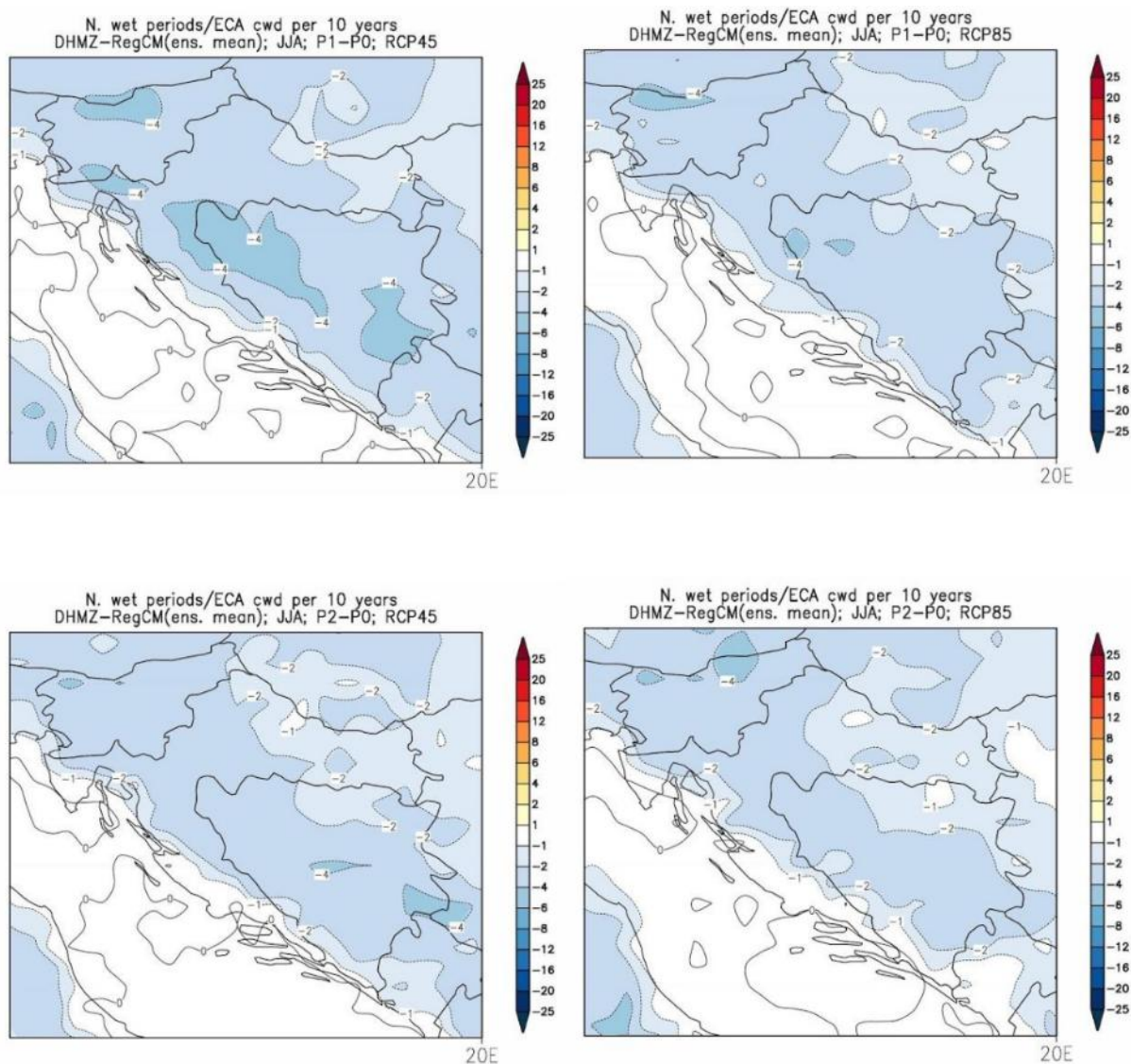
U razdoblju P1 obzirom na referentno razdoblje P0, a prema scenariju RCP 4.5. broj dana s toplim noćima povećava se za 6-8 dana, te u razdoblju P2 za 12-16 dana. Prema scenariju RCP8.5. u razdoblju P1 dolazi do povećanja broja toplih dana za 8-12 dana u razdoblju P1 i 20-25 dana u razdoblju P2.



Slika 21. Promjene srednjeg broja dana s toplim noćima (dan kada je minimalna temperatura $\geq 20^{\circ}\text{C}$) u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5. desno scenarij RCP8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red promjene u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u godini. Sezona ljeto. (12,5 km)

Broj kišnih razdoblja - RegCM

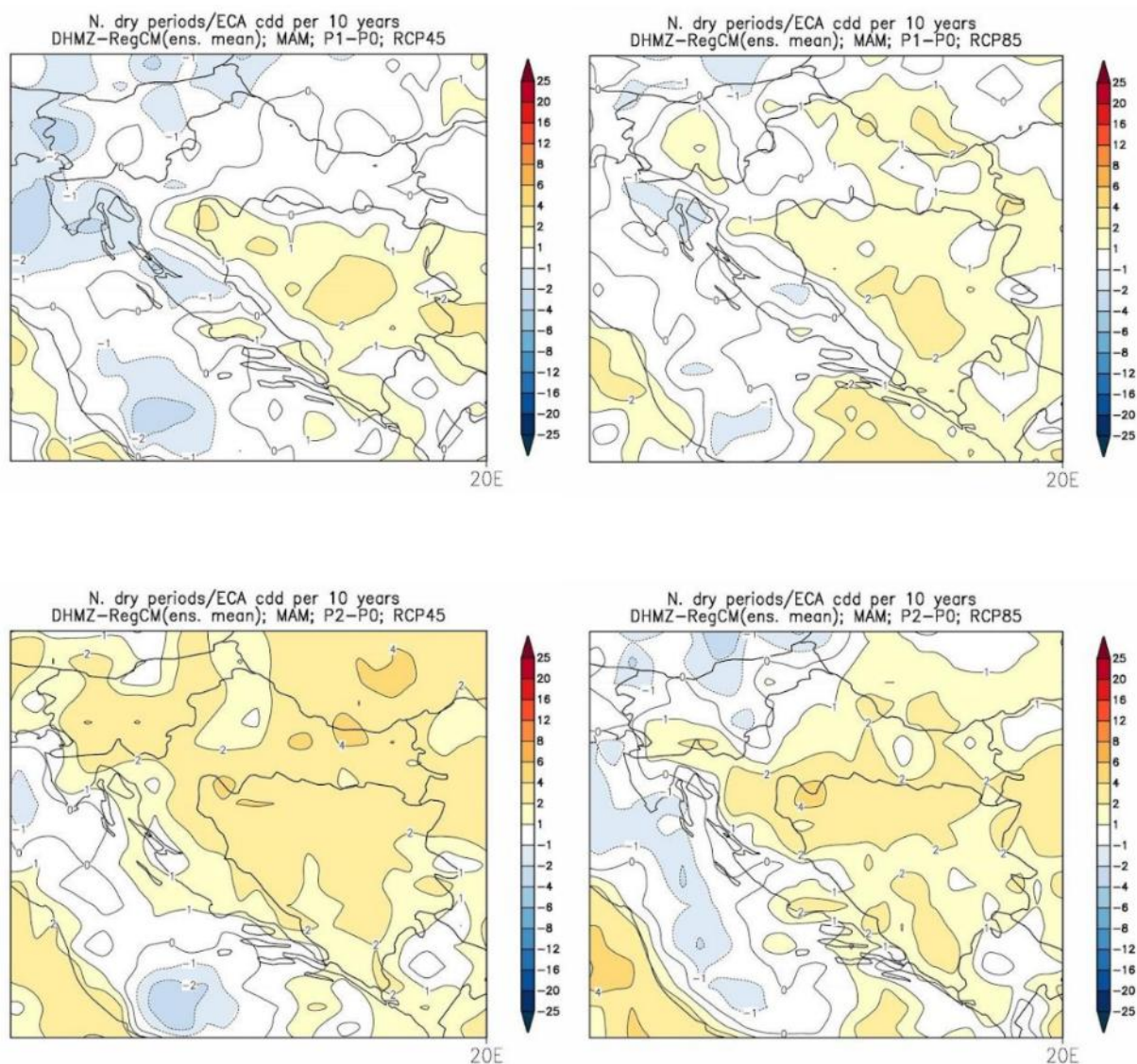
Pod kišnim razdobljem podrazumijeva se minimalno 5 uzastopnih dana s dnevnom količinom oborine većom ili jednakom 1 mm. Prema scenariju RCP4.5. u razdoblju P1 dolazi do smanjenja od 2-4 kišnog razdoblja obzirom na referentno razdoblje P0, a u razdoblju P2 zadržava se trend iz razdoblja P1. Prema scenariju RCP8.5. također je i za razdoblje P1 i za razdoblje P2 obzirom na referentno razdoblje P0 prisutno smanjenje kišnih razdoblja za 2-4.



Slika 22. Promjene srednjeg godišnjeg broja kišnih razdoblja u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCm modelom. Lijevo scenarij RCP4.5., desno scenarij RCP8.5. Prvi red promjene u razdoblju P1, drugi red promjene u razdoblju P2. Mjerna jedinica broj događaja u 10 godina. Sezona ljeto. (12,5 km)

Srednji broj sušnih razdoblja - RegCM

Sušno razdoblje je razdoblje od minimalno pet uzastopnih dana s dnevnom količinom oborine manjom ili jednakom 1 mm. Na promatranom području prema scenariju RCP4.5. u razdoblju P1 obzirom na referentno razdoblje P0 dolazi do ne postoje neke tendencije promjene odnosno rezultat modeliranja je u području od -1 do +1, dok u razdoblju P2 dolazi do povećanja sušnih razdoblja za 2-4 pojavljivanja. Prema scenariju RCP8.5. u prvom razdoblju prisutna je promjena od 1-2 pojavljivanja više nego li je slučaju u razdoblju P0, također u razdoblju P2 od -1 do +1 pojavljivanja naspram referentnog razdoblja P0.



Slika 23. Promjene srednjeg broja sušnih razdoblja u odnosu na referentno razdoblje P0 u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo scenarij RCP4.5. desno scenarij RCP8.5. Prvi red razdoblje P1, drugi red razdoblje P2. Mjerna jedinica broj događaja u 10 godina. Sezona proljeće. (12,5 km)

Iz navedenih rezultata može se zaključiti da dolazi do promjene svih promatranih parametara. Obzirom na vrstu predmetnog zahvata, promjena klimatskih parametara ne bi trebala imati utjecaj na sami zahvat, no o tome će se provesti detaljnija analiza u nastavku.

Prema Tehničkim smjernicama za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021. - 2027., analiza ranjivosti projekta na klimatske promjene važan je korak u utvrđivanju odgovarajućih mjera prilagodbe. Analiza je podijeljena na tri koraka, odnosno na analizu osjetljivosti, procjenu postojeće i buduće izloženosti te procjenu ranjivosti koja je spoj prethodnih dviju analiza.

Analizom ranjivosti nastoje se utvrditi relevantne klimatske nepogode za predmetnu vrstu projekta na planiranoj lokaciji. Ranjivost projekta sastoji se od dvaju aspekata: mjere u kojoj su sastavnice projekta općenito osjetljive na klimatske nepogode (osjetljivost) i vjerojatnosti da će na lokaciji projekta doći do nepogode sada ili u budućnosti (izloženost). Ta dva aspekta mogu se procijeniti zasebno ili zajedno.

Osjetljivost zahvata je povezana s određivanjem utjecaja primarnih klimatskih faktora i sekundarnih učinaka tj. opasnosti koje mogu nastati uzrokovane klimom. S obzirom na širok raspon varijabli određene su one za koje smatramo da su važne za planirani zahvat te ćemo s obzirom na njih razmatrati osjetljivost projekta.

Ocjene vrijednosti (visoka, umjerena, zanemariva – Tablica 4.), dodijeljena je svim ključnim temama kroz njihov odnos s primarnim klimatskim faktorima i sekundarnim efektima (faktori – Tablica 5.).

Utvrđivanje osjetljivosti projekta na klimatske promjene

Osjetljivost se vrednuje ocjenama visoka, umjerena i zanemariva kako slijedi:

Tablica 4. Ocjene vrijednosti zahvata na klimatske promjene

	Razina	Opis
0	Nema/zanemariva osjetljivost	Nema prekida u pružanju infrastrukturnih usluga ili oštećenja – uobičajeno poslovanje
1	Niska osjetljivost	Lokalizirani prekidi u pružanju usluga infrastrukture. Nema trajnih oštećenja, potrebni su neki manji radovi na obnovi
2	Srednja osjetljivost	Raširena šteta na infrastrukturi i prekidi usluga koji zahtijevaju umjerene popravke. Djelomična šteta na lokalnoj infrastrukturi
3	Visoka osjetljivost	Trajna ili opsežna oštećenja koja zahtijevaju opsežan popravak

Procjena otpornosti na klimatske promjene

U procjeni osjetljivosti predmetnog projekta uzimaju se u obzir sljedeći aspekti:

- stupanj oštećenja infrastrukture (materijalni gubitak);
- rad/funkcionalnost infrastrukture i povezani gospodarski učinci (uključujući učinke upravljanja te učinke na sudionike u prometu s povezanim gospodarskim učincima).

Tablica 5. Osjetljivost za predmetni projekt

Klimatske opasnosti	Razina štete na infrastrukturi (materijalni gubici)	Rad/funkcionalnost infrastrukture i povezani gospodarski učinci (uključujući upravljanje te sudionike u prometu s povezanim gospodarskim učincima)	Sveukupno
Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	Niska Povećana opasnost od požara u okolini.	Srednja Pregrijavanje električnih sustava, smanjenje učinkovitosti punjenja, povećani troškovi hlađenja i održavanja.	Srednja
Hladna razdoblja	Niska Oštećenja elektromehaničke (E/M) opreme.	Niska Moguće smanjenje učinkovitosti baterija i duža vremena punjenja, povećani troškovi grijanja stanica.	Niska
Oštećenje zbog odmrzavanja	Niska Moguće pukotine u asfaltu i betonskim temeljima punionica.	Niska Povećano zimsko održavanje, povećani troškovi grijanja stanica.	Niska
Prosječna promjena padalina	Niska Manji utjecaj na infrastrukturu, moguće manje oštećenje opreme zbog vlage.	Niska Povećani/smanjeni troškovi održavanja sustava odvodnje u okolini.	Niska
Ekstremne oborine	Niska Moguća oštećenja opreme zbog prodora vode.	Srednja Smanjenje dostupnosti stanica tijekom jakih kiša.	Srednja
Snijeg	Srednja Povećani rizik od otapanja leda/snijega što dovodi do povećanog otjecanja i/ili poplava.	Srednja Povećana potreba za održavanjem, mogući problemi s pristupom vozila do punionica.	Srednja
Poplave	Visoka Moguće značajno oštećenje električnih sustava.	Visoka Gubitak funkcionalnosti punionica.	Visoka
Magle	Niska	Niska	Niska
Najveća brzina vjetra	Srednja Oštećenje infrastrukturne opreme.	Srednja Otežan pristup punionici.	Srednja
Oluje (lokacije i intenzitet)	Srednja Moguća oštećenja opreme.	Srednja Gubitak napajanja, poremećaji u radu.	Srednja
Šumski požar	Srednja	Srednja	Srednja

Procjena otpornosti na klimatske promjene

	Oštećenja infrastrukture.	Povećani sigurnosni rizici.	
Nestabilnost tla/odroni tla	Visoka Moguća fizička oštećenja punionica, potencijalno trajna nefunkcionalnost u pogođenim područjima.	Srednja Povećani zdravstveni i sigurnosni rizici korisnika.	Visoka

Procjena izloženosti opasnostima koje su vezane za klimatske uvjete

Nakon utvrđivanja osjetljivosti predmetne vrste zahvata, idući korak je procjena izloženosti projekta i relevantne imovine na opasnosti koje su vezane za klimatske uvjete na lokaciji na kojoj će zahvat biti proveden.

Podaci o izloženosti su prikupljeni za klimatske promjene na koje je projekt visoko ili umjereno osjetljiv (iz Modula 1) i to za sadašnje i buduće stanje klime (Modul 2a i 2b).

U tablici u nastavku (Tablica 6.) je prikazana sadašnja i buduća izloženost projekta kroz primarne i sekundarne klimatske promjene.

Tablica 6. Izloženost projektnog područja klimatskim utjecajima za trenutačne i buduće klimatske uvjete

Procjena izloženosti			
	Trenutna	Buduća	Sveukupno
Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	Srednja	Visoka	Visoka
Hladna razdoblja	Niska	Niska	Niska
Oštećenje zbog odmrzavanja	Niska	Niska	Niska
Prosječna promjena padalina	Niska	Niska	Niska
Ekstremne oborine	Srednja	Visoka	Visoka
Snijeg	Niska	Niska	Niska
Poplave	Srednja	Srednja	Srednja
Magle	Niska	Niska	Niska
Najveća brzina vjetra	Niska	Niska	Niska
Oluje (lokacije i intenzitet)	Srednja	Srednja	Srednja
Šumski požar	Niska	Niska	Niska
Nestabilnost tla/odroni tla	Niska	Niska	Niska

Zaključak:

Najviša ocjena izloženosti na temelju trenutačne ili buduće klime određuje ukupnu izloženost projekta.

Utvrđeno je da projekt pokazuje visoku razinu izloženosti ekstremnim temperaturama i oborinama te srednju izloženost poplavama i olujama, u skladu s prethodno opisanim klimatskim prognozama i podacima.

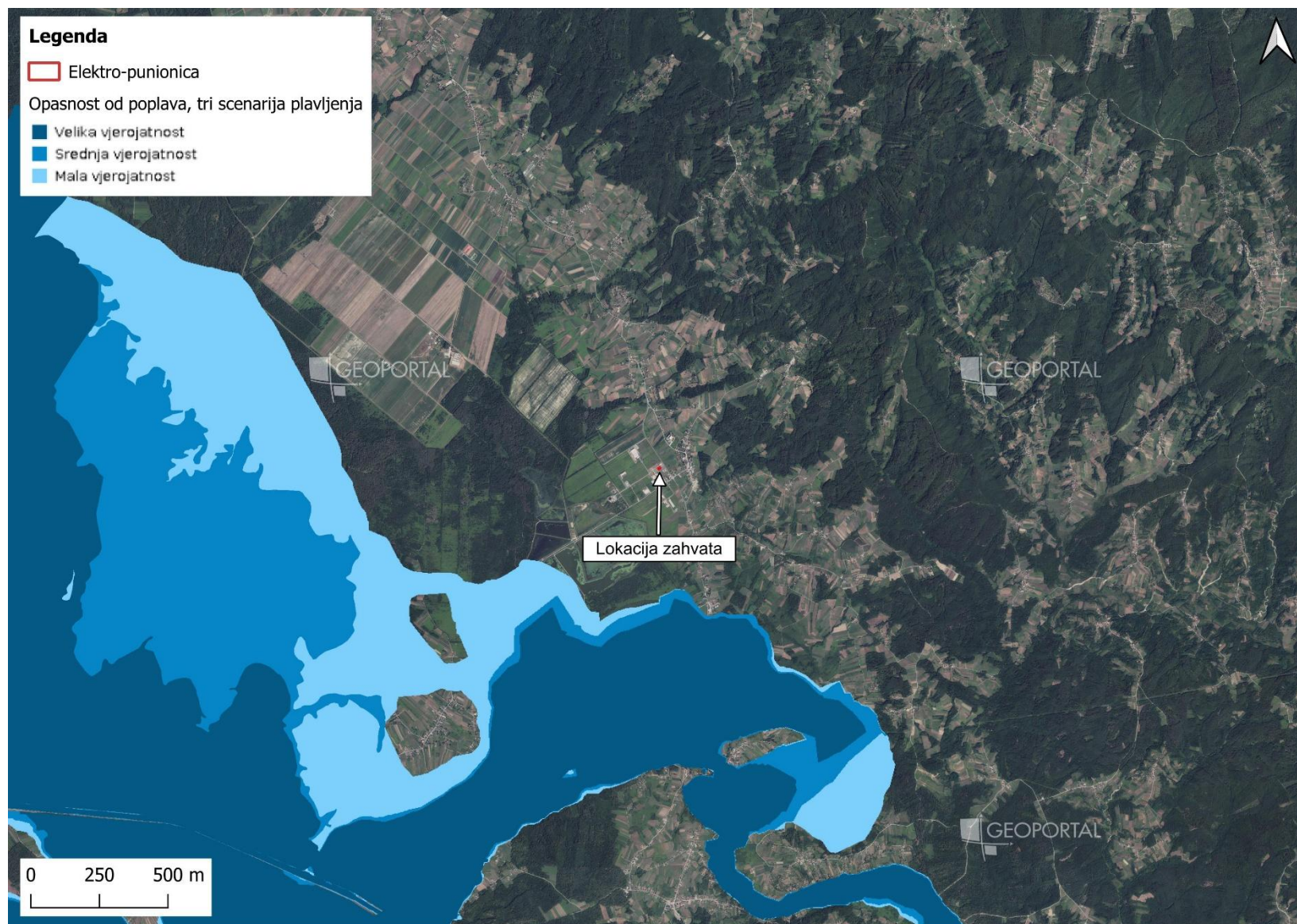
Procjena otpornosti na klimatske promjene

U slučaju topline trenutna izloženost projekta ocijenjena je kao niska s obzirom na prosječnu hrvatsku klimu u regiji, iako prognoze pokazuju stalno povećanje prosječne temperature, a posebno ekstremnijih događaja (npr. broj dana s $T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$ ili također $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$), stopa buduće izloženosti stoga se povećava na srednju razinu.

Kad je riječ o šumskim požarima, smatra se da će se trenutna niska izloženost zadržati i u budućnosti. Za ekstremne vjetrove, kako je opisano, regija je zanemarivo izložena tim pojavama.

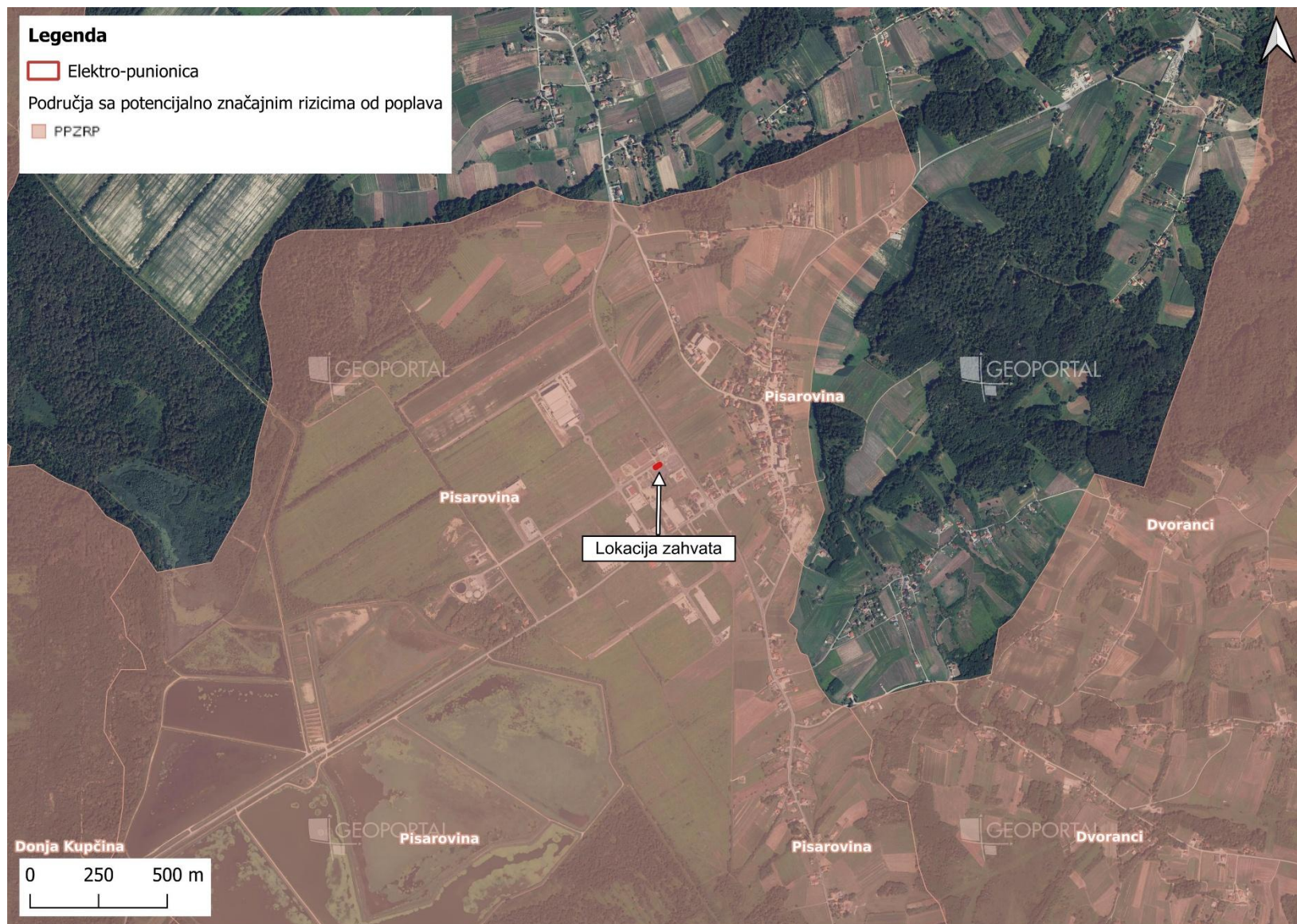
Osim toga, očekuje se da će oluja u budućnosti biti. Što se tiče magle, to se ne smatra zabrinjavajućim trenutno niti u budućnosti. Kad je riječ o klizištima, procjenjuje se da lokacija projekta ima nisku izloženost sukladno karti klizišta koja u budućnosti ostaje nepromijenjena.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

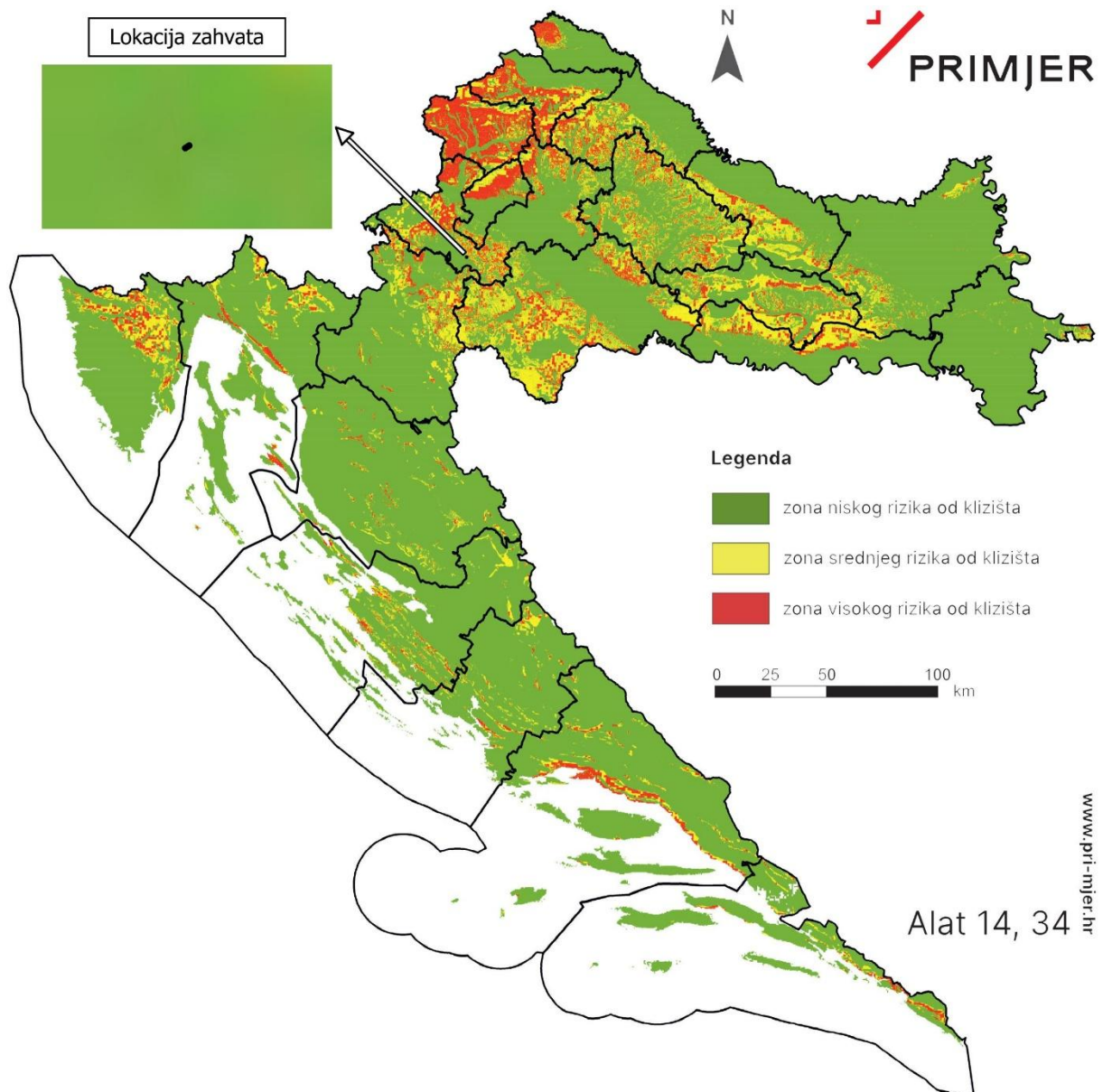


Slika 24. Karta opasnosti od poplava (Izvor: Geoportall NIPP-a)

Procjena otpornosti na klimatske promjene

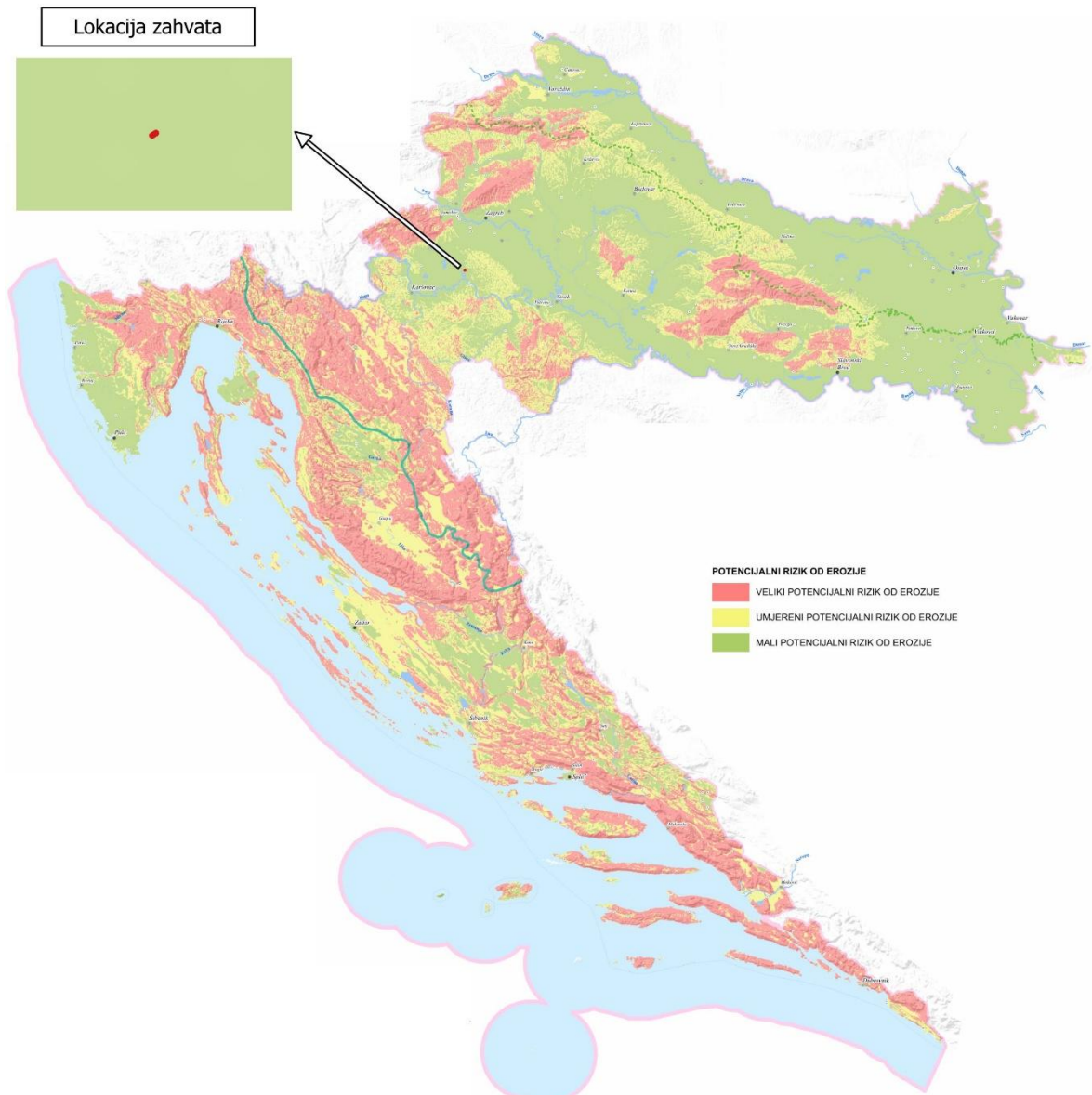


Slika 25. Karta područja s potencijalno značajnim rizicima od poplava (Izvor: Geoportal NIPP-a)

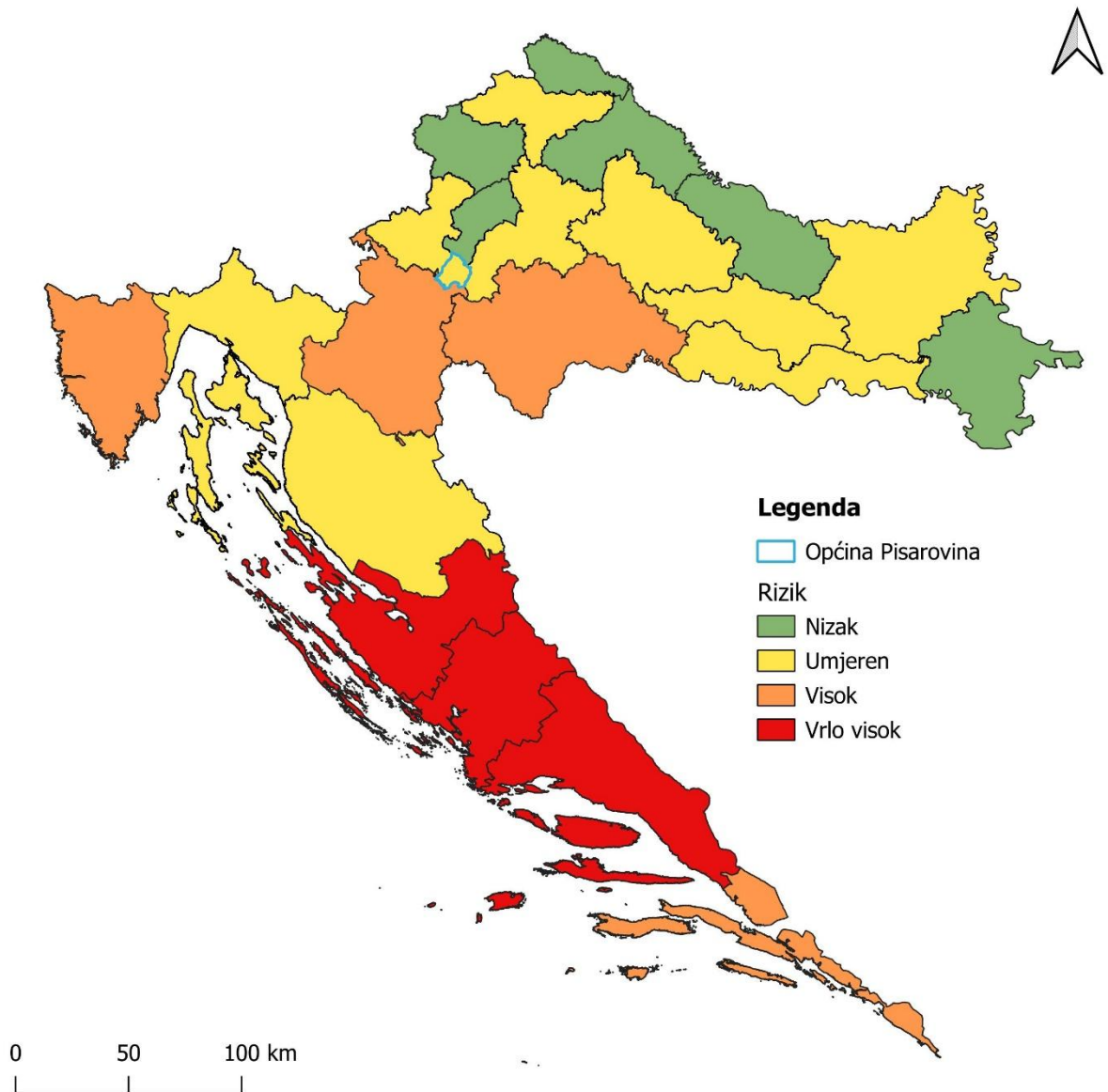


Slika 26. Karta zoniranja rizika od klizišta Republike Hrvatske (Izvor: www.pri-mjer.hr)

Procjena otpornosti na klimatske promjene



Slika 27. Karta zoniranja rizika od erozije Republike Hrvatske (Izvor: www.pri-mjer.hr)



Slika 28. Karta zoniranja rizika od požara Republike Hrvatske (Izvor: Procjena rizika od katastrofa za Hrvatsku)

Procjena ranjivosti zahvata

Ranjivost proizlazi iz **množenja osjetljivosti i izloženosti**, tako da se za projekt priprema tablica ranjivosti:

Tablica 7. Klasifikacijska matrica ranjivosti

		Izloženost		
		Niska	Srednja	Visoka
Osjetljivost	Niska	- Hladna razdoblja - Oštećenja od odmrzavanja - Prosječna promjena padalina - Magla		
	Srednja	- Snijeg - Šumski požar - Najveća brzina vjetra	- Oluje (lokacije i intenzitet)	- Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove) - Ekstremne oborine
	Visoka	- Nestabilnost tla/odroni tla	- Poplave	

Zaključak:

Tablica osjetljivosti pokazuje da će projekt biti visoko ranjiv na ekstremne temperaturne pojave, ekstremne oborine i poplave. Umjerena ranjivost utvrđena je za oluje i nestabilnost tla/odrone tla. Neće biti značajne ranjivosti za prosječnu količinu oborina, hladnoću, oštećenje zbog smrzavanja i odmrzavanja, snijeg, maglu, šumski požar i najveću brzinu vjetra.

Faza – detaljna analiza: Vjerojatnost, učinci i procjena rizika

Procjena rizika provodi se samo za opasnosti sa srednjom ili visokom osjetljivošću. Temelji se na rezultatima procjene osjetljivosti i opasnostima koje su utvrđene kao relevantne. Detaljna analiza nije potrebna za opasnosti ocijenjene kao niske ranjivosti.

U procjeni rizika kombinira se **vjerojatnost** nastanka klimatske opasnosti (vjerojatnost pojave) i stupanj **utjecaja** (moguće posljedice).

Tom se procjenom olakšava postupak studije uzročno-posljedičnih učinaka između prijetnje klimatskim promjenama i uspješnosti projekta.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Procjena rizika može biti kvalitativna, polu-kvantitativna i/ili kvantitativna, ovisno o dostupnosti i reprezentativnosti podataka.

Važno je utvrditi ljestvicu procjene vjerojatnosti i učinaka kako bi se osigurala transparentnost i dosljednost tijekom cijelog postupka procjene.

Tablica 8. Ljestvice koje se upotrebljavaju za procjenu vjerojatnosti i učinka

Vjerojatnost			Utjecaj na projekt (učinak)		
Ljestvica	Raspon vjerojatnosti	Bodovna vrijednost	Ljestvica	Značenje	Bodovna vrijednost
Vrlo niska	Malo je vjerojatno da će se dogoditi 0 – 10%	1	Nema učinka	Nema utjecaja na društvenu dobrobit i funkcioniranje, čak i bez korektivnih mjera	I.
Niska	S obzirom na postojeće prakse i postupke, malo je vjerojatno da će doći do njih 10 – 33%	2	Mali učinak	Mali učinak na društvenu dobrobit, funkcioniranje, mali učinak na financijske rezultate projekta, korektivne i korektivne mjere	II.
Srednja	Dogodilo se u sličnom okruženju 33 – 66%	3	Umjereni učinak	Umjereni učinak na društvenu dobrobit i funkcioniranje, uglavnom negativni financijski učinci čak i u srednjem ili dugom roku	III.
Visoka	Vjerojatno će se dogoditi 66 – 90%	4	Kritični učinak	Veliki gubitak za društvenu dobrobit, pojava događaja dovodi do nemogućnosti postizanja osnovnog cilja projekta, vrlo intenzivne korektivne mjere možda neće dovesti do izbjegavanja velikih gubitaka	IV.
Vrlo visoka	Vrlo je vjerojatno da će se dogoditi 90 – 100%	5	Katastrofalan učinak	Neuspjeh projekta, događaj može uzrokovati potpuni neuspjeh u postizanju cilja projekta, glavni učinci projekta neće biti postignuti u srednjoročnom i dugoročnom razdoblju	V.

Kad je riječ o cestovnim projektima, procjena rizika bit će usmjerena na operativnu fazu uzimajući u obzir relevantni vremenski okvir za tu procjenu. U procjeni rizika razmotrit će se učinci koji mogu nastati tijekom trajanja projekta. Rezultati za svaku procjenu klimatskih opasnosti temelje se na izvorima informacija i podacima koji se odnose na izloženost i osjetljivost, ali detaljna procjena provodi se detaljnije, uzimajući u obzir stvarne specifičnosti projekta (tj. njegovo oblikovanje, ugrađene mjere otpornosti, obrazac procjene utjecaja na okoliš), planirane mjere rada i održavanja itd.

Tablica 9. Analiza vjerojatnosti

Klimatske opasnosti	Vjerojatnost
Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	Srednja Stalno povećanje temperature tijekom stoljeća i predviđeni porast toplinskih valova
Ekstremne oborine	Visoka Stalno povećanje vjerojatnosti dana s obilnim padalinama
Poplave	Srednja Projekt se nalazi na području u s potencijalno značajnim rizicima od poplava. Vjerojatnost poplava je relevantna i povećana klimatskim prognozama
Oluje (lokacije i intenzitet)	Srednja Povećana vjerojatnost jakih vjetrova i povezanih oluja
Nestabilnost tla/odroni tla	Niska Lokacija projekta nije izložena riziku od nestabilnosti tla

Analiza učinka

Za svaku klimatsku opasnost razmatraju se sljedeća područja za procjenu:

- troškovi operatera imovine infrastrukture (npr. troškovi popravaka, hitne intervencije, gubitak dobiti itd.);
- zdravlje i sigurnost korisnika;
- troškovi za korisnike zbog prekida u pružanju usluga (npr. troškovi izgubljenog vremena, povećani operativni troškovi vozila itd.);
- širi utjecaji na društvo i okoliš (npr. otežan pristup uslugama, izolacija zajednica, itd.).

Navedene smjernice *Neformalni dokument Smjernice za voditelje projekata: Kako povećati otpornost ranjivih ulaganja na klimatske promjene* također su uključivale reputacijski rizik jer bi to moglo biti relevantno i u određenim područjima/zemljama u kojima, na primjer, turizam ima značajnu ulogu.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Tablica 10. Procjena utjecaja relevantnih klimatskih opasnosti

Rizična područja/učinci	Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	Ekstremne oborine	Poplave	Oluje (lokacije i intenzitet)	Nestabilnost tla/odroni tla
Troškovi operatera imovine infrastrukture (npr. troškovi popravaka, hitne intervencije, gubitak dobiti itd.)	Umjereno	Umjereno	Kritično	Umjereno	Umjereno
Zdravlje i sigurnost korisnika	Umjereno	Umjereno	Kritično	Umjereno	Umjereno
Troškovi za korisnike zbog prekida u pružanju usluga (npr. troškovi izgubljenog vremena, povećani operativni troškovi vozila itd.)	Umjereno	Umjereno	Kritično	Umjereno	Umjereno
Širi utjecaji na društvo i okoliš (npr. pristup socijalnim uslugama, izolacija zajednica, pogođena okolišno osjetljiva područja u blizini itd.)	Umjereno	Umjereno	Kritično	Umjereno	Umjereno
Sveukupno	Umjereno	Umjereno	Kritično	Umjereno	Umjereno

Procjena rizika

Razina rizika, određena množenjem vjerojatnosti i učinka, izražena je u tablici u nastavku.

Tablica 11. Procjena rizika

Razina rizika		Vjerojatnost				
		Vrlo niska	Niska	Srednja	Visoka	Vrlo visoka
Utjecaj	Nema utjecaj					
	Mali utjecaj					
	Umjereni učinak	- Nestabilnost tla/odroni tla		- Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove) - Oluje (lokacije i intenzitet)	- Ekstremne oborine	
	Kritični učinak			- Poplave		
	Katastrofalni utjecaj					

Legenda o razini rizika	Nizak	Srednji	Visok	Vrlo visok
--------------------------------	-------	---------	-------	------------

Najviša razina rizika utvrđena procjenom rizika vrlo je visoka za Poplave (fluvijalne), ekstremne padaline i Nestabilnost tla/odroni tla i visoka za ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove), najveću brzinu vjetra, oluje (lokacija i intenzitet) i šumski požar.

Procjena rizika i mjere prilagodbe

Svim rizicima sa srednjom, visokom ili ekstremnom ocjenom rizika potrebno je upravljati da se svedu na prihvatljivu razinu s pomoću mjera za prilagodbu klimatskim promjenama i/ili utvrđivanjem onih mjera/aspekta koji su dio planirane otpornosti projekta. One su opisane u sljedećim tablicama.

Tablica 12. Zaključak - Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)

Klimatske opasnosti	- Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)
Ranjivost	Visoka
Vjerojatnost	Srednja
Utjecaj (Posljedice)	Umjereno Povećani rizik od požara, pregrijavanje električnih sustava, smanjenje učinkovitosti punjenja, povećani troškovi hlađenja i održavanja.
Ocjena rizika	Srednja
Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurat će ugrađenu otpornost projekta: • Radna temperatura: od -25°C do +50°C (Mapa 1, Elektrotehnički projekt, str. 59) Sljedeće mjere za povezanu otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će se u slučaju potrebe razmotriti njihova implementacija: • Sadnja visokog zelenila u blizini punionice kako bi se smanjilo opterećenje urbanih toplinskih otoka • izgradnja pergole ili sjenice kako bi se smanjio učinak sunčevog zračenja.

Procjena otpornosti na klimatske promjene

Preostali rizik	Nizak
------------------------	--------------

Tablica 13. Zaključak - Oluje (lokacije i intenzitet)

Klimatske opasnosti	- Oluje (lokacije i intenzitet)
Ranjivost	Srednja
Vjerojatnost	Srednja
Utjecaj (Posljedice)	Umjereno Oštećenje infrastrukturne opreme, gubitak napajanja, poremećaji u radu.
Ocjena rizika	Srednji
Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurat će ugrađenu otpornost projekta: <ul style="list-style-type: none"> • Zaštita: IP54 / IK10 – otpornost na vodu, vlagu i udarce • Vlažnost: 5 – 95% (bez kondenzacije) • Materijal i zaštita: C4 otpornost na koroziju, dostupna i anti-grafitna zaštita (Mapa 1, Elektrotehnički projekt, str. 59) <p>Sljedeće mjere za povezanu otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će se u slučaju potrebe razmotriti njihova implementacija:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sadnja visokog zelenila u blizini punionice kako bi se smanjili udari olujnog vjetra • izgradnja pergole ili sjenice kako bi se smanjio učinak intenzivnih oborina.
Preostali rizik	Srednji To je prihvatljiva razina u skladu s mjerama koje su na snazi tijekom provedbe projekta. Rizik će biti predmet praćenja kako bi se procijenilo je li potrebno ponovno razmotriti postojeće mjere.

Tablica 14. Zaključak –Ekstremne oborine i Poplave

Klimatske opasnosti	- Ekstremne oborine - Poplave
Ranjivost	Visoka
Vjerojatnost	Visoka (Ekstremne oborine), Srednja (Poplave)
Utjecaj (Posljedice)	Umjereno (Ekstremne oborine) Kritičan (Poplave) Moguća oštećenja opreme zbog prodora vode, smanjenje dostupnosti stanica tijekom jakih kiša, moguće značajno oštećenje električnih sustava, gubitak funkcionalnosti punionica.
Ocjena rizika	Visok
Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurat će ugrađenu otpornost projekta: <ul style="list-style-type: none"> • Zaštita: IP54 / IK10 – otpornost na vodu, vlagu i udarce • Vlažnost: 5 – 95% (bez kondenzacije) • Materijal i zaštita: C4 otpornost na koroziju, dostupna i anti-grafitna zaštita (Mapa 1, Elektrotehnički projekt, str. 59) <p>Sljedeće mjere za povezanu otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će se u slučaju potrebe razmotriti njihova implementacija:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sadnja visokog zelenila u blizini punionice kako bi se povećao apsorpcijski kapacitet lokacije zahvata • izgradnja pergole ili sjenice kako bi se smanjio učinak intenzivnih oborina.
Preostali rizik	Srednji To je prihvatljiva razina u skladu s mjerama koje su na snazi tijekom provedbe projekta. Rizik će biti predmet praćenja kako bi se procijenilo je li potrebno ponovno razmotriti postojeće mjere.

2. Usklađenost sa strategijama i planovima prilagodbe

Hrvatski sabor donio je Strategiju prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu.

Postavljena je vizija »Republika Hrvatska otporna na klimatske promjene«, koja će se ostvariti kroz postizanje cilja (a) smanjiti ranjivosti prirodnih sustava i društva na negativne utjecaje klimatskih promjena, kao i (b) jačanje otpornosti i sposobnosti oporavka od tih utjecaja. Iako je priroda sama po sebi ugrožena ona predstavlja okosnicu prilagodbe klimatskim promjenama. Usluge ekosustava očuvane prirode podržavaju socioekonomski razvoj i jačaju otpornost društva i gospodarstva na klimatske promjene. Treba također (c) iskoristiti potencijalne pozitivne učinke klimatskih promjena. Provedbom Strategije prilagodbe ranjivi sustavi trebali bi biti otporniji nego što su danas te korisniji u cjelokupnoj prilagodbi društva klimatskim promjenama, a štete od elementarnih nepogoda bi trebale biti manje što će doprinijeti ostvarenju dugoročnog održivog razvoja Republike Hrvatske.

Svrha je Strategije prilagodbe okupiti sve relevantne institucionalne, političke, gospodarske i društvene dionike radi stvaranja dovoljno jake potpore provedbi zajedničkih mjera i aktivnosti prilagodbe pri čemu je neophodan proaktivni pristup. To znači da djelovati, odnosno mjere treba početi poduzimati odmah jer će bilo kakvo odgađanje smanjiti njihovu učinkovitost i učiniti ih skupljima.

Strategija prilagodbe ima za cilj osvijestiti važnost utjecaja klimatskih promjena na društvo, ukazati na prijetnje te nužnost integracije koncepta prilagodbe klimatskim promjenama u postojeće i nove politike, strateške i planske dokumente, programe i ostale aktivnosti koje se provode na svim razinama upravljanja. U tom smislu ona treba pomoći da načelo prilagodbe postane jedan od odlučujućih kriterija u planiranju i donošenja razvojnih odluka u budućnosti na svim razinama vlasti. Time će se doprinijeti smanjenju ranjivosti okoliša, gospodarstva i društva od klimatskih promjena te će se ukloniti mogući konflikti među sektorima u postupku provedbe prilagodbe.

Unatoč značajnom napretku znanstvenih saznanja o klimatskim promjenama i njihovim utjecajima postoji još mnoštvo nepoznanica vezanih za utjecaje klimatskih promjena i stupanj ranjivosti pojedinih sektora. Stoga Strategija prilagodbe ima također za cilj potaknuti, odnosno usmjeriti znanstvena istraživanja kako bi se bolje shvatila kompleksnost utjecaja klimatskih promjena i smanjio stupanj neizvjesnosti vezan uz učinke klimatskih promjena. Ulaganje u istraživanje i razvoj je nužno kako bi se pronašla inovativna rješenja u prilagodbi klimatskim promjenama, koja će biti od koristi za cijelo društvo u jačanju otpornosti na klimatske promjene.

Prilagodba klimatskim promjenama jako je vezana za lokaciju i kontekst te je na svakoj državi poduzeti mjere koje su njoj prioritetne. No, Europski zeleni plan snažno podupire nastavak rada na politici prilagodbe klimatskim promjenama na svim razinama te u okviru međunarodnih pregovora o klimi. Tako Europski zeleni plan među prioritetima ima donošenje nove Strategije EU-a za prilagodbu klimatskim promjenama kao dio aktivnost vezan za klimatsku ambiciju. Postojeća Strategija EU-a za prilagodbu klimatskim promjenama ima tri glavna (opća) cilja:

- promoviranje aktivnosti država članica poticanjem svih država članica da usvoje sveobuhvatne strategije prilagodbe (kao što je Strategija prilagodbe), osiguravanje dovoljno financijskih sredstava, promicanje aktivnosti u gradovima
- promoviranje bolje informiranog odlučivanja uklanjanjem nedostataka u znanju o prilagodbi te daljnjem razvoju Europske platforme o prilagodbi klimatskim promjenama (Climate-ADAPT)
- promoviranje prilagodbe u ključnim ranjivim sektorima integriranjem u zajedničku poljoprivrednu, ribarsku i kohezijsku politiku, osiguravanjem da europska infrastruktura bude fleksibilna i otporna na klimatske promjene te poticanjem korištenja osiguranja od prirodnih katastrofa i onih uzrokovanih ljudskim djelovanjem.

Na međunarodnoj razini, izvan EU-a, postoji nekoliko sporazuma vrlo važnih za Strategiju prilagodbe:

- Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (engl. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) koja ima za cilj postići stabilizaciju koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi na razinu koja će spriječiti opasno antropogeno djelovanje na klimatski sustav
- Kyotski protokol uz UNFCCC dodatak je međunarodnom sporazumu o klimatskim promjenama, potpisan s ciljem smanjivanja emisije ugljičnog dioksida i drugih stakleničkih plinova
- Pariški sporazum o klimatskim promjenama se temelji na UNFCCC-u i po prvi put spaja sve narode u zajednički ambiciozni napor u borbi protiv klimatskih promjena i prilagodbe utjecaju klimatskih promjena, uz pojačanu podršku državama u razvoju da to učine. Usmjeren je ubrzanje aktivnosti i investiranja u potrebne za održivu budućnost s niskim udjelom ugljika. Cilj je održati porast globalne prosječne temperature na ispod 2°C do kraja stoljeća, odnosno ograničiti je na porast od 1,5°C. Tekst sadrži, među ostalim, sljedeće: »Stranke kao globalni cilj prilagodbe postavljaju jačanje kapaciteta za

prilagodbu, jačanje otpornosti i smanjenje osjetljivosti na klimatske promjene radi doprinosa održivom razvoju i osiguravanja primjerenih mjera prilagodbe u kontekstu temperaturnog cilja«. Stupio je na snagu 23. lipnja 2017. godine.

- Cilj 13. iz Programa o održivom razvoju 2030 UN-a za poduzimanje hitnog djelovanja u borbi protiv klimatskih promjena i njihovih utjecaja jedan je od 17 novih Ciljeva održivog razvoja (engl. Sustainable Development Goals, SDGs).

Rezultati i zaključci studije procjene ranjivosti i rizika od klimatskih promjena s povezanim prijedlozima o mjerama prilagodbe usklađeni su sa dokumentom Komunikacija Komisije EU Parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i Odboru regija Stvaranje Europe otporne na klimatske promjene – nova strategija EU-a za prilagodbu klimatskim promjenama i s hrvatskom Strategijom prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (NN 46/2020). Iako se hrvatska Strategija ne bavi izravno prilagodbom linearne prometne infrastrukture, opći ciljevi usmjereni su na mobiliziranje strateških dionika, uključujući Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske. U tom pogledu njome se nastoji podići svijest o predviđenim učincima klimatskih promjena i potrebno je integrirati koncept prilagodbe klimatskim promjenama u postojeće i nove politike, strategije, planske dokumente i programe, među ostalim i u prometnom sektoru. U Hrvatskoj do sada nije razvijena nacionalna strategija prilagodbe cesta.

Predmetni projekt je usklađen sa Strategijom prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine, s pogledom na 2070. godinu. Projekt poduzima mjere koje smanjuju ranjivost prirodnih sustava i društva na negativne utjecaje klimatskih promjena te jača otpornost i sposobnost oporavka od tih utjecaja, čime koristi potencijalne pozitivne učinke klimatskih promjena.

3. Program praćenja u cilju prilagodbe klimatskim promjenama

Planirani zahvat zahtijeva pažljivo planiranje i implementaciju mjera prilagodbe kako bi se minimizirao utjecaj klimatskih promjena i osigurala dugoročna održivost infrastrukture.

Uzimajući u obzir da će se zahvat izvoditi u skladu s projektnom dokumentacijom, važećim propisima i uvjetima koje će izdati nadležna tijela u postupcima izdavanja daljnjih odobrenja sukladno posebnim propisima procjenjuje se da predmetni projekt neće imati značajan negativan utjecaj na klimu i klimatske promjene.

S obzirom na procjenu rizika klimatskih promjena provodit će se periodično, svakih pet godina analiza otpornosti na klimatske promjene sa svrhom utvrđivanja mogućeg povećanja rizika od klimatski promjena na lokaciji i aktivnosti zahvata. Revizija procjene otpornosti na klimatske promjene za infrastrukturne projekte koji se u Hrvatskoj sufinanciraju putem EU fondova temelji se na Uredbi (EU) 2021/241 Europskog parlamenta i Vijeća od 12. veljače 2021. godine, koja uspostavlja Mehanizam za oporavak i otpornost. Ova uredba naglašava potrebu za redovitom revizijom procjene otpornosti na klimatske promjene, uključujući i ponovno vrednovanje svakih pet godina, kako bi se osiguralo da projekti ostanu usklađeni s promjenjivim klimatskim uvjetima i klimatskim politikama EU-a. U kontekstu Republike Hrvatske, ovo se odnosi na sve infrastrukturne projekte financirane iz EU fondova, te su relevantne smjernice i propisi o klimatskoj otpornosti integrirani u nacionalne strategije i planove za korištenje EU fondova.

Također, provodit će se održavanje građevine kao follow-up mjera, odnosno kao program praćenja projekta. Održavanje ispravnosti bit će dodijeljeno osobi ili tvrtki koja će proaktivno voditi brigu o svim elementima predmetnog zahvata.

4. IZVORI PODATAKA

- Mapa 1, Elektrotehnički projekt, EMSO e-mobility solutions, d.o.o., veljača 2025., Broj projekta: GP-E-9/25

PROPISI

Klima

- Zakon o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja („Narodne novine“, br. 127/19)
- Sedmo nacionalno izvješće i treće dvogodišnje izvješće Republike Hrvatske prema okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Zagreb, rujan 2018.
- Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu („Narodne novine“, br. 46/20)
- Strategija niskougličnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. („Narodne novine“ br. 63/21)
- Tehničke smjernice za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021.–2027. (2021/C 373/01)
- EIB Project Carbon Footprint Methodologies, European Investment Bank, siječanj 2023.
- Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku, Vlada Republike Hrvatske