



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo regionalnoga razvoja  
i fondova Europske unije



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo gospodarstva  
i održivog razvoja

# **Smjernice za klimatsko potvrđivanje za pripremu ulaganja u programskom razdoblju 2021. – 2027. u Republici Hrvatskoj**

Zagreb, travanj 2024. godine

## Sadržaj

Uvod .....	2
Smjernice za klimatsko potvrđivanje za pripremu ulaganja u programskom razdoblju 2021. - 2027.....	3
1    Uvod .....	3
2    Europski institucionalni okvir .....	4
3    Nacionalni okvir .....	4
4    Klimatsko potvrđivanje u okviru pripreme infrastrukturnih ulaganja u Hrvatskoj .....	5
4.1    Dostupni nacionalni podaci.....	5
4.2    Metodološki tekstovi, upute .....	6
4.3    Ključni elementi klimatskog potvrđivanja.....	6
5    Provjera klimatske neutralnosti .....	9
5.1    Prva faza – analiza klimatske neutralnosti.....	10
5.2    Druga faza – detaljna analiza klimatske neutralnosti .....	13
6    Prilagodba klimatskim promjenama .....	16
6.1    Osnovni pojmovi .....	19
6.2    Početna provjera/ screening.....	25
6.3    Detaljna analiza.....	27
6.4    Usklađenost sa strategijama i planovima prilagodbe .....	34
7    Izvešće o klimatskom potvrđivanju .....	34
Prilog 1. Ključne reference i izvori podataka .....	37
Prilog 2.: Preporuke za klimatsko potvrđivanje za ključne sektore.....	45
Prilog 2.1. Sektorske smjernice o provjeri otpornosti na klimatske promjene .....	45
Prilog 2.1.1. Građevinski projekti .....	45
Prilog 2.1.2. Projekti urbane regeneracije.....	49
Prilog 2.1.3 Promet.....	57
Prilog 2.1.4. Energetika .....	67
Prilog 2.1.5. Vode i vodna infrastruktura .....	72
Prilog 2.1.6. Infrastruktura za zaštitu od poplava i upravljanje rizicima od katastrofa....	72
Prilog 2.2.    Studije slučaja za provjeru klimatske neutralnosti – ugljični otisak.....	73
Prilog 2.2.1. Procjena ugljičnog otiska za velike zgrade .....	73
Prilog 2.2.2. Procjena ugljičnog otiska fotonaponskog parka .....	83
Prilog 2.3.    Studije slučaja za otpornost na klimatske promjene .....	85
Prilog 2.3.1. Procjena otpornosti na klimatske promjene za veliki građevinski projekt (bolnica)	85
Prilog 2.3.2. Procjena otpornosti na klimatske promjene za cestovni projekt .....	100

## Uvod

Ovaj dokument predstavlja **Smjernice za klimatsko potvrđivanje za pripremu ulaganja u programskom razdoblju 2021. – 2027. u Republici Hrvatskoj**. Namijenjen je nositeljima projekata u svrhu pripreme projekata u skladu sa zahtjevima za klimatsko potvrđivanje za programsko razdoblje 2021.-2027, odnosno Programa Konkurentnost i kohezija i Integriranog teritorijalnog programa 2021. – 2027. Dokument će biti dostupan na relevantnim mrežnim stranicama.

Smjernice se temelje na opsežnom okviru predstavljenom u *Tehničkim smjernicama Europske komisije za pripremu infrastrukture za klimatske promjene za razdoblje 2021. – 2027.* te su dopunjene relevantnim preporukama za hrvatski kontekst kao i izvorima podataka te smjernicama i studijama slučaja specifičnima za pojedine sektore.

Ovaj materijal predstavlja prvu verziju dokumenta koji će se sukladno praksi iz provedbe i relevantnim projektnim primjerima prema potrebi ažurirati.

Uzimajući u obzir da klimatsko potvrđivanje predstavlja novi zahtjev u pripremi projekata, identificirane su značajne potrebe za izgradnjom kapaciteta u području klimatskog potvrđivanja na svim razinama. U tom će smislu MINGOR i MRRFEU kao nositelji ovog procesa nastaviti s aktivnostima provođenja treninga i unutar sustava upravljanja i kontrole EU fondova kao i za prijavitelje i korisnike projekata.

Ovaj je dokument izrađen u sklopu zadatka JASPERS-a *Potpora razvoju nacionalnih smjernica za pripremu projekata u okviru fondova EU-a za prilagodbu klimatskim promjenama i povezanoj izgradnji tehničkih kapaciteta*. Zadatak su pod vodstvom JASPERS-a provodili Uprava za klimatske aktivnosti Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja te Uprava za provedbu operativnih programa i financijskih instrumenata Ministarstva regionalnog razvoja i fondova Europske unije, s početkom u ožujku 2022. godine. Tijekom provedbe zadatka i izrade dokumenta aktivno su uključena i konzultirana tijela u sustavu upravljanja i kontrole programa 2021. - 2027.

# Smjernice za klimatsko potvrđivanje za pripremu ulaganja u programskom razdoblju 2021. – 2027. u RH

## 1 Uvod

Fondovi EU-a u programskom razdoblju 2021. – 2027. (InvestEU, Instrument za povezivanje Europe – CEF, Europski fond za regionalni razvoj – EFRR, Kohezijski fond – KF i Fond za pravednu tranziciju – FPT) usmjereni su, među ostalim, na promicanje prijelaza na gospodarstvo s nultom neto stopom emisija ugljika i Europu otpornu na klimatske promjene.

Povećanje otpornosti na klimatske promjene definirano je Uredbom o zajedničkim odredbama (1060/2021) kao proces kojim se sprječava da infrastruktura bude ranjiva na potencijalne dugoročne klimatske utjecaje, pritom osiguravajući da se poštuje načelo „energetske učinkovitosti na prvome mjestu” te da je razina emisija stakleničkih plinova koja proizlazi iz projekta u skladu s ciljem klimatske neutralnosti 2050. (članak 2.42).

Definicija pokazuje da je otpornost na klimatske promjene pojam koji obuhvaća sljedeće koncepte:

- ublažavanje utjecaja infrastrukture na klimatske promjene smanjenjem emisija stakleničkih plinova tijekom izgradnje i rada (upotrebe) infrastrukture; i
- prilagodba infrastrukture klimatskim promjenama, tj. adresiranje i rješavanje neizbježnih posljedica klimatskih promjena i nastojanja smanjenja rizika te poboljšanja otpornosti infrastrukture.

Tehničke smjernice Europske komisije za pripremu infrastrukture za klimatske promjene za razdoblje 2021.<sup>1</sup> – 2027. ([EUR-Lex - 52021XC0916\(03\) - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)) glavni su referentni dokument za ove smjernice.

U ovim se smjernicama ne ponavljaju sve pojedinosti i detalji Tehničkih smjernica Europske komisije za pripremu infrastrukture za klimatske promjene ni drugih relevantnih dokumenata na razini EU-a kao i na nacionalnoj razini. Umjesto toga, smjernice sažimaju i predstavljaju ključne odredbe, uspostavljaju veze među njima te navode glavne dokumente i resurse koji bi se trebali upotrebljavati tijekom postupka klimatskog potvrđivanja za sve projekte ulaganja u infrastrukturu.

Dodatne informacije o resursima koji se mogu upotrijebiti u postupku klimatskog potvrđivanja kao i sektorske smjernice za klimatsko potvrđivanje nalaze se u prilogima ovog dokumenta.

Treba napomenuti da pravilno provedeno klimatsko potvrđivanje može poslužiti kao temelj za procjenu načela nenanošenja bitne štete (*engl. DNSH – Do No Significant Harm*) za ciljeve ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama.

---

<sup>1</sup> Tehničke smjernice za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021. – 2027. (2021/C 373/01), Europska komisija, 2021.

## 2 Europski institucionalni okvir

Nakon donošenja Pariškog sporazuma EU je za sljedeća desetljeća donio dva temeljna dokumenta svoje klimatske politike: [Europski zeleni plan](#) predstavljen u prosincu 2019. godine i [Europski zakon o klimi](#) donesen u lipnju 2021. godine.

[Uredbom o zajedničkim odredbama \(EU\) 2021/1060](#) utvrđuju se zajedničke odredbe za neke fondove EU-a, kao što su Europski fond za regionalni razvoj, Europski socijalni fond plus, Kohezijski fond, Fond za pravednu tranziciju i Europski fond za pomorstvo, ribarstvo i akvakulturu. U uvodnoj izjavi 10. navodi se da bi u kontekstu rješavanja klimatskih promjena „fondovi trebali pridonijeti uključivanju klimatskih mjera i postizanju općeg cilja od 30 % proračunskih rashoda Unije za podupiranje klimatskih ciljeva”. U članku 6. Uredbe o zajedničkim odredbama pojašnjava se i da EFRR i Kohezijski fond pridonose sa 30 % odnosno 37 % doprinosa Unije rashodima namijenjenima postizanju klimatskih ciljeva. U uvodnoj izjavi 10. također se navodi da bi „fondovi trebali podupirati aktivnosti kojima bi se poštovali klimatski i okolišni standardi i prioriteti Unije i kojima se ne bi nanijela bitna šteta okolišnim ciljevima u smislu članka 17. Uredbe o taksonomiji EU-a”. U tom pogledu poziva na „odgovarajuće mehanizme kojima bi se osigurala otpornost na klimatske promjene ulaganja u infrastrukturu koja primaju potporu, a koji bi trebali biti sastavni dio programiranja i provedbe fondova”.

Otpornost na klimatske promjene kriterij je za procjenu operacija koje treba uključiti u procedure za Program Konkurentnost i kohezija 2021. – 2027. i Integrirani teritorijalni program 2021. – 2027. u skladu s člankom 73. stavkom 2.:

*„Pri odabiru operacija Upravljačko tijelo:*

.....  
*(j) osigurava klimatsko potvrđivanje ulaganja u infrastrukturu čiji je očekivani životni vijek<sup>2</sup> najmanje pet godina.”*

## 3 Nacionalni okvir

U nastavku se navodi nacionalno zakonodavstvo, strategije i izvješća koji su relevantni za klimatsko potvrđivanje:

- [Zakon o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja \(NN 127/19\)](#)
- [Strategija niskougliječnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu \(NN 63/21\)](#)
- [Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. s pogledom na 2070. godinu \(NN 46/20\)](#)
- [Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan za Republiku Hrvatsku za razdoblje od 2021. do 2030. \(prosinac 2019.\)](#)
- Nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (najnovije [Izvješće o nacionalnom inventaru za 2023.](#))

---

<sup>2</sup> Životni vijek projekta u ovim smjernicama nema značenje trajanja projekta nego vremenskog trajanja (infrastrukture) do njezine razgradnje.

- Zakon o zaštiti okoliša (NN [80/13](#), [78/15](#), [12/18](#) i [118/18](#))
- Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN [61/14](#) i [3/17](#))
- Uredba o strateškoj procjeni utjecaja strategije, plana i programa na okoliš (NN [3/17](#))
- Climate ADAPT – Profili zemalja – [Hrvatska](#) – nacionalne okolnosti relevantne za aktivnosti prilagodbe
- Pravilnik o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije (NN [98/21](#))

#### **4 Klimatsko potvrđivanje u okviru pripreme infrastrukturnih ulaganja u Hrvatskoj**

Klimatsko potvrđivanje već je bilo preduvjet za velike projekte u programskom razdoblju 2014. – 2020. U programskom razdoblju 2021. – 2027. zahtjev se primjenjuje na širi raspon fondova EU-a (uključujući CEF, InvestEU, EFRR, KF i FPT) koji su dostupni za financiranje infrastrukturnih projekata. Klimatsko potvrđivanje stoga ne bi trebalo biti još jedan dodatni administrativni postupak, nego bi trebao pomoći u razvoju klimatski neutralnih i otpornih projekata. Ovaj postupak trebao bi već biti uključen u postojeće procese i postupke planiranja infrastrukture i pripreme, procjene i odobravanja projekata, a po mogućnosti u ranoj fazi projektnog ciklusa (npr. priprema relevantnih strategija i planova ili studije predizvedivosti/izvedivosti) kada bi se morao i trebao razmotriti širi skup mogućnosti za osiguranje niskougljičnog i otpornog razvoja.

Prema Zakonu o prostornom uređenju ([NN 153/13](#), [65/17](#), [114/18](#), [39/19](#), [98/19](#), [67/23](#)), točnije članku 3. stavku 4.:

*„Infrastruktura su komunalne, prometne, energetske, vodne, pomorske, komunikacijske, elektroničke komunikacijske i druge građevine namijenjene gospodarenju s drugim vrstama stvorenih i prirodnih dobara.“*

**Infrastrukturni projekti s očekivanim vijekom trajanja od najmanje pet godina morat će provesti postupak klimatskog potvrđivanja.**

Ključno je klimatsko potvrđivanje integrirati u različite faze upravljanja projektnim ciklusom. U svim fazama projektnog ciklusa nisu uvijek dostupne sve opcije za niske emisije ugljika i/ili prilagodbu klimatskim promjenama – neke je odluke bolje donijeti na razini strategije i/ili plana, a neke su prikladnije za operativno upravljanje određenim projektima. Ako su razmatranja klimatskih promjena uključena počevši od ranijih faza pripreme projekta, tada se može razmotriti širi skup potencijalnih rješenja otpornih na klimatske promjene s niskom razinom emisija ugljika, uključujući potencijalno isplativija rješenja.

U sljedećim odjeljcima daje se pregled postupka klimatskog potvrđivanja, ali i praktičnije informacije o provedbi u kontekstu Republike Hrvatske.

##### **Dostupni nacionalni podaci**

U Prilogu I. dijelu I. navedeni su nacionalni izvori informacija i podataka o klimi koji se mogu upotrebljavati u postupku klimatskog potvrđivanja. U postupku klimatskog potvrđivanja

trebali bi se upotrebljavati klimatski podaci iz najnovijih projekcija za Hrvatsku te se mogu i po potrebi trebaju dopuniti informacijama iz drugih izvora podataka kao što su regionalni ili lokalni planovi prilagodbe klimatskim promjenama ili studije i izvori podataka kojima se pružaju informacije o geološkim značajkama, značajkama tla, vodnim resursima, toplinskim otocima, poplavama, sušama, klizištima, itd. Korisnik projekta trebao bi osigurati da se u postupku klimatskog potvrđivanja za projekte upotrebljavaju najnoviji i najrelevantniji podaci iz pouzdanih izvora.

### **Metodološki tekstovi, upute**

Glavni metodološki dokumenti koji bi se trebali upotrebljavati za izradu procjene otpornosti na klimatske promjene i ocjenjivanje kriterija prilagodbe klimatskim promjenama jesu:

- Dokument Komisije „[Tehničke smjernice za pripremu infrastrukture na klimatske promjene u razdoblju 2021. – 2027.](#)“ (2021/C 373/01) (dalje u tekstu „[Tehničke smjernice EZ-a](#)“) – Ovo su glavne smjernice u kojima se utvrđuje metodologija prilagodbe klimatskim promjenama i s kojima bi trebalo uskladiti postupak prilagodbe klimatskim promjenama. Smjernice su prevedene na hrvatski jezik.
- [Smjernice JASPERS-a „Osnove osjetljivosti i procjene rizika prilagodbe klimatskim promjenama](#)“ (lipanj 2017.) – Ovaj je dokument izrađen za razdoblje 2014. – 2020. i uzet je u obzir tijekom izrade Tehničkih smjernica Komisije. Predložena metodologija vrlo je slična onoj iz Tehničkih smjernica Europske komisije, a u dokumentu se navode i praktične informacije o tome kako provesti procjenu osjetljivosti na klimatske promjene i rizika, koja je relevantna za provjeru otpornosti na klimatske promjene. Smjernice JASPERS-a sadržavaju i sveobuhvatan popis klimatskih rizika koji bi se mogao upotrijebiti za provjeru otpornosti na klimatske promjene.
- [EIB-ova metodologija za procjenu ugljičnog otiska](#): Metode za procjenu projektnih emisija stakleničkih plinova i njihovih varijacija (siječanj 2023.)
- [Vodič Europske komisije kroz analizu troškova i koristi investicijskih projekata](#) – Alat za ekonomsku procjenu u kohezijskoj politici 2014. – 2020., koji je primjenjiv i u programskom razdoblju 2021. – 2027.
- [Priručnik za ekonomsku procjenu 2021. – 2027.](#) (Economic Appraisal Vademecum 2021 – 2027 – General Principles and Sector Applications) – Opća načela i sektorske primjene (2021.); komplementaran je Vodiču Europske komisije o analizi troškova i koristi investicijskih projekata.

Tehničke smjernice sadržavaju niz referenci na dodatne relevantne dokumente koji su korisni za integraciju postupka klimatskog potvrđivanja u različite faze projektnog ciklusa (npr. strateška procjena utjecaja na okoliš, procjena utjecaja na okoliš). Općenito, Tehničkim smjernicama koje su dopunjene prethodno navedenim dokumentima utvrđuje se analitička metodologija za klimatsko potvrđivanje kako za prilagodbu na klimatske promjene tako i za ublažavanje klimatskih promjena.

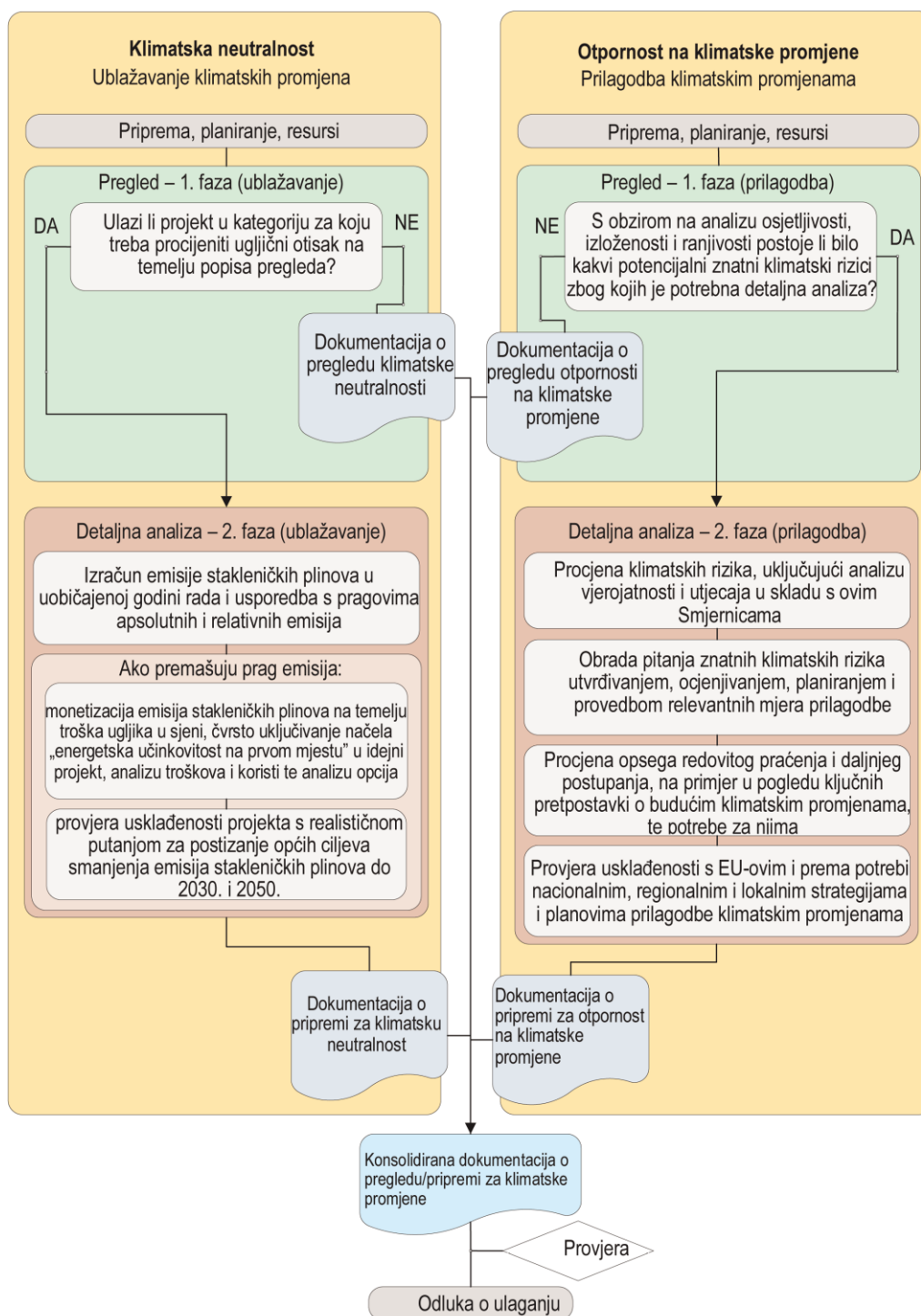
### **Ključni elementi klimatskog potvrđivanja**

U skladu s Tehničkim smjernicama, klimatsko potvrđivanje uključuje dva stupa (vidi sliku): provjeru klimatske neutralnosti, kojom se potvrđuje usklađenost projekta s ciljem klimatske

neutralnosti do 2050., i provjeru otpornosti na klimatske promjene, kojom se provjerava otpornost infrastrukture na predvidljive klimatske rizike tijekom njezina životnog vijeka. Ovdje je bitno naglasiti kako otpornost infrastrukture podrazumijeva i dio koji govori da ta infrastruktura ne povećava štetan učinak na druge ljude, prirodu i imovinu.



Slika 1. Priprema klimatskog potvrđivanja i stupovi: „klimatska neutralnost” i „otpornost na klimatske promjene”



Izvor: Europska komisija (2021.)

Procjena klimatske neutralnosti i otpornosti na klimatske promjene, u skladu s Tehničkim smjernicama, provodi se u dvije faze:

- pregled (1. faza), koji uključuje relativno jednostavno utvrđivanje može li predložena infrastruktura uzrokovati znatne emisije stakleničkih plinova (takozvana provjera

klimatske neutralnosti) i bi li mogla biti osjetljiva na sadašnje i buduće klimatske uvjete (takozvana provjera otpornosti na klimatske promjene); i

- detaljna analiza (2. faza), koja se provodi samo ako pregled pokaže da projekt zahtijeva detaljniju provjeru svake od dviju procjena.

**Vrijeme, trošak i trud uloženi u pripremu za klimatske promjene** trebali bi biti razmjerni očekivanim koristima. To se, na primjer, odražava u načinu na koji je postupak klimatskog potvrđivanja podijeljen u dvije faze; u prvoj fazi obavlja se pregled, a u drugoj fazi provodi se detaljna analiza, no samo ako je to opravdano. Planiranje i uključivanje u razvojni ciklus projekta trebali bi pomoći u izbjegavanju dvostrukog obavljanja istog posla, na primjer između klimatskog potvrđivanja i procjene utjecaja na okoliš, te u smanjenju troškova i administrativnog opterećenja.

Preporučuje se da se priprema za klimatske promjene integrira u ranije faze upravljanja projektnim ciklusom, kada je obično dostupno više klimatskih opcija koje se mogu lakše integrirati u osmišljavanje i dizajn projekta. Troškovi implementacije i provedbe potrebnih mjera ublažavanja i prilagodbe također bi trebali biti uključeni u troškove projekta.

Nadalje, treba napomenuti da bi se u skladu s revidiranom Direktivom o procjeni utjecaja na okoliš (Direktiva 2011/92/EU, koja je izmijenjena Direktivom 2014/52/EU) u procjeni utjecaja na okoliš trebali procijeniti izravni i neizravni značajni učinci projekta na temelju širokog raspona okolišnih čimbenika, uključujući klimu (vidjeti članak 3. Direktive). Ocjena o potrebi procjene utjecaja na okoliš/postupak procjene utjecaja na okoliš trebala bi obuhvatiti utjecaj projekta na klimu (na primjer, priroda i veličina emisija stakleničkih plinova), osjetljivost projekta na klimatske promjene i utjecaje koji su relevantni za prilagodbu. Direktivom o procjeni utjecaja na okoliš zahtijeva se i predviđanje odgovarajućih mjera sprečavanja i ublažavanja.

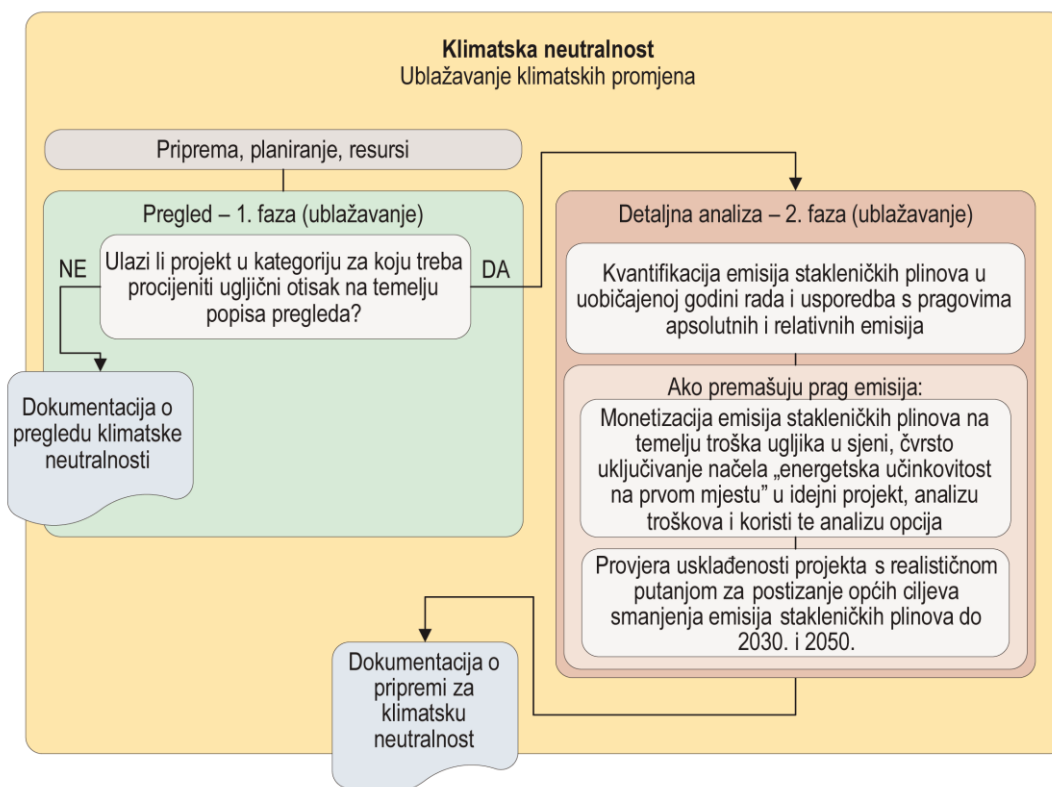
U nastavku je naveden opći opis metodologije uključene u Tehničke smjernice.

## **5 Provjera klimatske neutralnosti**

Ublažavanje klimatskih promjena uključuje dekarbonizaciju, energetska učinkovitost, uštedu energije i uvođenje obnovljivih oblika energije. Također, ublažavanje uključuje poduzimanje mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova ili povećanje sekvenciranja stakleničkih plinova te je nužno voditi se politikom EU-a o ciljevima smanjenja emisija za 2030. i 2050.

Sve se to prenosi u postupak provjere klimatske neutralnosti kako je opisano u Tehničkim smjernicama i prikazano na slici 2. niže u dokumentu. U sljedećem su tekstu sažete ključne odredbe povezane s procjenom klimatske neutralnosti.

Slika 2. Prikaz procesa koji se odnosi na ublažavanje klimatskih promjena u klimatskom potvrđivanju (u daljnjem tekstu: potvrđivanje klimatske neutralnosti)



Izvor: Europska komisija (2021.)

U Smjernicama Europske komisije preporučuje se da se potvrđivanje klimatske neutralnosti koja uključuje izračun emisija stakleničkih plinova i njihovu monetizaciju provede za pojedinačna ulaganja koja mogu uzrokovati znatne emisije stakleničkih plinova.

Načelo „[energetska učinkovitost na prvom mjestu](#)” naglašava potrebu za davanjem prednosti alternativnim troškovno učinkovitim mjerama energetske učinkovitosti pri donošenju odluka o ulaganjima, posebno troškovno učinkovitim uštedama energije u krajnjoj potrošnji.

Kvantificiranjem i monetizacijom emisija stakleničkih plinova dodatno se mogu potvrditi odluke o ulaganjima. Osim toga, znatan dio infrastrukturnih projekata u razdoblju 2021. – 2027. imat će životni vijek koji traje i nakon 2050. Stoga je potrebna stručna analiza kako bi se provjerilo je li projekt kompatibilan, na primjer, s operacionalizacijom, održavanjem i konačnom razgradnjom u općem kontekstu nulte neto stope emisija stakleničkih plinova i klimatske neutralnosti.

### Prva faza – analiza klimatske neutralnosti

U Tehničkim smjernicama Europske komisije preporučuje se primjena EIB-ove metodologije za ugljični otisak i procjena svih projekata koji mogu uzrokovati znatne (pozitivne i/ili negativne) emisije veće od 20 000 tona CO<sub>2</sub> godišnje (apsolutni ili relativni). Izračun ugljičnog otiska može se provesti i u skladu s drugim pouzdanim međunarodnim metodologijama o ugljičnom otisku, kao što su protokol o stakleničkim plinovima i norma ISO 14064.

**APSOLUTNE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA: Emisije projekta procijenjene za prosječnu godinu rada.**

**RELATIVNE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA: Razlika (delta) između apsolutnih emisija projekta i emisija iz osnovnog scenarija (za prosječnu godinu rada).**

U skladu sa Smjernicama, za sve infrastrukturne projekte potreban je jednostavan korak provjere kako bi se utvrdilo je li potrebna detaljna analiza.

Tablica 1. prikazuje indikativne kategorije zahvata za koje je procjena ograničena na prethodnu provjeru (1. faza), a u drugom odjeljku prikazane su indikativne kategorije zahvata koji zahtijevaju ne samo prethodnu provjeru (1. faza) nego i detaljnu analizu (2. faza). Tablica uključuje glavne vrste infrastrukturnih projekata kategorizirane prema njihovim očekivanim emisijama. Ako projekt obuhvaća više sektora, tada bi trebalo provjeriti svaku komponentu, jer svaka komponenta može pridonositi ukupnim emisijama.

U slučaju nesigurnosti u pogledu toga bi li apsolutne i/ili relativne emisije projekta mogle premašiti 20 000 tona CO<sub>2</sub> ekvivalenta godišnje (pozitivne ili negativne), trebalo bi provesti preliminarni izračun ugljičnog otiska. Ako vrsta infrastrukture nije izričito navedena u tablici 1., korisnik bi trebao napraviti preliminarni izračun ugljičnog otiska kako bi provjerio jesu li emisije stakleničkih plinova (apsolutne i relativne) veće ili manje od 20 000 tona CO<sub>2</sub>e godišnje.

Potrebno je naglasiti da bi u nekim slučajevima, ovisno o opsegu projekta, čak i infrastrukturni projekti koji su u prvoj skupini mogli zahtijevati detaljnu analizu ako prelaze prag emisija stakleničkih plinova. Korisnik je taj koji je odgovoran za utvrđivanje je li prag emisija stakleničkih plinova premašen te bi li stoga bila potrebna detaljna analiza.

Tablica 1. Popis za analizu klimatske neutralnosti

Početni pregled ( <i>eng. screening</i> )	Kategorije infrastrukturnih projekata
Općenito, ovisno o opsegu projekta, u ovim kategorijama projekata <b>neće biti potrebna</b> procjena ugljičnog otiska. Kad je riječ o postupku klimatskog potvrđivanja radi ublažavanja klimatskih promjena, postupak završava prvom fazom (provjera).	Telekomunikacijske usluge
	Mreže za opskrbu vodom za piće
	Mreže za prikupljanje oborinskih i otpadnih voda
	Pročišćavanje industrijskih i komunalnih otpadnih voda malog opsega
	Razvoj nekretnina <sup>3</sup>
	Postrojenja za obradu mehaničkog/biološkog otpada
	Aktivnosti istraživanja i razvoja (R&D)
	Lijekovi i biotehnologija
	Odlagališta krutog komunalnog otpada

<sup>3</sup> Uključujući, između ostalog, sigurna i zaštićena parkirališta i kontrolu vanjskih granica projekta.

Početni pregled ( <i>eng. screening</i> )	Kategorije infrastrukturnih projekata
<p>U pravilu će za ove kategorije projekata <b>biti potrebna</b><sup>4</sup> procjena ugljičnog otiska. Kada je riječ o postupku klimatskog potvrđivanja za ublažavanje klimatskih promjena, postupak za kategorije posebnih vrsta projekata uključivat će prvu fazu (analiza) i drugu fazu s detaljnom analizom.</p>	Postrojenja za spaljivanje komunalnog otpada
	Velika postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda
	Proizvodna industrija
	Kemikalije i rafiniranje
	Rudarstvo i osnovni metali
	Drvena celuloza i papir
	Kupnja željezničkih vozila, brodova, vozničkih parkova
	Cestovna i željeznička infrastruktura <sup>5</sup> , gradski prijevoz
	Luke i logističke platforme
	Dalekovodi
	Obnovljivi izvori energije
	Proizvodnja, prerada, skladištenje i prijevoz goriva
	Proizvodnja cementa i vapna
	Proizvodnja stakla
	Kogeneracijska postrojenja
	Mreže za centralno grijanje
	Postrojenja za ukapljivanje i uplinjavanje prirodnog plina
Infrastruktura za prijenos plina	
Sve druge kategorije projekata ili opsezi projekata u kojima bi apsolutne i/ili relativne emisije mogle premašiti (pozitivni ili negativni) prag od 20 000 tona CO <sub>2</sub> e/g.	

<sup>4</sup> Svaku infrastrukturu koja ne ispunjava uvjete za financiranje treba isključiti.

<sup>5</sup> Mjere koje se odnose na sigurnost na cestama i smanjenje buke željezničkog prijevoza tereta mogu se izuzeti.

## Druga faza – detaljna analiza klimatske neutralnosti

Detaljna analiza infrastrukturnih projekata obuhvaćenih ovim područjem primjene uključuje kvantifikaciju i monetizaciju emisija stakleničkih plinova (i smanjenja emisija) te procjenu usklađenosti s klimatskim ciljevima za 2030. i 2050.

Procjena obično uključuje sljedeće glavne korake:

- utvrđivanje granica procjene emisija stakleničkih plinova;
- utvrđivanje početnog stanja i mogućnosti projekta/alternativne projektne mogućnosti<sup>6</sup> koje treba uzeti u obzir u procjeni;
- procjenu emisija stakleničkih plinova za polaznu vrijednost projekta/alternativne projektne mogućnosti u skladu s EIB-ovom metodologijom ugljičnog otiska;
- procjenu vanjskih učinaka ugljika s pomoću cijena ugljika u sjeni i njihovo uključivanje u analizu troškova i koristi ili alternativnu metodu ekonomske procjene;
- provjeru usklađenosti s vjerodostojnim kretanjem emisija stakleničkih plinova na temelju ciljeva EU-a za 2030. i 2050. godinu.

Iako se podrazumijeva da je svaki projekt jedinstven, u fazama procjene trebalo bi primjenjivati sljedeća načela:

### **Utvrđivanje granica procjene emisija stakleničkih plinova i procjena emisija stakleničkih plinova**

Granica projekta definira što treba uključiti u izračun apsolutnih i relativnih emisija. U Smjernicama Europske komisije predlaže se da bi se u procjeni emisija stakleničkih plinova trebale kvantificirati apsolutne i relativne emisije stakleničkih plinova za tipičnu godinu provedbe projekta.

Apsolutne i relativne emisije definiraju se kao:

- **apsolutne emisije** su one nastale u prosječnoj godini rada;
- **referentne emisije** su emisije koje bi se proizvele iz očekivanog alternativnog scenarija do kojeg bi došlo bez projekta, procijenjene za prosječnu godinu rada;
- **relativne emisije** razlika su između apsolutnih emisija i emisija iz osnovnog scenarija.

Procjena emisija stakleničkih plinova može obuhvaćati sljedeća područja emisija stakleničkih plinova:

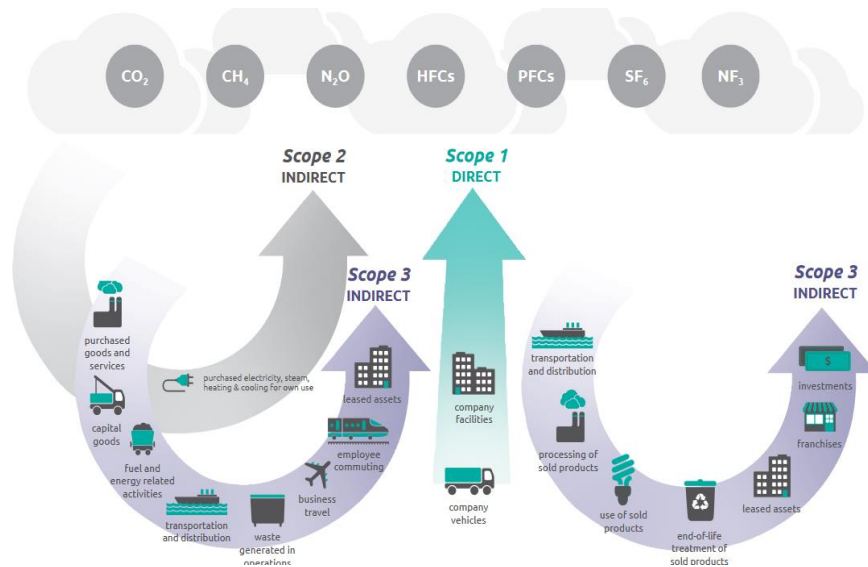
- **Opseg/područje primjene 1** (izravne) emisije stakleničkih plinova: Izravne emisije stakleničkih plinova fizički nastaju iz izvora kojima se upravlja u okviru projekta. Na primjer, emisije nastale izgaranjem fosilnih goriva, industrijskim procesima i fugitivnim emisijama, kao što su rashladna sredstva ili istjecanje metana.
- **Opseg/područje primjene 2** (neizravne) emisije stakleničkih plinova: Emisije iz 2. opsega sve su neizravne emisije stakleničkih plinova povezane s potrošnjom energije (električna energija, grijanje, hlađenje i para) koje su potrošene, ali nisu proizvedene u okviru projekta. Njih se uključuje jer se u projektu izravno kontrolira potrošnja energije, na primjer njezinim poboljšanjem s pomoću mjera energetske učinkovitosti ili prelaskom na električnu energiju iz obnovljivih izvora.

---

<sup>6</sup> Alternativne projektne mogućnosti smatraju se opcijama projekta koje se razmatraju u relevantnoj fazi pripreme projekta (ako je relevantno).

- **Opseg/područje primjene 3** (neizravne) emisije stakleničkih plinova: Emisije iz 3. opsega sve su druge neizravne emisije koje se mogu smatrati posljedicom aktivnosti projekta (npr. emisije iz proizvodnje ili vađenja sirovine ili emisije od sirovina i iz vozila pri upotrebi cestovne infrastrukture, uključujući emisije iz potrošnje električne energije u vlakovima i električnim vozilima).

Slika 3. Pregled opsega Protokola o stakleničkim plinovima i emisija u cijelom lancu vrijednosti



Izvor: [Slika 1.1. Protokol o stakleničkim plinovima „standard za opseg/ područje primjene 3”](#)

### **Utvrđivanje početnog stanja i mogućnosti projekta koje treba uzeti u obzir u procjeni**

Osnova za metodologiju izračuna ugljičnog otiska često se naziva „vjerojatna alternativa” predloženom razvoju i osnova je za izračun relativnih emisija stakleničkih plinova ili smanjenja emisija koje će se postići u okviru projekta. Osnovna situacija trebala bi ocrtavati situaciju bez projekta i idealno bi trebala uzeti u obzir ne samo izostanak projekta nego i vjerojatne promjene u osnovnim uvjetima u odsutnosti predloženog projekta tijekom njegova životnog vijeka, npr. očekivane buduće prometne tokove bez projekta.

Različite mogućnosti projekta koje su definirane u analizi projektnih opcija trebalo bi procijeniti s obzirom na emisije stakleničkih plinova (i povezane vanjske učinke) u okviru usporedbe opcija.

Ova procjena emisija stakleničkih plinova (i povezanih vanjskih učinaka) također bi mogla biti dio kriterija za usporedbu mogućnosti u različitim fazama pripreme projekta zajedno s drugim relevantnim kriterijima/ciljevima.

Razmatranja o ublažavanju klimatskih promjena trebala bi biti dio analize mogućnosti s obzirom na usklađenost s načelom „energetska učinkovitost na prvom mjestu” i u cilju dokazivanja usklađenosti s planom dekarbonizacije. Osim toga, klimu bi trebalo uzeti u obzir kada se u izvješću o procjeni utjecaja na okoliš i u osnovnom scenariju (bez projekta) raspravlja o alternativama i njegovu vjerojatnom razvoju bez projekta.

### **Procjena emisija stakleničkih plinova za alternativne projekte i protučinjenične scenarije**

Ugljični otisak trebalo bi izračunati u skladu s pouzdanom metodologijom izračuna ugljičnog otiska. U Smjernicama Europske komisije preporučuje se da se izračuni emisija stakleničkih plinova provode uz pomoć metoda za ugljični otisak Europske investicijske banke (EIB). Metodologija EIB-a uglavnom uključuje emisije iz opsega 1 i 2 u ugljični otisak. Međutim, za određene sektore u kojima su značajne emisije iz opsega 3 te se mogu procijeniti (npr. promet ili proizvodnja biogoriva i bioenergetski projekti), emisije iz opsega 3 također se mogu uključiti u ugljični otisak.

### **Procjena vanjskih učinaka ugljika primjenom cijena ugljika u sjeni i njihova upotreba u analizi troškova i koristi**

Ako relativne i/ili apsolutne emisije prelaze graničnu vrijednost od 20 000 tona CO<sub>2</sub>e godišnje, kako bi se olakšalo pravilno odražavanje vanjskih učinaka ugljika predloženih projekata, potrebno je provesti monetizaciju emisija stakleničkih plinova. Monetizirane emisije stakleničkih plinova trebale bi se uključiti u ekonomsku procjenu projekta (npr. analiza troškova i koristi) ako se to zahtijeva konkretnim pozivom za dodjelu bespovratnih sredstava.

Prema Priručniku EU-a za ekonomsku procjenu (EU Economic Appraisal Vademecum), projekti iznad praga od 20 000 tona CO<sub>2</sub>e godišnje trebali bi biti predmet analize troškova i koristi uzimajući u obzir (kao prihod ili kao rezultat) trošak emisija.

Dodatne smjernice o metodologijama za ekonomsku procjenu ulaganja mogu se pronaći u Komisijinom [Vodiču kroz analizu troškova i koristi investicijskih projekata – alat za ekonomsku procjenu kohezijske politike 2014. – 2020.](#) i [Priručniku za ekonomsku procjenu za razdoblje 2021. – 2027.](#) U Smjernicama Europske komisije o klimatskom potvrđivanju predlaže se da se trošak ugljika u sjeni koji je objavio EIB upotrijebi za procjenu vrijednosti neto ušteda ugljika ili emisija u analizama troškova i koristi. Kako je navedeno u tablici 2. u nastavku, očekuje se da će se troškovi ugljika u sjeni povećati tijekom vremena i mogu postati značajan čimbenik za ekonomsku procjenu predloženih projekata.

Tablica 2. Trošak ugljika u sjeni za emisije stakleničkih plinova i smanjenje u EUR/t CO<sub>2</sub>e, cijene iz 2016. godine

Godina	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
EUR/t CO <sub>2</sub> e	80	165	250	390	525	660	800

Izvor: [Klimatski plan Grupe EIB-a za razdoblje 2021. – 2025.](#)

### **Provjera usklađenosti s vjerodostojnim kretanjem emisija stakleničkih plinova na temelju ciljeva EU-a u pogledu emisija do 2030. i 2050. godine**

Posljednji korak u provjeri ugljične neutralnosti jest provjera usklađenosti projekta s vjerodostojnom putanjom za emisije stakleničkih plinova koji se temelji na ciljevima EU-a u pogledu emisija do 2030. i 2050. godine te s ciljevima Pariškog sporazuma i Europskog zakona o klimi. Spomenuta bi se provjera mogla temeljiti na Strategiji niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu i Hrvatskim nacionalnim energetske i klimatskim planovima (NECP-ovi), koji obuhvaćaju desetogodišnja razdoblja od 2021. do 2030. godine (i njezinim naknadnim ažuriranjima kada budu dostupni) te drugim relevantnim službenim dokumentima.



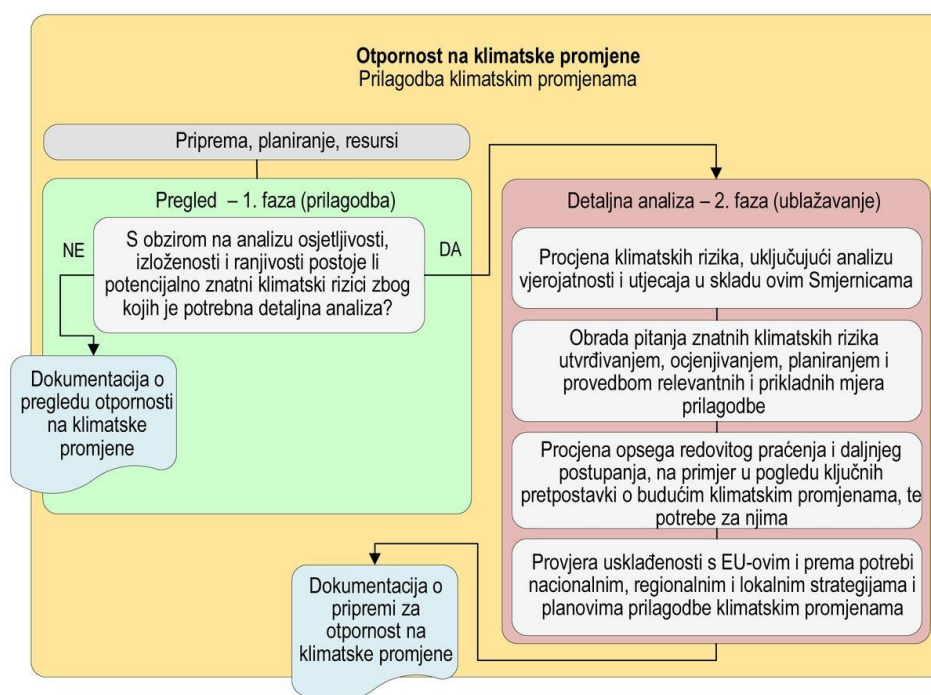
Na temelju prethodno navedenih analiza, projekti sufinancirani iz EU fondova trebali bi pokazati da će se emisije stakleničkih plinova smanjiti na način koji je u skladu s općim ciljevima Unije za 2030. i 2050. godinu, kao i sa svim drugim relevantnim ciljevima za sektor kojem projekt pripada.

Za neke sektore (npr. promet) odluke na razini projekta često su ograničene odabirom strategija i planova na višoj razini (na lokalnoj/regionalnoj ili nacionalnoj razini) te se stoga preporučuje da se za te (sektorske) strategije i planove provede odgovarajuća provjera klimatske neutralnosti. To znači procjenu smanjenja emisija stakleničkih plinova koja proizlaze iz sektorskih strategija (npr. prometne strategije) i njihova usklađivanja s relevantnim sektorskim ciljevima, ako su dostupni, i/ili s općim putem prema neutralnosti. Stoga se za te sektore procjenom na strateškoj razini (ako je projekt identificiran) mogu učinkovito prikupiti informacije kojima se podupire provjera usklađenosti projekta s vjerodostojnim planom za smanjenje emisija stakleničkih plinova na temelju ciljeva EU-a u pogledu emisija stakleničkih plinova<sup>7</sup>.

## 6 Prilagodba klimatskim promjenama

Proces provjere otpornosti na klimatske promjene prikazan je na Slika 44., a dalje u nastavku sažete su ključne odredbe.

Slika 4. Pregled procesa prilagodbe klimatskim promjenama u okviru klimatskog potvrđivanja (dalje u tekstu: provjera otpornosti na klimatske promjene)



Izvor: Europska komisija (2021.)

<sup>7</sup> Na primjer, za neke projekte cestovne infrastrukture kojima se povećavaju emisije stakleničkih plinova pozitivni zaključci procjene usklađenosti s ciljevima EU-a za smanjenje emisija stakleničkih plinova mogli bi biti mogući samo ako se to učinkovito dokaže na razini strategije čiji je projekt dio.

Provjerom otpornosti na klimatske promjene nastoji se osigurati odgovarajuća razina otpornosti infrastrukture na učinke klimatskih promjena tijekom njezina životnog vijeka. Ti utjecaji uključuju ekstremne događaje kao što su intenzivnije poplave, prolomi oblaka, suše, toplinski valovi, šumski požari, oluje te odroni tla i uragani, ali i kronične pojave kao što su predviđen porast razine mora i promjene u prosječnoj količini padalina te vlažnosti tla i zraka i dr.

Procjena osjetljivosti na klimatske promjene i procjena rizika pomažu u utvrđivanju znatnih klimatskih rizika za projekt. To je osnova za identifikaciju, procjenu i provedbu ciljanih mjera prilagodbe koje će pridonijeti smanjenju preostalog rizika na prihvatljivu razinu.

Potrebno je naglasiti da bi procjena otpornosti na klimatske promjene (posebno analiza izloženosti i analiza rizika) trebala obuhvaćati cijeli životni vijek projekta.

Istodobno bi trebalo osigurati usklađenost projekta s novom [strategijom EU-a za prilagodbu klimatskim promjenama](#) te, prema potrebi, s [nacionalnim](#), regionalnim i lokalnim strategijama i planovima prilagodbe<sup>8</sup>.

#### ❖ Vremenski okvir procjene otpornosti na klimatske promjene

U idealnom slučaju, procjenu otpornosti na klimatske promjene trebalo bi pokrenuti u ranoj fazi projektnog ciklusa (npr. analiza opcija, studija predizvedivosti, studija izvedivosti), u vrijeme kada postoji relativna jasnoća u pogledu ulaganja. Uključivanje klimatskog potvrđivanja u projektni ciklus, a posebno u rane faze uz druge procese (npr. analiza opcija, studija predizvedivosti/izvedivosti), omogućit će sinergije te moguće uštede vremena i troškova.

#### ❖ Dionici

Važno je utvrditi tko bi trebao provesti procjenu otpornosti na klimatske promjene, tko bi trebao voditi postupak i tko bi trebao biti uključen.

Procjenu bi trebale provoditi osobe uključene u projekt s poznavanjem sastavnica projekta, lokalnog područja i povijesnog iskustva.

Za velike/složene projekte trebao bi ga provoditi tim različitih stručnjaka s različitim stajalištima, i nikako izolirano. Taj postupak procjene trebao bi voditi posebni član tima; često će biti najprikladniji jedan od postojećih članova tima, npr. projektni inženjer. Kako bi se pridonijelo procesu za određena pitanja, možda će biti potrebno angažirati specijalizirane konzultante ili stručnjake sa stručnim znanjem u području prilagodbe klimatskim promjenama. Osim onih koji provode procjenu, možda će biti potrebno uključiti i druge dionike putem savjetovanja i zajedničkih rasprava. Korisno je imati jasan plan sudjelovanja dionika i utvrditi ključne točke u postupku procjene u koje bi te dionike trebalo uključiti. U tom bi planu trebalo utvrditi tko bi trebao biti uključen (npr. nadležna tijela i tehnički instituti, građevinski i operativni odjeli, lokalno stanovništvo itd.), kada (npr. tijekom provjere ranjivosti, tijekom

---

<sup>8</sup> Sukladno članku 19. Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja NN 127/2019, sve županije, Grad Zagreb i veliki gradovi dužni su donijeti Program ublažavanja klimatskih promjena, prilagodbe klimatskim promjenama i zaštite ozonskog sloja.

procjene rizika, za utvrđivanje i procjenu mogućnosti prilagodbe, u svim fazama itd.) i kako (putem radionica, javnih foruma, intervjua itd.). To je ključno kako bi se u potpunosti razumjela lokalna i povijesna pozadina projekta i osiguralo da se u okviru kontinuiranog upravljanja projektom uzmu u obzir klimatske promjene i njezini rizici.

## Osnovni pojmovi

### ❖ Klimatski rizici

Klimatske promjene odnose se na promjenu stanja klime koja se može utvrditi (npr. primjenom statističkih testova) promjenama srednje vrijednosti i/ili varijabilnosti njihovih svojstava i koje traju tijekom duljeg razdoblja, obično desetljećima ili dulje.

Rizik je moguća pojava prirodnog ili ljudskim djelovanjem izazvanog događaja ili trenda koji može uzrokovati gubitak života, ozljede ili druge učinke na zdravlje, kao i štetu i gubitak imovine, opreme, infrastrukture, sredstava za život, pružanja usluga, ekosustava i okolišnih resursa.

Analizom osjetljivosti i izloženosti utvrdit će se točni klimatski rizici koji su relevantni za određeni projekt na određenoj lokaciji u Hrvatskoj i koje bi korisnik projekta trebao utvrditi tijekom procjene otpornosti na klimatske promjene.

Neiscrpan popis rizika povezanih s klimom koji se može upotrijebiti u postupku pripreme za klimatske promjene utvrđen je<sup>9</sup> u Delegiranoj uredbi Komisije (EU) 2021/2139 i Dodatku A te je naveden u tablici 2.

Tablica 2. Popis klimatskih rizika u skladu s Komisijinim delegiranim aktom o taksonomiji klimatski održivih djelatnosti

	Povezani s vodom	Povezani s temperaturom	Povezani s vjetrom	Povezani s krutim masama
Kronična	Promjena obrazaca i vrsta oborina (kiša, tuča, snijeg/led)	Promjena temperature (zrak, slatka voda, morska voda)	Promjena uzoraka vjetra	Erozija obale
	Padaline i hidrološka varijabilnost	Toplinski stres		Degradacija tla
	Zakiseljavanje oceana	Varijabilnost temperature		Erozija tla
	Prodor slane vode	Odmrzavanje permafrosta		Soliflukcija
	Podizanje razine mora			
	Nestašica vode			
Akutna	Suša	Toplinski val	Ciklon, uragan, tajfun	Lavina
	Nadopuna podzemnih voda	Hladni val/mraz	Oluja (uključujući mećavu, prašinu i pješčane oluje)	Odron
	Obilne padaline (kiša, tuča, snijeg/led)	Šumski požar	Tornado	Slijeganje

<sup>9</sup> O dopuni Uredbe (EU) 2020/852 Europskog parlamenta i Vijeća utvrđivanjem kriterija tehničke provjere za utvrđivanje uvjeta pod kojima se smatra da gospodarska djelatnost znatno pridonosi ublažavanju klimatskih promjena ili prilagodbi klimatskim promjenama i nanosi li ta gospodarska djelatnost bitnu štetu bilo kojem drugom okolišnom cilju.

	Povezani s vodom	Povezani s temperaturom	Povezani s vjetrom	Povezani s krutim masama
Kronična	Promjena obrazaca i vrsta oborina (kiša, tuča, snijeg/led)	Promjena temperature (zrak, slatka voda, morska voda)	Promjena uzoraka vjetra	Erozija obale
	Padaline i hidrološka varijabilnost	Toplinski stres		Degradacija tla
	Zakiseljavanje oceana	Varijabilnost temperature		Erozija tla
	Prodor slane vode	Odmrzavanje permafrosta		Soliflukcija
	Podizanje razine mora			
	Nestašica vode			
	Poplava (obalna, fluvijalna, pluvijalna, podzemne vode)			
Izljev ledenjačkog jezera				

Izvor: Europska komisija (2021.)

Klimatski rizici razvrstani su u četiri kategorije u skladu s Delegiranom uredbom Komisije (EU) 2021/2139, Dodatak A, a to su:

- rizici povezani s temperaturom (toplinski stres, šumski požari, itd.)
- rizici od vjetra (oluje, itd.)
- rizici povezani s vodom (povećanje razine mora, suša, poplave, itd.)
- rizici povezani s tlom (erozija obale/tla, klizišta, itd.)

Alternativni popis klimatskih rizika prikazan je u radnom dokumentu JASPERS-a „Osnove prilagodbe klimatskim promjenama, osjetljivosti i procjene rizika” (vidjeti tablicu 3).

Tablica 3. Popis klimatskih rizika prema radnom dokumentu JASPERS-a „Osnove prilagodbe klimatskim promjenama, osjetljivosti i procjene rizika”

Klimatski rizici	Opis
Povećanje prosječne temperature zraka	Povećanje prosječnih temperatura tijekom vremena
Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	Promjene u učestalosti i intenzitetu razdoblja visokih temperatura, uključujući toplinske valove (razdoblja iznimno visokih maksimalnih i minimalnih temperatura)

Klimatski rizici	Opis
Prosječna promjena padalina	Trendovi s više ili manje oborina (kiša, snijeg, tuča itd.)
Ekstremne oborine	Promjene u učestalosti i intenzitetu razdoblja intenzivnih oborina
Dostupnost vode	Relativno obilje ili nedostatak vode
Temperatura vode	Promjene u temperaturi površinskih i podzemnih voda
Poplave (obalni i fluvijalni)	Poplave mora ili rijeka
Temperatura morske vode	Promjene prosječne temperature morske površinske vode
Relativni porast razine mora	Zbog kombinacije povećanih temperatura mora (proširenja volumena vode) i topljenja ledenih ploča i ledenjaka
Olujni udari	Abnormalno podizanje morske vode iznad predviđenih razina, plima uzrokovana olujom
Prodor slane vode	Premještanje slane vode u slatkovodne vodonosnike, što može dovesti do kontaminacije izvora pitke vode i drugih posljedica
Slanost oceana	Promjene u koncentracijama soli u morskoj vodi
pH oceana	Zakiseljavanje oceana
Erozija obale	Trošenje zemljišta i uklanjanje sedimenta plaže ili dina djelovanjem valova, plimnim strujama, valnim strujama, odvodnjom ili visokim vjetrovima
Erozija tla	Proces uklanjanja i transporta tla i stijena vremenskim uvjetima, masovnim rasipanjem i djelovanjem potoka, ledenjaka, valova, vjetrova i podzemnih voda
Nestabilnost tla/odroni/lavine	Nestabilnost tla: kretanje tla; Klizište: masa materijala koji je gravitacijom skliznuo nizbrdo, često potpomognuto vodom kada je materijal zasićen; Lavina: brzi protok snijega niz nagnutu površinu
Salinitet tla	Promjene u sadržaju soli u tlu
Prosječna brzina vjetra	Promjene u prosječnim brzinama vjetra tijekom vremena
Najveća brzina vjetra	Povećanje maksimalne snage naleta vjetra
Oluje (putanje i intenzitet)	Promjene u mjestu oluja, njihovoj učestalosti i intenzitetu
Vlaga	Promjene u količini vodene pare u atmosferi

Klimatski rizici	Opis
Suše	Produljena razdoblja neuobičajeno niskih padalina, što dovodi do nestašice vode
Prašinske oluje	Oluja jakih vjetrova i zraka ispunjenog prašinom
Šumski požar	Neželjeni, neplanirani i štetni požari kao što su šumski požari i požari na grmlju i travnjacima
Kvaliteta zraka	Povećana koncentracija onečišćujućih tvari na lokalnoj razini, uključujući incidente kao što je smog
Učinak urbanog toplinskog otoka	Gradovi ili urbana područja koja su znatno toplija od okolnog ruralnog područja, uzrokovana većom apsorpcijom solarne energije materijala u urbanom području, kao što je asfalt, beton i dr.
Dužina sezone rasta	Promjene u godišnjim dobima tijekom kojih određene vrste flore rastu, dulje ili kraće
Sunčevo zračenje	Energija koju Sunce emitira iz reakcije nuklearne fuzije kojom se stvara elektromagnetska energija (npr. toplinska, svjetlosna i dr.)
Hladna razdoblja	Produljena razdoblja iznimno hladnih temperatura
Oštećenje zbog smrzavanja i odmrzavanja	Ponavljanje smrzavanja i odmrzavanja može uzrokovati oštećenje naprezanja na konstrukciji kao što je beton
Topljenje permafrosta	Topljenje prethodno trajno zamrznutog tla

Izvor: JASPERS (2017.)

❖ Klimatski scenariji za razvoj koncentracije stakleničkih plinova

Utvrđivanje sadašnjih i budućih klimatskih varijabli i opasnosti trebalo bi u idealnom slučaju uzeti u obzir razlike između povijesnih meteoroloških podataka i relevantnih klimatskih prognoza. Razlike između povijesnih i očekivanih budućih klimatskih varijabli trebale bi u idealnom slučaju odražavati srednje i ekstremne vrijednosti.

*Reprezentativne putanje koncentracija (RCP-i): scenariji koji uključuju vremenske nizove emisija i koncentracije svih stakleničkih plinova, aerosola i kemijski aktivnih plinova te upotrebu zemljišta/pokrov zemljišta. Na temelju RCP-a izrađene su klimatske projekcije u CMIP-u 5.*

*Scenariji temeljeni na RCP-u nazivaju se RCPy, gdje se 'y' odnosi na razinu utjecaja zračenja (u vatima po kvadratnom metru ili W/m<sup>2</sup>) koji proizlazi iz scenarija za 2100. godinu.*

Te se simulacije provode za tri (od četiri) reprezentativne putanje koncentracija stakleničkih plinova koje je predložio Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC) (*engl. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*). Ti su scenariji sljedeći:

- **RCP2.6:** putanja u kojoj promjena u ravnoteži zračenja doseže najvišu razinu od 3 W/m<sup>2</sup> i tada počinje padati i ograničava se na 2,6 W/m<sup>2</sup> u 2100. (u odgovarajućoj proširenoj putanji koncentracija (ECP) razina emisija stabilna je nakon 2100.). Porast globalne srednje površinske temperature do kraja 21. stoljeća u odnosu na razdoblje 1986. – 2005. vjerojatno će iznositi do 1,7 °C.
- **RCP4.5 i RCP6.0:** putanje srednje stabilizacije u kojima se promjena u ravnoteži zračenja ograničava na otprilike 4,5 W/m<sup>2</sup> i 6,0 W/m<sup>2</sup> u 2100. (u odgovarajućim ECP-ima razina koncentracija stabilna je nakon 2150.). Porast globalne srednje površinske temperature do kraja 21. stoljeća u odnosu na razdoblje 1986. – 2005. vjerojatno će iznositi do 2,6 °C.
- **RCP8.5:** visoka putanja u kojoj se 2100. premašuje 8,5 W/m<sup>2</sup> (u odgovarajućem ECP-u razina emisija stabilna je od 2100. do 2150., a razina koncentracija stabilna je nakon 2250.). Porast globalne srednje površinske temperature do kraja 21. stoljeća u odnosu na razdoblje 1986. – 2005. vjerojatno će iznositi do 5,8 °C.

Relevantne informacije o klimatskim promjenama za Hrvatsku dostupne su kod [Državnog hidrometeorološkog zavoda](#). Trenutačni dostupni klimatski scenariji u Hrvatskoj temelje se na RCP 2.6, 4.5 i RCP 8.5, u dvije prostorne rezolucije (50 i 12,5 km) i za dva razdoblja (2011. – 2040. i 2041. – 2070.)<sup>10</sup>.

U Tehničkim smjernicama Europske komisije preporučuje se upotreba RCP-a 8.5 (ili RCP-a 6.0, koji trenutačno nije dostupan u Republici Hrvatskoj) za početnu provjeru u okviru klimatskog potvrđivanja. Za detaljnu analizu preporučuje se scenarij RCP 4.5 za projekte sa životnim vijekom do 2060. i one koji su dovoljno fleksibilni da po potrebi povećaju razinu otpornosti na klimatske promjene tijekom njihova životnog vijeka (npr., ako je moguće postupno povećati visinu sustava obrane od poplava kao dio upravljanja vodnim resursima). Za projekte s duljim vijekom trajanja i one koji se ne mogu modernizirati tijekom njihova životnog vijeka (npr. mostovi ili nove željezničke pruge) preporučuje se uzeti u obzir očekivane promjene klimatskih varijabli na temelju scenarija RCP-a 8.5.

U budućnosti bi se RCP-ovi mogli zamijeniti Zajedničkim socioekonomskim putevima iz izvješća VI. Međuvladinog panela o klimatskim promjenama, no trenutačno bi se za provedbu klimatskog potvrđivanja trebali upotrebljavati RCP-ovi.

#### ❖ Osjetljivost i izloženost

Klimatske opasnosti od kojih je potrebno zaštititi infrastrukturu definirane su na temelju:

- klimatske opasnosti relevantne za predmetnu vrstu projekta, neovisno o njegovoj lokaciji; i
- klimatske opasnosti koje su prisutne na lokaciji infrastrukture (izloženost), neovisno o vrsti projekta.

<sup>10</sup> <http://prilagodba-klimi.hr/wp-content/uploads/2017/11/Klimatsko-modeliranje.pdf>



**Osjetljivost:** Stupanj u kojem klimatska varijabilnost ili promjene negativno ili povoljno utječu na sustav. Učinak može biti izravan (npr. promjena prinosa usjeva kao odgovor na promjenu srednje vrijednosti, raspona ili varijabilnosti temperature) ili neizravan (npr. štete uzrokovane povećanjem učestalosti obalnih poplava zbog porasta razine mora).

**Izloženost:** Prisutnost ljudi, sredstava za život, okolišnih usluga i resursa, infrastrukture ili gospodarskih, socijalnih ili kulturnih dobara na mjestima na koja bi se moglo negativno utjecati.

## Početna provjera/screening

Kako bi se ispitalo je li predložena infrastruktura otporna na moguće klimatske promjene te jesu li potrebne mjere prilagodbe, trebalo bi provesti procjenu **ranjivosti** infrastrukture kombinirajući:

- **osjetljivost** infrastrukture na klimatske rizike; i
- **izloženost** područja infrastrukture tim rizicima, tj. ako se ti klimatski rizici pojavljuju i/ili se očekuje da će nastati na lokaciji infrastrukture u neposrednoj i dalekoj budućnosti na temelju klimatskih projekcija.

Potrebno je uzeti u obzir potpuni popis klimatskih rizika poput onih prikazanih u Tablica 2. ili tablici 3. kako bi se omogućilo primjereno utvrđivanje ranjivosti projekta.

Glavni je cilj ovog koraka početne provjere na konkretan i jasan način utvrditi glavne klimatske rizike projekta kako bi se odredili oni za koje bi u konačnici bila potrebna detaljnija analiza rizika.

### Analiza osjetljivosti infrastrukture

**Analiza osjetljivosti** temelji se na poznavanju svih elemenata (projekta) prema kojima će se infrastruktura graditi i kasnije njome upravljati. Analizom osjetljivosti trebalo bi obuhvatiti cjelokupni projekt te razmotriti sve različite sastavnice projekta i njihove međuovisnosti te način na koji se on uklapa u širu mrežu ili sustav okoline u kojoj se planira izvesti.

Na primjer, u infrastrukturnim projektima mogu se utvrditi sljedeći pod-elementi:

- tehnički/građevinski dio
- elementi potrebni za rad infrastrukture
- proizvodi/usluge koje je proizlaze iz same infrastrukture
- povezanost infrastrukture sa širom okolinom/regijom

Uzimajući u obzir širok raspon vrsta i složenosti infrastrukture, utvrđivanje klimatskih rizika na koje je infrastruktura osjetljiva ponajprije bi trebao biti zadatak stručnjaka koji su proveli relevantne tehničke studije (npr. tehnički stručnjaci, glavni projektanti, tj. inženjeri i drugi stručnjaci koji su dobro upoznati s projektom). Trebalo bi upotrijebiti potpuni popis rizika kako bi se definirale opasnosti koje su relevantne za određenu vrstu infrastrukture.

Procjena osjetljivosti može biti relativno jednostavna (utvrđivanje je li infrastruktura osjetljiva na klimatske rizike) ili detaljnija (npr. utvrđivanjem pragova osjetljivosti određivanjem opasnosti s visokom, srednjem, niskom ili nikakvom osjetljivošću na svaki razmatrani klimatski rizik). Za veće projekte preporučuje se upotreba pragova osjetljivosti kako bi se utvrdili relevantni klimatski rizici.

Potrebno je imati na umu da **osjetljivost ne uzima u obzir mjesto izgradnje**. Temelji se isključivo na specifičnim čimbenicima projekta, neovisno o lokaciji, npr. na tome što je projekt i kako funkcionira.

### **Analiza izloženosti infrastrukture**

**Analizom izloženosti** nastoji se utvrditi koje su opasnosti relevantne za planiranu lokaciju projekta, neovisno o vrsti projekta.

Na razini Republike Hrvatske, kad je riječ o podacima o klimi i projekcijama, informacije su dostupne na sljedećim izvorima:

- [Državni hidrometeorološki zavod](#)
- [Repozitorij Državnog hidrometeorološkog zavoda](#)
- [Prilagodba klimatskim promjenama – glavna internetska stranica za prilagodbu klimatskim promjenama u Hrvatskoj](#)
- [Rezultati klimatskog modeliranja na sustavu HPC Velebit u svrhu izrade Strategije prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske za razdoblje do 2040. s pogledom na 2070. i Akcijski plan](#)
- [Hidrografski institut Republike Hrvatske](#)
- [Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku 2019. i Prilog](#)

Kad je riječ o osjetljivosti, u Tehničkim smjernicama Europske komisije navodi se da bi sustav bodovanja (kvalitativni ili numerički) trebalo pažljivo definirati i objasniti, a dane ocjene trebale bi biti opravdane. To se, na primjer, može postići postavljanjem pragova. Ti bi pragovi trebali biti (1) relevantni za sektor i projekt, (2) jasni i (3) transparentni i (4) dosljedno se upotrebljavati tijekom svakog pojedinog koraka procjene.

Ukupna izloženost za svaki klimatski rizik trebala bi se temeljiti na najvišoj ocjeni izloženosti na temelju trenutačne i buduće izloženosti lokacije projekta.

### **Ranjivost**

U procjeni ranjivosti kombinira se analiza izloženosti (uzimajući u obzir najvišu ocjenu trenutačne i buduće izloženosti) i analiza osjetljivosti kako bi se utvrdilo koji su klimatski rizici povezani s predmetnom infrastrukturom s obzirom na njezinu vrstu i lokaciju. Ova je procjena temelj za odluku o nastavku detaljne analize.

**Ranjivost = ocjena osjetljivosti x ocjena izloženosti**

Za analizu osjetljivosti i izloženosti može se utvrditi ljestvica od tri stupnja (niska, srednja, visoka), koja pokazuje razinu ranjivosti za svaki klimatski rizik (niski, srednji, visoki).

Ako se u procjeni ranjivosti zaključi da projekt nije ranjiv na klimatske rizike i ako je taj zaključak propisno opisan i opravdan, možda neće biti potrebe za provođenjem daljnje procjene rizika te time završava razmatranje prilagodbe klimatskim promjenama.

Međutim, ako se za neke klimatske rizike pojave srednje ili visoke razine osjetljivosti, za svaku od njih morat će se provesti analiza rizika.

U nastavku su navedena dva primjera analize ranjivosti.

Tablica 4. Primjer analize ranjivosti u skladu s Tehničkim smjernicama

ANALIZA RANJIVOSTI					
Indikativna tablica ranjivosti: ( <i>primjer</i> )		Izloženost (postojeći + budući klimatski uvjeti)			Legenda:
		Visoka	Srednja	Niska	Razina ranjivosti
Osjetljivost (najviša u sva četiri tematska područja)	Visoka	Poplava	Vrućina	Suša	Visoka
	Srednja				Srednja
	Niska				Niska
<p>Analiza ranjivosti može se sažeti u tablici za predmetnu vrstu projekta na odabranoj lokaciji. Ona je spoj analize osjetljivosti i analize izloženosti. Najvažnije klimatske varijable i nepogode one su koje imaju najvišu ili srednju razinu ranjivosti i za koje se provode koraci navedeni u nastavku. Razine ranjivosti trebalo bi precizno definirati i objasniti, a dodijeljene vrijednosti trebalo bi opravdati.</p>					

Tablica 5. Primjer analize ranjivosti s numeričkim ocjenama

		Ocjena izloženosti			
		0	1	2	3
Ocjena osjetljivosti	0	0	0	0	0
	1	0	1	2	3
	2	0	2	4	6
	3	0	3	6	9

**Visoka ranjivost (ocjena ≥ 6)**

- Projekt je osjetljiv na taj rizik od klimatskih promjena.
- Nastaviti s detaljnom procjenom (2. faza).

**Srednja ranjivost (ocjena 3 & 6)**

- Projekt može biti osjetljiv na taj rizik od klimatskih promjena.
- Nastaviti s detaljnom procjenom (2. faza).

**Niska (ili nulta) ranjivost (rezultat ≤ 2)**

- Projekt nije osjetljiv na taj rizik od klimatskih promjena.
- Nije potrebno nastaviti s detaljnom procjenom.

### Detaljna analiza

#### Analiza rizika

Detaljna analiza u okviru provjere otpornosti na klimatske promjene trebala bi biti usmjerena na klimatske opasnosti kojima je potrebno posvetiti pozornost zbog njihovih potencijalno znatnih učinaka na predloženi projekt (tj. rizika koji su u fazi pregleda procijenjeni sa srednjom ili visokom ranjivošću). **Procjena bi trebala biti razmjerna opsegu djelatnosti i njezinu očekivanom vijeku trajanja** te bi trebala uzeti u obzir vjerojatne klimatske projekcije u postojećem rasponu budućih scenarija tijekom očekivanog vijeka trajanja infrastrukture.

Analiza rizika kombinacija je vjerojatnosti pojave svakog klimatskog rizika utvrđenog u fazi ranjivosti i učinka/intenziteta tog klimatskog rizika.

Postoje različiti pristupi za opisivanje **vjerojatnosti pojave** rizika/vremenske nepogode. Na početku procjene važno je utvrditi koja će se vrsta razmjera upotrijebiti za procjenu vjerojatnosti i jasno objasniti što to znači u smislu vjerojatnosti nastanka opasnosti. Ljestvica koja će se odabrati trebala bi biti relevantna za projekt i njegove posebnosti te bi se ista ljestvica trebala upotrebljavati tijekom cijele procjene. Tehničke smjernice Komisije upućuju

na to da se vjerojatnost bilo kojeg pojedinog rizičnog događaja može opisati u kvalitativnom ili kvantitativnom smislu. U svim slučajevima potrebno je objasniti ljestvicu i svaka kategorija mora imati opis o tome što to znači (npr., što se podrazumijeva pod „vjerojatno“ za taj specifičan projekt).

Kad je riječ o procjeni **utjecaja** mogućih štetnih događaja, u Tehničkim smjernicama Europske komisije naglašava se potreba da se razmotre ne samo njihove izravne posljedice nego i mogući popratni učinci. Procjena će možda trebati obuhvatiti sposobnost prilagodbe sustava u kojem projekt djeluje. U skladu s Tehničkim smjernicama Europske komisije sposobnost prilagodbe jest sposobnost sustava, institucija, ljudi i drugih organizama da se prilagode potencijalnoj šteti, iskoriste prilike ili odgovore na posljedice.

Utjecaje bi trebalo procjenjivati na ljestvici utjecaja po opasnosti. To se također naziva ozbiljnošću ili veličinom. Nadalje, važno je da se metodologijom utvrdi ljestvica za procjenu težine i da se to jasno objasni u odnosu tj. u kontekstu projekta. Svaka kategorija mora imati opis o tome što to znači za projekt (na primjer: što znači „katastrofa“ za taj specifičan projekt).

Posljedice se općenito mogu odnositi na fizičku imovinu i djelatnosti, zdravlje i sigurnost, utjecaj na okoliš, socijalne učinke (uključujući učinke na ranjivo stanovništvo), financijske posljedice itd.

Indikativno, ljestvica za vjerojatnost pojavljivanja i učinka može se utvrditi analizom na pet razina kako je prikazano u tablici 6. i tablici 7. Ovdje je riječ o primjerima te bi za svaki projekt trebalo definirati ljestvicu bodovanja koja bi trebala biti relevantna za posebnosti projekta. Također, potrebno je jasno objasniti što znači svaka razina ljestvice za konkretan projekt.

Tablica 6. Primjer ljestvice za procjenu vjerojatnosti i utjecaja klimatskih rizika

Analiza vjerojatnosti		Analiza utjecaja	
Pojava	Kvantitativno	Utjecaj	Značenje
Rijetko	5 % šanse za pojavljivanje	Zanemariv	Minimalan učinak koji se može ublažiti normalnom aktivnošću.
Malo vjerojatno	20 % šanse za pojavljivanje	Vrlo nizak	Događaj koji utječe na normalno djelovanje projekta, što rezultira privremenim lokaliziranim utjecajima.
Umjereno	50 % šanse za pojavljivanje	Umjeren	Ozbiljan događaj koji zahtijeva dodatne mjere kako bi se njime moglo upravljati, što dovodi do umjerenih učinaka.

Analiza vjerojatnosti		Analiza utjecaja	
Pojava	Kvantitativno	Utjecaj	Značenje
Vjerojatno	80 % šanse za pojavljivanje	Ozbiljan	Kritični događaj koji zahtijeva izvanredno djelovanje, što dovodi do znatnih, raširenih ili dugoročnih učinaka.
Gotovo izvjesno	95 % šanse za pojavljivanje	Iznimno težak	Katastrofa s potencijalom da dovede do zatvaranja ili kolapsa imovine/mreže, što uzrokuje znatnu štetu i dalekosežne dugoročne učinke.

Tablica 7. Primjer ljestvice za procjenu opsega posljedica u različitim područjima rizika u skladu s Tehničkim smjernicama<sup>11</sup>

Područja rizika (PR)	Opseg posljedica				
	1 Beznačajan	2 Mali	3 Umjeren	4 Velik	5 Katastrofalan
<b>PR1:</b> Oštećenje imovine / projektiranje / operativni rizici	Utjecaj se može ublažiti redovnim poslovanjem	Štetni događaj može se ublažiti poduzimanjem mjera za kontinuitet poslovanja	Ozbiljni događaj koji zahtijeva dodatne hitne mjere za kontinuitet poslovanja	Kritični događaj za koji su potrebne izvanredne/hitne mjere za kontinuitet poslovanja	Katastrofa koja bi mogla prouzročiti prekid rada ili urušavanje odnosno gubitak imovine/mreže
<b>PR2:</b> Sigurnost i zdravlje	Prva pomoć	Lakše ozljede, liječnička pomoć	Teška ozljeda ili izgubljeni rezultati rada	Teške ili višestruke ozljede, trajna ozljeda ili invaliditet	Jedan ili više smrtnih slučajeva

<sup>11</sup> Predložene su ocjene i vrijednosti ilustrativne. Promotor projekta i tim koji provodi klimatsko potvrđivanje mogu odlučiti o njihovim izmjenama.

<b>PR3: Okoliš</b>	Bez utjecaja na osnovni okoliš. Lokaliziran na izvorišno područje. Nema potrebe za oporavkom	Lokaliziran u granicama lokacije. Mjerljiv oporavak u roku mjesec dana od utjecaja	Umjerene štete s mogućim širim utjecajem. Oporavak u roku od jedne godine	Bitna šteta s lokalnim utjecajem. Oporavak dulji od jedne godine. Neusklađenost s propisima o okolišu/okolišnom dozvolom	Bitna šteta s dalekosežnim utjecajem. Oporavak dulji od jedne godine. Ograničeni izgledi za potpuni oporavak
<b>PR4: Socijalni rizici</b>	Bez negativnog socijalnog učinka	Lokalizirani privremeni socijalni učinci	Lokalizirani dugoročni socijalni učinci	Neuspješna zaštita siromašnih ili ranjivih skupina <sup>12</sup> . Nacionalni dugoročni socijalni učinci	Gubitak potpore javnosti za obavljanje djelatnosti. Prosvjedi zajednice
<b>PR5: Financijski rizici (za jedan ekstremni događaj ili godišnji prosječni utjecaj)<sup>13</sup></b>	x % IRR <sup>14</sup> < 2 % prometa	x % IRR 2–10 % prometa	x % IRR 10–25 % prometa	x % IRR 25–50 % prometa	x % IRR > 50 % prometa
<b>PR6: Reputacija</b>	Lokalizirani privremeni utjecaj na javno mišljenje	Lokalizirani kratkoročni utjecaj na javno mišljenje	Lokalni dugoročni utjecaj na javno mišljenje s negativnim izvještavanjem u lokalnim medijima	Nacionalni kratkoročni utjecaj na javno mišljenje, negativno izvještavanje u nacionalnim medijima	Nacionalni dugoročni utjecaj s mogućim utjecajem na stabilnost vlasti

<sup>12</sup> Uključujući skupine koje ovise o prirodnim resursima za svoje prihode/izdržavanje i kulturnu baštinu (čak i ako se ne smatraju siromašnima) i skupine koje se smatraju siromašnima i ranjivima (i često imaju manju sposobnost prilagodbe), kao i osobe s invaliditetom i starije osobe.

<sup>13</sup> Primjeri pokazatelja – Ostali pokazatelji koji se mogu koristiti uključuju troškove: hitnih/dugoročnih hitnih mjera; obnova imovine; obnova okoliša; neizravni troškovi gospodarstva; neizravni društveni troškovi.

<sup>14</sup> Interna stopa povrata (IRR).

<b>PR7:</b> Kulturna baština i kulturni prostori	Beznačajan utjecaj	Kratkoročan utjecaj. Mogućnost oporavka ili popravka	Ozbiljna šteta sa širim utjecajem na turističku industriju	Bitna šteta s nacionalnim i međunarodnim utjecajem	Trajan gubitak s utjecajem na društvo
--------------------------------------------------	--------------------	---------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	---------------------------------------



Nakon procjene vjerojatnosti i utjecaja svake opasnosti, razina važnosti svakog potencijalnog rizika može se procijeniti spajanjem dvaju čimbenika. Razina rizika (npr. niska, srednja, visoka, ekstremna) određuje se za svaku razinu u gornjim ljestvicama.

Rizici se mogu prikazati u matrici rizika (u okviru procjene ukupnog rizika projekta) kako bi se utvrdili najvažniji potencijalni rizici i oni za koje se trebaju poduzeti mjere prilagodbe. Ovo pokazuje sve klimatske pokazatelje koji su ispitani i identificirani gdje kombinacija vjerojatnosti i utjecaja zahtijeva djelovanje (tj. mjeru prilagodbe).

Dok tablica predstavlja primjer matrice rizika, prosudba o tome što je prihvatljiva razina rizika, što je značajno a što ne, odgovornost je stručnog tima koji provodi procjenu, specifično za okolnosti projekta. Kakve god se kategorizacije koristile, one moraju biti opravdane, jasno definirane i opisane na jasan i logičan način. Na primjer, može se smatrati da katastrofalni događaj, čak i ako je rijedak ili malo vjerojatan, ipak predstavlja izniman rizik za projekt budući da su posljedice tako ozbiljne.

Tablica 9. predstavlja jedan primjer kako takva matrica rizika može izgledati i koja bi trebala biti prilagođena projektu/sektoru kao što je gore navedeno.

Primjer matrice procjene rizika

	Vjerojatnost	Rijetko	Malo vjerojatno	Umjereno	Vjerojatno	Gotovo sigurno
Značaj		1	2	3	4	5
Beznačajan	1	1	2	3	4	5
Mali	2	2	4	6	8	10
Umjeren	3	3	6	9	12	15
Velik	4	4	8	12	16	20
Katastrofalan	5	5	10	15	20	25

Razina rizika

Beznačajna	
Niska	
Srednja	
Visoka	
Ekstremna	

***Ako se u procjeni rizika zaključi da ne postoje znatni (srednji, visoki i ekstremni) rizici za projekt od klimatskih promjena i ako je taj zaključak propisno obrazložen, možda neće biti potrebe za provođenjem daljnje procjene ili dodatnih mjera prilagodbe.***

### Mjere prilagodbe

**Mjere prilagodbe klimatskim promjenama za infrastrukturne projekte usmjerene su na osiguranje primjerene razine otpornosti na utjecaje klimatskih promjena.**

**Uz uključivanje otpornosti projekta na klimatske promjene moraju se uvesti i mjere kojima će se osigurati da projekt neće dovesti do povećanja ranjivosti susjednih gospodarskih i socijalnih struktura.**

Ako se u procjeni rizika zaključi da za projekt postoje znatni rizici, potrebno je razmotriti relevantne mjere prilagodbe kojima se utvrđeni rizici smanjuju na prihvatljivu razinu. Za svaki utvrđeni značajan rizik trebalo bi razmotriti, procijeniti i, ako se utvrdi da su opravdani, uključiti ciljane mjere prilagodbe u predložene intervencije. Takve mjere mogu uključivati:

- strukturne mjere – fizička promjena projekta ili njegove lokacije;
- nestrukturne mjere, poznate i kao *meke* mjere, uključuju operativne mjere i mjere održavanja te odgovarajuće praćenje. One se više odnose na to kako se dugoročno upravlja infrastrukturom;
- upravljanje rizicima – procjena mogu li se rizici prihvatiti i može li se njima upravljati.

Trebalo bi razmotriti potencijalno korištenje rješenja temeljenih na prirodi (tzv. NBS) ili oslanjanje na plavu ili zelenu infrastrukturu u mjeri u kojoj je to moguće.

Također bi bilo primjereno da promotori projekata razmotre fleksibilne/prilagodljive mjere kao što su praćenje situacije i provedba fizičkih mjera samo kada situacija dosegne kritični prag. Ova opcija može biti posebno korisna ako klimatska predviđanja pokazuju visoke razine nesigurnosti. Taj je pristup primjeren sve dok su pragovi ili granične točke jasno utvrđeni i dok se može dokazati da buduće predložene mjere mogu dostatno ukloniti rizike. Praćenje bi trebalo biti uključeno u postupke upravljanja infrastrukturom. Treba napomenuti da se Tehničkim smjernicama Europske komisije u drugoj fazi zahtijeva detaljna analiza kako bi se procijenili opseg i potreba za redovitim praćenjem, na primjer, kritičnih pretpostavki u vezi s budućim klimatskim promjenama (vidjeti odjeljak o praćenju u nastavku).

Procjena mogućnosti prilagodbe može biti kvantitativna ili kvalitativna, ovisno o dostupnosti informacija i drugim čimbenicima. U nekim okolnostima, kao što je infrastruktura relativno male vrijednosti s ograničenim klimatskim rizicima, procjena mogućnosti prilagodbe može se napraviti brzom stručnom procjenom. U drugim okolnostima, posebno za opcije sa znatnim socioekonomskim učinkom, bit će važno upotrijebiti sveobuhvatnije informacije i procjenu.

Sljedeći je korak integrirati procijenjene mogućnosti prilagodbe u projekt, u odgovarajućoj fazi razvoja, uključujući planiranje ulaganja i financiranja, praćenje i planiranje odgovora, definiranje uloga i odgovornosti, organizacijske aranžmane, osposobljavanje, inženjersko projektiranje i osiguravanje usklađenosti opcija s primjenjivim pravom. Trošak mjera prilagodbe odražava se u troškovima ulaganja u projekt, uključujući (prema potrebi) analizu troškova i koristi/ekonomsku procjenu.

Razmatranjem mjera prilagodbe nastoji se postići prihvatljiva razina preostalih klimatskih rizika uzimajući u obzir sve pravne, tehničke ili druge zahtjeve. Pri tome određivanje „prihvatljive razine“ ovisi o stručnom timu koji provodi procjenu i o riziku koji je nositelj projekta spreman prihvatiti. Na primjer, mogu postojati elementi projekta koji se smatraju infrastrukturom koja nije ključna ako su troškovi mjera prilagodbe veći od koristi izbjegavanja rizika, a najbolja opcija mogla bi biti dopuštanje kvara infrastrukture koja nije ključna u

određenim okolnostima. To je oblik upravljanja rizikom i dio razmatranja procjene mjera prilagodbe. U tome slučaju upravljanje rizikom mora biti jasno i dobro pojašnjeno te nadasve argumentirano.

### **Praćenje**

Budući da je procjena rizika kontinuirani proces, važno je utvrditi sve kritične pretpostavke te uspostaviti mehanizme praćenja projekta. To je posebno važno za projekte koji se oslanjaju na prilagodljivo upravljanje projektom, uključujući praćenje situacije i provođenje dodatnih mjera prilagodbe prema potrebi.

### **Usklađenost sa strategijama i planovima prilagodbe**

Posljednji korak u postupku provjere otpornosti na klimatske promjene jest osigurati usklađenost projekta s relevantnim strategijama i planovima EU-a te, prema potrebi, nacionalnim, regionalnim i lokalnim strategijama i planovima za prilagodbu klimatskim promjenama. Dosljednost projekta treba procijeniti u odnosu na [Strategiju prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske](#) i, prema potrebi, regionalne ili lokalne strategije prilagodbe<sup>15</sup>.

## **7 Izvješće o klimatskom potvrđivanju**

Okvirno, izvještaj koji korisnik projekta treba pripremiti i dostaviti treba sadržavati:

### **Uvod:**

Opisati infrastrukturni projekt, navesti njegovu lokaciju (kartu kao u procjeni utjecaja na okoliš ili drugoj relevantnoj projektnoj dokumentaciji) i navesti kako odgovara na pitanja klimatskih promjena.

### **Postupak pripreme za klimatske promjene:**

#### **Prilagodba klimatskim promjenama (otpornost na klimatske promjene):**

##### **1.a Pregled**

- Opisati pregled i njegov ishod, uključujući odgovarajuće pojedinosti o analizi osjetljivosti, izloženosti i ranjivosti:
  - opisati izvore podataka i klimatske projekcije koji su upotrijebljeni za procjenu;
  - opisati komponente projekta uključene u analizu (tj. procese, inpute, rezultate, međuovisnosti);

---

<sup>15</sup> Sukladno članku 19. Zakona o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja NN 127/2019, sve županije, Grad Zagreb i veliki gradovi dužni su donijeti Program ublažavanja klimatskih promjena, prilagodbe klimatskim promjenama i zaštite ozonskog sloja.

- navesti klimatske rizike koji se uzimaju u obzir za analizu osjetljivosti (npr. EU-ov popis rizika iz Taksonomije ili JASPERS-ov popis rizika i ljestvicu upotrijebljenu u procjeni);
- predstaviti analizu osjetljivosti;
- predstaviti analizu izloženosti za sadašnju i buduću klimu s ljestvicom upotrijebljenom u procjeni.
- predstaviti analizu ranjivosti za tekuće i buduće razdoblje i sažeti klimatske rizike koje će zahtijevati detaljnu analizu.

#### 1.b Detaljna analiza

- Za svaku klimatsku opasnost utvrđenu u prethodnoj fazi navesti analizu rizika, uključujući analizu vjerojatnosti i učinka.
- Ako se analizom rizika utvrde klimatski rizici, navesti informacije o tome kako su ti rizici uzeti u obzir u tehničkim studijama te jesu li utvrđeni rizici obuhvaćeni na prihvatljivoj razini.
- U slučaju da postoje klimatski rizici koji nisu uzeti u obzir u tehničkim studijama ili ako u njima nisu na odgovarajući način obuhvaćeni, potrebno je navesti mjere prilagodbe kojima će se osigurati otpornost projekta na utvrđene klimatske rizike.
- Opisati utvrđivanje, procjenu, planiranje i provedbu mjera prilagodbe.
- Opisati svaki plan redovitog praćenja i plan mjera za daljnje mjere prilagodbe koji su predviđeni za projekt.
- Opisati usklađenost projekta s planovima EU-a te nacionalnim i regionalnim planovima prilagodbe.

### B. Ublažavanje klimatskih promjena (klimatska neutralnost):

#### B.1 Provjera

- Opisati pregled i njezin ishod.

#### B.2. Detaljna analiza

- Opisati emisije stakleničkih plinova i usporediti s pragovima za apsolutne i relativne emisije.
- Ako su apsolutne i/ili relativne emisije iznad 20 000 t CO<sub>2</sub>e /godinu, tada se emisije monetiziraju upotrebom cijene u sjeni.
- Ako je za projekt pripremljena analiza troškova i koristi, opisati ekonomsku analizu i upotrebu troška ugljika u sjeni te analizu opcija i integraciju načela „energetska učinkovitost na prvom mjestu”.
- Opisati usklađenost projekta s relevantnim energetske i klimatskim planovima EU-a i nacionalnim energetske i klimatskim planovima te ciljem EU-a za smanjenje emisija do 2030. i klimatskom neutralnošću do 2050. Uključiti kvantitativnu procjenu doprinosa projekta ciljevima dekarbonizacije utvrđenima na nacionalnoj/ regionalnoj/ lokalnoj razini i razini Europske unije, kao i u nacionalnom energetske i klimatskom planu za one projekte koji imaju mjerljiv doprinos.

- Za projekte s predviđenim vijekom trajanja nakon 2050. opisati kompatibilnost nulte neto stope emisija stakleničkih plinova i klimatske neutralnosti s radom, održavanjem i eventualnim stavljanjem izvan pogona.

Naposljetku, treba napomenuti da dokumentacija o klimatskom potvrđivanju može biti dio drugog izvješća/dokumenta (npr. studija izvedivosti ili procjene utjecaja na okoliš i dr.) ili može biti zaseban dokument.

## **Prilog 1. – Ključne reference i izvori podataka**

### **Državni hidrometeorološki zavod**

#### **Opis**

Internetska stranica Državnog hidrometeorološkog zavoda i njegov repozitorij pružaju povijesne klimatske podatke i službene klimatske projekcije za Hrvatsku. To je preporučeni izvor koji bi se trebao upotrebljavati za klimatske projekcije u postupku klimatskog potvrđivanja u Hrvatskoj. Repozitorij uključuje klimatske simulacije provedene u svrhu izrade Strategije prilagodbe klimatskim promjenama Hrvatske za razdoblje do 2040. s pregledom 2070. godine. Klimatske projekcije predstavljene su u obliku tri scenarija, RCP 2.6, 4.5 i 8.5, s prostornom razlučivošću od 12,5 km i 50 km te za dva razdoblja (2011. – 2040. i 2041. – 2070.).

#### **Referentne informacije**

##### **Internetska stranica:**

[Državni hidrometeorološki zavod](#)

[Repozitorij Državnog hidrometeorološkog zavoda](#)

### **Prilagodba klimatskim promjenama**

#### **Opis**

Nacionalna internetska stranica za informiranje i edukaciju o prilagodbi klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj s primjerima prakse iz Hrvatske.

#### **Referentne informacije**

##### **Internetska stranica:**

<https://prilagodba-klimi.hr>

### **Hidrografski institut Republike Hrvatske**

#### **Opis**

Hidrografski institut provodi hidrografski pregled mora i morskog dna, analizira podatke i objavljuje službene karte i nautičke publikacije te pruža druge informacije u skladu s međunarodnim i nacionalnim propisima i standardima. Internetska stranica pruža hidrološke podatke i podatke o klimi povezane s morem, kao što je podizanje razine mora.

#### **Referentne informacije**

##### **Internetska stranica:**

<https://www.hhi.hr/>

## **Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku**

### **Opis**

Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku uključuje informacije o svim rizicima relevantnim za područje RH koji su potencirani rizicima klimatskih promjena.

### **Referentne informacije**

#### **Internetska stranica:**

[Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku \(gov.hr\)](http://procjena.rizika.gov.hr)

## **Tehničke smjernice na razini EU-a za prilagodbu zgrada klimatskim promjenama**

### **Opis**

Smjernice se sastoje od dva dijela, koji su objavljeni odvojeno: šire tehničke smjernice i smjernice o najboljoj praksi za konkretne primjene.

Tehničke smjernice počinju pregledom postojećih politika i standarda na razini EU-a koji se odnose na prilagodbu zgrada. Nakon toga slijedi sažetak trenutačnog stanja građevinskih normi za projektiranje na europskoj i nacionalnoj razini, s naglaskom na otpornost zgrada na klimatske promjene. Zatim se daje pregled ranjivosti na klimatske promjene i procjena rizika za zgrade te moguća metoda za ocjenjivanje otpornosti zgrada na klimatske promjene.

Smjernice o najboljoj praksi:

- pružaju tehničke smjernice o mjerama prilagodbe klimatskim promjenama koje su relevantne za nove i postojeće zgrade u različitim klimatskim zonama Europe;
- predstavljaju rješenja za prilagodbu klimatskim rizicima koji najviše utječu na izgrađeni okoliš;
- pokazuju mjere koje se mogu poduzeti kako bi se poboljšala učinkovitost zgrada. Opisuje strategije za vlasnike, korisnike, kreatore politika, inženjere, arhitekte i osiguravatelje.

### **Referentne informacije**

#### **Internetska stranica:**

[Tehničke smjernice](#)

[Smjernice o najboljoj praksi](#)

## **Relevantni hrvatski projekti prilagodbe**

Detaljnije je prikazan primjer projekta kružnog raskrižja u Puli, dok su u nastavku navedeni drugi relevantni hrvatski projekti prilagodbe, a više informacija o projektima dostupno je na sljedećoj internetskoj stranici:

<https://prilagodba-klimi.hr/projekti-baza/>

### **Projekt kružnog raskrižja Pula – Primjer održivog sustava odvodnje kao dijela urbane zelene infrastrukture:**

Grad Pula je 2023. godine primio nagradu *Adriatic Adaptation Award* za kišne vrtove u sklopu Interregovog projekta prilagodbe klimatskim promjenama CREATE.

Nagrada je dodijeljena gradu Puli za način na koji su osmišljeni i implementirani kišni vrtovi, koristeći prirodne strukture za zaštitu od poplava u slučaju obilnih kiša te koji istodobno smanjuju teret kombiniranog sustava odvodnje te paralelno hrane podzemne vode.

Koncept uređenja kružnog raskrižja površine 15 000 m<sup>2</sup> valoriziran je kroz integralni pristup koji uključuje odvodnju oborinskih voda, hortikulturno uređenje, arhitektonski dizajn i dekorativnu rasvjetu unutarnjih površina raskrižja kao dijelova cjeline. Na taj se način kao glavni pokretači projekta koriste najproblematičniji aspekti lokacije kao što su odvodnja olujnih oborina, problem održavanja, vizualno zagađenje okolnog područja, problem identiteta i održivost sustava.

Koncept projekta sastoji se od tri funkcionalna prstena, od kojih svaki u svojem dijelu rješava određeni zadani problem u prostoru. Prvi funkcionalni prsten formiran je u pojasu širine 10 m duž ruba ceste kružnog raskrižja, a kroz njega se rješava odvodnja olujnih oborina kroz sustav kišnog vrta. Drugi funkcionalni prsten sastoji se od tri osnovna elementa koji su u funkciji rješavanja prostornog onečišćenja, rješavanja problema održavanja i davanja identiteta projektu.

Tri su elementa: nasip, prsten od 340 čeličnih šipki i sustav vodene magle s rasvjetom. Sva su tri elementa također u harmoniji i zajedno tvore jednu prostornu zavjesu koja kontinuirano prati liniju kružnog toka i mijenja pogled promatrača koji se kreće prema kružnom toku, ali i duž njega.

Kišni vrtovi pripadaju rješenjima temeljenima na prirodi – osmišljeni su za prikupljanje i filtriranje kišnice i njezin povratak u tlo. Imaju i nekoliko drugih korisnih funkcija u kontekstu prilagodbe klimatskim promjenama i zaštite okoliša.

Drenažni slojevi koji su postavljeni u kišnim vrtovima služe kao sustav zadržavanja oborinske vode. Kada je, na primjer, razina podzemnih voda povišena zbog prijašnjih kiša, a podzemlje ne može prihvatiti dodatne količine vode, uskladištena voda zadržava se radi sporog ispuštanja nakon prestanka kiše i nakon smanjenja razine podzemnih voda. Zadržana voda također se može skladištiti za ponovnu uporabu u odgovarajućim spremnicima.

Kišni vrtovi obično se nalaze u nižim područjima gdje se oborinska voda nakuplja prirodno, a u njima se koriste biljke koje su otporne na promjene uvjeta vlage i na dulja razdoblja suše. Omogućuju prirodnu infiltraciju oborinskih voda u tlo, što pridonosi smanjenju onečišćenja vode i poboljšanju kvalitete tla i podzemnih voda. Tlo u kišnim vrtovima sadrži mikroorganizme



koji razgrađuju organsku tvar i uklanjaju onečišćujuće tvari kao što su dušikovi spojevi iz vode. Na taj način kišni vrtovi pomažu prirodnom pročišćavanju oborinske vode i poboljšanju kvalitete okoliša.

Također osiguravaju staništa za različite vrste biljaka, kukaca i životinja te pomažu u očuvanju biološke raznolikosti. Na primjer, kišni vrtovi mogu privući pčele, leptire i druge insekte koji su važni za oprašivanje biljaka. Također, mogu osigurati staništa za ptice, vodozemce i druge životinje koje se hrane kukcima i drugim malim životinjama.

Sadnja stabala u kišnim vrtovima doprinosi apsorpciji i skladištenju CO<sub>2</sub> u tkivima biljaka.

Konačno, kišni vrtovi, kao i druge zelene površine, pomažu smanjiti utjecaj toplinskih otoka jer biljke apsorbiraju sunčevu energiju i hlade okoliš kroz proces isparavanja i evapotranspiracije, a krošnje stabala stvaraju ugodan hlad u njima.

Više informacija o projektu kružnog toka Pula možete pronaći na sljedećim linkovima:

<https://www.pula.hr/hr/novosti/detail/15972/pula-od-danas-ima-novi-atraktivniji-i-sigurniji-ulazak-u-grad/>

<https://molozero.com/projekti/kruzni.tok>

<https://korak.com.hr/odrzivi-sustavi-odvodnje-kao-dio-urbane-zelene-infrastrukture-primjer-kruznog-toka-u-puli/>

<https://prilagodba-klimi.hr/pula-postala-primjer-prilagodbe-klimatskim-promjenama/>

#### **Ostali relevantni hrvatski projekti prilagodbe:**

**1. Potencijal rizosfernog mikrobioma u prilagodbi poljoprivrede klimatskim promjenama (KK. 05.1.1.02.0001)**

NOSITELJ: Institut Ruđer Bošković

Partneri – Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**2. Rješenja prilagodbe elektroenergetskog sustava klimatskim promjenama temeljena na velikim količinama podataka (RESdata) – (KK.05.1.1.02.0002)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

**3. Ublažavanje negativnih utjecaja klimatskih promjena na obradu voda površinskih akumulacija pri dobivanju vode za ljudsku potrošnju flokulacijom i ozoniranjem (KK.05.1.1.02.0003)**

NOSITELJ: Hrvatski zavod za javno Zdravstvo

PARTNERI: Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet

**4. Prilagodba povrtnih kultura nova agro-meteorološkim uvjetima u Slavoniji (KK.05.1.1.02.0004)**

NOSITELJ: Veleučilište u Slavonskom Brodu

PARTNERI: Institut Ruđer Bošković, Institut za fiziku – Zagreb

**5. Agrobioraznolikost – osnova za prilagodbu i ublažavanje posljedica klimatskih promjena u poljoprivredi (KK.05.1.1.02.0005)**

NOSITELJ: Institut za poljoprivredu i turizam

PARTNERI: Institut Ruđer Bošković, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Sveučilište u Dubrovniku

**6. Klimatska ranjivost Hrvatske i Mogućnosti prilagodbe urbanih i prirodnih okoliša (Klima-4HR) (KK.05.1.1.02.0006)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet

PARTNER: Institut Ruđer Bošković

[Klima-4HR \(unizg.hr\)](http://Klima-4HR.unizg.hr)

**7. Prilagodba mjera kontrole populacija komaraca klimatskim promjenama u Hrvatskoj (KK.05.1.1.02.0008)**

NOSITELJ: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

PARTNER: Institut Ruđer Bošković

**8. Mjere za upravljanje prirodnim resursima „MEMORIE” (KK.05.1.1.02.0009)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

PARTNERI: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**9. Procjena tolerantnosti hrvatske germplazme VINOVE loze na sušu (KK.05.1.1.02.0010)**

NOSITELJ: Institut za jadranske kulture i melioraciju

PARTNERI: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Institut Ruđer Bošković, Institut za poljoprivredu i turizam

**10. Napredni sustav motrenja agroekosustava u Riziku od zasljanjivanja i onečišćenja (DeltaSal) – (KK.05.1.1.02.0011)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

PARTNERI: Institut Ruđer Bošković, Hrvatski geološki institut, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, UniZg – Fakultet elektrotehnike i računarstva

**11. Integrirani sustav uzgoja alternativnih vrsta školjkaša u uvjetima klimatskih promjena (KK.05.1.1.02.0012)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet

PARTNER: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

**12. Razvoj sustava kontrole i obrane luka od unosa stranih vrsta (KK.05.1.1.02.0013)**

NOSITELJ: Sveučilište u Dubrovniku

PARTNERI: Institut Ruđer Bošković, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet

**13. Osiguranje električne energije u slučaju klimatskih ekstrema i prirodne katastrofe (KK.05.1.1.02.0014)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

PARTNER: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

**14. Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom bio-gospodarstvu (KK.05.1.1.02.0016)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zadru

PARTNER: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

**15. Računalni model strujanja, poplavljanja i širenja onečišćenja u Rijekama i obalnim Morskim područjima (KK.05.1.1.02.0017)**

NOSITELJ: Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet

PARTNERI: Sveučilište u Rijeci Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet

**16. AGROEKOTEH – Optimizacija posjeta tlom i prilagodba agroekosustava i agrotehničkih mjera klimatskim promjenama (KK.05.1.1.02.0018)**

NOSITELJ: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu

PARTNERI: Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Fakultet agro-biotehničkih znanosti Osijek

**17. Primijenjena istraživanja klizišta za razvoj mjera ublažavanja i financiranja rizika primjer (KK.05.1.1.02.0020)**

NOSITELJ: UniZg – Rudarsko-geološko-naftni fakultet

PARTNER: Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet

**18. Dobra klima za turizam (KK.05.1.1.02.0021)**

NOSITELJ: Udruga Eko Brezna

PARTNER: Veleučilište u Slavonskom Brodu

**19. Upravljanje Krškim priobalnim vodonosnicima ugroženima klimatskim promjenama (UKV) (KK.05.1.1.02.0022)**

NOSITELJ: Sveučilište u Zagrebu – Geotehnički fakultet

PARTNERI: Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Hrvatski geološki institut, Državni hidrometeorološki zavod

**20. Istraživanje utjecaja klimatskih promjena na razvoj plijesni, mikotoksina i kvaliteta žitarica s prijedlogom mjera (KK.05.1.1.02.0023)**

NOSITELJ: Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar”

PARTNERI: Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet

**21. VODIME – Vode Imotske krajine (KK.05.1.1.02.0024)**

NOSITELJ: UniSt – Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

PARTNERI: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zadru

**22. APPLERESIST – Genetska otpornost jabuka na toplinski i sušni stres uz formiranje preporučenog sortimenta za Proizvodna područja kontinentalne Hrvatske (KK.05.1.1.02.0029)**

NOSITELJ: Sveučilište J.J.S. Osijek – Fakultet agro-biotehničkih znanosti

PARTNER: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu

**23. WildBioAdapt – Divlje biljne vrste u funkciji prilagodbe poljoprivrede i turizma klimatskim promjenama (KK.05.1.1.02.0030)**

NOSITELJ: Istarsko veleučilište – Università Istriana di scienze applicate

PARTNER: Institut za poljoprivredu i turizam

**24. Napredna i prediktivna poljoprivreda za otpornost klimatskim promjenama (KK.05.1.1.02.0031)**

NOSITELJ: Inovacijski centar Nikole Tesle

PARTNERI: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

**25. CroViZone – Prilagodba vinogradarske zone RH klimatskim promjenama (KK.05.1.1.02.0032)**

NOSITELJ: Sveučilište J.J.S. Osijek – Ekonomski fakultet Osijek

PARTNERI: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet

## Prilog 2.: Preporuke za klimatsko potvrđivanje za ključne sektore

### Prilog 2.1. Sektorske smjernice o provjeri otpornosti na klimatske promjene

U ovom se dijelu navode sektorske smjernice o otpornosti na klimatske promjene kako bi se pružila potpora:

- (i) korisnicima koji provode procjenu otpornosti na klimatske promjene; i
- (ii) Upravljačkom tijelu u ocjenjivanju kvalitete i primjerenosti Izvješća o otpornosti na klimatske promjene koje će se podnijeti u projektnoj prijavi.

Bitno je naglasiti kako je procjena osjetljivosti sastavni dio procjene ranjivosti. To znači da ima smisla samo ako je popraćeno procjenom izloženosti koja se temelji na pouzdanim informacijama o klimi (trenutačnoj i budućoj) i uzima u obzir cijeli životni vijek projekta. Promotori projekata ne bi se trebali oslanjati samo na osjetljivosti navedene u ovom dokumentu, nego bi trebali procijeniti sve klimatske rizike u fazi pregleda i tijekom faze pripreme projekta kako bi utvrdili one koje su relevantne za njihov projekt.

Okvirni popis mjera prilagodbe ne bi se trebao smatrati iscrpnim katalogom i ne smije se upotrebljavati kao kontrolni popis. Mjere prilagodbe koje bi se trebale provesti u okviru projekta ovise o posebnostima projekta, očekivanim klimatskim rizicima, njegovoj lokaciji zajedno s vijekom trajanja, ciklusima održavanja/velike nadogradnje i kapacitetu prilagodbe. Razina ozbiljnosti rizika, njihova vjerojatnost i učinci u slučaju neuspjeha infrastrukture, troškovi ulaganja i spremnost korisnika da prihvati određeni rizik također bi trebale biti odlučujuće za mjere prilagodbe koje se primjenjuju i odabiru u svakom projektu.

Ključno je da se u najranijoj fazi CCVRA-e (tj. procjeni ranjivosti) sve komponente projekta i njihove međuovisnosti uključe u procjenu.

#### Prilog 2.1.1. Građevinski projekti

Glavne smjernice za prilagodbu zgrada su Tehničke [smjernice na razini EU-a za prilagodbu zgrada klimatskim promjenama](#)<sup>16</sup>, koje je GU CLIMA objavila u ožujku 2023. U smjernicama su prikupljene i sintetizirane postojeće metode, specifikacije, najbolje prakse i smjernice za zgrade otporne na klimatske promjene kojim se stručnjacima pružaju praktični savjeti te ih se upućuje na njih ili ih se može upotrebljavati u različitim dokumentima o politikama EU-a. Uz dokument su priložene [smjernice za najbolju praksu](#)<sup>17</sup>, u kojima se pružaju tehničke smjernice o mjerama prilagodbe klimatskim promjenama na razini zgrada. Te mjere prilagodbe trebale bi biti relevantne i za nove i za postojeće zgrade u različitim klimatskim zonama Europe.

U odjeljcima u nastavku nalazi se pregled sektorskih osjetljivosti i mogućih mjera prilagodbe na temelju iskustva JASPERS-a s građevinskim projektima.

---

<sup>16</sup> Europska komisija, Glavna uprava za klimatsku politiku, Tehničke smjernice na razini EU-a za prilagodbu zgrada klimatskim promjenama, Ured za publikacije Europske unije, 2023.

<sup>17</sup> Europska komisija, Glavna uprava za klimatsku politiku, Tehničke smjernice na razini EU-a za prilagodbu zgrada klimatskim promjenama: smjernice o najboljoj praksi, Ured za publikacije Europske unije, 2023.

### Sektorske osjetljivosti

<b>Klimatski rizici</b>	<b>Osjetljivosti</b>
Suša	<p>Zgrade mogu biti osjetljive na deficite javne vodoopskrbe/potražnje. Više temperature mogu povećati potražnju za vodom, dok suha razdoblja mogu utjecati na poremećaje regionalne opskrbe.</p> <p>Klimatske promjene (povećanje temperatura i promjene u obrascima padalina) i rast stanovništva također mogu dovesti do pritiska na vodne resurse.</p> <p>Nestašica vode također može utjecati na usluge i održavanje zgrada (usluge u zgradama su sustavi ugrađeni u zgrade kako bi bile udobne, funkcionalne, učinkovite i sigurne), uključujući upravljanje okolišem.</p>
Ekstremni oborinski događaji (poplave)	<p>Obilne i/ili dugotrajne padaline mogu proizvesti velike količine površinskih voda koje mogu preplaviti odvodnju i kanalizacijsku infrastrukturu.</p> <p>Poplave površinskih voda (kišne, pluvijalne) mogu uzrokovati gubitak života, ozljede i narušeno zdravlje, oštećenje zgrada i struktura te poremećaje kritične infrastrukture. Posljedice poplava mogu se osjetiti mjesecima i godinama nakon događaja te posebno negativno utjecati na zdravlje, dobrobit, sredstva za život i socijalnu koheziju.</p>
Ekstremni temperaturni događaji	<p>Prekomjerne vanjske temperature mogu utjecati na toplinsku udobnost i građevinske materijale, a dizajn također može poboljšati ili smanjiti taj učinak.</p> <p>Javne zgrade (npr. škole, vrtići, bolnice i dr.) mogu biti vrlo osjetljive na ovu vrstu rizika od klimatskih promjena jer su djeca i/ili hospitalizirane osobe posebno rizična skupina za toplinske valove i ekstremne temperature.</p> <p>Ekstremni vremenski uvjeti također mogu uzrokovati djelomične ili potpune nestanke struje.</p>
Porast razine mora i olujni val	<p>Za zgrade u obalnim područjima porast razine mora povećat će rizik od obalnih poplava uzrokovanih olujnim valovima i visokim plimama. Obalne poplave mogu oštetiti ovojnicu zgrade, kao i usluge i održavanje zgrada, priključke i opremu.</p>
Sunčevo zračenje	<p>Produljena izloženost sunčevom zračenju i ekstremnim temperaturama može uzrokovati oštećenje ovojnice zgrade, instalacija i priključaka zbog širenja, izvijanja i naprezanja konstrukcija i površina te kvara sustava ugrađenih u zgrade kako bi bile udobne, funkcionalne, učinkovite i sigurne.</p>
Oluje i jaki vjetrovi	<p>Jaki vjetrovi i oluje (uključujući munje i snijeg) također mogu uzrokovati oštećenje ovojnice zgrade, sustava ugrađenih u zgrade, priključaka i opreme. Ekstremni vremenski uvjeti također mogu uzrokovati djelomične ili potpune nestanke struje.</p>
Stabilnost i slijeganje tla	<p>Suša i smanjenje udjela vlage u tlu mogu uzrokovati skupljanje i slijeganje tla.</p>

Klimatski rizici	Osjetljivosti
	Slijeganje tla može uzrokovati lokaliziranu, ali veliku štetu na zgradama i infrastrukturi.
Šumski požar	Gubitak života, visoki ekonomski troškovi i utjecaji na zdravlje zbog samog požara i povezanog dima. Ekstremni vremenski uvjeti također mogu uzrokovati djelomične ili potpune nestanke struje.

#### Indikativne mjere prilagodbe

Sljedeći dio pruža primjer mjera prilagodbe klimatskim rizicima koje su obično relevantne za zgrade. Treba napomenuti da se sve mjere ne mogu primjenjivati u kontekstu *obnove* zgrada (na primjer u kontekstu projekata za poboljšanje energetske učinkovitosti postojećih zgrada) jer se neke od njih mogu provesti samo u fazi planiranja i izgradnje *novih* zgrada. Prihvatljivost za sufinanciranje povezanih troškova sredstvima EU-a trebala bi se provjeriti u kontekstu relevantnog poziva za dodjelu bespovratnih sredstava.

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
Suša	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustavi za prikupljanje kišnice</li> <li>• Uređaji s učinkovitom potrošnjom vode</li> <li>• Mjerači vode</li> <li>• Sustavi za otkrivanje i sprječavanje istjecanja vode</li> <li>• Sustavi recikliranja sive vode</li> <li>• Organska kanalizacijska obrada (npr. trstika)</li> </ul>
Jake oborine i poplave Porast razine mora i olujni val	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izbjegavanje neodgovarajućeg jeftinijeg zemljišta kao što su poplavne ravnice</li> <li>• Perimetarska drenažna otopina, uključujući održive urbane sustave odvodnje, šuplje udubine i druge sustave za prigušivanje</li> <li>• Propusno tvrdo popločavanje po uređenim područjima i smanjenje nepropusnih vanjskih prostora na najmanju moguću mjeru, uključujući opsežnu upotrebu zelenih površina</li> <li>• Dopušteno odstupanje za klimatske promjene u kapacitetu drenažne mreže</li> <li>• Membrana za zaštitu od vlage (zidovi i podovi); upotreba gustih materijala za zidove prizemlja i konstrukcije otporne na kondenzaciju iznad poklopca tla (npr. podloga od materijala otpornih na vlagu); i pojačanje strukturalnih kapaciteta.</li> <li>• Podizanje sustava ugrađenih u zgrade na 1 m iznad razine gotovog poda (npr. utičnice za električne uređaje)</li> <li>• Konstrukcija barijere, kao što je zid ili nasip; ili preusmjeravanje prelijevanja</li> <li>• Promjene na pragovima vrata za prihvaćanje barijera i/ili vreća pijeska</li> <li>• Vodootporna konstrukcija do temelja i podnožja (npr. betonski aditivi, gusta opeka/blokovi, itd.)</li> </ul>



Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
Ekstremni/visoki temperaturni događaji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zasjenjenje u krajoliku (uključujući prirodno zasjenjenje) i građevinskom aspektu i geometriji prostora (npr. „brise soleil”, duboki prozorski otvori, strukture fasada tipa „second skin” koje stvaraju sjenu ili nadstrešnice)</li> <li>• Korištenje stakla visokih performansi kako bi se smanjio prijenos topline u bilo kojem smjeru</li> <li>• Povećana toplinska izolacija</li> <li>• Nepropusnost zraka na ovojnici zgrade veća od uobičajene</li> <li>• Upotreba niskoenergetskih svjetala za smanjenje unutarnjih gubitaka (npr. LED dioda)</li> <li>• Rashladni uređaj većeg kapaciteta hlađenja i/ili povećane učinkovitosti</li> <li>• Uređaj za mehaničku ventilaciju koji se koristi umjesto prirodne ventilacije</li> </ul>
Sunčevo zračenje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promjene u primjeni građevinskog materijala kako bi izdržao veće sunčevo zračenje</li> <li>• Promjene u primjeni krajobraznih materijala (npr. makadama) kako bi izdržali veće sunčevo zračenje</li> <li>• Usmeravanje osjetljivih dijelova (npr. plastične cijevi za kišnicu) iza fasade</li> </ul>
Oluje i jaki vjetrovi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Povećanje konstrukcijske čvrstoće, kao što su stupovi za vjetar, podupirači i teži okviri</li> <li>• Više specifikacije za obloga kako bi se lakše upravljalo opterećenjem ili smanjenje razmaka između potpornih struktura</li> <li>• Dodatna krovna ploča koja drži trake i/ili stezaljke/čavli za držanje pojedinačnih krovnih elemenata (npr. crjepova)</li> <li>• Postrojenje za mehaničku ventilaciju umjesto prirodne ventilacije</li> <li>• Smještaj, orijentacija, visina, masa zgrada</li> <li>• Prekidi vjetra (prirodni/umjetni) i izbjegavanje uskog pristupa zgradi (tj. jaki vjetrovi oko visokih zgrada stvaraju ekstremna vrtloženja)</li> </ul>
Promjene u stabilnosti i slijeganju tla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drveni okvir i/ili strukturne izolirane ploče kako bi se olakšalo opterećenje i omogućilo pomicanje zgrade</li> <li>• Temelji splavi za ograničavanje pomicanja zgrade ili neovisni temelji splavi kako bi struktura mogla „plutati” i biti ponovno izravnata</li> <li>• Povećana dubina pilota ili produljivanje pilona do razine stijene kako bi struktura bila neovisna o tlu</li> </ul>
Šumski požari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materijali s niskom zapaljivosti ili bez zapaljivih vanjskih obloga</li> <li>• Pristupne ceste kako bi se stvorile prepreka za požar</li> </ul>

Dodatni detaljni primjeri mogu se pronaći u Vodiču za mjere prilagodbe za zgrade koji je pripremio francuski opservatorij za zelenu gradnju, a dostupan je (na francuskom jeziku) na:

[8691\\_OID21\\_Guide\\_des\\_actions\\_adaptatives\\_au\\_changement\\_climatique.pdf \(taloen.fr\).](#)

Naposljetku, Globalni savez za izgradnju i izgradnju objavio je izvješće [Zgrade i prilagodba klimatskim promjenama – poziv na djelovanje](#), koji uključuje prilog (tehnički prilog 1.) u kojem se navode informacije o tome kako provesti prilagodbu u fazi životnog ciklusa svake zgrade.

### **Prilog 2.1.2. Projekti urbane regeneracije**

Ovaj se odjeljak odnosi na otpornost na klimatske promjene projekata urbane obnove usmjerenih na javne prostore na otvorenome, kao što su trgovi/otvoreni prostori, igrališta, sportski objekti na otvorenome, parkovi, zelena/plava infrastruktura i obnova napuštenih i neiskorištenih područja. Ako širi obuhvat projekta uključuje i zgrade, korisnicima se savjetuje da se za zgrade upute na Prilog 2.1.1.

#### Sektorske osjetljivosti

<b>Klimatski rizici</b>	<b>Osjetljivosti</b>
Suša	<p>Projekti urbane obnove mogu biti osjetljivi na deficite javne vodoopskrbe. Više temperature mogu povećati potražnju za vodom, dok suha razdoblja mogu utjecati na regionalnu opskrbu.</p> <p>Nestašica vode utjecat će na održavanje javnih prostora, uključujući upravljanje okolišem, navodnjavanje zasađenih površina, periodično čišćenje, rad javnih fontana ili jezera.</p> <p>Suše mogu narušiti kvalitetu parkova i javnih trgova (npr. zbog slabljenja i uništavanja stabala i zasađenih površina, sušenja vodenih površina ili slapova), čime se ograničava njihova privlačnost za javnost i povećavaju se troškovi financiranja njihova rada i održavanja, uključujući zamjenu biljaka i preoblikovanje objekata.</p>
Ekstremna vrućina	<p>Ekstremna vrućina u javnim prostorima može biti neugodna za posjetitelje<sup>18</sup> u slučaju nedostatka sjenovitih područja i pogoršanja kvalitete zraka. Materijali kao što su mramor, beton, čelik (npr. za klupe, popločavanje itd.) mogu postati vrlo vrući i reflektirati toplinu povećavajući efekt toplinskog otoka.</p> <p>Neke vrste drveća mogu napasti insekti ili gljivice, dok se štetni cvatovi algi mogu stvoriti u vodenim površinama koje se nalaze unutar parkova.</p> <p>Sunčevo zračenje može uzrokovati propadanje materijala.</p> <p>Rizik od požara povećava se npr. zbog toga što se iskre (koje potječu od pregrijavanja električnih vodova) prenose na osušene grane drveća.</p> <p>Parkovi i trgovi možda će morati ograničiti pristup posjetiteljima tijekom ekstremnih toplinskih valova kako bi se zaštitilo zdravlje posjetitelja i smanjio broj dana tijekom</p>

<sup>18</sup> Posjetitelji prostora jesu svi njegovi korisnici, uključujući stanovnike u obližnjim područjima, kao i putnici iz drugih regija.

Klimatski rizici	Osjetljivosti
	<p>kojih su određeni rekreacijski sadržaji (npr. igrališta, javna tržnica, izložbe na otvorenome) dostupni javnosti.</p>
<p>Ekstremni oborinski događaji (poplave)</p>	<p>Obilne i/ili dugotrajne padaline mogu proizvesti velike količine površinskih voda koje mogu preopteretiti infrastrukturu za odvodnju. Nepropusne površine povećavaju površinsko otjecanje stvarajući ozbiljne sigurnosne probleme.</p> <p>Pluvijalne poplave mogu ispratiti pješačke staze i staze unutar parkova i javnih trgova te mogu uzrokovati plavljenje objekata na nižim nadmorskim visinama (npr. igrališta, podruma, podzemnih garaža i dr.).</p> <p>Pristup posjetitelja objektima (npr. igralištima ili terenima na otvorenome) bit će ograničen i može biti zabranjen.</p> <p>Posebne značajke kao što su kameni ili drveni pješački mostovi mogu se uništiti.</p> <p>Objekti koji se nalaze u blizini rijeka mogu iskusiti česte poplave, dok visoke brzine protoka vode mogu uzrokovati eroziju ili narušavanje riječnih obala, što ugrožava cjelovitost susjednih objekata i ugrožava sigurnost njihovih posjetitelja.</p> <p>Ekstremne kiše mogle bi stvoriti probleme nestabilnosti pa čak i klizišta, što značajno ugrožava ukupnu stabilnost i sigurnost projekata koji se nalaze u blizini vrhova padina. To bi također moglo stvoriti krhotine ili bujice blata koji bi mogli pokriti ili uništiti objekte. U slučaju da projekt krajobraza uključuje padine, to će također biti pogođeno.</p>
<p>Ekstremna hladnoća i ciklus smrzavanja i odmrzavanja</p>	<p>Betonski i asfaltni kolnici i površinske obloge mogu popucati i oštetiti se, dok drveni dijelovi mogu nabubriti ili se saviti.</p> <p>Elektronička oprema (npr. pumpe) može se pokvariti i zahtijevati česte zamjene dijelova.</p> <p>Komunalne usluge s baterijskim pogonom (npr. solarna rasvjeta) mogu se češće kvariti, dok će se troškovi zimskih popravaka i održavanja povećati.</p> <p>Sustavi za navodnjavanje i opskrbu vodom ili raspršivači mogu se zamrznuti ili rasprsnuti.</p> <p>Posjetitelji mogu doživjeti ozeblinu i hipotermiju.</p> <p>Ukupni troškovi čišćenja snijega/leda i zimskog održavanja povećat će se zbog sve učestalijih pojava i količine leda/snijega koje treba ukloniti.</p> <p>Ciklusi smrzavanja i odmrzavanja uzrokuju povećan rizik od nestabilnosti padina koji bi mogao utjecati na projekte u blizini vrhova padina.</p> <p>Povećane količine otapanja leda/snijega mogle bi dovesti do povećanog otjecanja i/ili poplava.</p>

Klimatski rizici	Osjetljivosti
	<p>Ribnjaci s niskom razinom vode mogu se zamrznuti, što utječe na floru i faunu i potencijalno stvara sigurnosne probleme za posjetitelje.</p> <p>Snijeg nakupljen na šetnicama i led na stepenicama ograničava dostupnost projekata i stvara sigurnosne rizike za posjetitelje.</p>
<p>Porast razine mora i olujni val</p>	<p>Porast razine mora povećat će rizik od obalnih poplava zbog olujnih valova i velikih plime i oseke koje uzrokuju česte poplave objekata, posebno kada se nalaze bliže rivi. U ekstremnim slučajevima preplavljenost može postati trajna.</p> <p>Obalni parkovi mogu biti znatno pogođeni jer bi porast razine mora mogao naštetiti područjima gniježđenja morskih životinja.</p> <p>Prodor morske vode u vodonosnik može ugroziti slatkovodne biljke ili životinje u obalnim parkovima, uključujući značajne vrste.</p> <p>Također može uništiti šume mangrova koji se koriste za zaštitu obalnih parkova.</p> <p>Povećan salinitet može izazvati isušivanje biljaka i ubrzati stopu propadanja strukturnih materijala.</p>
<p>Oluje i jaki vjetrovi (uključujući uragane)</p>	<p>Jaki vjetrovi i oluje mogu uzrokovati pad stabala, što bi moglo dovesti do kaskadnih učinaka, uključujući: ozljede posjetitelja ili smrtnih slučajeva, kvarove na električnim vodovima koji mogu dovesti do požara, oštećenje značajki objekta (npr. oprema za igrališta, rasvjetnih tijela i stupova, umjetničkih instalacija i dr.).</p> <p>Ovješene značajke urbanog okruženja (npr. prometni znakovi, semafori, ulična rasvjeta, stupovi s nadzornom opremom) mogu biti oštećene ili pasti, što utječe na sigurnost posjetitelja i cjelovitost opreme unutar granica projekta.</p> <p>Cikloni, uragani i orkanski vjetrovi mogu podići lagane konstrukcije kao što su autobusna stajališta i reklamni znakovi (ili čak prevrnuti automobile i laka vozila) i utjecati na susjedne trgovce i parkove koji predstavljaju vrlo značajan rizik za posjetitelje i opremu.</p> <p>Drveni ili čelični okviri, kiosci i ploče mogu biti oštećeni, slomljeni ili srušeni; ako su podignute u zraku, mogu pogoditi susjedne strukture ili čak utjecati na ljude i vozila.</p> <p>Udari vjetra također bi mogli ozbiljno oštetiti ili potpuno uništiti visoke instalacije, uključujući opremu za igrališta kao što su kotači prisutni u rekreacijskim prostorima ili vrtuljci u zabavnim parkovima.</p> <p>Nestanak struje zbog kvarova u elektroenergetskoj mreži za opskrbu projekata električnom energijom zaustavila bi rad opreme na električni pogon, uključujući sigurnost i rasvjetu.</p>

Klimatski rizici	Osjetljivosti
	<p>U obalnim područjima jaki vjetrovi mogli bi izazvati visoke valove koji utječu na objekte.</p> <p>Vjetar može podići ostatke (tj. drvo, metalne dijelove, igračke, koševе za smeće, grane drveća, itd.) i baciti ih na objekte što bi moglo utjecati na posjetitelje te bi mogao uzrokovati oluje od prašine i pijeska.</p>
Stabilnost i slijeganje tla	<p>Masivni odroni i odroni kamenja mogu u potpunosti (ili djelomično) pokriti parkove prekidajući rad, povećavajući rizik od teških ozljeda, uništavajući opremu itd.</p> <p>Prekomjerna klizišta mogu odnesti ili uništiti parkove na padinama na kojima su izgrađeni ili se nalaze u blizini područja klizišta.</p> <p>Privremeno zatvaranje parkova i/ili otkazivanje aktivnosti u parku kako bi se spriječile nesreće u slučaju povećanog rizika od klizišta.</p> <p>Postoji utjecaj na uređenje parka.</p> <p>Manja nestabilnost tla može uništiti pješačke staze, prekinuti staze i uzrokovati oštećenja objekata i opreme parka (npr. objekata, skladišta, cjevovoda itd.).</p>
Šumski požari	<p>Šumski požari u blizini projekata urbane obnove predstavljaju velik rizik od gubitka života izravnim utjecajem ili zbog dima prenesenog u urbana područja.</p> <p>Projekti urbane obnove mogu se potpuno uništiti ili pretrpjeti štetu zbog ekstremnih temperatura koje bi mogle uzrokovati topljenje materijala, spaljivanje stabala, prijenos pepela itd.</p> <p>Šumski požari uzrok su ispuštanja onečišćujućih tvari koje ugrožavaju kvalitetu zraka i stvaraju zdravstvene rizike za posjetitelje te stradanje flore i faune u urbanom ekosustavu (uključujući migracijske i nemigracijske vrste, ježeve, vjeverice, guštere itd.) zbog toksičnih spojeva.</p> <p>Spaljeni ekosustavi rezultirat će povećanim poplavama u obližnjim infrastrukturama zbog povećanog otjecanja.</p> <p>Objekti će se možda morati zatvoriti za posjetitelje kako bi se zaštitilo javno zdravlje.</p>

*Indikativne mjere prilagodbe*

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
Suša	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>U obalnim područjima trebalo bi razmisliti o korištenju biljaka otpornih na sušu kako bi se izbjeglo oslanjanje na nestašicu javne opskrbe vodom.</p> <p>Upotrebljavati učinkovite sustave navodnjavanja (npr. navodnjavanje kapanjem) kako bi se potrebe za vodom</p>

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
	<p>svele na najmanju moguću mjeru i smanjili gubici isparavanja.</p> <p>Ugraditi spremnike za vodu (idealno ispod površine ili u otvorene prostore) za prikupljanje zaliha vode (uključujući prikupljanje kišnice odgovarajućim dizajnom odvodnje) i spajanje sa sustavima za navodnjavanje.</p> <p><b>Izgradnja i upravljanje</b></p> <p>Koristiti autohtone biljne vrste otporne na sušu.</p> <p>Koristiti materijale glatkih površina za prekrivanje površine tla kako bi se rutinsko čišćenje moglo obavljati uz upotrebu manje vode.</p> <p>Ako je moguće, radije koristiti propusne/porozne materijale koji ne zahtijevaju često čišćenje.</p> <p>Razmotriti ponovnu uporabu vode koja nije za ljudsku potrošnju (npr. navodnjavanje, pranje i dr.).</p>
Ekstremna vrućina	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>Osmisliti uređenje okoliša za zaštitu od sunčevog zračenja.</p> <p>Ugradnja obnovljivih izvora energije (npr. za noćna svjetla) kako bi se smanjila ovisnost o mreži (tj. izbjegao utjecaj potencijalnih nestanaka struje) i povećala energetska učinkovitost.</p> <p>Dati prednost hladnim pločnicima ili premazima hladnih boja za asfalt koji mogu reflektirati do 50% svjetlosti.</p> <p>Pružiti poticaje za izgradnju hladnih/zelenih krovova i zelenih fasada u okolnim zgradama kako bi se poboljšali mikroklimatski uvjeti i preokrenuo učinak toplinskog otoka.</p> <p>Pretvoriti parkove u kojima dominira trava u one u kojima dominiraju stabla kako bi se održale hladnije temperature.</p> <p>Nanijeti visoko reflektirajući premaz za popločavanje.</p> <p>Ugraditi okvire za sjenila i kioske od reflektirajućih materijala.</p> <p>Koristiti termo-električno hlađenje za vanjske kioske.</p> <p>Istražiti korištenje poroznih materijala kao što su stabilizirano tlo ili mješavine tla/zemlje, porozni beton i porozni asfalt za staze unutar urbanog regeneracijskog objekta.</p> <p>Ugraditi plavo-zelenu infrastrukturu kako bi se povećalo ovlaživanje i pročišćavanje zraka te poboljšali efekti hlađenja parka.</p>
Ekstremni oborinski događaji (poplave)	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>Provesti analizu rizika od poplava (npr. urbane poplave) uzimajući u obzir i moguće promjene u obrascima padalina zbog klimatskih promjena.</p> <p>Istražiti primjenjivost održivog sustava odvodnje i kanalizacije kako bi se spriječilo plavljenje.</p>

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
	<p>Istražiti bi li projekt ili njegov dio (npr. igralište unutar parka) mogao djelovati kao sustav za zadržavanje poplava, dopuštajući poplavljivost čime se pridonosi otpornosti susjednog područja kroz projekt.</p> <p>Osmisliti i nabaviti opremu za obranu od poplava kao što su barijere za preusmjeravanje vode, poplavne cijevi, pješčane/aluminijske barijere za zaštitu kritičnih dijelova objekata i preusmjeravanje vode iz osjetljivih područja.</p> <p>Ulagati u sustave ranog upozoravanja kako bi mogli objavljivati najave i ograničiti pristup posjetitelja projektima kada se predviđaju ekstremni događaji.</p> <p><b>Izgradnja i upravljanje</b></p> <p>Izgraditi kišne vrtove, upojne bunare, izgraditi močvarna područja koja su u stanju zadržati vodu i polako je osloboditi kako bi se spriječilo nekontrolirano otjecanje i plavljenje kombiniranih kanalizacijskih sustava.</p> <p>Izbjegavati korištenje nepropusnih materijala za popločavanje kako bi se izbjeglo nekontrolirano otjecanje te preferirati porozne i zelene materijali kao što su porozni asfalt, propusni beton, kamen za popločavanje i „ploče trave“ od betona ili plastike.</p>
Ekstremna hladnoća i ciklus smrzavanja i odmrzavanja	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>Odlučiti o lokaciji objekta kako bi se osiguralo da nije izgrađen u blizini (npr. blizu vrha) nestabilne padine.</p> <p>Razmisliti o težini snijega pri projektiranju lakših struktura kao što su kiosci itd.</p> <p>Projektirati odvodnju objekta kako bi se moglo prihvatiti povećano otjecanje tijekom otapanja snijega.</p> <p>Osmisliti određene prostore za gomilanje snijega tijekom čišćenja/uklanjanja snijega.</p> <p>Pripremiti plan za upravljanje snijegom u slučajevima ekstremnih snježnih padalina, uključujući vozila za uklanjanje snijega i osoblje, na temelju strategije za odgovor na hitne situacije.</p> <p><b>Izgradnja i upravljanje</b></p> <p>Koristiti fleksibilne materijale otporne na hladnoću kako bi se izbjeglo pucanje popločenih/pokrivenih površina.</p> <p>Ne ostavljati osjetljivu opremu (uključujući baterije) izloženu ekstremnoj hladnoći i čuvati ih u odgovarajućim zaštitnim kućištima.</p> <p>Osigurati izolaciju sustava navodnjavanja i vodoopskrbe ili raspršivača kako bi se izbjeglo zamrzavanje ili raspršivanje.</p> <p>U ekstremnim slučajevima razmisliti o postavljanju grijanih putova kako bi se ubrzalo topljenje snijega i izbjeglo</p>

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
	<p>stvaranje leda. U interesu energetske učinkovitosti to bi trebalo učiniti uz iskorištavanje postojećih mreža kao što su cijevi za grijanje itd.</p> <p>Istražiti mogućnost osnivanja lokalnih timova volontera za pomoć u oporavku nakon ekstremnih događaja.</p> <p>Ograničiti rad otvorenih prostora u ekstremno hladnim uvjetima.</p> <p>Razmisliti o premještanju aktivnosti na otvorenom u zatvorene prostore tijekom iznimno hladnih dana.</p> <p>Pripremiti plan za hitne slučajeve i pripremiti hitne potrepštine kao što su sol, pijesak, lopate, puhala za snijeg i deke za borbu protiv hladnog vremena.</p>
Porast razine mora i olujni val	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>Zatražiti podatke za informacije o budućim projekcijama i, ako je potrebno, prilagoditi dizajn.</p> <p>U slučaju predviđenog porasta razine mora u budućnosti, razmotriti mogućnost premještanja objekta na višu nadmorsku lokaciju.</p> <p><b>Izgradnja i upravljanje</b></p> <p>Stabilizirati i poboljšati obalne linije (npr. koristeći vegetaciju) kako bi se smanjila erozija i zaštitilo od olujnih valova.</p> <p>Koristiti obranu od poplava (npr. vreće pijeska ili aluminijske barijere), obloge ili pragove za zaštitu od obalnih poplava.</p> <p>Primijeniti rješenja kao što su bunari za ponovno punjenje i fizičke podzemne barijere za ublažavanje prodora slane vode i zaštitu vodonosnika.</p>
Oluje i jaki vjetrovi (uključujući uragane)	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>Provesti analizu rizika kako bi se utvrdile opasnosti i mogući učinci.</p> <p>Zamijeniti pokretni inventar i opremu fiksnim alternativama.</p> <p>Osmisliti skloništa za vjetar (npr. kiosci s ugrađenim zaštitama od vjetra ili barijerama) koje osobe kojima je potrebna pomoć mogu upotrebljavati tijekom ekstremnih pojava vjetra.</p> <p>Osmisliti aerodinamičke kioske i nadstrešnice kako bi se ograničilo naprezanje tijekom opterećenja vjetra. Koristiti otvorene rešetkaste krovove kako bi spriječili dizanje vjetrom.</p> <p>Razmotriti uspostavu sustava ranog upozoravanja kako bi se ograničio pristup posjetiteljima u razdobljima visokog rizika.</p>



Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
	<p><b>Faza izgradnje i upravljanja</b></p> <p>Prilagoditi prostorni raspored drveća kako bi se stvorile prepreke za vjetar i zaštitilo posjetitelje od naleta vjetra.</p> <p>Osigurati zaštitu od vjetra osjetljivih dijelova i opreme primjenom modernih standarda: projektiranje znakovnih konstrukcija, nadzorne opreme i rasvjetnih stupova itd. za povećane brzine vjetra.</p> <p>Oprema za sidrenje i učvršćenje kako bi se osigurala otpornost na ekstremne vjetrove.</p> <p>Ublažavanje opasnosti od urušavanja drveća; osigurati da se visina stabala redovito kontrolira i prema potrebi primjenjuje obrezivanje, ne saditi visoka stabla pored električnih vodova.</p> <p>Pregledati osjetljivu opremu i njene značajke – posebno one namijenjene za igrališta ili sportove na otvorenome – zbog mogućeg oštećenja nakon događaja i omogućiti posjetiteljima pristup samo nakon potvrde razine sigurnosti od strane ovlaštenog osoblja ili stručnjaka.</p> <p>Osigurati rezervni kapacitet električnog napajanja ako je to potrebno (npr. s pomoću generatora ili obnovljivih izvora energije s baterijom) kako bi se omogućio kontinuitet rada nakon kvarova mreže ili nestanka struje.</p>
Stabilnost i slijeganje tla	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>Provesti analizu stabilnosti tla i nagiba za objekte smještene u blizini riječnih obala ili područja sklonih klizištima.</p> <p>Premjestiti objekte daleko od obala rijeke.</p> <p>Premjestiti parkove ako se nalaze u područjima sklonima klizištima.</p> <p><b>Izgradnja i upravljanje</b></p> <p>Pokriti površinsko tlo malčom, pokrivačem protiv erozije tla ili prostirkama za ojačanje travnjaka.</p> <p>Ojačati riječne obale raznim tehničkim ili prirodnim ojačanjima npr. trupcima od kokosovih vlakana itd.</p> <p>Ulagati u automatizirane sustave za praćenje lavina (u slučaju skijališta).</p> <p>Provesti lokalno obrezivanje i uklanjanje labavih blokova na nadjačanim stijenama.</p> <p>Biljna vegetacija na nestabilnim padinama kako bi se poboljšala stabilnost.</p> <p>Izgraditi strukture za stabilizaciju nagiba (npr. gabionske konstrukcije, <i>criblock</i> potporni zid itd.) u podnožju.</p>
Šumski požari	<p><b>Planiranje i dizajn</b></p> <p>Uspostaviti karte zona opasnosti od požara i pripremiti akcijske planove za različite požarne zone.</p>

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
	<p>Prikupiti i pohraniti kišnicu koja se može koristiti za gašenje požara. Priprema/ažuriranje planova upravljanja požarima. Ulagati u opremu za gašenje požara i osposobljeno osoblje.</p> <p><b>Izgradnja i upravljanje</b></p> <p>Ukloniti vrlo zapaljivu vegetaciju (uključujući čišćenje otpalog suhog lišća) u područjima sklonima požaru.</p> <p>Primijeniti mjere za sprečavanje požara (npr. ograničiti pristup parkirališnim područjima, zabraniti pušenje).</p> <p>Graditi partnerstva, surađivati i razmjenjivati znanja s agencijama za upravljanje požarima.</p> <p>Uvesti zabranu upotrebe vatre (npr. za roštilj) u slučaju povećanog rizika od požara ili toplinskih valova.</p> <p>Osigurati primjerne količine vode u stanju pripravnosti za zaštitu od požara.</p>

### Prilog 2.1.3. Promet

#### **Linearna prometna infrastruktura (željeznički, cestovni) i gradski prijevoz**

Ovaj odjeljak obuhvaća projekte linearne prometne infrastrukture kao što su ceste i željeznice, ali i projekte gradskog prijevoza kao što su podzemna željeznica, laka željeznica, tramvaji.

#### **Putevi**

##### Sektorske osjetljivosti

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 (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, hortikulturna dobra, itd.); šteta na susjednom zemljištu ili drugoj imovini; smanjena vidljivost; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i operatere cestovnog prometa,

Klimatski rizici	Osjetljivosti
	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, klizišta i/ili 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...
Poplave (obalne/fluvijalne)	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...
Snijeg/lavine	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...
Magla	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...

Klimatski rizici	Osjetljivosti
Najveća brzina vjetra	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...
Erozija tla	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...
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...

Izvor: Rad JASPERS-a koji se posebno temelji na utjecaju klimatskih promjena i prilagodbi za prometne mreže i čvorove, UNECE, 2020.; Publikacije CEDR-a o klimatskim promjenama, uključujući RIMARROC.

#### Indikativne mjere prilagodbe

Klimatski rizici i opasnosti	Indikativne mjere prilagodbe
Sve opasnosti – Općenito	<p><b>Planiranje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Razmotriti posljedice za održavanje i rad putem odgovarajuće procjene osjetljivosti i rizika klimatskih promjena</li> </ul> <p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Razmotriti posljedice projektiranja cesta na održavanje i rad (npr. pri zamjeni starih sustava odvodnje, rehabilitaciji kolnika, itd.)</li> <li>– 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</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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.</li> <li>– Pripremiti i planirati brzi odgovor u ekstremnim situacijama (npr. plan upravljanja rizicima od katastrofa) i upotrebljavati odgovarajuće sustave za upozoravanje u slučaju nužde</li> </ul>

Klimatski rizici i opasnosti	Indikativne mjere prilagodbe
<p>Ekstremne temperature/toplinski valovi/suše/divlji požari</p>	<p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Osmisliti odgovarajuće kolnike otporne na visoke temperature (npr. korištenjem otpornijih materijala i procesa s povećanim svojstvima otpornosti na toplinu)</li> <li>— Odgovarajuća razmatranja za betonske kolnike (npr. pravilno dimenzioniranje ekspanzijskih spojeva itd.)</li> <li>— Odgovarajuća razmatranja za mostove (npr. utjecaj toplinske ekspanzije na spojeve mostova)</li> <li>— Odgovarajuća razmatranja za hortikulturu otpornu na toplinske valove i suše</li> <li>— Razmotriti moguću ugradnju protupožarnih hidranata na izloženim lokacijama i raskrižjima autocesta</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmatranja o gospodarenju šumama i rizicima od požara koji su povezani s područjima drveća u blizini cesta</li> <li>— Pregled primjerenosti projektiranja kolnika tijekom rekonstrukcije/obnavljanja ceste</li> <li>— Odgovarajuće planiranje, osoblje i oprema za gašenje požara</li> </ul>
<p>Ekstremne padaline/poplave</p>	<p><b>Planiranje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmatranja o usklađenosti cesta (vertikalna i horizontalna) prilikom razmatranja mogućnosti</li> <li>— Analiza gospodarenja vodom koja otječe; planovi upravljanja riječnim slivovima</li> <li>— Razmatranja klimatskih promjena u poplavnim kartama (npr. ažuriranja poplavnih karata uzimajući u obzir moguće varijacije poplave zadanog razdoblja povrata kao i budućih projekcija)</li> </ul> <p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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)</li> <li>— 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)</li> <li>— Preispitati projektne standarde i smjernice (preispitivanje projektiranog intenziteta kiše i vrijednosti frekvencije ili uzeti u obzir faktor klimatskih promjena, npr. povećanje kapaciteta odvodnje za 10 – 20 % ili povećanje godišnje razina poplava pod mostovima iznad 50 – (100/200/300/500?)</li> <li>— Ostala razmatranja u vezi s projektiranjem cesta: smanjenje nagiba, konsolidacija nagiba i mjere zaštite nasipa, odvodnja nagiba, nadmorska visina, jači kolnici, itd.</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p>

Klimatski rizici i opasnosti	Indikativne mjere prilagodbe
	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pregledati prakse upravljanja i rada za sustave odvodnje i nagibe (uključujući redovito rutinsko održavanje i preglede)</li> <li>— Pregledati/ažurirati rizike od poplava (npr. zaštita nasipa) i potreba postojeće mreže</li> </ul>
Klizišta/nestabilnost tla/erozija tla	<p><b>Planiranje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti trase ceste (izbjegavanje potencijalnih područja rizika od klizišta) pri razmatranju opcija trase</li> </ul> <p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti zaštitu od erozije</li> <li>— Pregledati smjernice i/ili prakse za projektiranje zemljanih radova (npr. jačanje odvodnje, padina, mjera zaštite, korištenje nasipa, zaštitne mjere u podnožju nasipa, itd.)</li> <li>— Modeli procjene rizika od klizišta</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Osigurati redovito rutinsko održavanje i preglede</li> <li>— Preispitati i ažurirati popis lokacija rizika od klizišta/zemljišne nestabilnosti na postojećoj mreži s obzirom na moguće klimatske promjene</li> </ul>
Ekstremni vjetar	<p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Primjereno razmatranje budućih udara vjetra pri projektiranju ranjivih i izloženih elemenata kao što su ovjesni mostovi, nosači i sidrišta (npr. zvučni zasloni, rasvjeta i stupovi nadzorne opreme, signalna oprema i elektronička oprema, nosači i znakovi s promjenjivim porukama, itd.)</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Pratiti stanje stabala i procjena lokacije</li> </ul>
Ciklus smrzavanja i odmrzavanja	<p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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</li> <li>— Preispitati smjernice za projektiranje u pogledu učinka smrzavanja i soljenja</li> <li>— Zaštita nagiba</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Osigurati odgovarajuće rutinsko održavanje, popravke i preglede kolnika i izloženih betonskih konstrukcija kako bi se spriječio prodor vode i pucanje</li> </ul>

Izvor: vlastiti rad koji se temelji na nekoliko priznatih publikacija (posebno publikacija CEDR-a o klimatskim promjenama, PRIARC...).

## Željeznički i gradski prijevoz

### Sektorske osjetljivosti

Klimatski rizici	Osjetljivosti
Ekstremni porast temperature (uključujući toplinske valove i suše)	Izvrtnje kolosijeka; pregrijavanje/kvar infrastrukture i željezničkih vozila; grijanje sastavnih dijelova sustava hvatanja ugljika (CCS); nestabilnost nagiba; problemi sa signalizacijom; dilatacija električnih vodova; smanjenje životnog vijeka imovine; promjene potražnje; povećana opasnost od požara; pitanja zdravlja i sigurnosti na radu (npr. ekstremne temperature ili povećani rizik od nesreća); povećane potrebe za hlađenjem (putnički i/ili teretni prijevoz); povećani troškovi izgradnje i održavanja, ograničenja performansi za električne sustave (baterije u vozilu i povezana infrastruktura za punjenje – među ostalim i zbog povećane potrebe za hlađenjem baterija pod opterećenjem); poteškoće u dostupnosti i trajnosti stajališta/stanica, posebno za ranjive korisnike
Hladna razdoblja	Oštećenja željezničkog kolosijeka (npr. izvrtnje željezničkih kolosijeka); nestabilnost nagiba i lom nasipa; poremećaji u teretnom i/ili putničkom prometu, ograničene performanse električnih sustava (baterije u vozilu i povezana infrastruktura za punjenje, povećana potreba grijanjem opterećuje baterije)
Promjene u prosječnim padalinama; promjena ekstremnih padalina (poplave)	Poplave, oštećenja i rušenje mostova; ubrzano trošenje mostova; problemi sa sustavima odvodnje i tunelima; naplavlivanje tunela ispod razine; nestabilnost nagiba i klizišta, odroni blata i kamenja; oštećenja nasipa i zemljanih radova (uključujući strukturnu cjelovitost zbog povećane razine vlage u tlu); kratki spoj naplavljenih trafostanica, signalnih i telekomunikacijskih komponenti; operativni problemi (npr. prekid napajanja); ograničenja i prekidi u prometu vlakova, kašnjenja; promjene u potražnji...
Snijeg	Promjene u stabilnosti tla; smanjena/povećana potreba za čišćenjem snijega i zimskim održavanjem; povećano otapanje leda/snijega koje dovodi do poplava; promjena prirode i položaja rizika od lavine; nanosi snijega; oštećenja tračnica, vodova, trafostanica, signalizacije i/ili telekomunikacijska oštećenja; operativni problemi (npr. neispravnost prekidača, neispravnost kočnice zbog snijega između diska i jastučića); kratki spojevi sastavnih dijelova; ograničenja i poremećaji u prijevozu, kašnjenja, pristup nepokretnoj i mobilnoj opremi za punjenje i opskrbu gorivom (uključujući punjenje goriva s vodikovim gorivim ćelijama)...
Najveća brzina vjetra	Oštećenja instalacija i voznog parka; kratki spojevi zbog drveća ili grana koje padaju na kontaktnu žicu električnih vodova; prenapon; prepreke na željezničkoj pruzi (npr. zbog pada električnih vodova/stabala); prevrtanje željezničkih vozila; skliske tračnice ili blokiranje kotača vlaka u slučaju opalog lišća; ograničenja i prekidi u prometu vlakova (npr. progresivno smanjenje brzine), kašnjenja...

Klimatski rizici	Osjetljivosti
Zamrzavanje – otapanje	Oštećenja željezničkog kolosijeka (npr. izvijanje željezničkih kolosijeka); povećana nestabilnost nagiba i lom nasipa; neispravnost prekidača; operativni problemi (npr. zamrzavanje i zamrzavanje sastavnih dijelova, kvar pantografa, neispravnost kočnica itd.); ograničenja i prekidi u prometu vlakova, kašnjenja...
Poplave (obalni/fluvijalni)	Oštećenje ugradbene i kategorijske imovine; oštećenja i ispiranja željezničkih kolosijeka i nasipa, mostova i propusta; čišćenje mostova; naplavljivanje tunela ispod razine; povećana nestabilnost nagiba i klizišta; privremeno ili trajno nedostupne mreže i sredstva; ograničenja i prekidi u radu vlakova, kašnjenja, oštećenja opreme za punjenje na cesti...
Erozija tla	Oštećenja nasipa i usjeka; povećan rizik od slijeganja nasipa i slabljenja nosača mostova; oštećenje nadgrađa koje proizlazi iz prethodno spomenutog oštećenja; operativni problemi i sigurnosni rizici; ograničenja i prekidi u prometu vlakova, kašnjenja...
Nestabilnost tla/odroni/lavine	Oštećenja nasipa i zemljanih radova; druge štete u infrastrukturi povezane s odronima od klizišta (npr. uništavanje tračnica, puknuće električnih vodova, oštećenje tračnice, dijelova signalizacije i prekida telekomunikacija ili prekidi kablova); operativni problemi i sigurnosni rizici (npr. Iskliznuća/prevrtanja); ograničenja i prekidi u prometu vlakova, kašnjenja...
Šumski požar	Oštećenje cjelokupne željezničke infrastrukture (nasipa, kontaktnih mreža, konstrukcija...); šteta na susjednom zemljištu ili drugoj imovini; smanjena vidljivost; operativni problemi i sigurnosni rizici; ograničenja i prekidi u prometu vlakova, kašnjenja...

Izvor: *Climate Change Impacts and Adaptation for Transport Networks and Nodes (Utjecaji klimatskih promjena i prilagodba za prometne mreže i čvorove)*, UNECE, 2020.; *Publikacije CEDR-a o klimatskim promjenama, uključujući RIMARROC; UIC, i rad JASPERS-a.*

#### Indikativne mjere prilagodbe

Klimatski rizici i opasnosti	Mogući odgovori na prilagodbu
Sve opasnosti – Općenito	<p><b>Planiranje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti implikacije za održavanje i rad, koridore/područja koje treba izbjegavati (uključujući npr. pozicioniranje standardnog operativnog postupka), opće preporuke i izvore podataka</li> </ul> <p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti implikacije projektiranja tračnica u održavanje (npr. zamjene starih sustava odvodnje, zamjene tračnica/balasta/obnova itd.)</li> <li>— Analiza i identifikacija lokacija na kojima postoji rizik od klimatskih promjena i poduzimanje aktivnosti na poboljšanje</li> </ul>



<b>Klimatski rizici i opasnosti</b>	<b>Mogući odgovori na prilagodbu</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Koristiti redundantne instalacije za održavanje osnovnih performansi i minimalnih usluga</li> <li>— Razmotriti učinkovitost sustava u cijelom rasponu vjerojatnih uvjeta (posebno za vozne parkove gradskog prijevoza i prateću infrastrukturu)</li> <li>— Koristiti prirodno „otporna” rješenja (npr. zeleno krovšte za PT stanice, zelene staze za pristup takvim stanicama)</li> <li>— Smanjiti moguća oštećenja od poplava i osjetljivosti korisnika na toplinske valove...</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Analiza rizika od klimatskih promjena za usluge prijevoza i utvrđivanje mjera ublažavanja za rad, uključujući praćenje kako bi se izbjegli gubici života i očuvala imovina</li> <li>— Uporaba sustava za upravljanje imovinom i upravljanje prometom (i) za bilježenje i praćenje stanja imovine i klimatskih rizika te (ii) za pružanje pravovremenih informacija i upozorenja upraviteljima imovinom i korisnicima</li> <li>— Pripremiti i planirati brzi odgovor u ekstremnim situacijama (npr. plan upravljanja rizicima od katastrofa) i upotrebljavati odgovarajuće sustave za upozoravanje u slučaju nužde</li> </ul>
Vrućina/požari	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pregledati postojeći raspored elektroenergetskog sustava (redundancija) kako bi se povećala pouzdanost opskrbe</li> <li>— Provoditi pokuse za istraživanje novih tehnologija za poboljšanje ventilacije i hlađenja opreme i zgrada</li> <li>— Instalirati ekspanzijske spojeve na posebno kritičnim točkama</li> <li>— Izbjegavati izvijanja željezničkih kolosijeka povećanjem krutosti i težine nadgrađa kolosijeka, uključujući osiguravanje njihova pričvršćenja sa sustavima koji povećavaju njihovu otpornost na bočno pomicanje</li> <li>— Dodatni pregled opreme pod utjecajem ekstremnih temperatura radi zaštite od praga oštećenja ili uništenja</li> <li>— Posebno održavanje kontaktne mreže kako bi se osigurala njegova radna napetost (tj. sposobnost prikupljanja varijacija duljine) i kapacitet nosača da se dovoljno rotiraju</li> <li>— Vozila za grijanje/hlađenje kako bi se osiguralo da su u radnom stanju</li> <li>— Razmotriti učinkovitost sustava u cijelom rasponu vjerojatnih uvjeta (uključujući flote)</li> <li>— Koristiti prirodno „otporna” rješenja (npr. zeleno krovšte za PT stanice, zelene staze za pristup takvim postajama)</li> <li>— Smanjiti mogućih šteta od poplava i osjetljivosti korisnika na toplinske valove</li> <li>— Analizirati upravljanje šumama i rizike od požara povezane s drvećem u blizini željezničkih pruga</li> </ul>
Oborine i poplave	<b>Planiranje</b>

<b>Klimatski rizici i opasnosti</b>	<b>Mogući odgovori na prilagodbu</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Analiza o usklađenosti željeznica/sustava (tramvaj, itd.) (visinski i horizontalno) pri razmatranju mogućnosti</li> <li>— Analiza vode koja otječe; planovi upravljanja riječnim slivovima</li> </ul> <p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Vrsta i kapacitet sustava odvodnje uključujući analizu zadržavanja (osiguranje dostatnog i učinkovitog sustava odvodnje ključno je za rješavanje ekstremnih opasnosti od padalina)</li> <li>— Razmatranja o zaštiti od erozije mosta i čvrstih temelja (npr. izbjegavanje podupirača mostova u brzim strujama koje bi mogle biti osjetljive na proklizavanje)</li> <li>— Preispitati standarde i smjernice projekta (preispitivanje intenziteta projekta i vrijednosti frekvencije ili uzeti u obzir faktor klimatskih promjena, npr. povećanje kapaciteta odvodnje za 10 – 20 % ili godišnje razine poplava ispod mostova iznad 50 – (100/200/300/500?)</li> <li>— Ostala razmatranja u vezi s projektiranjem cesta: smanjenje nagiba, konsolidacija nagiba i mjere zaštite nasipa, odvodnja nagiba, nadmorska visina, jači kolnici itd.</li> <li>— Pregledati postojeći raspored elektroenergetskog sustava (redundancija) kako bi se povećala pouzdanost opskrbe</li> <li>— Uključiti poplavna vrata i poplavne pumpe</li> <li>— Suzdržati se od korištenja podzemnih trafostanica u nižim točkama lokalne topologije</li> <li>— Odabrati lokaciju na gornjoj lokaciji lokalne topologije kako bi se omogućilo suho skladištenje opreme i željezničkih vozila</li> <li>— Identificirati opremu na niskom području, dodati značajke otporne na poplave ako je moguće i također instalirati upojnu jamu i pumpni sustav. Premjestiti opremu koja se nalazi u području s visokim potencijalom za poplave</li> <li>— Koristiti prirodno „otporna” rješenja (npr. zeleni kolnici) za nadzemne PT infrastrukture, kada je to moguće, pomažući prirodnu odvodnju</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Pregledati prakse upravljanja i rada za sustave odvodnje i nagibe (uključujući redovito rutinsko održavanje i preglede)</li> <li>— Pregled/ažuriranje potreba za rizicima od poplava (npr. zaštita nasipa) na postojećoj mreži</li> <li>— Analizirati rizike od klimatskih promjena za usluge prijevoza i utvrđivanje mjera ublažavanja za rad, uključujući praćenje kako bi se izbjegli gubici života i očuvala imovina</li> <li>— Postaviti automatske mehanizme izvješćivanja o razinama vode u tunelskim instalacijama u kontrolni centar</li> </ul>
Klizišta	<p><b>Planiranje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti usklađivanje željeznica/sustava (izbjegavanje potencijalnog rizika od klizišta) pri razmatranju opcija</li> </ul>

<b>Klimatski rizici i opasnosti</b>	<b>Mogući odgovori na prilagodbu</b>
	<p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti zaštitu od erozije</li> <li>— Pregledati smjernice i/ili prakse za projektiranje zemljanih radova (npr. ojačati odvodnju, padine, zaštitne mjere, korištenje vezova, zaštitne mjere u podnožju nasipa)</li> <li>— Izraditi model za procjenu rizika od klizišta</li> </ul>
Vjetar	<p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti udare vjetra pri projektiranju osjetljivih elemenata kao što su ovjesni mostovi ili nosači i sidrišta (npr. zvučni zasloni, signalizacija itd.)</li> <li>— Pregledati postojeći raspored elektroenergetskog sustava (redundancija) kako bi se povećala pouzdanost opskrbe</li> <li>— Razmotriti upotrebu krute lančane mreže najnovijeg dizajna</li> <li>— Pregledati razmatranja o dizajnu temelja</li> <li>— Revidirati (i prema potrebi obnoviti) stanje krovova i nadstrešnica</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Pratiti stanja stabala i procijeniti lokacije</li> <li>— Održavati pruge i područja u blizini pruga i kontaktnih mreža slobodnima od opasnih predmeta i vegetacije poboljšanjem upravljanja vegetacijom sprječavanjem ponovnog rasta na nasipima, određivanjem odgovornosti vlasnika prometne infrastrukture i vlasnika susjednog zemljišta</li> <li>— Redovito provjeravati obrezivanje grana stabala u blizini električnih vodova</li> </ul>
Zamrzavanje i odmrzavanje/ Snijeg	<p><b>Projektiranje i konstrukcija</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Razmotriti otporne materijale i tehnologije za kolnike (npr. beton, tehnike stabilizacije tla za smanjenje djelovanja mraza u podlozi) i konstrukcije</li> <li>— Preispitivanje smjernica za projektiranje u pogledu učinka smrzavanja i soljenja</li> <li>— Zaštita nagiba</li> <li>— Pregledati postojeći raspored elektroenergetskog sustava (redundancija) kako bi se povećala pouzdanost opskrbe</li> </ul> <p><b>Održavanje i rad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Spriječiti ulazak nanesenog snijega na motore skladištenjem vlakova ispod krovova s ventiliranom istosmjernom strujom</li> <li>— Provjera vozila zbog problema povezanih s vremenskim prilikama, kao što su smrznute spojnice, okretna postolja i vrata</li> </ul>

Izvor: radovi UITP-a i JASPERS-a

## Luke

Vrlo detaljne smjernice o prilagodbi klimatskim promjenama u lukama mogu se pronaći u smjernicama koje je u siječnju 2020. objavilo [Svjetsko udruženje za infrastrukturu vodnog prometa za planiranje prilagodbe klimatskim promjenama za luke i unutarnje plovne putove](#) (ili radna skupina PIANC-a 178). U dokumentu se navode smjernice o tome kako osigurati

otpornost vodnog prometa na klimatske promjene te se navode primjeri i preporuke dobre prakse.

## Prilog 2.1.4. Energetika

### Proizvodnja toplinske i električne energije

#### Sektorske osjetljivosti

Klimatski rizici	Osjetljivosti
Opasnosti povezane s temperaturom (npr. toplinski valovi, hladni valovi/mraz, varijabilnost temperature, šumski požari)	<p>Opasnosti povezane s porastom i promjenjivom temperaturom zraka mogu utjecati na ukupnu potražnju za energijom za grijanje i hlađenje. Očekivane promjene u danima grijanja (HDD) i stupnjevima hlađenja (CDD) mogu se upotrijebiti za procjenu mogućeg utjecaja na potrebnu proizvodnju energije.</p> <p>Povećat će se vršna potražnja za električnom energijom za hlađenje, koju gotovo isključivo osigurava električna energija.</p> <p>Povećanje temperature, uključujući ekstremnu temperaturu, također utječe na proizvodnju električne energije jer dovodi do gubitka učinkovitosti termoelektre. Povećanje temperature utječe i na isparavanje iz spremnika vode koji se koristi za proizvodnju hidroenergije, što utječe na proizvodni/skladišni potencijal.</p> <p>Promjene temperature okoline i brzine vjetra imaju utjecaj na solarnu fotonaponsku energiju jer oboje može utjecati na povećanje temperature ćelija, što pak može utjecati na učinkovitost proizvodnje.</p> <p>Povećanje rizika od šumskih požara može negativno utjecati na dostupnost biomase iz šumarstva. Osim toga, smanjenje prikladnosti za rast šuma i smanjenje prinosa usjeva mogu utjecati na dostupnost biomase zbog sve većih toplinskih valova i vodnih nestašica (suša).</p>
Opasnosti povezane s vodom (npr. suše, oborine, poplave)	<p>Kad je riječ o opasnostima povezanim s vodom, najrelevantnije hidrološke varijable iz perspektive energetskeg sustava jesu godišnji tok rijeke i toka rijeke tijekom suše (za termoelektre i hidroelektre) te dostupnost vode u tlu (za proizvodnju bioenergije).</p> <p>Termoelektre hlađene slatkom vodom osjetljive su na smanjenje dostupnosti rashladne vode i povećanje njezine temperature.</p> <p>Povećanje oborina (i u određenim slučajevima akumulacija snijega) može dovesti do smanjenja sunčevog zračenja i manje učinkovitosti solarnih panela.</p> <p>Težim i češćim padalinama također se može povećati udio vlage u sirovinama za krutu biomasu i smanjiti prosječna ogrjevna vrijednost.</p>
Opasnosti povezane s vjetrom (npr. oluje)	<p>Oluje s tučom mogu uzrokovati veliku štetu, posebno za solarne ploče, koje također mogu biti osjetljive na druge ekstremne događaje (npr. udare munje).</p>

Klimatski rizici	Osjetljivosti
	Vjetar, tuča, led i snježne oluje mogu negativno utjecati na rad vjetroturbina. Međutim, iako povećanje maksimalnih brzina vjetra može češće dovesti do radnih uvjeta iznad određene brzine isključivanja, kada se iz turbina ne proizvodi energija, povećanje prosječnih uvjeta vjetra može pogodovati povećanju prosječne godišnje proizvodnje energije.
Opasnosti povezane s obalnim područjem i tlom (npr. podizanje razine mora, klizišta, obalna erozija, erozija tla)	<p>Obalne opasnosti, kao što su erozija, olujni udari i podizanje razine mora, mogu utjecati na fizički integritet proizvodnih postrojenja ili druge energetske infrastrukture (npr. terminali za UPP (LNG terminali)) koja se nalazi na obalnim područjima. Pomorske oluje velika su opasnost za energetske infrastrukture na moru.</p> <p>Što se tiče razmatranja klimatskih promjena pri odabiru projektnih lokacija, za solarnu fotonaponsku energiju može biti moguće odabrati lokacije na kojima su očekivane promjene u naoblaci, prisutnosti pijeska u zraku, snježnim padalinama i zamućenosti relativno niske. Za vjetroelektrane, mjesta bi također trebala biti odabrana uzimajući u obzir očekivane promjene u brzinama vjetra, olujne udare, porast razine mora i poplave rijeka tijekom vijeka trajanja turbina.</p>

#### Indikativne mjere prilagodbe

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
Opasnosti povezane s temperaturom (npr. toplinski valovi)	<p>Prethodno hlađenje zraka koji se koristi za izgaranje u termoelektranama.</p> <p>Mogućnosti prilagodbe za termoelektrane u područjima s vrućom klimom i nedostatkom vode uključuju tehnološke promjene kao što su zatvoreni rashladni i suhi sustavi hlađenja.</p> <p>Za solarne fotonaponske sustave (PV) razmisliti o solarnim modulima s višim temperaturnim koeficijentom. Korištenje <i>string</i> ili mikro invertera omogućuje lakše hlađenje. PV strukture mogu se dizajnirati za poboljšanje pasivnog protoka zraka ispod konstrukcija za ugradnju kako bi se smanjila temperatura ploče i povećala izlazna snaga.</p>
Opasnosti povezane s vodom (npr. poplave, visoke količine oborina)	<p>Prijelaz na izvore energije s niskom potrošnjom vode, posebno solarne fotonaponske sustave (PV).</p> <p>Ako se voda za hlađenje smanji zbog klimatskih promjena, moguće je koristiti sustave hlađene zrakom.</p> <p>Dodatno hlađenje morske vode za elektrane smještene na obalnim područjima.</p> <p>Kad je riječ o rizicima od poplava, mjere prilagodbe uključuju promjenu operativnih režima rezervoara, izgradnju nasipa, barijere temeljene na komponentama protiv poplava i realokaciju.</p> <p>Ulaganja u prilagodbu hidro projekata mogu uključivati predimenzioniranje sastavnih dijelova u fazi projektiranja, nadogradnju i/ili proširenje objekata i komponenti projekta, proširenje skladišnih spremnika, promjenu pravila rada postrojenja, međusektorska integrirana pravila korištenja vode.</p>

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
	<p>Za geotermalne projekte možda će biti potrebna veća zaštita u područjima u kojima je vjerojatno da će se poplave povećati.</p> <p>Kabliranje i komponente fotonaponskih sustava mogu se odrediti kako bi se oduprlo većem udjelu vlage/poplavi.</p>
Opasnosti povezane s vjetrovom (npr. oluje)	<p>Standard dizajna vjetroturbina može se prilagoditi kako bi se povećala robusnost i otpornost različitih komponenti (npr. lopatica rotora). Viši tornjevi također se mogu uzeti u obzir kako bi se iskoristile jače brzine vjetra na višim visinama.</p> <p>Za PV mogu se dizajnirati jače montažne konstrukcije.</p>
Opasnosti povezane s obalnim područjem i tlom (npr. podizanje razine mora, klizišta, obalna erozija, erozija tla)	<p>Ciljana nadogradnja radi povećanja otpornosti termoelektrana u obalnim područjima/područjima izloženima eroziji tla ili klizištima (npr. dodatni nasipi ili zaštitna infrastruktura kako bi se izbjegla šteta od poplava na obali).</p>

Kad je riječ o hidroelektranama i hlađenju toplinskih jedinica, dodatne informacije i studije slučaja mogu se pronaći na posebnim internetskim stranicama „Mogućnosti prilagodbe hidroelektranama”<sup>19</sup> i „Smanjenje potrošnje vode za hlađenje termo-generacijskih postrojenja” na platformi Climate ADAPT.<sup>20</sup> Osim toga, izvještaj [EU Tehničke stručne skupine za održivo financiranje](#) (EU Technical Expert Group on Sustainable Finance, TEG) sadrži primjere mjera prilagodbe koje se mogu provesti u hidroenergetskim projektima za rješavanje klimatskih rizika:

Opasnost	Osjetljivosti	Indikativne mjere prilagodbe
Cikloni Uragani Tajfuni	Fizičko oštećenje hidroelektrana (npr. brana, turbina, rasklopnih dvorišta, pomoćne infrastrukture itd.)	Uvođenje strukturnog jačanja hidroelektrana (npr. brane, turbine na kanalima, rasklopna dvorišta, pomoćne infrastrukture, itd.)
		Ugradnja opreme za hidrometeorološko praćenje i predviđanje
Promjena obrazaca padalina  Hidrološka varijabilnost	Smanjeni protok vode kroz turbine	Ugradnja turbina koje mogu raditi u uvjetima niskog i/ili promjenjivog protoka
	Povećana varijabilnost protoka vode kroz turbine	Ugradnja povećanog kapaciteta za skladištenje brana
		Ugradnja opreme za hidrometeorološko praćenje i predviđanje
Suše	Nedovoljna količina vode koja teče kroz turbine	Ugradnja turbina koje mogu raditi u uvjetima niskog i/ili promjenjivog protoka

<sup>19</sup> <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/adaptation-options-for-hydropower-plants>

<sup>20</sup> <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/reducing-water-consumption-for-cooling-of-thermal-generation-plants>

Opasnost	Osjetljivosti	Indikativne mjere prilagodbe
		Ugradnja povećanog kapaciteta za skladištenje brana
		Ugradnja opreme za hidrometeorološko praćenje i predviđanje
Ekstremni oborinski događaji Poplave	Fizičko oštećenje hidroelektrana (npr. brana, turbina, rasklopnih dvorišta, pomoćne infrastrukture itd.)	Uvođenje strukturnog jačanja hidroenergetskih postrojenja (npr. brane, turbine na kanalima, rasklopna dvorišta, pomoćne infrastrukture, itd.)
		Ugradnja opreme za hidrometeorološko praćenje i predviđanje
Erozija tla	Gubitak skladišnog kapaciteta brane	Uvođenje jaružanja na sedimentu i/ili drugih mjera za upravljanje sedimentom
	Oštećenje sedimenta na turbinama	Usvajanje turbina otpornih na sediment
Lavina Odron	Fizičko oštećenje hidroelektrana (npr. brana, turbina, rasklopnih dvorišta, pomoćne infrastrukture itd.)	Uvođenje strukturnog jačanja hidroenergetskih postrojenja (npr. brane, turbine na kanalima, rasklopna dvorišta, pomoćne infrastrukture, itd.)
		Ugradnja opreme za praćenje ranog upozoravanja
		Ugradnja sustava i opreme za odgovor na izvanredni događaj

Taksonomija [EU-a: Završno izvješće Tehničke stručne skupine \(TEG\)](#), 2020.

### **Mreže za distribuciju/prijenos električne energije**

#### **Sektorske osjetljivosti**

Klimatski rizici	Osjetljivosti
Opasnosti povezane s temperaturom (npr. povećanje temperature zraka/toplinskih valova, šumski požar, varijabilnost temperature, mraz)	<p>Mogući rizici odnose se na stabilnost elektroenergetskih mreža tijekom toplinskih valova, posebno kada se povećana vršna potražnja za električnom energijom za hlađenje može podudarati s ograničenom opskrbom vodom za hlađenje za proizvodnju toplinske energije.</p> <p>Nazivni kapacitet električnih vodova i transformatora može se smanjiti tijekom toplinskih valova. Gubici energije mogu se povećati unutar trafostanica i transformatora.</p> <p>Toplinski valovi mogu uzrokovati pregrijavanje u električnim transformatorima, posebno velikim energetske transformatorima, kroz smanjenu strukturnu cjelovitost i kemijske reakcije. To pak može rezultirati kratkim spojevima, prekidima napajanja i skupim popravcima.</p> <p>Šumski požari mogu oštetiti energetske infrastrukture, posebno drvene stupove za napajanje na razini distribucije električne energije.</p> <p>Mokri snijeg može uzrokovati zaleđivanje nadzemnih kablova.</p>

Klimatski rizici	Osjetljivosti
Opasnosti povezane s vodom (npr. teške oborine, poplave)	Velike oborine i poplave u unutrašnjosti mogu imati znatan utjecaj na energetska infrastrukturu, kao što su električne trafostanice.
Opasnosti povezane s vjetrom (npr. oluje, promjenjivi obrasci vjetra)	Događaji povezani s olujama, kao što su vjetar, tuča, ledene i snježne oluje, mogu negativno utjecati na energetska transformaciju i transport, prijenos, distribuciju i skladištenje, što dovodi do nestanka električne energije i skupih popravaka.
Opasnosti povezane s obalnim područjem i tlom (npr. podizanje razine mora, klizišta, obalna erozija, erozija tla)	<p>Oluje mogu izravno ili neizravno utjecati na nadzemne dalekovode zbog vegetacije koja dolazi u dodir s njima ili pada na njih.</p> <p>Promjena obrazaca vjetra može dovesti do rušenja prijenosnih vodova ili postupnog slabljenja infrastrukture, što dovodi do češćih popravaka.</p> <p>Ekstremni vremenski i klimatski događaji, kao što su obalne i kopnene poplave, oluje, tuče i munje, toplinski valovi, suše i šumski požari, među najčešćim su uzrocima neplaniranih prekida opskrbe električnom energijom zbog kvarova u prijenosnoj/distribucijskoj mreži.</p>

#### Indikativne mjere prilagodbe

Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
Opasnost povezana s temperaturom (npr. povećanje temperature zraka/toplinskih valova, mraz)	<p>Projektirana mrežna oprema za više temperature, uključujući visokotemperaturne transformatore, visokotemperaturne vodiče s niskim <b>progibom</b> i vodove ili trafostanice izolirane plinom.</p> <p>Učinkovitije hlađenje trafostanica i transformatora (npr. vanjski hladnjaci).</p> <p>Postavljanje dodatnih skladišnih objekata radi prilagodbe većoj volatilnosti opterećenja (i nestalne proizvodnje).</p> <p>Razmotriti povećanje potreba za hlađenjem prostora u zgradama pri planiranju proširenja i obnove kapaciteta prijenosa/distribucije.</p> <p>Povećati digitalizaciju mreže kako bi se poboljšala fleksibilnost i omogućili mehanizmi za odgovor na potražnju.</p> <p>Uspostava sustava ranog upozoravanja za prilagodbu ponašanja (zahtjeva) potrošača.</p> <p>Povećati kapacitet sustava povećanjem visine polova ili na drugi način povećavajući napetost na liniji kako bi se smanjio zamah.</p> <p>Razmisliti o podzemnim kablovima kako bi se prilagodili opasnostima od zaleđivanja.</p>
Opasnosti povezane s vodom (npr. poplave, teške oborine, podizanje razine mora)	<p>Povećanje visine stupova.</p> <p>Premještanje ili zamjena nadzemnih vodova podzemnim kabelima.</p>



Klimatski rizici	Indikativne mjere prilagodbe
	Zaštita mrežne imovine od poplava, npr.: vodootporni cjevovodi, podstanice, uključuju potopne transformatore, prekidače, pumpe, poklopce šahta za brtvljenje.  Zabraniti izgradnju električnih vodova u blizini nasipa.  Primjenjuju se na lokacijama sa specifičnim rizicima (obalne ili riječne lokacije, šume).
Ekstremni vremenski uvjeti (npr. oluje), promjena obrazaca vjetra	Podešavanje standarda opterećenja vjetra.  Razmotriti konstrukcijsko pojačanje stupova i poboljšano upravljanje vegetacijom.  Preusmjeriti dalekovode od osjetljivih predmeta (npr. stabala) ili ih planirati/premjestiti u podzemlje.  Prilagođeni mehanizmi za održavanje i odziv na oštećenja. Stvaranje posebno obučениh timova za upravljanje/obnovu mrežnih operacija u ekstremnim vremenskim prilikama.  Povećati automatizaciju mreže i daljinsku rekonfiguraciju mreža kako bi se smanjio utjecaj kvarova.
Opasnosti povezane s obalnim područjem i kopnom	Razmotriti alternativne mogućnosti usmjeravanja u fazi planiranja ulaganja.  Usvojiti podzemna rješenja kabliranja u područjima visoke ranjivosti.

Više pojedinosti i studija slučaja dostupno je na stranici Climate ADAPT posvećenoj temi „Mogućnosti prilagodbe za mreže i infrastrukturu za prijenos i distribuciju električne energije”<sup>21</sup> te u završnom izvješću tehničke stručne skupine o taksonomiji EU-a<sup>22</sup>.

#### **Prilog 2.1.5. Vode i vodna infrastruktura**

Pogledati odvojene smjernice JASPERS-a o otpornosti na klimatske promjene u razvoju voda i otpadnih voda<sup>23</sup>.

#### **Prilog 2.1.6. Infrastruktura za zaštitu od poplava i upravljanje rizicima od katastrofa**

Pogledati odvojene smjernice JASPERS-a o pripremi za klimatske promjene u razvoju projekata upravljanja rizicima od poplava i katastrofa<sup>24</sup>.

<sup>21</sup><https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/adaptation-options-for-electricity-transmission-and-distribution-networks-and-infrastructure>

<sup>22</sup>[https://finance.ec.europa.eu/system/files/2020-03/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy-annexes\\_en.pdf](https://finance.ec.europa.eu/system/files/2020-03/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy-annexes_en.pdf)

<sup>23</sup><https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/climate-proofing-of-water-and-wastewater-projects>

<sup>24</sup><https://jaspers.eib.org/knowledge/publications/climate-proofing-of-flood-and-disaster-risk-management-projects>

## Prilog 2.2. Studije slučaja za provjeru klimatske neutralnosti – ugljični otisak

### Prilog 2.2.1. Procjena ugljičnog otiska za velike zgrade

Predstavljanje studije slučaja o zgradama važno je jer su zgrade odgovorne za otprilike 40 % potrošnje energije u EU-u i 36 % emisija stakleničkih plinova povezanih s energijom. Stoga su zgrade najveći pojedinačni potrošač energije u Europi. Trenutačno je oko 35 % zgrada u EU-u starije od 50 godina, a gotovo 75 % fonda zgrada energetske je neučinkovite, dok se samo oko 1 % fonda zgrada obnavlja svake godine. Studija slučaja predstavljena u ovom Prilogu fiktivna je i koristi različite pretpostavke da bi se pokazalo kako treba izračunati ugljični otisak zgrade.

#### **Predstavljanje studije slučaja**

*Izgradnja Centra za zdravlje djece (pedijatrijska bolnica) i njegove opreme – koja se nalazi u gradu s pola milijuna stanovnika – studija je slučaja koja pokazuje kako se metodologije i mjere ublažavanja klimatskih promjena provode u bolnici (= velika zgrada) – nova građevina.*

Bolnica ima za cilj poboljšati kvalitetu i učinkovitost medicinskih usluga za pacijente u akutnoj hitnoj situaciji, što zahtijeva sekundarne intervencije i intervencije na tercijarnoj razini. Bolnica je rasporedila 849 kreveta, od čega 744 kao akutne bolničke krevete plus 105 kao krevete za intenzivnu njegu, a zamijenit će ukupno 1389 akutnih kreveta iz četiri postojeće bolnice i sveučilišne klinike.

#### **Zakonodavni okvir**

U ovom se odjeljku ukratko razrađuju glavni zakonodavni zahtjevi koji zahtijevaju veću energetske učinkovitost i smanjenje potražnje za energijom, uz posljedično smanjenje emisija CO<sub>2</sub> i doprinos ublažavanju klimatskih promjena.

- **Direktiva 2010/31/EU** Europskog parlamenta i Vijeća od 19. svibnja 2010. o energetske svojstvima zgrada predstavlja glavnu direktivu koju treba poštovati, kojom se promiče poboljšanje energetske svojstava zgrada u EU-u, uzimajući u obzir vanjske klimatske i lokalne uvjete, unutarnje klimatske zahtjeve i troškovnu učinkovitost.

Direktivom se utvrđuju zahtjevi koji se, među ostalim, odnose na metodologiju za izračun integriranih energetske svojstava zgrada i samostalnih uporabnih cjelina zgrada, primjenu minimalnih zahtjeva na energetske svojstva novih/postojećih zgrada i novih samostalnih uporabnih cjelina zgrada. Metodologija odražava potražnju za energijom za grijanje i hlađenje i pokazatelj energetske učinkovitosti.

- **Direktiva 2018/844** Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. o izmjeni Direktive 2010/31/EU. U članku 2.a dugoročnom strategijom obnove zahtijeva se da države članice uspostave dugoročnu strategiju obnove radi obnove nacionalnog fonda stambenih i nestambenih zgrada, javnih i privatnih, u energetske visokoučinkovit i dekarboniziran fond zgrada do 2050., čime se olakšava troškovno učinkovita pretvorba postojećih zgrada u zgrade s gotovo nultim emisijama.
  
- **Direktiva 2012/27/EU** Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetske učinkovitosti. Ovom se Direktivom uspostavlja zajednički okvir mjera za promicanje energetske učinkovitosti u Europskoj uniji kako bi se postigao glavni cilj povećanja energetske učinkovitosti EU-a od 20 % do 2020. i otvorio put za daljnja poboljšanja energetske učinkovitosti nakon tog datuma. Konkretno:
  - ✓ U člancima 4. i 14. razrađuje se obnova zgrada i promicanje učinkovitosti u grijanju i hlađenju, pri čemu se od država članica zahtijeva da uspostave dugoročnu strategiju za obnovu nacionalnog fonda stambenih i poslovnih zgrada.
  - ✓ Člankom 7. traži se da države članice uspostave sustav obveze energetske učinkovitosti kako bi poduzeća za prodaju energije ostvarila kumulativni cilj u pogledu energije do 2020.

### Metodološki okvir

#### Opći pregled

Projekt je prošao cjelovit postupak procjene utjecaja na okoliš (PUO), tako da Odluka o procjeni utjecaja na okoliš kojom je obuhvaćen projekt uključuje klimatske mjere iz Studije izvedivosti. Nije provedena analiza opcija za pitanja klimatskih promjena iako je proveden postupak PUO. Dostupna analiza opcija uključivala je opće zahtjeve za zaštitu okoliša, bez posebnih kriterija. Međutim, zahvaljujući mjerama koje se zahtijevaju Odlukom o procjeni utjecaja na okoliš, projekt je u skladu sa zahtjevima Direktive 2010/31/EU o energetske učinkovitosti zgrada.

#### Što su staklenički plinovi (GHG)

Stakleničkim plinovima općenito se smatra porodica od šest plinova, od kojih se svaki prijavljuje zajedno s potencijalom globalnog zagrijavanja (GWP) u odnosu na 1 molekulu CO<sub>2</sub>. GWP mjeri koliko će energije (i topline, posljedično) emisija 1 tone plina apsorbirati tijekom određenog razdoblja u odnosu na emisije 1 tone ugljikova dioksida (CO<sub>2</sub>). Što je GWP veći, viši je stupanj po kojemu određeni plin zagrijava Zemlju u usporedbi s CO<sub>2</sub> tijekom tog razdoblja.

Staklenički plin	Porijeklo	Potencijal globalnog zagrijavanja
Ugljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )	Proizveden izgaranjem fosilnih goriva.	1
Metan (CH <sub>4</sub> )	Uglavnom se proizvodi u gospodarenju otpadom i stočarstvu.	28

Staklenički plin	Porijeklo	Potencijal globalnog zagrijavanja
	Iznimno male količine proizvedene su i izgaranjem fosilnih goriva.	
Dušikov oksid (N <sub>2</sub> O)	Uglavnom se proizvodi gnojidbom u poljoprivredi. Iznimno male količine proizvedene su i izgaranjem fosilnih goriva.	265
Fluorouglikovodici (HFC-ovi) i perfluorouglikovodici (PFC-ovi)	Rashladna sredstva u klimatizacijskim uređajima i toplinske crpke zgrada. Riječ je o vrlo snažnim stakleničkim plinovima.	116 – 12400
Sumporov heksafluorid (SF <sub>6</sub> )	Općenito se ne odnosi na zgrade.	23500

**Izvor:** Tablica A1.9. EIB-ovih metodologija za ugljični otisak

## Metodologija Europske investicijske banke o ugljičnom otisku

[EIB-ova metodologija za izračun ugljičnog otiska](#) referentni je dokument za izračun ugljičnog otiska, a najnovija verzija 11.3 objavljena je u siječnju 2023. Ključne značajke metodologije:

- Emisije stakleničkih plinova podijeljene su na:
  - Opseg/područje primjene 1.: Izravne emisije koje su u izravnom vlasništvu ili kojima upravlja gospodarska djelatnost.
  - Opseg /područje primjene 2.: Neizravne emisije koje se odnose samo na kupnju toplinske i električne energije.
  - Opseg /područje primjene 3.: Sve preostale neizravne emisije, koje nisu uključene u emisije iz područja primjene 1 ili 2, kao što je promet koji stvaraju ljudi koji odlaze u bolnicu ili dolaze iz bolnice kako bi posjetili pacijente i isporučili materijale.

Tri opsega/ područja primjene omogućuju utvrđivanje i izračun relevantnih emisija te utvrđivanje takozvanih „granica projekta” potrebnih za utvrđivanje relevantnih emisija koje treba smanjiti.

- Smanjenje budućih emisija dokazuje se negativnom vrijednošću relativnih emisija (Re), a to je:

Relativne emisije (Re) = apsolutne emisije (Ab: emisije prema scenariju projekta WITH tijekom standardne godine rada) – polazne emisije (Be: emisije prema scenariju bez projekta tijekom standardne godine rada).

$$Ab \ \& \ Be = \text{potrošnja energije goriva} * \text{faktor emisija zemlje/goriva}$$

Pozitivna vrijednost projekta Re (= povećanje budućih emisija) dopuštena je za projekte kojima se proširuju postojeće zgrade, no u tom slučaju projekt mora biti u skladu s maksimalnim energetskim zahtjevima/m<sup>2</sup>/godina utvrđenima u nacionalnom zakonodavstvu.

U tablici A1.1. metodologije EIB-a (dalje u tekstu) navode se zadani emisijski faktori iz plinovitih fosilnih goriva u ekvivalentnim jedinicama CO<sub>2</sub>, koji su relevantni za izračun emisija CO<sub>2</sub>.

Naziv goriva	Količina goriva	Jedinice	kg CO <sub>2</sub>	kg CH <sub>4</sub>	kg N <sub>2</sub> O	kg CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub> e uključujući neoksidirani ugljik
Prirodni plin	1	Kubni metar (m <sup>3</sup> )	1.9	0.0	0.0	1.9	1.9
Prirodni plin	1	TJ	56 100	1.0	0.1	56 155	55 874
Rafinerijski plin	1	metrička tona (t)	2 851	0.0	0.0	2 851	2 837
Rafinerijski plin	1	TJ	57 600	1.0	0.1	57 655	57 367
Ukapljeni naftni plinovi	1	litra (l)	1.6	0.0	0.0	1.6	1.6
Ukapljeni naftni plinovi	1	TJ	63 100	1.0	0.1	63 155	62 839
Plin visoke peći	1	metrička tona (t)	642	0.0	0.0	642	639
Plin visoke peći	1	TJ	260 000	1.0	0.1	260 054	258 754
Koksni plin	1	metrička tona (t)	1 718	0.0	0.0	1 718	1 709
Koksni plin	1	TJ	44 400	1.0	0.1	44 454	44 232
Kisik plin iz peći za čelik	1	metrička tona (t)	1 284	0.0	0.0	1 284	1 278

Emisije iz električne energije potrošene u okviru projekta ili kao dio Be ili Ab, trebale bi se izračunati na temelju emisijskog faktora zemlje<sup>25</sup>, uključujući gubitke u mreži priključne mreže – tablica A1.3. metodologije EIB-a:

Emisijski faktori u gCO <sub>2</sub> /kWh (Učinak stakleničkih plinova koji nisu CO <sub>2</sub> zanemariv je. Za potrebe izračuna čimbenici u nastavku mogu se smatrati CO <sub>2</sub> e)					
Zemlja/područje/otok	Kombinirana marža nestalna proizvodnja električne energije	Zbroj marže proizvodnje električne energije/potrošnje električne energije	Potrošnja električne energije/gubici u mreži HV mreža + 2 %	Potrošnja električne energije/gubici u mreži MV mreža + 4 %	Potrošnja električne energije/gubici u mreži LV mreža + 7 %
Afganistan	331	193	197	201	207
Albanija	0	0	0	0	0
Alžir	479	397	405	413	425
Američka Samoa (SAD)	664	516	526	536	552
Andora	144	70	71	72	75
Angola	1 203	748	763	778	800
Argentina	407	288	294	300	308
Armenija	321	205	209	213	219
Australija	663	421	429	437	450
Austrija	194	113	115	118	121
Azerbajdžan	478	384	392	400	411
Azori (Portugal)	614	384	392	399	411
Bjelorusija	359	292	297	303	312
Belgija	204	124	127	129	133
Hrvatska	<b>247</b>	<b>168</b>	<b>171</b>	<b>175</b>	<b>180</b>
Poljska	717	532	543	553	569

#### Gospodarska i financijska razmatranja

Smanjenjem budućih emisija CO<sub>2</sub> stvaraju se gospodarske i financijske prednosti, uz sve veći učinak na operativne troškove projekta (OPEX) koji će se smanjiti. U protivnom, očekuje se da će OPEX nakon povećanja emisija CO<sub>2</sub> u atmosferu znatno porasti. Stoga se u analizi troškova i koristi (CBA) navode emisije stakleničkih plinova povezane s projektom koje se monetiziraju primjenom standardne cijene ugljika u sjeni. U Smjernicama Komisije o pripremi za klimatske promjene predlaže se da se trošak ugljika u sjeni koji je objavio EIB upotrijebi za procjenu vrijednosti neto ušteda ugljika ili emisija ugljika.

Koristi od smanjenja emisija CO<sub>2</sub> primjenjivat će se na scenarije „bez projekta” i na scenarije sa projektom jer oni utječu na smanjenje potrošnje energije i stoga će smanjiti proizvedene emisije. U

<sup>25</sup> Preporuča se proučiti po potrebi za uštedu energije:

Pravilnik o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije ([NN 98/2021](#)) i Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije ([NN 30/2022](#))

[Priručniku za ekonomsku procjenu za razdoblje 2021. – 2027. Opća načela i sektorska primjena](#) u širem smislu razrađuje se kako kontekstualizirati cijenu svake tone CO<sub>2</sub> koja će se emitirati. Kao opće načelo važno je cijeniti da je prikladno ulagati u tehnologije smanjenja emisija CO<sub>2</sub>, čime bi se povećali kapitalni troškovi projekta – tzv. CAPEX (koji se za većinu plaća stopom sufinanciranja Europske komisije) jer će se tim pristupom omogućiti snažno smanjenje troškova budućih emisija kao dijela operativnih troškova projekta – tzv. OPEX. Treba napomenuti da se očekuje da će se zbog politika ublažavanja klimatskih promjena cijena svake tone CO<sub>2</sub> koja će se emitirati znatno povećati. Na primjer, kako bi se dala opća ideja o povećanju cijena, u skladu s Planom EIB-a (slika 4.4.), predložena prosječna cijena od 1 tone CO<sub>2</sub> 2020. iznosila je 80 EUR, a trebala bi se povisiti na 800 EUR u 2050., što je dostupno u [Planu EIB-a za 2025.](#)

### Donesene mjere

Kao rezultat gore razrađenog zakonodavstva i metodološkog okvira, planirane studije izvedivosti projekta uvode niz mjera ublažavanja klimatskih promjena koje obuhvaćaju energetska učinkovitost i očuvanje te proizvodnju tople i hladne vode. Mjere pokazuju da su rad, održavanje i eventualno stavljanje izvan pogona projekta kompatibilni s nacionalnim putem prema općim ciljevima smanjenja emisija stakleničkih plinova za 2030. i 2050. te općoj klimatskoj neutralnosti.

Općenito i najvažnije, prema predviđanjima donesene mjere omogućuju zadržavanje potrošnje energije ispod maksimalne potrošnje energije, što je ključna i opća značajka projekta.

#### *Integracija projekta s mrežom javnog prijevoza*

Bolnica je povezana s dostupnom mrežom autobusnih linija, što pomaže u sprečavanju i smanjenju emisija CO<sub>2</sub> iz privatnih putovanja. Opcija 2 odabrana je za implementaciju jer se nalazi u neposrednoj blizini autobusne linije br. 83, a osim toga, na oko 10 minuta hoda postoji tramvajsko stajalište za linije 9 i 11 te biciklistička staza povezana s gradskom biciklističkom mrežom. Takva lokacija olakšava pristup bolnici alternativnim načinima prijevoza, tj. javnim prijevozom i biciklom. Može se pretpostaviti da će i oni koji su korisnici usluga bolnice, posebno ambulantne skrbi, osobe koje posjećuju bolničke pacijente i osoblje imati koristi od integracije.

#### *Tehničke mjere za ublažavanje klimatskih promjena*

- Rasvjeta: korištenje LED tehnologija za unutarnju i vanjsku rasvjetu.
- Grijanje:
  - ✓ Ugradnja ventilacijskih jedinica s izmjenjivačem topline s visokoučinkovitom rekuperacijom otpadnog zraka.
  - ✓ Ugradnja ventilacijskih jedinica s pretvaračima kako bi se ventilacija prilagodila sadašnjoj potražnji, čime se smanjuje potrošnja električne energije.
  - ✓ Povrat topline iz kompresora: toplina odvojena tijekom rada kompresora omogućuje prethodno zagrijavanje tople vode kako bi se smanjila potreba za energijom. Alternativno, toplina se može povratiti pomoću kompresorske stanice za zrak.
- Ventilacijski sustavi koji služe npr. u prostorijama za sastanke i učionicama: ugradnja CO<sub>2</sub> senzora za prilagodbu količine zraka trenutačnoj potražnji.

- Rad uređaja blokira proširenje dopuštene relativne vlažnosti u rasponu od 35 do 55 %, a temperaturno ograničenje od 20 – 27 °C vjerojatno će dovesti do smanjenja potrošnje energije i troškova energije.
- Izmjenjivači topline za oporavak topline koji će se koristiti za prethodno zagrijavanje tople vode.
- Hladnjaci za led imaju funkciju slobodnog hlađenja.
- Usvajanje nacrtu sustava upravljanja zgradama (BMS), u kojem se integriraju sustavi hlađenja i grijanja kako bi se stvorila udobnost u prostorijama. Za pojedinačne ili skupine prostorija BMS će navesti postavljenu temperaturu i način grijanja u kojem je prostor postavljen (tj. udobnost/prijelazni/ekonomski).
- Pametno mjerenje rashladnih i toplinskih instalacija kako bi se smanjila potrošnja električne energije.
- U studiji izvedivosti ocijenjena je moguća upotreba toplinskih crpki, koje nisu instalirane zbog skupoće, čija isplativost bi trajala prekomjerni broj godina.

#### Izračun emisije stakleničkih plinova (GHG)

Općenito, nacrt zgrade dovodi do niske potražnje za obnovljivom primarnom energijom za grijanje, ventilaciju, hlađenje, toplu vodu i rasvjetu. Prema studiji izvedivosti očekuje se da će za projekt biti potrebno 256,3 kWh/m<sup>2</sup>/godina, što je ispod nacionalnog praga utvrđenog zakonodavstvom za tu vrstu zgrada, kojim se provodi Direktiva 2010/31/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 19. svibnja 2010. o energetskej učinkovitosti zgrada.

Očekuje se da će obnovljivi izvori energije (kao što su postavljanje fotonaponskih ploča, ugradnja toplinskih crpki i pristup opskrbi zelenom električnom energijom) pridonijeti godišnjoj ukupnoj potražnji za energijom za 9,9 %, što proizlazi iz prethodno ukratko razrađenih energetskej mjera.

Ugljični otisak primjenjuje se kako bi se kvantificirao učinak projekta na emisije stakleničkih plinova. U okviru projekta korištena je metodologija Europske investicijske banke (EIB), što rezultira povećanim otiskom emisija stakleničkih plinova, za što se u studiji slučaja navode sljedeće:

- Tijekom rada ne očekuje se da će se projektom ispustiti izravne emisije iz opsega 1. Jedini mogući izvor emisija opsega 1 jest uporaba generatora električne energije u nuždi, za koje se očekuje da će se povremeno pojaviti u slučaju prekida napajanja.
- Velika većina emisija bit će neizravne emisije iz opsega 2 iz kupnje toplinske i električne energije.
- Podnositelj zahtjeva smatra da su neizravne emisije opsega 3 praktički zanemarive, pa nisu izračunate. Prema mišljenju podnositelja zahtjeva, lokacija projekta u središtu grada i povezanost s mrežom javnog prijevoza neće dovesti do velikog broja putovanja za ljude i nabavu materijala jer će nova bolnica imati samo jednu lokaciju, u usporedbi s nekoliko lokacija u scenariju bez projekta. Stoga se u načelu očekuje smanjenje emisija iz opsega 3. Čak i ako se JASPERS ne slaže u potpunosti s tim stajalištem, ta studija slučaja ostaje relevantna jer predstavlja donesenu metodologiju.

Za izračun početnih emisija uzima se u obzir postojeća godišnja potrošnja električne i toplinske energije (scenarij bez projekta). Apsolutne emisije (Ab) procjenjuju se na temelju očekivane godišnje potrošnje električne i toplinske energije (scenarij s projektom). Relativne emisije (Re) izračunavaju se kao razlika između



Ab i Be.

### Potrošnja električne energije

Scenarij bez projekta na više lokacija zahtijeva sljedeću količinu električne energije:

Lokacija	Električna energija (kWh)	Zapažanja
Lokacija 1	899,545	Srednji napon
Lokacija 2	224,567	Srednji napon
Web-mjesto 3	272,000	postrojenje na mrežni pogon

Prema energetske svojstvima nove zgrade očekivana krajnja potrošnja električne energije (= scenarij s projektom) iznosit će 2 423 709,3 kWh/god, a napajat će se srednje naponskom mrežom.

U tablici A1.3. metodologije EIB-a (verzija 11.3, siječanj 2023.) za Hrvatsku navodi se ekvivalent CO<sub>2</sub> emisijskog faktora po 1 kWh potrošene električne energije koju isporučuje nacionalna mreža. Vrijednosti se iskazuju upotrebom emisijskog faktora Hrvatske kako bi se studija slučaja što je više moguće približila stvarnom slučaju u Hrvatskoj:

- 175 gCO<sub>2</sub>/kWh: srednje naponsko napajanje
- 168 gCO<sub>2</sub>/kWh: kombinirana marža poduzeća za proizvodnju električne energije/potrošnja električne energije

Treba napomenuti da bi se, ako je vrsta električne energije nepoznata (tj. niskog, srednjeg napona), mogla upotrijebiti kombinirana marža poduzeća za proizvodnju električne energije/potrošnja električne energije iz tablice A1.3. EIB-ovih metodologija za mjerenje ugljičnog otiska.

Osnovne emisije za potražnju za električnom energijom:

$$BE_{EL} = (899,545 + 224,567 \text{ kWh potrošenih}) * \text{emisijski faktor električne energije } 175 + 272,000 \text{ potrošenih kWh} * \text{faktor emisije električne energije (kombinirana marža) } 168 = 242\,415\,600 \text{ g/god} = 242.42 \text{ tCO}_2/\text{godina}$$

Apsolutne emisije za potražnju za električnom energijom:

$$AB_{EL} = 2\,423\,709,3 \text{ kWh za potrošnju} * \text{emisijski faktor električne energije } 175 = 424,149,127,5 \text{ gCO}_2/\text{godina} = 424.15 \text{ tCO}_2/\text{godina}$$

### Potrošnja topline

Postojeće objekte (scenarij bez projekta) na lokaciji 1, lokaciji 2 i lokaciji 3 opskrbljuje mreža centralnog grijanja kojom upravlja treće poduzeće za centralno grijanje. U 2017. godini potrošnja toplinske energije iznosila je:

- 6 496,60 GJ – lokacija na lokaciji 1
- 2,563,90 GJ – lokacija na lokaciji 2 i lokaciji 3

Ukupna potrošnja toplinske energije stoga iznosi 9,060,5 GJ.

Potrošnja prirodnog plina u postojećim prostorima u 2017. godini iznosi 98,655 m<sup>3</sup> bez uzimanja u obzir gubitaka u transportu.

U skladu s tablicom metodologije EIB-a A1.1 izgaranjem 1 m<sup>3</sup> prirodnog plina stvara se 1,9 kg CO<sub>2</sub> (s 1 tonom = 1 000 kg) ili 1 TJ prirodnog plina stvara 55,874 kg CO<sub>2</sub> (ili 55.874 kgCO<sub>2</sub>/GJ).

Scenarij projekta zagrijat će se mrežom centraliziranog grijanja. Procijenjena konačna potrošnja topline ovog postrojenja, prema procijenjenim značajkama energetske učinkovitosti projekta, iznosit će 2 879 850,6 kWh/god, što bi odgovaralo 10 367,38 GJ (1 GJ = 277,78 kWh).

Izvori energije na ovoj mreži su kogeneracijske jedinice kojima upravlja poduzeće za centralno grijanje. Prema svojoj internetskoj stranici, društvo je proizvelo svoju energiju na temelju spaljivanja prirodnog plina.

Potrebno je uzeti u obzir gubitke energije duž mreže i u ovoj se studiji pretpostavlja da iznose 12 %. U primjeru se smatra da učinkovitost prijenosa u mreži centraliziranoga grijanja iznosi 86,7 %.

Stoga se početne i apsolutne emisije (toplina) izračunavaju na sljedeći način:

Osnovne emisije (toplina):

$$Be_{TH} = 9,060,5 \text{ (GJ topline potrošene 2017.} * 100/88 \text{ (uzimajući u obzir 12 \% gubitaka u mreži) } * 100/86,7 \text{ (učinkovitost proizvodnje topline) } * 55,874 \text{ (kgCO}_2\text{/GJ emisijski faktor za plin)/1000 (faktor konverzije za dobivanje tone CO}_2\text{) } + 98,655 \text{ m}^3 \text{ (plin potrošen 2017.) } * (1,9/1,000 \text{ (faktor konverzije, m}^3 \text{ do t) } = 851 \text{ tCO}_2\text{/godina}$$

Apsolutne emisije (toplina):

$$AB_{TH} = 10,367,38 \text{ (procijenjeni GJ topline za potrošnju/godina) } * 100/88 \text{ (uzimajući u obzir 12 \% gubitaka u mreži) } * (100/86,7 \text{ Učinkovitost proizvodnje topline) } * 55,874 \text{ (kgCO}_2\text{/ GJ}$$

emisijski faktor za plin)/1000 (faktor konverzije za dobivanje tone CO<sub>2</sub>) =759.24 tCO<sub>2</sub>/godina

Ukupne početne i apsolutne emisije su (toplina + potrošnja električne energije – samo emisije iz opsega 2.):

$$BE = BE_{EL} + BE_{TH} = 242.42 \text{ tCO}_2/\text{godina} + 851,0 \text{ tCO}_2/\text{godina} = 093.42 \text{ tCO}_2/\text{godina}$$

$$AB = AB_{EL} + AB_{TH} = 424.15 \text{ tCO}_2/\text{godina} + 759.24 \text{ tCO}_2/\text{godina} = 1,183.39 \text{ tCO}_2/\text{godina}$$

Relativne emisije su:

$$Re = Ab - Be = 183.39 \text{ tCO}_2/\text{godina} - 093.42 \text{ tCO}_2/\text{godina} = 89,97 \text{ tCO}_2/\text{godina}$$

Relativne emisije projekta imaju pozitivnu vrijednost, ali treba napomenuti da će nova bolnica biti mnogo veća od postojećih objekata, što iznosi 35.923 m<sup>2</sup> u odnosu na 16.616 m<sup>2</sup>. Prosječni CO<sub>2</sub> po površini godišnje za dva scenarija je:

- Alternativa bez projekta:  $1,093.42 \text{ tCO}_2/\text{y}/16,616 \text{ m}^2 = 0,0658 \text{ tCO}_2/\text{m}^2$  godišnje
- Alternativa s projektom:  $1,183.39 \text{ (tCO}_2/\text{y})/35,923 \text{ m}^2 = 0,0329 \text{ tCO}_2/\text{m}^2$  godišnje

Intenzitet emisija stakleničkih plinova s projektom je oko 50 % niži od intenziteta emisija stakleničkih plinova u okviru alternative bez projekta.

### Zaključci – Naučene lekcije

Studija slučaja pokazuje da tržište danas stavlja na raspolaganje niz tehničkih mjera koje su postale aktualne i učinkovite za smanjenje budućih emisija CO<sub>2</sub> u građevinskim projektima. Stoga se smanjenje budućih emisija uglavnom smatra pitanjem odgovarajućeg arhitektonskog planiranja velikih zgrada. Budući da će se nekoliko velikih zgrada, kao što su bolnice, sveučilišta ili istraživački centri, proširiti kao ponavljajući slučaj, moгуće je da će njihove buduće relativne emisije biti pozitivne, što je prihvatljivo samo pod uvjetom da se zadrži potrošnja energije/m<sup>2</sup>/godišnje unutar maksimalnih vrijednosti utvrđenih nacionalnim zakonodavstvom, a u svakom slučaju da se smanje buduća količina po površini CO<sub>2</sub> u odnosu na alternativu bez projekta.

## Prilog 2.2.2. Procjena ugljičnog otiska fotonaponskog parka

Projekt obuhvaća projektiranje, izgradnju i rad fotonaponskog (PV) parka u Hrvatskoj, ukupne nazivne snage 10 MWp. Očekuje se da će godišnja proizvodnja električne energije u projektu iznositi 13,2 GWh godišnje.

U skladu s tablicom 1. ovog vodiča za projekte u području energije iz obnovljivih izvora obično će biti potrebna procjena ugljičnog otiska jer istiskuju električnu energiju iz nacionalne mreže i mogu dovesti do znatnih ušteda stakleničkih plinova, ovisno o veličini projekta.

Procjena ugljičnog otiska provest će se u skladu s EIB-ovom metodologijom za ugljični otisak (verzija iz siječnja 2023.), a bit će potrebno procijeniti i apsolutne i relativne emisije stakleničkih plinova za tipičnu godinu provedbe projekta.

Apsolutne emisije ovog fotonaponskog projekta iznose nula jer projekt uključuje proizvodnju energije iz solarne energije i ne očekuju se emisije stakleničkih plinova tijekom faze rada:

$$\text{Apsolutne emisije (Ab)} = 0 \text{ t CO}_2\text{e/godina}$$

Električna energija proizvedena u fotonaponskom parku zamijenit će jednaku količinu električne energije iz hrvatske mreže proizvedenu u različitim elektranama. To će biti polazna vrijednost za projekt, a procjena emisija za polaznu vrijednost provest će se upotrebom emisijskih faktora iz mreže za Poljsku u tablici A1.3 EIB-ove metodologije za ugljični otisak (vidjeti tablicu u Prilogu 2.2.1.). Vrijednost koja će se upotrijebiti za faktor emisije mreže jest kombinirana marža za proizvodnju električne energije s prekidima koja iznosi  $247 \text{ g CO}_2\text{e/kWh} = 247 \text{ t CO}_2\text{e/GWh}$

$$\text{Početne emisije (Be)} = \text{proizvedena električna energija} * \text{faktor emisija mreže} = 13,2 \text{ GWh/god} * 247 \text{ t CO}_2\text{e/GWh}/1000 \text{ (pretvorba tona u kt)} = 3,2 \text{ t CO}_2\text{e/godina}$$

$$\begin{aligned} \text{Relativne emisije (Re)} &= \text{Apsolutne emisije (Ab)} - \text{početne emisije (Be)} \\ &= 0 \text{ t CO}_2\text{e/godina} - 3,260 \text{ t CO}_2\text{e/godina} = -3,260 \text{ t CO}_2\text{e/godina} \end{aligned}$$

Negativna vrijednost relativnih emisija pokazuje da projekt dovodi do ušteda stakleničkih plinova u odnosu na polaznu vrijednost. Apsolutne i relativne emisije ispod su praga od 20.000 tona CO<sub>2</sub>e godišnje, stoga nije potrebno da se u ovom projektu nastavi s monetizacijom emisija stakleničkih

plinova u analizama troškova, koristi i opcija te provjerom usklađenosti s ciljevima smanjenja emisija stakleničkih plinova za 2030. i 2050.

## Prilog 2.3. Studije slučaja za otpornost na klimatske promjene

### Prilog 2.3.1. Procjena otpornosti na klimatske promjene za veliki građevinski projekt (bolnica)

#### Opis projekta

Projekt se sastoji od izgradnje i opremanja nove bolničke zgrade unutar velikog bolničkog kompleksa koji obuhvaća 400 000 stanovnika. Bolnički kompleks smješten je u gradskom urbanom području udaljenom od mora. Procjena otpornosti na klimatske promjene temeljila se na zahtjevima iz Tehničkih smjernica Europske komisije za prilagodbu klimatskim promjenama iz 2021., koje su se pak temeljile na prethodnim „Smjernicama za neslužbene dokumente za voditelje projekata: učiniti ranjiva ulaganja otpornima na klimatske promjene”.

Projekt koji se upotrebljava za procjenu [JASPERS-ov popis opasnosti od klimatskih promjena](#), ali na sličan se način mogao upotrijebiti popis klimatskih opasnosti iz [delegiranog akta EU-a o taksonomiji klimatski održivih djelatnosti](#).

Procjenom su obuhvaćene četiri takozvane „ključne teme” koje zahtijevaju Tehničke smjernice, kao što su imovina i postupci na licu mjesta (bolnička zgrada i zdravstvene usluge koje pružaju različiti odjeli), ulazni materijali (voda, energija, medicinska oprema i zalihe, drugi), rezultati projekta i prometne veze.

#### **Faza 1. – Prethodna provjera/screening**

##### Analiza osjetljivosti

Osjetljivost je zamišljena kao mogućnost utjecaja klimatskih rizika na projekt, bez obzira na njegovu lokaciju, a time i izloženost tim rizicima, dakle, to ovisi o prirodi projekta. Za analizu osjetljivosti dodijeljena je ocjena „visoka”, „srednja”, „niska” ili „bez osjetljivosti” za svaku vrstu projekta i teme na temelju svake klimatske varijable:

- Visoka osjetljivost: klimatski rizik može znatno utjecati na imovinu i procese, ulazne resurse, izlazne proizvode i veze/povezanosti s prometnim sustavom.
- Srednja osjetljivost: klimatski rizik može imati neznatan učinak na imovinu i procese, ulazne resurse, izlazne proizvode i veze/povezanosti s prometnim sustavom.
- Niska osjetljivost: klimatski rizik može imati vrlo mali utjecaj na imovinu i procese, ulazne resurse, izlazne proizvode i veze/povezanosti s prometnim sustavom.
- Nema osjetljivosti: klimatski rizik nema utjecaja.

Naglasak je bio na utvrđivanju osjetljivosti projekta na klimatske opasnosti za svaku od četiri teme.

Na primjer, smanjenje prosječnih sezonskih oborina moglo bi utjecati na vodoopskrbu bolnice (imovine), ali malo utjecati na važne prometne veze.

Rezultati analize osjetljivosti prikazani su u tablici u nastavku.

Tablica 8. Matrica osjetljivosti za bolnički projekt

<b>KLIMATSKI RIZICI</b>	Imovina i postupci	Ulazni materijali (voda, energija, ostalo)	Rezultati (proizvodi, liječeni pacijenti)	Prometne veze
Prosječno povećanje temperature (zrak)				
Povećanje ekstremnih temperatura (zraka)				
Promjena srednje količine oborine				
Promjena ekstremnih oborina				
Prosječna brzina vjetra				
Najveća brzina vjetra				
Vlaga				
Sunčevo zračenje				
Visina razine mora				
Temperatura vode				
Dostupnost vode				
Oluje				
Poplave				
pH oceana				
Nanosi pustinjske prašine				
Erozija obale				
Erozija tla				
Salinitet tla				
Šumski požari				
Kvaliteta zraka				
Stabilnost tla/odroni tla				
Toplinski valovi i efekt urbanog toplinskog otoka				

<b>Visoka</b>	<b>Srednja</b>	<b>Nisko</b>	<b>Nije osjetljiva</b>
---------------	----------------	--------------	------------------------

U projektu su predstavljeni:

- Visoka osjetljivost na visoke temperature, ekstremne oborine i maksimalnu brzinu vjetra (svi utječu na imovinu na licu mjesta, procese, ulazne materijale i prometne veze), dostupnost vode (utječu na imovinu, procese i ulazne elemente na licu mjesta), oluje (koje utječu na imovinu na licu mjesta, procese, ulazne elemente i prometne veze), poplave (utječu na imovinu na licu mjesta i prometne veze), stabilnost tla/odron tla (utječu na imovinu na licu mjesta i prometne veze) i toplinske valove (utječu na procese i ulazne podatke).
- Srednja osjetljivost na prosječnu temperaturu, vlagu, sunčevo zračenje, prašinu iz pustinje (sve to utječe na imovinu, procese i ulaze na licu mjesta).

#### Analiza izloženosti

Nakon analize osjetljivosti sljedeći je korak procjena izloženosti lokacije projekta svakoj klimatskoj opasnosti. Izloženost bi se trebala procijeniti s obzirom na trenutačnu i buduću klimu na lokaciji projekta, a odnosi se na određeni zemljopisni položaj tijekom vremena, bez obzira na prisutnost bilo kojeg projekta.

Podaci specifični za lokaciju dobiveni su iz nacionalnih klimatskih projekcija. Oni su upotrijebljeni u procjeni zajedno s podacima o klimi iz EU-a i nacionalnih izvora kao što su Copernicus, Peto izvješće o procjeni Međuvladinog panela Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama (AR5) i Izvješće za 2021. o učincima i rizicima od klimatskih promjena. U procjeni bi se općenito trebali upotrebljavati samo podaci iz službenih tijela, kao što su nacionalne agencije/agencija EU-a, ministarstva, sveučilišta, projekti EU-a, međunarodna tijela itd. Procjena je obuhvaćala cijeli životni vijek projekta. Razmatrani su sljedeći referentni vremenski okviri:

- 1971. – 2020. – povijesni
- 2021. – 2040. – kratkoročni
- 2041. – 2070. – srednjoročni i
- 2071. – 2100. – dugoročni, doneseni za procjenu buduće izloženosti.

Uzimajući u obzir sve te aspekte i na temelju informacija dobivenih iz različitih izvora podataka, procjena izloženosti provedena je za trenutačne i buduće klimatske uvjete pomoću matrice od četiri vrijednosti: nema izloženosti, niska izloženost, srednja izloženost, visoka izloženost. Tablica 9. prikazuje buduću izloženost lokacije projekta klimatskim rizicima te je izrađena slična tablica za trenutačnu izloženost.



Tablica 9. Procjena buduće izloženosti lokacije projekta

KLIMATSKI RIZICI	BUDUĆA IZLOŽENOST			
	Nema izloženosti	Niska izloženost	Srednja izloženost	Visoka izloženost
Prosječno povećanje temperature (zrak)			X	
Povećanje ekstremnih temperatura (zraka)				X
Promjena srednje količine oborine			X	
Promjena ekstremnih oborina				X
Prosječna brzina vjetra		X		
Najveća brzina vjetra		X		
Vlaga	X			
Sunčevo zračenje			X	
Visina razine mora	X			
Temperatura vode	X			
Dostupnost vode				X
Oluje			X	
Poplave			X	
pH oceana	X			
Nanosi pustinjske prašine	X			
Erozija obale	X			
Erozija tla	X			
Salinitet tla	X			
Šumski požari	X			
Kvaliteta zraka				X
Stabilnost tla/odroni tla	X			
Toplinski valovi i efekt urbanog toplinskog otoka				X
Trajanje vegetacijskog razdoblja, fenološke promjene i propadanje nekih vrsta vegetacije		X		

Razina izloženosti

Nema izloženosti	
Niska izloženost	
Srednja izloženost	
Visoka izloženost	

Kad je riječ o izloženosti, u skladu s klimatskim podacima i klimatskim projekcijama, projekt je:

- trenutačno srednje izložen prosječnim i ekstremnim temperaturama, prosječnim i ekstremnim padalinama, sunčevom zračenju i poplavama.
- trenutačno visoko izloženo dostupnosti vode, kvaliteti zraka, toplinskim valovima i efektu toplinskog otoka.
- buduće srednje izložen prosječnim temperaturama, prosječnim padalinama, sunčevom zračenju, olujama i poplavama.
- buduće visoko izložen ekstremnim temperaturama i oborinama, raspoloživost vode, kvaliteta zraka i učinak toplinskog otoka.

#### Analiza ranjivosti

Ranjivost se procjenjuje množenjem izloženosti s osjetljivošću. Njome su obuhvaćene sve klimatske opasnosti u svim temama svakog projekta, a ne projekt u cjelini, s obzirom na sadašnje i buduće klimatske uvjete.

Procjena osjetljivosti prikazana je pomoću jednostavne matrice (vidjeti tablicu u nastavku).

Tablica 10. Matrica ranjivosti upotrijebljena za ocjenjivanje

		Izloženost			
		Nema izloženosti	Niska	Srednja	Visoka
Osjetljivost	Nije osjetljivo				
	Nisko				
	Srednja				
	Visoka				

Razina ranjivosti	
Bez ranjivosti	
Nisko	
Srednja	
Visoka	

Tablica 11. Izvadak matrice ranjivosti trenutačnih klimatskih uvjeta za projekt

<b>KLIMATSKI RIZICI</b>	<b>Trenutačna ranjivost</b>	<b>Buduća ranjivost</b>
Prosječno povećanje temperature (zrak)	Srednja	Visoka
Povećanje ekstremnih temperatura (zraka)	Visoka	Visoka
Promjena srednje količine oborine	Visoka	Visoka
Promjena ekstremnih oborina	Visoka	Visoka
Prosječna brzina vjetra	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Najveća brzina vjetra	Srednja	Srednja
Vlaga	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Sunčevo zračenje	Srednja	Srednja
Visina razine mora	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Temperatura vode	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Dostupnost vode	Visoka	Visoka
Oluje	Srednja	Visoka
Poplave	Visoka	Visoka
pH oceana	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Nanosi pustinjske prašine	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Erozija obale	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Erozija tla	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Salinitet tla	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Šumski požari	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Kvaliteta zraka	Visoka	Visoka
Stabilnost tla/odroni tla	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti
Toplinski valovi i efekt urbanog toplinskog otoka	Visoka	Visoka
Trajanje vegetacijskog razdoblja, fenološke promjene i propadanje nekih vrsta vegetacije	Bez ranjivosti	Bez ranjivosti

### Trenutni klimatski uvjeti

- Srednja osjetljivost na prosječnu temperaturu zraka i maksimalnu brzinu vjetra, sunčevo zračenje, oluje.
- Visoka osjetljivost na ekstremne temperature, toplinske valove, efekt toplinskog otoka, padaline, uključujući njihove promjene, dostupnost vode, poplave i kvalitetu zraka.

### Budući klimatski uvjeti

- Srednja osjetljivost na maksimalnu brzinu vjetra, sunčevo zračenje.
- Visoka osjetljivost na povećanje prosječnih i ekstremnih temperatura, učinak toplinskog otoka, prosječne i ekstremne kiše, dostupnost vode, oluje, poplave i kvalitetu zraka.

### **Faza – Detaljna analiza: Vjerojatnost, učinci i procjena rizika**

Analiza rizika provodi se na temelju rezultata procjene ranjivosti množenjem vjerojatnosti s učinkom. Za rizike u kojima nije bilo ranjivosti ili je bila niska detaljna analiza nije bila potrebna. Analiza rizika provodi se samo za rizike sa srednjom ili visokom osjetljivošću. Procjenom se olakšava postupak studije uzročno-posljedičnih učinaka između prijetnje klimatskim promjenama i uspješnosti projekta. Mogu se provesti kvalitativne analize (ukupna procjena rizika), utemeljene na stručnoj prosudbi, te kvantitativne ili polukvantitativne analize (detaljna procjena rizika), koje uključuju određeno numeričko modeliranje.

### Analiza vjerojatnosti

Za određeni projekt provedena je kvalitativna analiza vjerojatnosti na temelju mišljenja stručnjaka. Za procjenu vjerojatnosti korištena je sljedeća ljestvica.

Tablica 12. Ljestvica korištena za procjenu vjerojatnosti pojave

Razina vjerojatnosti					
	1	2	3	4	5
	Rijetko	Malo vjerojatno	Moguće	Vjerojatno	Gotovo izvjesno
Značenje	Malo je vjerojatno da će se pojaviti	S obzirom na trenutačne prakse i postupke, nije vjerojatno da će se ta pojava pojaviti	Incident se dogodio u obližnjoj zemlji/okolišu	Incident će se vjerojatno dogoditi	Vrlo je vjerojatno da će se incident dogoditi, možda nekoliko puta
	o				
Značenje	5 % godišnje vjerojatnosti pojavljivanja	20 % godišnje vjerojatnosti pojavljivanja	50 % godišnje vjerojatnosti pojavljivanja	80 % godišnje vjerojatnosti pojavljivanja	95 % godišnje vjerojatnosti pojavljivanja

U sljedećoj tablici prikazana je analiza vjerojatnosti za trenutačnu klimu, a slična je izrađena za buduću klimu.

Tablica 13. Analiza vjerojatnosti trenutačnih klimatskih uvjeta

	Razina vjerojatnosti				
	1	2	3	4	5
	Rijetko	Malo vjerojatno	Moguće	Vjerojatno	Gotovo izvjesno
Povećanje prosječne temperature				X	
Porast ekstremnih temperatura				X	
Toplinski valovi				X	
Povećanje učinka urbanog toplinskog otoka				X	
Smanjenje prosječne količine oborina				X	
Povećanje ekstremnih padalina				X	
Povećanje oluja			X		
Povećanje poplava	X				
Smanjenje dostupnosti vode		X			
Olujni i jaki udari vjetra		X			
Pogoršanje kvalitete zraka				X	

#### Analiza utjecaja

Analizom utjecaja razmatra se razmjer utjecaja na projekt i druga rizična područja ako dođe do opasnosti od klimatskih promjena. To je ocijenjeno na ljestvici utjecaja po opasnosti. Za ovaj bolnički projekt učinci su analizirani u sljedećim rizičnim područjima koja mogu biti pogođena:

- Oštećenje imovine/inženjerske/operativne aktivnosti. Učinci na zgradu bolnice ili fizičke objekte, kao i na provedenu aktivnost i opremu.
- Zdravlje i sigurnost. Povezane s toplinskom nelagodnom, nesrećama na radu i bolestima pogoršanim klimatskim prijetnjama.

- Okoliš. Šteta na okolišnim aspektima bolnice kao što su zelene površine, emisije u zraku itd.
- Društveni. Utjecaj na socijalne aspekte stanovništva.
- Financijski. Izravni ili neizravni učinci na gospodarske aktivnosti organizacije.
- Ugled. Utjecaj na ugled projekta.

Tablica 14. primjer je analize utjecaja rizika od ekstremne temperature u trenutačnim klimatskim uvjetima. Slična je procjena provedena za sve druge opasnosti za koje je utvrđeno da imaju srednju ili visoku osjetljivost. Tablica 15. predstavlja ljestvicu koja je upotrijebljena za procjenu razmjera utjecaja na različita rizična područja.

Tablica 14. Primjer analize utjecaja rizika od ekstremne temperature u trenutačnim klimatskim uvjetima

Rizik od porasta ekstremnih temperatura					
Područje	Težina ili opseg posljedica				
	1 Zanemariva	2 Manja	3 Umjerena	4 Velika	5 Katastrofalna
Šteta na imovini/inženjerska/operativna aktivnost		X			
Zdravlje i sigurnost			X		
Okoliš			X		
Društveni		X			
Financijski		X			
Ugled		X			
Konačna procjena vrijednosti			X		

Tablica 15. Ljestvica koja se koristi za procjenu ozbiljnosti/razmjera utjecaja

	Težina ili opseg posljedica				
	1	2	3	4	5
	Zanemariva	Manja	Umjerena	Velika	Katastrofalna
<b>ŠTETA NA IMOVINI/INŽENJERSKA/OPERATIVNA AKTIVNOST</b>	Minimalan učinak koji se može ublažiti uobičajenom aktivnošću	Događaj koji utječe na normalno funkcioniranje projekta, što dovodi do privremenih lokalnih učinaka	Veliki događaj koji zahtijeva upravljanje dodatnim mjerama, što dovodi do umjerenih učinaka	Događaj velikih razmjera koji zahtijeva izvanredno djelovanje koje dovodi do znatnih, raširenih ili dugoročnih učinaka	Katastrofe koje mogu dovesti do zatvaranja ili kolapsa bolnice/mreže, koje uzrokuju znatnu štetu i raširene dugoročne učinke
<b>ZDRAVLJE I SIGURNOST</b>	Toplinska nelagoda. Lakše pružanje prve pomoći	Manja ozljeda koja može zahtijevati liječenje, ali bez odsustva s posla	Teške ozljede ili slučajevi koji dovode do odsutnosti s posla. Pogoršanje patologija	Teške ili višestruke ozljede, trajna oštećenja ili invaliditet. Pogoršanje patologija koje mogu dovesti do prerane smrti	Smrt jedne ili više osoba
<b>OKOLIŠ</b>	Nema utjecaja na sadašnje okruženje. Nisu potrebne mjere oporavka	Lokalizirani utjecaj na području bolnice. Oporavak kraći od mjesec dana od utjecaja	Umjeren učinak s mogućim dugoročnijim učinkom. Oporavak do jedne godine	Značajan lokalni učinak, oporavak od više od jedne godine. Nepoštovanje propisa o zaštiti okoliša	Znatna šteta sa širokim učinkom, oporavak dulji od jedne godine, ograničeni scenarij oporavka
<b>DRUŠTVENI</b>	Nema utjecaja na društvo	Privremeni lokalni socijalni učinci	Dugoročni lokalni socijalni učinci	Nemogućnost zaštite siromašnih ili ranjivih skupina, dugoročni socijalni učinci na nacionalnoj razini	Gubitak dozvole za rad. Prosvjedi u zajednici

<b>FINANCIJSKI</b>	Nema utjecaja na promet imovine	Utjecaj na promet koji se može lako vratiti	Znatan utjecaj na promet, ali kojim se može upravljati	Znatan utjecaj na promet, koji je teško promijeniti	Velik utjecaj na promet, uključujući mogućnost zatvaranja imovine
<b>UGLED</b>	Privremeni lokalni utjecaj na javno mnijenje	Kratkoročni učinak na javno mnijenje	Dugoročni lokalni utjecaj na javno mnijenje s nepovoljnim medijskim izvješćivanjem	Dugoročni nacionalni utjecaj na javno mnijenje. Negativna pokrivenost u nacionalnim medijima	Dugoročni nacionalni učinak s potencijalom da utječe na stabilnost vlade



## Procjena rizika

Potencijalni rizik određen je kombinacijom vjerojatnosti i ozbiljnosti utjecaja s pomoću numeričke ljestvice prikazane u tablici 16., dok je izvadak iz matrice za procjenu rizika projekta prikazan u tablici 17.

Procjena rizika pokazala je da projekt ima sljedeće klimatske rizike:

- Vrlo visoki rizici: povećanje ekstremnih temperatura i toplinskih valova, smanjenje kvalitete zraka
- Visoki rizici: povećanje učinka urbanog toplinskog otoka, smanjenje prosječnih padalina, ekstremne količine oborina, smanjena dostupnost vode
- Srednji rizici: povećanje prosječne temperature, oluje i pogoršanje urbanih zelenih površina

Tablica 16. Ljestvica procjene rizika

	Vjerojatnost	Rijetka	Malo vjerojatna	Moguća	Vjerojatna	Gotovo izvjesna
Ozbiljnost utjecaja		1	2	3	4	5
Zanemariva	1	1	2	3	4	5
Manja	2	2	4	6	8	10
Umjerena	3	3	6	9	12	15
Velika	4	4	8	12	16	20
Katastrofalna	5	5	10	15	20	25

	Neznatan rizik
	Nizak rizik
	Srednji rizik
	Visok rizik
	Vrlo visok rizik

Tablica 17. Izvadak matrice procjene rizika projekta

Rizik	Osjetljivost na klimatske promjene		Ocjena rizika Trenutačni scenarij			Ocjena rizika prije prilagodbe Budući scenarij		
	Trenutačna	Buduća	L <sup>26</sup>	I <sup>27</sup>	R <sup>28</sup>	L	I	R
<i>Rizik od povećanja prosječne temperature</i>	<i>Srednja</i>	<i>Visoka</i>	4	2	8	5	2	10
<i>Rizik od porasta ekstremnih temperatura</i>	<i>Visoka</i>	<i>Visoka</i>	4	3	12	5	4	20
	<i>Visoka</i>	<i>Visoka</i>	4	3	12	5	4	20

<sup>26</sup> L: Vjerojatnost

<sup>27</sup> I.: Utjecaji

<sup>28</sup> Rizik: Rizik = Vjerojatnost x Utjecaj

Rizik	Osjetljivost na klimatske promjene		Ocjena rizika Trenutačni scenarij			Ocjena rizika prije prilagodbe Budući scenarij		
	Trenutačna	Buduća	L <sup>26</sup>	I <sup>27</sup>	R <sup>28</sup>	L	I	R
<i>Rizik od povećanih toplinskih</i>								
<i>Rizik od poplava</i>	<i>Visoka</i>	<i>Visoka</i>	1	2	2	2	3	6
<i>Rizik od povećanja učinka urbanog toplinskog otoka</i>	<i>Visoka</i>	<i>Visoka</i>	4	3	12	4	4	16
<i>Rizik od povećanja oluje</i>	<i>Srednja</i>	<i>Visoka</i>	3	2	6	3	3	9

### Mjere prilagodbe

Utvrđivanje relevantnih mjera prilagodbe smatra se najvažnijim korakom otpornosti na klimatske promjene. Njima se omogućuje da projekt prođe kroz klimatske opasnosti bez prekida usluga ili u slučaju ograničenog prekida te da se spriječi nestanak sredstava dodijeljenih za izgradnju projekta. Isto vrijedi i za sve troškove rekonstrukcije koji se smanjuju mjerama prilagodbe.

S obzirom na neizvjesnost u budućim predviđanjima opasnosti od klimatskih promjena, ključno je često utvrditi mjere prilagodbe (gdje je to moguće) koje će dobro funkcionirati u sadašnjim i budućim scenarijima. Takve se mjere nazivaju neupitnim ili ograničeno upitnim opcijama, a nastaju zbog općeg tehničkog napretka pa općenito ne podrazumijevaju dodatne troškove.

Mjere prilagodbe općenito su podijeljene u sljedeće dvije kategorije:

- Strukturne mjere (nazivaju se i tvrdim mjerama): fizička promjena u nacrtu projekta, uključujući njegovu lokaciju.
- Nestrukturne mjere (nazivaju se i mekim mjerama): uključuju različite načine rada i održavanja projekta uz klimatske opasnosti, plus praćenje tijekom rada projekta.

Primjeri mjera prilagodbe najbolje prakse utvrđeni su pregledom literature, ali i doprinosima stručnjaka iz radne skupine za ovu procjenu otpornosti na klimatske promjene. Cilj je bio utvrditi moguće opcije i odabrati najprikladnije, realistične mjere koje će se provesti i kojima se može osigurati provjera otpornosti projekta na klimatske promjene na troškovno učinkovit način. Mjera odabrana za projekt uključivala je strukturne i neobvezujuće mjere.

Strukturne mjere:

- Mjere termoizolacije za ovojnicu zgrade
- Mjere za sjenčanje sunca, uključujući fiksne i pokretne elemente
- Visokoučinkovito staklo radi smanjenja prijenosa topline
- Ugradnja niskoenergetskih svjetala (LED)
- Ugradnja klimatizacijskih uređaja
- Ugradnja zelenih površina i zelenih krovova
- Mjere za smanjenje potrošnje vode kao što su slavine za uštedu vode i tuš kabine, toaleti s dvostrukim ispiranjem, navodnjavanje kapanjem u zelenim površinama i zeleni krovovi

- Odvojena mreža za prikupljanje otpadnih voda i kišnice te odgovarajuća odvodnja za suočavanje s intenzivnim kišama
- Poboljšanje površinske odvodnje smanjenjem asfaltiranih površina i izgradnjom zelenih površina, tvrdih površina građenih bez žbuke
- Sustav za prikupljanje i skladištenje kišnice za suhu sezonu
- Program upravljanja vodama i praćenja voda

Nestrukturane mjere:

- Osposobljavanje i osviještenost o klimatskim promjenama, uključujući:
  - Vremenske prognostičke i simulacijske modele
  - Osposobljavanje i podizanje svijesti o upravljanju vodama
  - Osposobljavanje i podizanje svijesti o učincima visokih temperatura
- Program praćenja upravljanja vodama
- Održavanje i čišćenje infrastrukture, objekata i opreme

Tablica 18. predstavlja izvadak iz matrice za procjenu rizika prije i nakon provedbe mjera prilagodbe.

Tablica 18. Izvadak matrice za procjenu rizika projekta prije i nakon provedbe mjera prilagodbe

Rizik	Očekivani učinci	Upravljanje rizicima	Mjere za jačanje otpornosti na klimatske promjene	Ocjena rizika/ Budući scenarij bez mjera prilagodbe			Ocjena rizika/ Budući scenarij nakon mjera prilagodbe		
				L	I	R	L	I	R
Rizik od porasta ekstremnih temperatura	Povećanje potrošnje vode i energije	Smanjiti ozbiljnost očekivanog učinka	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Strukturne mjere za energetske učinkovitost i toplinsku izolaciju</li> <li>— Kupnja energetski učinkovite opreme</li> <li>— Zeleni krovovi</li> <li>— Kampanje za podizanje svijesti, osposobljavanje i dobre prakse</li> <li>— Održavanje i čišćenje infrastrukture,</li> </ul>						
	Toplinska nelagoda	Eliminirati/izbjegavati težinu unutarnje toplinske nelagode							
		Smanjiti težinu vanjske toplinske nelagode							
Negativni učinci na zdravlje	Minimiziranje ozbiljnosti očekivanog učinka			5	4	20	5	2	10

Rizik	Očekivani učinci	Upravljanje rizicima	Mjere za jačanje otpornosti na klimatske promjene	Ocjena rizika/ Budući scenarij bez mjera prilagodbe			Ocjena rizika/ Budući scenarij nakon mjera prilagodbe		
				L	I	R	L	I	R
			objekata i opreme						
Rizik od povećanja učinka urbanog toplinskog otoka	Povećanje potrošnje vode i energije	Smanjiti ozbiljnost očekivanog učinka	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Strukturne mjere za energetske učinkovitost i toplinsku izolaciju</li> <li>— Kupnja učinkovite opreme</li> <li>— Zeleni krovovi</li> <li>— Vanjska zelena područja</li> <li>— Održavanje i čišćenje infrastrukture, objekata i opreme</li> </ul>						
	Toplinska nelagoda	Eliminirati/izbjegavati težinu unutarnje toplinske nelagode							
		Smanjiti težinu vanjske toplinske nelagode							
Negativni učinci na zdravlje	Minimiziranje ozbiljnosti očekivanog učinka								
				4	4	16	4	2	8
Rizik od poplava	Oštećenje infrastrukture i imovine	Izbjegavati/smanjiti težinu očekivanog učinka	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Mreža odvojenog prikupljanja otpadnih voda i kišnice</li> <li>— Poboljšanje površinskog odvodnje</li> <li>— Izvan zelenih površina</li> <li>Kampanje za podizanje svijesti, osposobljavanje i dobre prakse</li> </ul>	2	3	6	2	2	4

## **Prilog 2.3.2. Procjena otpornosti na klimatske promjene za cestovni projekt**

### **Uvod**

Ovaj prilog sadrži kratku studiju slučaja hrvatskog cestovnog projekta koji je predmet studije procjene ranjivosti i rizika od klimatskih promjena (*eng. Climate Change Vulnerability and Risk Assessment study – CCVRA*).

Analiza, rezultati i odgovarajuće predložene mjere prilagodbe navedeni u nastavku specifični su za ovaj slučaj.

Slijedom toga, iako je ovaj predmet primjer kako bi se mogla provesti studija studije procjene ranjivosti i rizika od klimatskih promjena projekata hrvatskih cesta, valja napomenuti da je riječ o situaciji „od slučaja do slučaja“:

- Svaki projekt je drugačiji.
- Svaka lokacija projekta je drugačija.
- Jedinstveni odnos između određene lokacije i određenog projekta određuje rezultat studije ranjivosti i procjene rizika klimatskih promjena i utvrđene mjere.

Treba napomenuti da procjene provedene u ovoj studiji slučaja obilježuje određeni nedostatak pozadinskih podataka i alata kao što su:

- praćenje podataka o nezgodama uzrokovanih vremenom na hrvatskim cestama;
- detaljni, regionalni klimatski podaci i projekti;
- planska dokumentacija – regionalno planiranje prilagodbe klimatskim promjenama;
- hrvatski alati za mapiranje/simulaciju plavih točaka i GIS za klimu;
- opći kriteriji projektiranja cesta – hrvatski standardi.

Zbog toga se procjene svakako mogu poboljšati ponovnim razmatranjem informacija kako je navedeno.

Međutim, primijenjena načela valjana su i u skladu su sa smjernicama Europske komisije te se mogu prilagoditi drugim projektima Hrvatskih cesta.

### **Kratki opis projekta**

Studija slučaja odnosi se na izgradnju i rad državne ceste od približno 4 km zapadno od Zagreba (dalje u tekstu: Zagrebačka državna cesta). Cesta uključuje vijadukt i most preko rijeke. Cesta je namijenjena za dvosmjerni promet za sva vozila s dvosmjernom biciklističkom stazom, pješačkom stazom i zelenim pojasom.

### **Uvod u ranjivost klimatskih promjena i procjenu rizika (eng. Climate Change Vulnerability and Risk Assessment – CCVRA)**

Prilagodbom otpornosti na klimatske promjene nastoji se osigurati odgovarajuća razina otpornosti infrastrukture na učinke klimatskih promjena tijekom njezina očekivanog životnog vijeka. Procjena otpornosti na klimatske promjene pomaže u utvrđivanju znatnih klimatskih rizika za projekt i dio je osnove za utvrđivanje, ocjenjivanje i provedbu ciljanih mjera prilagodbe koje pak mogu pomoći u smanjenju rizika na prihvatljive razine.

Studija procjene ranjivosti i rizika od klimatskih promjena prikazana u nastavku temelji se na sljedećem:

- dokumentu [Tehničke smjernice za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021.– 2027.](#)<sup>29</sup>
- ovim smjernicama;
- informacijama o klimi – [DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod](#);
- Međuvladinom panelu o klimatskim promjenama (IPCC) – opće informacije;
- prilagodbi klimatskim promjenama: [Hrvatska – engleski \(europa.eu\)](#).

Studija procjene ranjivosti i rizika od klimatskih promjena (CCVRA) odnosi se na klimatske opasnosti koje se smatraju relevantnima za ovaj projekt. Te su opasnosti identificirane s [JASPERS-ova popisa opasnosti](#) (eng. *The Basics of Climate Change Adaptation, Vulnerability and Risk Assessment*) primjenom poznavanja lokalnih uvjeta i klime/očekivane klime u ovoj regiji Hrvatske.

Alternativno, mogao bi se upotrijebiti opći popis klimatskih opasnosti iz Delegirane Uredbe Komisije (EU) 2021/2139, kako je prikazano u nastavku (Tablica 22).

Tablica 19. Popis razmatranih klimatskih opasnosti

Klimatske opasnosti	Opis
Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	Promjene u učestalosti i intenzitetu razdoblja visokih temperatura, uključujući toplinske valove (razdoblja iznimno visokih maksimalnih i minimalnih temperatura)
Hladna razdoblja	Produljena razdoblja iznimno hladnih temperatura
Oštećenje zbog odmrzavanja	Ponovljeni ciklusi smrzavanja i odmrzavanja mogu uzrokovati naprezanje strukturnih elemenata izrađenih od betona ili kolnika
Prosječna promjena padalina	Trendovi tijekom vremena više ili manje padalina
Ekstremne oborine	Promjene u učestalosti i intenzitetu razdoblja intenzivnih oborina
Snijeg	Promjene u učestalosti i intenzitetu razdoblja padalina snijega
Poplave	Poplave rijeka
Magla	Kapljice vode zadržane u zraku koje smanjuju vidljivost
Najveća brzina vjetra	Povećanje maksimalne snage naleta vjetra
Oluje (lokacije i intenzitet)	Promjene u mjestu oluja, njihovoj frekvenciji i intenzitetu
Šumski požar	Neželjeni, neplanirani i štetni požari kao što su šumski požari i požari na grmlju i travnjacima
Nestabilnost tla/odroni/lavine	Nestabilnost tla: kretanje tla; klizište: kretanje mase stijena, otpada ili zemlje niz padinu pod izravnim utjecajem gravitacije, često s drugim uzrocima kao što su kiša, topljenje snijega, promjene u podzemnim vodama, ljudski poremećaji, među ostalim; lavine: brzi protok snijega niz nagnutu površinu

<sup>29</sup> Obavijest Komisije, Tehničke smjernice za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021.– 2027. (2021/C 373/01)

Tablica 20. Popis klimatskih opasnosti (prema Delegiranoj Uredbi EK-a o taksonomiji klimatski održivih djelatnosti)

Dodatak A: Klasifikacija klimatski povezanih opasnosti

	Vezani uz temperaturu	Vezani uz vjetar	Vezani uz vodu	Vezani uz čvrstu masu
Kronični	Promjenjiva temperatura (zrak, slatke vode, slane vode)	Promjenjivi obrasci vjetra	Promjenjivi obrasci i tipovi padalina	Obalna erozija
	Toplinski stres		Hidrološka varijabilnost padalina	Degradacija tla
	Temperaturna varijabilnost		Zakiseljavanje oceana	Erozija tla
	Topljenje permafrosta		Prodor slane vode	Soliflukcija
			Podizanje razine mora	
			Vodni stres	
Akutni	Toplinski val	Ciklon, uragan, tajfun	Suša	Lavina
	Hladni val/mraz	Oluja (uključujući mećavu, prašinu i pješčane oluje)	Jake oborine (kiša, tuča, snijeg/led)	Klizište
	Požar	Tornado	Poplava (obalna, fluvijalna, podzemne vode)	Slijeganje
			Izbijanja ledenjačkih jezera	

***Faza 1. – Provjera: Procjena osjetljivosti, izloženosti i osjetljivosti***

Prva faza provjere otpornosti na klimatske promjene jest **pregled**, kojim se nastoje utvrditi najrelevantnije klimatske opasnosti za projekt na planiranoj lokaciji. Sastoji se od tri koraka (slika:).

1. **Analiza osjetljivosti** – čiji je cilj utvrditi klimatske opasnosti koje su relevantne za određenu vrstu infrastrukture (državna cesta) neovisno o njezinoj lokaciji.
2. **Analiza izloženosti** – čiji je cilj utvrđivanje sadašnjih i očekivanih budućih klimatskih opasnosti na specifičnoj lokaciji (području zapadno od Zagreba).
3. **Analiza ranjivosti** – koja objedinjuje ishode prethodnih dvaju koraka (osjetljivost i izloženost) i određuje klimatske opasnosti koje su relevantne za projekt koji se procjenjuje, na temelju vrste infrastrukture i njezine lokacije.

Ako se tijekom probira utvrdi visoka ili srednja razina ranjivosti, bit će potrebna detaljnija analiza rizika. Nalaz detaljne analize pruža informacije za utvrđivanje potrebnih mjera prilagodbe<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> U tom je pogledu pristup usporediv s koracima procjene utjecaja na okoliš: procjena utjecaja na okoliš i cjelovita procjena utjecaja na okoliš, primjenom načela predostrožnosti. Ako rezultat analitičkog pregleda nije uvjerljiv (možda postoje znatni negativni učinci), potrebna je potpuna procjena utjecaja na okoliš.

Svrha je osigurati da projekt (infrastruktura i njezin rad/usluga) bude što otporniji na klimatske promjene. Stoga se preporučuje primjena predostrožnog pristupa pri ocjenjivanju.

### Analiza osjetljivosti

Ljestvica koja se koristi za procjenu osjetljivosti na klimatske opasnosti prikazana je u nastavku. Odnosi se na tipične dijelove cestovnog projekta:

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

U procjeni osjetljivosti cestovnog projekta uzimaju se<sup>31</sup> u obzir sljedeći aspekti:

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

Procjena osjetljivosti cestovnog projekta prikazana<sup>32</sup> je u tablici u nastavku.

<sup>31</sup> Razmotreni su glavni aspekti cestovnih projekata. Procjena projekta može uključivati različite aspekte, imajući na umu da su njome obuhvaćeni učinci na infrastrukturu i korisnike infrastrukture.

<sup>32</sup> Procjenu provode stručnjaci i može se odnositi na postojeće procjene kombinirane količine dokumentacije za prethodno ocijenjene cestovne projekte iz referentnih vrijednosti i priznatih izvora (međunarodni izvori: publikacije i projekti za prilagodbu klimatskim promjenama iz CEDR-a, PIARC-a, UNECE-a...)



Tablica 21. Tablica osjetljivosti za cestovni projekt

Klimatske opasnosti	Razina štete na infrastrukturi (materijalni gubici)	Rad/funkcionalnost infrastrukture i povezani gospodarski učinci (uključujući upravljanje te sudionike u cestovnom prometu s povezanim gospodarskim učincima)	Sveukupno
Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	<b>Srednja</b> Oštećenje kolnika; problemi s mostovima; oštećenje okolnog krajolika i vegetacije (sušenje) i povećana potreba za zalijevanjem; povećana opasnost od požara.	<b>Srednja</b> Poremećaji u prometu i zagušenje prometa, povećani zdravstveni i sigurnosni rizici, povećani troškovi održavanja	<b>Srednja</b>
Hladna razdoblja	<b>Srednja</b> Oštećenja kolnika, betonskih konstrukcija i elektromehaničke (E/M) opreme; nestabilnost nagiba i lomovi nasipa	<b>Niska</b> Povećani troškovi zimskog održavanja; povećani sigurnosni rizici za korisnike i operatere (npr. opasni uvjeti kolnika zbog leda); poremećaji u prometu i zagušenje prometa	<b>Srednja</b>
Oštećenje zbog odmrzavanja	<b>Srednja</b> Povećana nestabilnost nagiba i lomovi nasipa; oštećenje kolnika i betonskih konstrukcija	<b>Nisko</b> Povećano zimsko održavanje (tj. rupice, zamjene spojnice mostova, zamjene mostova); povezano prometno zagušenje i dostupnost prometne trake; povećani rizici za sigurnost korisnika	<b>Srednja</b>
Prosječna promjena padalina	<b>Srednja</b> Moguća oštećenja kolnika, drenažnih objekata i druge imovine, oštećenja okolnog krajolika i vegetacije (travni padina, drveće, grmlje itd.)	<b>Nisko</b> Povećani/smanjeni troškovi održavanja sustava odvodnje i okolnog krajolika i vegetacije, poremećaji u prometu	<b>Srednja</b>
Ekstremne oborine	<b>Visoka</b> Oštećenje kolnika i drugih cestovnih sredstava (zemlja, sustavi odvodnje, konstrukcije...), nedovoljna sposobnost	<b>Srednja</b> Opasni uvjeti kolnika, poremećaji u prometu i zagušenje, uključujući dugotrajno blokiranje ceste, povećani	<b>Visoka</b>

Klimatske opasnosti	Razina štete na infrastrukturi (materijalni gubici)	Rad/funkcionalnost infrastrukture i povezani gospodarski učinci (uključujući upravljanje te sudionike u cestovnom prometu s povezanim gospodarskim učincima)	Sveukupno
	odvodnje i/ili zadržavanja oborina, povećana nestabilnost nagiba/odroni klizišta, klizišta i/ili odroni stijena, čišćenje cesta i konstrukcija, poplavljanje pločnika, poplavljanje rijeka	zdravstveni i sigurnosni rizici za korisnike i operatere, opasni uvjeti površine kolnika (sklizavost) i smanjena vidljivost	
Snijeg	<b>Srednja</b> 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; elektromehaničke (E/M) opreme i drugih instalacija; promjena prirode i položaja rizika od lavina.	<b>Srednja</b> Povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i operatere cestovnog prometa zbog snijega i leda; poremećaji u prometu	<b>Srednja</b>
Poplave	<b>Visoka</b> Oštećenja cestovnih sredstava, mostova, erozije cestovne baze i nosača mostova, erozija na nosačima mostova, oštećenje znakova, rasvjete i elektromehaničke (E/M) opreme; povećan rizik za stabilnost paluba mostova; povećana nestabilnost nagiba i klizišta	<b>Visoka</b> Privremeno ili trajno nedostupne mreže i sredstva; zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i operatere cestovnog prometa, uključujući nesreće i oštećenja vozila; poremećaje u prometu i zagušenje prometa	<b>Visoka</b>
Magle	<b>Nisko</b> Šteta uzrokovana nesrećama	<b>Srednja</b> Smanjena vidljivost; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i operatere cestovnog prometa, uključujući nesreće i oštećenja vozila; smetnje u prometu i zagušenja; povećan smog	<b>Srednja</b>

Klimatske opasnosti	Razina štete na infrastrukturi (materijalni gubici)	Rad/funkcionalnost infrastrukture i povezani gospodarski učinci (uključujući upravljanje te sudionike u cestovnom prometu s povezanim gospodarskim učincima)	Sveukupno
Najveća brzina vjetra	<b>Srednja</b> Oštećenje infrastrukturne opreme (svjetla, znakovi itd.), ugrožena stabilnost mosta	<b>Srednja</b> Prepreke na cesti zbog padajućih predmeta, operativna ograničenja na izloženim lokacijama, povećani zdravstveni i sigurnosni rizici, padajući i leteći objekti; poremećaji u prometu i zagušenje prometa	<b>Srednja</b>
Oluje (lokacije i intenzitet)	<b>Srednja</b> Oštećenje infrastrukturne opreme (svjetla, znakovi itd.), ugrožena stabilnost mosta, oštećenje kolnika i drugih cestovnih sustava (zemljišta, drenažni sustavi, konstrukcije...)	<b>Srednja</b> Prepreke na cesti zbog padajućih predmeta, operativna ograničenja na izloženim lokacijama, povećani zdravstveni i sigurnosni rizici, padajući i leteći objekti; poremećaji u prometu i zagušenje prometa	<b>Srednja</b>
Šumski požar	<b>Srednja</b> Šteta na svim sredstvima cestovne infrastrukture (pločnik, oprema, građevine, okolni krajolik i vegetacija itd.); šteta na susjednom zemljištu ili drugoj imovini	<b>Srednja</b> Smanjena vidljivost; povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za sudionike u cestovnom prometu i operatere cestovnog prometa, uključujući nesreće i oštećenja vozila; poremećaji u prometu i zagušenje prometa	<b>Srednja</b>
Nestabilnost tla/odroni tla	<b>Visoka</b> Oštećenja nasipa i usjeka; ostala cestovna oprema oštećena zbog gore navedenog; povećan rizik od slijeganja ceste i slabljenja nosača za mostove	<b>Srednja</b> Povećani zdravstveni i sigurnosni rizici korisnika i operatera u cestovnom prometu, uključujući nesreće i oštećenja vozila; poremećaji u prometu i zagušenje prometa	<b>Visoka</b>

## Analiza izloženosti

U procjeni izloženosti uzima se u obzir trenutačna i očekivana buduća klima **na određenoj lokaciji projekta**.

Treba napomenuti da je to samo pregled analize izloženosti za ovu studiju slučaja bez uključivanja svih relevantnih pojedinosti o različitim klimatskim opasnostima koje bi bile uključene u stvarnu analizu stvarnog projekta.

Projekt (uključujući životni vijek) mora uključivati očekivana pitanja povezana s klimatskim promjenama kako bi se osigurala otpornost i otpornost tijekom cijelog životnog vijeka infrastrukture.

Za postojeći projekt cestovne infrastrukture u Zagrebu preporučuje se vremenski okvir od 50 do 75 godina, što znači da se u procjeni očekivane buduće izloženosti klimatskim promjenama uzima u obzir referentni vremenski okvir od 2075. do 2100.

Procjena se mora temeljiti na:

- ispravnim i pouzdanim podacima o trenutačnoj hrvatskoj klimi i budućim klimatskim prognozama za Hrvatsku;
- lokalnom znanju;
- iskustvu iz nedavnih klimatskih nezgoda.

Naglašava se da je za korisnost procjena ključno da su te informacije u najvećoj mogućoj mjeri specifične za lokaciju projekta (poticanje i regionalnih strategija prilagodbe).

Kratki, regionalizirani sažetak trenutačne klime, trendova i prognoza za Hrvatsku prikazan je u dodatku.

Glavni izvor informacija i podataka o hrvatskoj trenutnoj klimi su Hrvatski meteorološki i hidrološki zavod ([DHMZ](#)), [Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu](#) (NN 46/2020)<sup>33</sup> i Climate [ADAPT](#). Za hidrološke podatke glavni izvor je [Hidrografski institut Republike Hrvatske](#).

U Hrvatskoj prevladavaju tri glavne klimatske zone: umjereno kontinentalna klima/panonska, planinska i primorska klima<sup>34</sup>. Zagrebačka regija pripada kontinentalnoj regiji.

Procjena izloženosti obuhvaća tri kategorije: niska, srednja i visoka izloženost. Nadalje, izloženost klimatskim učincima procjenjuje se u odnosu na trenutačne klimatske uvjete i buduće klimatske uvjete (vidjeti tablicu u nastavku).

Tablica 22. Izloženost projektne područja klimatskim utjecajima za trenutačne i buduće klimatske uvjete

Procjena izloženosti			
	Trenutna	Buduća	Sveukupno
Ekstremne temperature pojave (uključujući toplinske valove)	Niska	Srednja	Srednja

<sup>33</sup> [Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu](#)

<sup>34</sup> Vidi [Klimatski atlas Hrvatske 1971. – 2000.](#) za karte triju klimatskih zona

Procjena izloženosti			
	Trenutna	Buduća	Sveukupno
Hladna razdoblja	Srednja	Niska	Srednja
Oštećenje zbog odmrzavanja	Srednja	Niska	Srednja
Prosječna promjena padalina	Niska	Srednja	Srednja
Ekstremne oborine	Srednja	Visoka	Visoka
Snijeg	Srednja	Nisko	Srednja
Poplave (fluvijalne)	Srednja	Srednja	Srednja
Magla	Niska	Niska	Niska
Najveća brzina vjetra	Srednja	Srednja	Srednja
Oluje (lokacije i intenzitet)	Srednja	Srednja	Srednja
Šumski požar	Niska	Niska	Niska
Nestabilnost tla <sup>35</sup>	Niska	Niska	Niska

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

Utvrđeno je da projekt pokazuje visoku razinu izloženosti ekstremnim kišama i srednju izloženost poplavama i prosječnim promjenama oborina, u skladu s prethodno opisanim klimatskim prognozama i podacima.

U slučaju topline trenutačna 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  $T_{max} > 25\text{ °C}$  ili također  $T_{max} > 30\text{ °C}$ ), stopa buduće izloženosti stoga se povećava na srednju razinu.

Kad je riječ o šumskim požarima, smatra se da će se trenutačna niska izloženost povećati u budućnosti. Za ekstremne vjetrove, kako je opisano, regija je trenutno izložena tim pojavama i prognoze pokazuju očekivano povećanje tih ekstrema.

Osim toga, očekuje se da će i oluje u budućnosti biti češće. Što se tiče magle, to se ne smatra zabrinjavajućim trenutačno niti u budućnosti. Kad je riječ o klizištima, procjenjuje se da lokacija projekta ima nisku izloženost koja u budućnosti ostaje nepromijenjena. Neki problemi sa stabilnošću tla mogu se pojaviti zbog nekih ekstremnih kišnih pojava na nasipima projekta.

Trendovi o kojima je DHMZ izvjestio za pripremu Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu sljedeći su [trendovi Climate ADAPT-a – Hrvatska](#):

Tip opasnosti	Akutni/kronični	Buduće klimatske opasnosti	Kvalitativni trend
Voda	Akutni	Poplave	U znatnom porastu
		Velika količina oborina	U znatnom porastu
		Snijeg i led	U znatnom opadanju

<sup>35</sup> Na temelju informacija iz procjene utjecaja projekta na okoliš i/ili rano dostupne projektne dokumentacije.

	Kronični	Promjenjivi obrasci i tipovi oborina	U znatnom porastu
		Zakiseljavanje oceana	Razvoj neodređen ili nepoznat
		Hidrološka varijabilnost padalina	U znatnom porastu
		Prodor slane vode	Razvoj neodređen ili nepoznat
		Porast razine mora	U znatnom porastu
Čvrsta masa	Akutni	Budućnost klizišta	Razvoj neodređen ili nepoznat
	Kronični	Degradacija sola	U znatnom porastu
Temperatura	Akutni	Toplinski val	U znatnom porastu
		Požar	U znatnom porastu
	Kronični	Promjena temperature	U znatnom porastu
		Temperaturna varijabilnost	U znatnom porastu
Vjetar	Akutni	Oluja	Razvoj neodređen ili nepoznat
	Kronični	Promjenjivi obrasci vjetra	Razvoj neodređen ili nepoznat

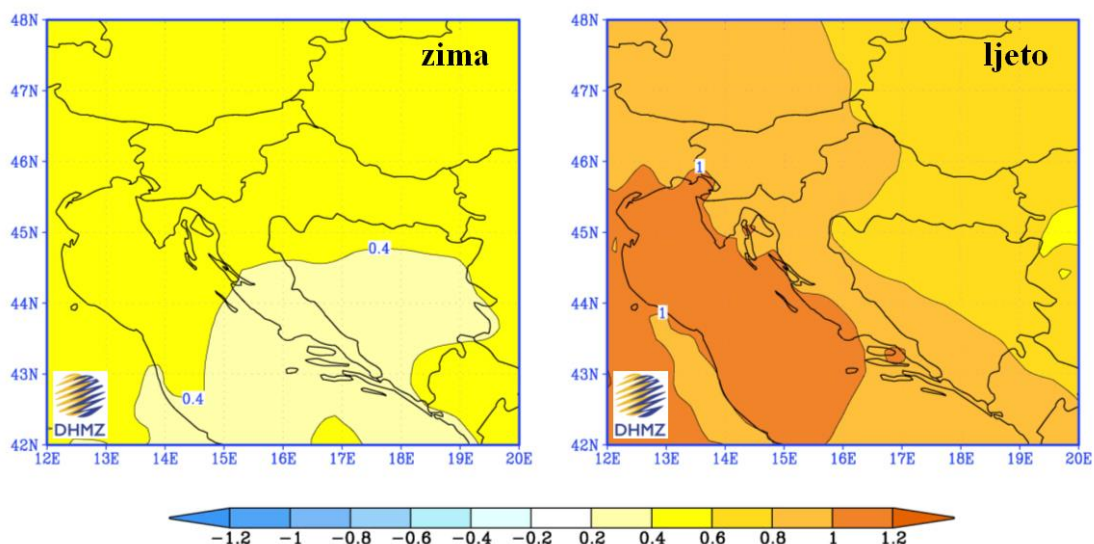
Vidjeti i [Nacionalno izvješće o mjerama prilagodbe klimatskim promjenama za 2021.](#) (dostupno na engleskom jeziku).

Projekcije temperature i padalina klimatskih promjena za Hrvatsku dostupne su ovdje:

Na početnoj stranici [DHMZ-a](#), u [Strategiji prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu](#) i ovdje [Hrvatska – Mean Projections Expert | Climate Change Knowledge Portal \(worldbank.org\)](#)

Predviđene promjene temperature i oborina:

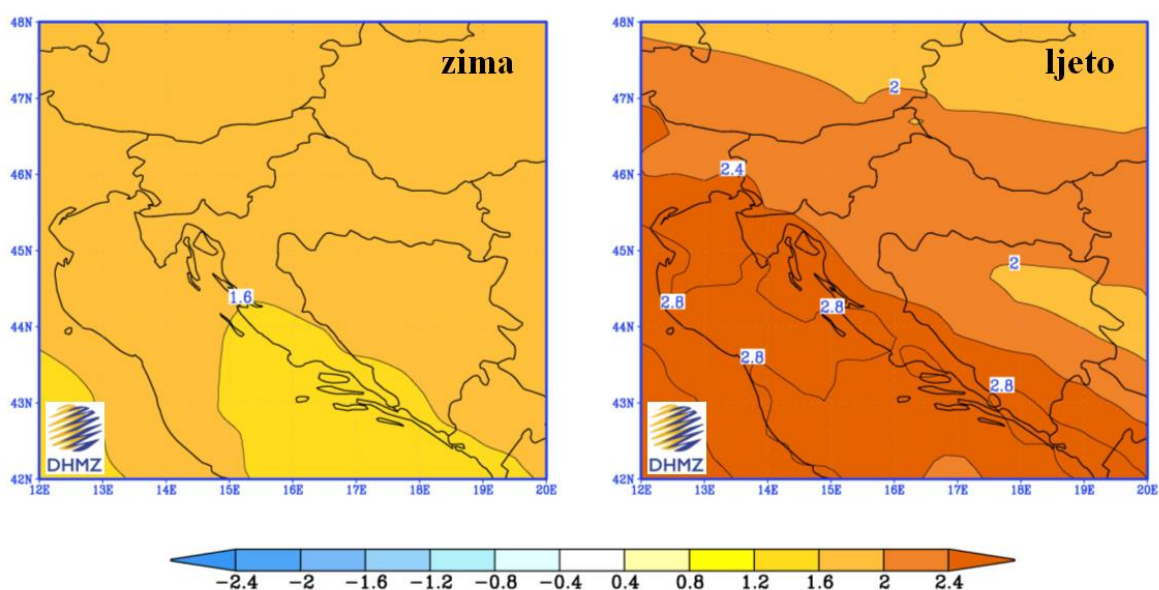
Prema DHMZ-u, srednji scenarij projekcija (Regionalni klimatski model, RegCM) upućuje na to da se u prvom razdoblju buduće klime (2011. – 2040.) na području Hrvatske zimi očekuje porast temperature do 0,6 °C, a ljeti do 1 °C (Branković i sur., 2012).



Slika

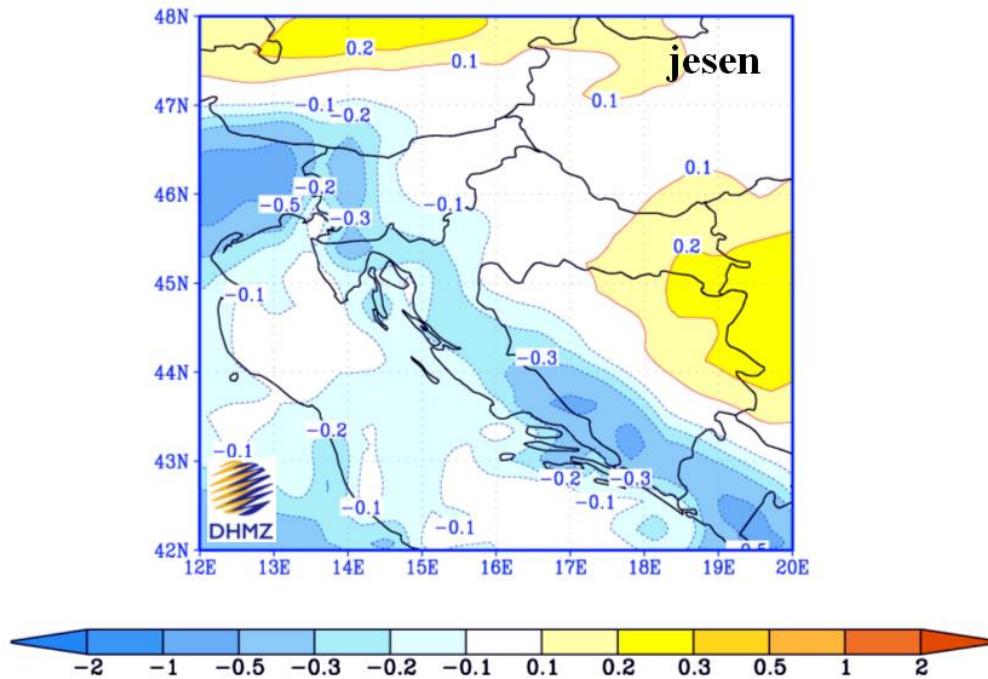
15. Promjena prizemne temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2011. – 2040. u odnosu na razdoblje 1961. – 1990. prema rezultatima prosječnog prikaza regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije stakleničkih plinova za zimu (lijevo) i ljetno (desno)

U drugom razdoblju buduće klime (2041. – 2070.) očekivana amplituda porasta u Hrvatskoj zimi iznosi do 2 °C u kontinentalnom dijelu i do 1,6 °C na jugu, a ljeti do 2,4 °C u kontinentalnom dijelu Hrvatske, odnosno do 3 °C u priobalnom pojasu (Branković i sur., 2010):



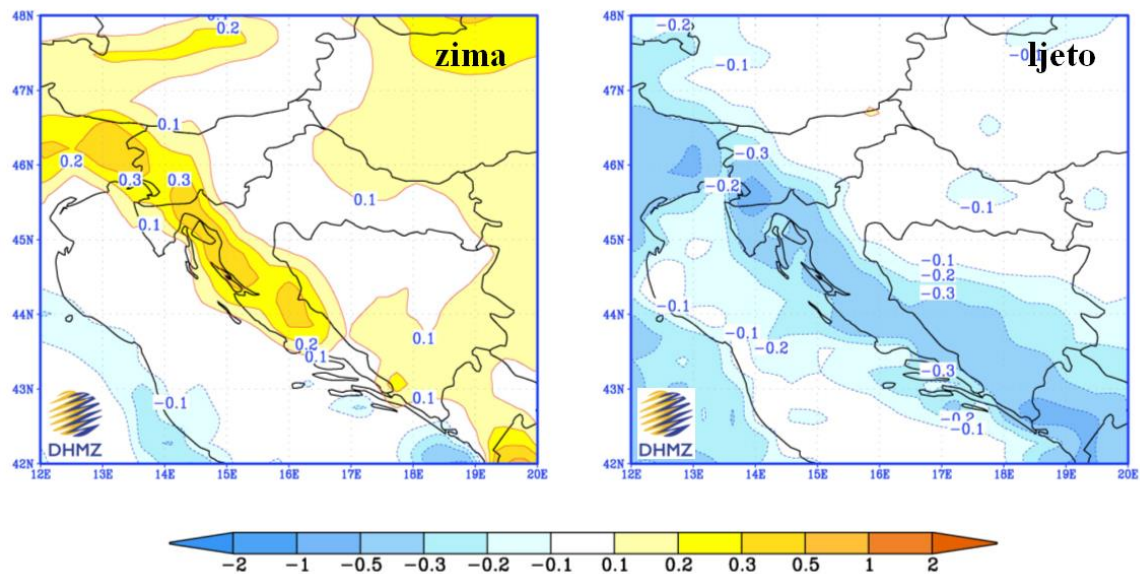
Slika 16. Promjena prizemne temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj u razdoblju 2041. – 2070. u odnosu na razdoblje 1961. – 1990. prema rezultatima prosječnog prikaza regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije stakleničkih plinova za zimu (lijevo) i ljetno (desno)

Projicirane promjene padalina u razdoblju 2011. – 2040. su male. Najveća promjena oborina, prema scenariju A2, može se očekivati u Jadranu u jesen (smanjenje oborina s najviše 45 – 50 mm u južnom dijelu Jadrana, iako nije statistički značajno).



Slika 17. Promjena oborina u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2011. – 2040. u odnosu na razdoblje 1961. – 1990. prema rezultatima prosječnog prikaza regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije stakleničkih plinova za jesen

Projekcija za 2041. – 2070. upućuje na izraženije promjene oborina u Hrvatskoj. Tako se u ljetnim mjesecima u planinskoj Hrvatskoj i na primorskom području očekuje smanjenje oborina za 45 – 50 mm. U zimi se može očekivati povećanje oborina u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Jadranu (ali ne statistički značajno).



Slika 18. Promjena oborina u Hrvatskoj (u mm/dan) u razdoblju 2011. – 2040. u odnosu na razdoblje 1961. – 1990. prema rezultatima prosječnog prikaza regionalnog klimatskog modela RegCM za A2 scenarij emisije stakleničkih plinova za jesen



## Analiza ranjivosti

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

Tablica 23. Tablica ranjivosti

	Izloženost			
		Niska	Srednja	Visoka
Osjetljivost	Niska			
	Srednja	<ul style="list-style-type: none"><li>• Magla</li><li>• Šumski požar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prosječna promjena padalina</li><li>• Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)</li><li>• Hladna razdoblja</li><li>• Oštećenje zbog odmrzavanja</li><li>• Snijeg</li><li>• Najveća brzina vjetra</li><li>• Oluje (lokacija i intenzitet)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ekstremne oborine</li></ul>
	Visoka	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nestabilnost tla</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Poplave (fluvijalne)</li></ul>	

Tablica osjetljivosti pokazuje da će projekt vjerojatno biti osjetljiv na ekstremne padaline i poplave (fluvijalne), uz umjerenu osjetljivost na prosječnu količinu oborina, ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove), hladnoću, oštećenje zbog smrzavanja i odmrzavanja, snijeg, maksimalnu brzinu vjetra, oluje (lokacija i intenzitet) i nestabilnost tla.

### **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 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 26.).



Tablica 24. 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
Nisko	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<sup>36</sup>. U procjeni rizika razmotrit će se učinci koji mogu nastati tijekom trajanja projekta.

<sup>36</sup> Samo ako se u nekim posebnim slučajevima to smatra relevantnim, moglo bi se analizirati i klimatske rizike tijekom izgradnje.

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.

### Analiza vjerojatnosti

Analize vjerojatnosti provode se na temelju stručnog mišljenja koje se donosi na temelju dostupnih informacija o mogućnostima pojave relevantnih klimatskih opasnosti (posebno na temelju informacija dostavljenih za procjenu izloženosti za projektnu regiju u klimatskim projekcijama).

Tablica 25. Analiza vjerojatnosti (pojednostavnjena) za zagrebačku državnu cestu

<b>Klimatske opasnosti</b>	<b>Vjerojatnost</b>
Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)	<b>Srednja</b> Stalno povećanje temperature tijekom stoljeća i predviđeni porast toplinskih valova
Hladna razdoblja	<b>Srednja</b> Sve manja vjerojatnost tijekom stoljeća
Prosječna promjena pada kiše	<b>Srednja</b> Stalno povećanje ukupnih godišnjih padalina tijekom stoljeća
Oštećenje zbog odmrzavanja	<b>Srednja</b> Smanjenje vjerojatnosti, ali i dalje čest rizik za projektnu regiju
Ekstremne oborine	<b>Visoka</b> Stalno povećanje vjerojatnosti dana s obilnim padalinama
Snijeg	<b>Srednja</b> Iako će se vjerojatnost pada snijega smanjiti, snijeg ostaje kao relevantna vjerojatnost u projektnom području
Poplave (fluvijalne)	<b>Visoka</b> Projekt prelazi rijeku i potoke, vjerojatnost poplava je relevantna i povećana klimatskim prognozama
Najveća brzina vjetra	<b>Srednja</b> Povećana vjerojatnost jakih vjetrova u regiji u kojoj je već sada uobičajena opasnost
Oluje (lokacija i intenzitet)	<b>Srednja</b> Povećana vjerojatnost jakih vjetrova i povezanih oluja
Nestabilnost tla	<b>Niska</b> Lokacija projekta izložena je niskom riziku od nestabilnosti tla

### Analiza učinka

Za svaku klimatsku opasnost razmatraju se sljedeća područja za procjenu:

- troškovi operatera imovine cestovne infrastrukture (npr. troškovi popravaka, hitne intervencije, gubitak dobiti itd.);
- zdravlje i sigurnost sudionika u cestovnom prometu i prijevoznika;
- troškovi za sudionike u cestovnom prometu zbog prekida u pružanju usluga (npr. troškovi izgubljenog vremena, povećani operativni troškovi vozila itd.);
- širi utjecaji na društvo i okoliš (npr. uništene četvrti, otežan pristup uslugama, izolacija zajednica, pogođena okolišno osjetljiva područja u blizini itd.).

Navedene smjernice [Neformalni dokument Smjernice za voditelje projekata: Kako povećati otpornost ranjivih ulaganja na klimatske promjene](#)<sup>37</sup> također su uključivale reputacijski rizik jer bi

<sup>37</sup> Npr. [Neformalni dokument Smjernice za voditelje projekata: Kako povećati otpornost ranjivih ulaganja na klimatske promjene](#)

to moglo biti relevantno i u određenim područjima/zemljama u kojima, na primjer, turizam ima značajnu ulogu.

Tablica 26. Procjena utjecaja relevantnih klimatskih opasnosti

<i>Rizična područja/učinci</i>	Ekstremne temperature pojave (uključujući toplinske valove)	Hladna razdoblja	Oštećenje zbog odmrzavanja	Snijeg	Najveća brzina vjetra	Oluje (lokacija i intenzitet)	Nestabilnost tla	Poplave (fluvijalne)	Ekstremne oborine	Prosječna promjena padalina
Troškovi operatera imovine cestovne infrastrukture (npr. troškovi popravaka, hitne intervencije, gubitak dobiti itd.)	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Kritično	Kritično	Kritično	Umjereno
Zdravlje i sigurnost sudionika u cestovnom prometu i prijevoznika	Kritično	Malo	Malo	Malo	Umjereno	Umjereno (*)	Umjereno	Kritično	Umjereno (*)	Malo
Troškovi za sudionike u cestovnom prometu zbog prekida u pružanju usluga (npr. troškovi izgubljenog vremena, povećani operativni troškovi vozila itd.)	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Kritično	Kritično	Kritično	Kritično	Kritično	Malo
Širi utjecaji na društvo i okoliš (npr. pristup socijalnim uslugama, izolacija zajednica, pogođena okolišno osjetljiva područja u blizini itd.)	Umjereno	Malo	Malo	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Umjereno	Kritično	Kritično	Malo
<b>Sveukupno</b>	<b>Kritična</b>	<b>Umjerene</b>	<b>Umjerene</b>	<b>Umjerene</b>	<b>Kritična</b>	<b>Kritična</b>	<b>Kritična</b>	<b>Kritična</b>	<b>Kritična</b>	<b>Umjerene</b>

Slika 1. Procjena utjecaja, zagrebačka državna cesta

## Procjena rizika

Razina rizika, određena množenjem vjerojatnosti i učinka, izražena je u tablici u nastavku (tablica 29.)

Tablica 27. Tablica rizika – zagrebačka državna cesta

Razina rizika		Vjerojatnost				
		Vrlo niska	Niska	Srednja	Visoka	Vrlo visoka
Utjecaj	Nema utjecaj					
	Mali utjecaj					
	Umjereni učinak			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosječna promjena padalina</li> <li>• Oštećenje zbog odmrzavanja</li> <li>• Hladna razdoblja</li> <li>• Snijeg</li> </ul>		
	Kritični učinak		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nestabilnost tla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)</li> <li>• Najveća brzina vjetra</li> <li>• Oluje (lokacija i intenzitet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstremne oborine</li> <li>• Poplave (fluvijalne)</li> </ul>	
	Katastrofalni utjecaj					

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

Najviša razina rizika utvrđena procjenom rizika vrlo je visoka za ekstremne padaline i poplave (fluvijalne) i visoka za ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove), najveću brzinu vjetra i oluje (lokacija i intenzitet). Za druge procijenjene klimatske opasnosti (hladna razdoblja, snijeg, prosječna promjena padalina i nestabilnost tla) razina rizika je umjerena.

## Zaključci o procjeni 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 28. Zaključak – zagrebačka državna cesta

<b>Klimatske opasnosti</b>	Najveća brzina vjetra, oluje (lokacija i intenzitet)
<b>Ranjivost</b>	Srednja
<b>Vjerojatnosti</b>	Srednja
<b>Utjecaj (posljedice)</b>	Kritičan Oštećenje infrastrukturne opreme (npr. rasvjetna mjesta, stupovi za video nadzorne kamere, znakovi), prepreke na cesti, zdravstveni i sigurnosni rizici zbog pada otpada, operativna ograničenja
<b>Ocjena rizika</b>	Visok
<b>Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe</b>	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurat će ugrađenu otpornost projekta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektiranje osjetljivih infrastrukturnih elemenata (npr. nosači signalnih i zvučnih zaslona, rasvjetni stupovi i stupovi za video nadzorne kamere te glavne zgrade i servisna područja za upravljanje) kako bi izdržali vrlo jake vjetrove, posebno ako se nalaze na izloženim lokacijama<sup>38</sup></li> </ul> <p>Osim toga, neke mjere bit će u fazi rada projekta i stoga bi one trebale biti dio mjera i zahtjeva uključenih u ugovor o radu i održavanju/postupke ceste:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• standardima održavanja za tu cestovnu klasu trebalo bi se osigurati redovito praćenje stanja imovine te popravak i/ili zamjena oštećenih elemenata (npr. signalizacija) u kratkom vremenu;</li> <li>• upravljanje zelenilom (uključujući stabla) na putu, uz odgovarajuće postupke održavanja, uključujući redovito praćenje i procjenu stanja stabala i biljaka;</li> <li>• za ceste nižeg razreda (nije primjenjivo na sam projekt) promet na cesti mogao bi se ograničiti za teška teretna vozila, posebno ako meteorološke službe predvide određene ekstremne uvjete (npr. određene brzine vjetra);</li> <li>• uvesti odgovarajuće sustave upravljanja cestama kojima će se osigurati sustavi za upozoravanje i odziv korisnika<sup>39</sup> (tj. uspostavljeni odgovarajući sustavi signalizacije i/ili drugi informacijski sustavi za obavješćivanje o planiranim ograničenjima), npr. u slučaju da stabla/predmeti padaju na kolnik.</li> </ul>
<b>Preostali rizik</b>	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.

<sup>38</sup> U projektnim normama (uključujući Eurokodove) određeno je da su potporne konstrukcije projektirane za opterećenja vjetra na temelju određene zone vjetra, uzimajući u obzir relevantna opterećenja, uključujući težinu i dimenzije uređaja koji su na njih postavljeni. U analizi će se razmotriti ekstremna opterećenja vjetra i povezani klimatski projekti, kako su dostupni.

<sup>39</sup> Sustavi ranog upozoravanja uključuju relevantne postupke za predviđanje određenih opasnosti/rizika (vrlo kratkoročna predviđanja visoke preciznosti). To bi moglo uključivati mjere za smanjenje utjecaja opasnosti ili izmjenu rada, uključujući sustave za geo-referenciranje koji omogućuju brze odgovore i *a posteriori analizu*. Ti sustavi odgovora zahtijevaju koordinaciju među različitim dionicima/strankama i administrativnim razinama u donošenju odluka i intervencijama odgovora. Uključuje i koordinaciju različitih potencijalno pogođenih operatora i/ili upravitelja infrastrukture.



<b>Klimatske opasnosti</b>	Snijeg
<b>Ranjivost</b>	Srednja
<b>Vjerojatnosti</b>	Srednja
<b>Utjecaj (posljedice)</b>	Umjeren Oštećenje elektroničke opreme, promjene u stabilnosti tla, poremećaji u prometu zbog potrebnih operacija održavanja, zdravstveni i sigurnosni rizici za korisnike i timove za održavanje zbog snijega i leda
<b>Ocjena rizika</b>	Srednji
<b>Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe</b>	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurat će ugrađenu otpornost projekta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• razmatranje stabilnosti nasipa i/ili zaštite nagiba;</li> <li>• osiguravanje barijera za nanose snijega ako/kada je to relevantno;</li> <li>• izbjegavanje dubokih usjeka na izloženim mjestima kako bi se smanjila pojava snježnih nanosa;</li> <li>• projektiranje i planiranje odgovarajućih uvjeta za upravljanje i održavanje zimi.</li> </ul> Sljedeće mjere za otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će ih trebati provesti, a uz njih i/ili dio relevantnih ugovora/pravilnika o radu i održavanju ceste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• visoki standardi za rad i održavanje za ovu klasu ceste (npr. snijeg je očišćen s ceste u roku od 4 sata), uključujući planiranje odgovarajućih objekata za upravljanje (depo, skladište zemlje, vozila za zimsko održavanje i osoblje itd.);</li> <li>• sustav praćenja koji omogućuje preventivno soljenje ceste u određenim klimatskim uvjetima;</li> <li>• sustavi upravljanja cestama koji omogućuju sustave za upozoravanje korisnika (tj. odgovarajući signalni i/ili drugi informacijski sustavi za obavješćivanje o planiranim ograničenjima i/ili preusmjeravanju), npr. kada je cesta prekrivena snijegom prije raščišćavanja.</li> </ul>
<b>Preostali rizik</b>	Nizak

<b>Klimatske opasnosti</b>	Ekstremne temperaturne pojave (uključujući toplinske valove)
<b>Ranjivost</b>	Srednja
<b>Vjerojatnosti</b>	Srednja
<b>Utjecaj (posljedice)</b>	Kritičan Oštećenje kolnika (npr. omekšavanje, deformacija, kolotraž...), problemi s mostovima (npr. stabilnost, toplinska ekspanzija na zglobovima itd.), povećani troškovi upravljanja i održavanja, povećani rizik od šumskih požara, povećani zdravstveni i sigurnosni rizici za korisnike i operatore cestovnog prometa
<b>Ocjena rizika</b>	Visok
<b>Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe</b>	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurat će ugrađenu otpornost projekta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kolnik projektiran da bude otporan na vrlo visoke temperature i (pre)opterećenje osovina<sup>40</sup>;</li> <li>• analiziranje visoke temperature za mostove (npr. utjecaj toplinske ekspanzije na spojeve mostova);</li> <li>• odgovarajuća analiza za okolni krajolik i vegetaciju otpornu na toplinske valove i suše (npr. vrsta i podrijetlo zasađenih vrsta, vrijeme u godini za sadnju).</li> </ul> Sljedeće mjere za povezanu otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će ih trebati provesti, a uz njih i/ili dio relevantnih ugovora/pravilnika o radu i održavanju ceste:

<sup>40</sup> Ti su zahtjevi dio tehničkih specifikacija za ponude i ugovore.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pregled primjerenosti projektiranja kolnika tijekom rekonstrukcije/rehabilitacije ceste;</li> <li>• razmatranja o gospodarenju šumama i rizicima od požara povezanim s pošumljenim područjima u blizini cesta, uključujući relevantne sustave koordinacije i odgovora;</li> <li>• sustavi upravljanja cestama koji omogućuju sustave za upozoravanje korisnika (tj. odgovarajuće signalno-sigurnosne i/ili druge informacijske sustave za informiranje o planiranim ograničenjima i/ili preusmjeravanju), npr. u slučaju oštećenja kolnika ili popravaka kolnika.</li> </ul>
<b>Preostali rizik</b>	Nizak

<b>Klimatske opasnosti</b>	Hladna razdoblja
<b>Ranjivost</b>	Srednja
<b>Vjerojatnosti</b>	Srednja
<b>Utjecaj (posljedice)</b>	Umjeren Oštećenja kolnika, betonskih konstrukcija i elektromehaničke opreme; povećani troškovi zimskog održavanja; povećani sigurnosni rizici za korisnike i operatere (npr. opasni uvjeti kolnika zbog leda); poremećaji u prometu i zagušenje prometa
<b>Ocjena rizika</b>	Srednji
<b>Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe</b>	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurati će ugrađenu otpornost projekta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• razmatranje otpornih materijala i tehnologija za kolnike i betonske konstrukcije.</li> </ul> Sljedeće mjere za otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će ih trebati provesti, kao i/ili dio relevantnih ugovora/pravilnika o radu i održavanju ceste: <ul style="list-style-type: none"> <li>• osigurati odgovarajuće rutinsko održavanje, popravke i preglede uvjeta kolnika;</li> <li>• sustavi upravljanja cestama koji pružaju sustave za upozoravanje korisnika (tj. odgovarajuće signalno-sigurnosne i/ili druge informacijske sustave za informiranje o planiranim ograničenjima i/ili preusmjeravanju), npr. u slučaju opasnih uvjeta kolnika zbog leda.</li> </ul>
<b>Preostali rizik</b>	Nizak

<b>Klimatske opasnosti</b>	Ciklus zaleđivanja i odleđivanja
<b>Ranjivost</b>	Srednja
<b>Vjerojatnosti</b>	Srednja
<b>Utjecaj (posljedice)</b>	Umjeren Povećana nestabilnost nagiba i lomovi nasipa; oštećenja kolnika i betonskih konstrukcija; povećano zimsko održavanje (tj. rupe, zamjene spojnica mostova, zamjene mostova); povezano prometno zagušenje i dostupnost prometne trake; povećani rizici za sigurnost korisnika
<b>Ocjena rizika</b>	Srednji
<b>Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe</b>	Sljedeći aspekti projektnog plana osigurati će otpornost projekta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• razmatranje otpornih materijala i tehnologija za kolnike i betonske konstrukcije (koje treba propisno uključiti u odgovarajuće tehničke specifikacije natječaja i ugovora);</li> <li>• razmatranja za zaštitu nagiba.</li> </ul> Sljedeće mjere za povezanu otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će ih trebati provesti, kao i/ili dio relevantnih ugovora/pravilnika o radu i održavanju ceste:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>osigurati odgovarajuće rutinsko održavanje, popravke i preglede kolnika i izloženih betonskih konstrukcija kako bi se spriječio prodor vode i pucanje;</li> <li>adekvatan i redovit nadzor stanja i održavanja nagiba;</li> <li>sustavi upravljanja cestama koji pružaju sustave za upozoravanje korisnika (tj. odgovarajuće signalno-sigurnosne i/ili druge informacijske sustave za informiranje o planiranim ograničenjima i/ili preusmjeravanju), npr. u slučaju povezanog popravka kolnika.</li> </ul>
<b>Preostali rizik</b>	Nizak

<b>Klimatske opasnosti</b>	Ekstremne padaline, poplava, prosječna promjena oborina
<b>Ranjivost</b>	Visoka (ekstremne oborine/poplave), srednja (prosječna promjena oborina)
<b>Vjerojatnosti</b>	Visoka (ekstremne oborine/poplave)/srednja (prosječna promjena oborina)
<b>Utjecaj (posljedice)</b>	Kritičan (ekstremne oborine/poplave), umjeren (prosječna promjena oborina) Oštećenje kolničke i druge cestovne infrastrukture, nestabilnost nagiba i klizišta, rizik od poplava, blokada ceste, poremećaji u prometu, zdravstveni i sigurnosni rizici, nedostupnost timova za održavanje
<b>Ocjena rizika</b>	Vrlo visok (ekstremne padaline/poplave)/srednji (prosječna promjena oborina)
<b>Opis ugrađene otpornosti i predložene mjere prilagodbe</b>	<p>Sljedeći aspekti projektnog plana osigurat će otpornost projekta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>projektni standardi za mostove kako bi izdržali 200-godišnje poplave</li> <li>razmotriti primjenu klimatskog faktora za mostove i propuste (npr. povećanje padalina za 10 – 20 % i/ili povećanje godišnje razine poplava pod mostovima tijekom 200 – 300 godina)</li> <li>konstrukcijski standardi za sustav odvodnje cesta kako bi izdržali desetogodišnje oborine</li> <li>razmatranje primjene klimatskog faktora za sustave odvodnje (npr. povećanje kapaciteta odvodnje za 10 – 20 %)</li> <li>projektiranje odgovarajućih sustava za zadržavanje duž cestovnih sustava odvodnje</li> <li>odgovarajući projekt oslonaca i nosača mostova, uključujući izbjegavanje podupirača mostova u brzim poplavnim strujama, zaštitu od erozije</li> <li>adekvatno projektiranje nasipa cesta na izloženim lokacijama i zaštita riječnih obala</li> <li>korištenje odgovarajućeg zelenila prilagođenog povećanim prosječnim padalinama</li> </ul> <p>Sljedeće mjere za povezanu otpornost projekta odnose se na operativnu fazu i stoga će ih trebati provesti, kao i/ili dio relevantnih ugovora/pravilnika o radu i održavanju ceste:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>odgovarajuće rutinsko održavanje sustava odvodnje i zadržavanja i padina, uključujući nadzor (i preglede) odvodnje, mostova, propusta...</li> <li>uvjeti za osiguravanje učinkovitosti i kapaciteta odvodnje</li> <li>prilagodba režima održavanja zelenila na cesti kako bi se povećala količina oborina</li> <li>kontinuirano praćenje poplavnih rizika prema kojem se mogu pokrenuti dodatne mjere</li> <li>sustavi upravljanja cestama koji pružaju sustave za upozoravanje korisnika (tj. odgovarajuće signalno-sigurnosne i/ili druge informacijske sustave za informiranje o planiranim ograničenjima i/ili preusmjeravanju), npr. u slučaju poplave određene dionice ceste ili pitanja stabilnosti zemljišta koja utječu na cestovni promet.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza rizika za zaobilaženje mostova, uključujući osiguravanje/prilagođivanje mjera otpornosti radi zaštite nosača mostova i konstrukcija (što je potrebno poduzeti prema potrebi za planirane mostove)</li> <li>• u slučaju relevantnih rizika od klizišta, razmatranja povezana s povećanim velikim padalinama, koja bi mogla dovesti do potrebe za praćenjem, ili posebne tehničke studije</li> </ul>
<b>Preostali rizik</b>	<p>Srednji</p> <p>To je prihvatljiva razina u skladu s postojećim mjerama, uključujući relevantne mjere odgovora u slučaju pojave tih opasnosti. Rizik će biti predmet praćenja kako bi se procijenilo je li potrebno ponovno razmotriti postojeće mjere.</p>

Napominje se da se ova procjena odnosi na poseban projekt usmjeren na studiju slučaja; međutim, postoji nekoliko aspekata koje je potrebno riješiti na horizontalan, sektorski način te ih stoga vrijedi spomenuti, kako je prethodno navedeno.

Važnost sustavnog registra klimatskih događaja istaknuta je kao temeljna mjera prilagodbe. Kontinuirano praćenje i evidentiranje incidenata ključno je za i. uključivanje u buduće procjene otpornosti na klimatske promjene u projektima; ii. prilagođavanje postupaka rada, održavanja i upozoravanja korisnika i odgovora na njih; i iii. utvrđivanje jesu li potrebne dodatne mjere prilagodbe (npr. u slučaju postizanja određenih pragova utvrđenih u procjeni rizika).

Budući da se nekoliko mjera odnosi na fazu rada infrastrukture projekta (tj. mjere rada i održavanja, praćenje i registraciju, sustave upozorenja i odgovora korisnika), važno je osigurati i uključiti relevantne resurse i financiranje u proračun projekta (kontinuirana važnost adekvatnih proračuna za održavanje i rad koji također uzimaju u obzir prilagodbu).

Istaknuta je i važnost poduzimanja dodatnog preispitivanja različitih razmatranja povezanih s planiranjem i projektiranjem cestovnih projekata. To bi se moglo temeljiti i na nedavnim studijama, znanju, nedostatnim procjenama na razini projekta i stečenom iskustvu. Bilo bi korisno uspostaviti namjensku razmjenu relevantnih dionika u cestovnom sektoru (sveučilišta, tehnička udruženja, relevantna ministarstva itd.).

Iako se općenito u tehničkim specifikacijama i projektnim normama trenutačno ne uzimaju u obzir klimatske promjene, one se njima bave u nekoliko povezanih aspekata. Iako bi za prilagodbu izmjena standarda ili tehničkog zakonodavstva moglo biti potrebno mnogo vremena (vidjeti prethodno navedeno), interne upute upravitelju infrastrukture mogle bi dovesti do brže provedbe. Tehničke norme i propisi nisu ograničavajući u tom pogledu te im je cilj primjereno funkcioniranje infrastrukture (vidjeti prethodno navedeno). U tom bi se pogledu neke mjere već mogle provesti u kratkoročnom razdoblju. U planiranju i pripremi projekata praksa studije procjene ranjivosti i rizika od klimatskih promjena mogla bi se primijeniti na sva nova ulaganja u vrlo ranim pripremnim fazama (tj. ranim studijama izvedivosti). Kad je riječ o projektiranju, s obzirom na promjene nedavnih propisa, moglo bi se razmotriti i primjenjuje li se faktor sigurnosti pri izračunu protoka vode za sustave odvodnje (npr. povećanje padalina od 20 do 25 % u odnosu na trenutačno primijenjeno razdoblje povrata) za određene razrede cesta ili posebne elemente.

Osim toga, za druge važne aspekte, kao što su planovi upravljanja poplavnim rizicima za koje su odgovorne druge institucije, bit će važno razumjeti kako se njima uzimaju u obzir učinci

povezani s klimatskim promjenama. Suradnja između različitih institucionalnih aktera i dionika stoga je od ključne važnosti.

#### [Usklađenost sa strategijama prilagodbe klimatskim promjenama](#)

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.

#### **Dodatak: Kratki opis – trenutna i buduća klima**

##### Geomorfologija i trenutna klima

Prema Climate ADAPT (2023.): U Hrvatskoj postoje tri velike geomorfološke prirodne cjeline: panonski bazen, planinski sustav Dinarida i jadranski bazen. Nizinska područja do 200 m nadmorske visine predstavljaju 53 % površine Hrvatske, brda i potplanine od 200 do 500 m predstavljaju 26 %, dok 21 % planinskih područja prelazi 500 m. Najviši vrh planine u Hrvatskoj je Dinara (1,831 m nadmorske visine). Krški krajolik je reljefna posebnost koja zauzima oko 54 % hrvatskog teritorija. Krški oblici razvijaju se posebno u vapnencima u planinskim i primorskim područjima Hrvatske i kao odvojeni oblik na području Save – Drave.

Prema prosječnoj vodnoj bilanci, Hrvatska obiluje vodom, ali međugodišnja raspodjela količina vode nije povoljna zbog značajne prostorne i vremenske nejednakosti u raspodjeli vodnih resursa. Osim toga, Hrvatska ima velik udio krških struktura i velike prostorno-vremenske heterogenosti otjecanja. Krška područja zauzimaju oko pola teritorija i imaju mali kapacitet akumulacije vode tijekom duljih suhих razdoblja.

Sve površinske i podzemne vode dio su crnomorskog ili jadranskog slivnog područja s riječnim slivom koji teče uz planinsko i alpsko područje. Veliki vodotoci dominiraju crnomorskim slivnim područjem. U jadranskom slivnom području brojnost i dužina površinskih vodotoka znatno su niži. Većina velikih vodotoka crnomorskog slivnog područja od međudržavnog je značaja (granični ili prekogranični). Dunav je najveći i najbogatiji vodom, teče kroz istočnu granicu Hrvatske, dok rijeke Save i Drava imaju najduže tokove u Hrvatskoj.

Glavni izvor informacija i podataka o trenutačnoj hrvatskoj klimi jest Climate [ADAPT](#) i tamo navedene reference, koji uključuju [Hrvatski meteorološki i hidrološki zavod](#) i hrvatsku Strategiju prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu.

U Hrvatskoj prevladavaju tri glavne klimatske zone: kontinentalna/panonska, planinska i primorska klima<sup>41</sup>. Regija zapadno od Zagreba nalazi se u kontinentalnoj/panonskoj zoni.

Klima Hrvatske uglavnom je pod utjecajem Jadranskog mora i šireg sredoziemnog područja, orografije Dinarskog gorja (nadmorska visina i položaj prema prevladavajućoj struji), otvorenosti sjeveroistočnih krajeva prema Panonskoj nizini te raznolikosti biljnog pokrova. Srednja godišnja temperatura u Hrvatskoj kreće se od 3°C u najvišim gorskim predjelima do 18°C uz obalu i na otocima srednjeg i južnog Jadrana.

#### Kontinentalna klima:

Kontinentalna Hrvatska ima umjerenu kontinentalnu klimu, a stanje atmosfere vrlo je promjenjivo, obilježeno čestim i intenzivnim promjenama tijekom godine. Te promjene pokreću sustavi visokog ili niskog tlaka. Klima kontinentalnog dijela Hrvatske mijenja se pod utjecajem s jadranske obale, koji je jači u području južno od Save nego na sjeveru, a prema istoku sve više slabi. Nadalje, na klimu utječe orografija koja može pojačati kratkotrajne obilne oborine u privjetrinskoj strani planine i stvoriti oborinske sjene u zavjetrini.

#### Planinska klima:

Više nadmorske visine dinarskih planina u Gorskom kotaru, Lici i dalmatinskom zaleđu imaju planinsku klimu koju karakteriziraju niže temperature zraka i snježno vrijeme s dužim i obilnijim snježnim padalinama nego u kontinentalnim i primorskim zonama.

#### Primorska klima:

Primorsku klimu Hrvatsku obilježuju česte i intenzivne promjene vremena, osim ljeti kada je pod utjecajem azorske anticiklone, koja sprječava prodor hladnog zraka u Jadran te je zona pod utjecajem suptropskog pojasa.

Uz neposredni utjecaj ciklogenetske aktivnosti sjevernog Jadrana, primorska klima pod snažnim je utjecajem visokorazvijene orografije dinarskog planinskog lanca.

Ciklonalna aktivnost tipična je u zimskim, ranim proljetnim i kasnim jesenskim razdobljima, kada na obali i zaleđu vlada oblačno vrijeme s oborinama. Ciklone uglavnom ne prelaze s Jadrana na kopno u najhladnijem razdoblju godine.

Ljeti prevladava dugotrajno vedro vrijeme. Zbog nejednake brzine zagrijavanja i hlađenja mora, kopna, brda i susjednih nizina, na većim otocima i kopnenoj obali razvijaju se lokalna dnevna/povremena kruženja zraka. Regiju obilježuju redoviti dnevni vjetrovi s mora na kopno i noćni vjetrovi s kopna prema moru.

#### Vjetrovi

U hladnom dijelu godine tipičan je vjetar sjevernog Jadrana bura, koja puše sa sjeveroistoka velikim brzinama i s dugim trajanjem. Bura se formira ne samo na rubu zimske kopnene anticiklone (koja dopire do obalnih planina) nego i obično kada hladniji zrak prelazi preko kopna, niz planine u toplije područje iznad mora. Najjača je kada opći gradijent tlaka stimulira protok zraka preko planinskog lanca i može uzrokovati razornu štetu. Snaga varira od sjevera do juga i manje je intenzivna i rjeđa na središnjem i južnom Jadranu nego na sjevernom Jadranu.

---

<sup>41</sup> Vidi [Klimatski atlas Hrvatske 1971. – 2000.](#) za karte triju klimatskih zona

## Temperature

	<u>Proljeće</u>	<u>Ljeto</u>	<u>Jesen</u>	<u>Zima</u>
<u>Primorska</u>	Toplije temperature, u rasponu od 12 °C do 20 °C.	Primorska regija doživljava vruća i suha ljeta s prosječnim temperaturama od 25 °C do 35 °C. Jadransko more ima umjeren učinak koji sprječava ekstremne vrućine.	Blaže temperature, obično u rasponu od 15 °C do 25 °C. More zadržava ljetnu toplinu i uzrokuje povremene kiše.	Prosječne temperature oko 8 °C do 15 °C, dok se snijeg pojavljuje u višim visinama. Regija doživljava povremene bure, koja donosi hladan zrak s kontinenta.
<u>Planinska</u>	Temperature u rasponu od 5 °C do 15 °C. Kako se snijeg topi, regija doživljava povećan protok vode u rijekama/tokovima.	Hladnija ljeta s temperaturama od 15 °C do 25 °C.	Hladnije temperature, u rasponu od 5 °C do 15 °C.	Temperature često padaju ispod temperature smrzavanja. Snijeg je uobičajen.
<u>Kontinentalna/panonska</u>	Temperature u rasponu od 10 °C do 20 °C.	Ljeta su općenito topla do vruća. Dnevne temperature u rasponu od 25 do 35 °C, a srpanj/kolovoz obično su najtopliji mjeseci. Povremene grmljavinske oluje.	Hladnije temperature, u rasponu od 10 °C do 20 °C.	Zime su hladne, a temperature mogu pasti ispod temperature smrzavanja. Snijeg je moguć, osobito u prosincu, siječnju i veljači.

## Padaline

### Obalne oborina:

Primorska regija, koju obilježuje mediteranska klima, doživljava posebnu sezonsku raspodjelu oborina. Većina padalina događa se tijekom zimskih mjeseci, a najvlažnije je razdoblje od studenoga do veljače. Prosječna godišnja količina oborina duž jadranske obale iznosi oko 1000 do 1500 mm.

### Planinske oborine:

U planinskim područjima, kao što su Dinarske Alpe, padaline su ravnomjernije raspoređene tijekom cijele godine. Nacionalni park Plitvička jezera, smješten na planinskom terenu, bilježi godišnji raspon oborina od 1300 do 1800 mm, a snijeg znatno pridonosi tome tijekom zimskih mjeseci.

### Kontinentalne oborine:

Panonska (kontinentalna) regija na istoku bilježi niže razine oborina u usporedbi s priobaljem i planinama. Podaci upućuju na prosječne godišnje padaline od 600 do 900 mm u ovom području. Ljeta su relativno suha, s povremenim grmljavinskim olujama, dok zimi može pasti snijeg, što pridonosi ukupnoj ravnoteži količine vode.

### Varijabilnost i trendovi:

Dugoročni klimatski podaci, koje je analizirala Svjetska meteorološka organizacija (WMO), upućuju na povećanje stupnja varijabilnosti oborina u Hrvatskoj. Iako su godišnji prosjeci i dalje razmjerno stabilni, čini se da su intenzitet i učestalost ekstremnih vremenskih prilika, uključujući obilne kiše i suše, u porastu.

## Buduća klima

Na temelju najnovijih klimatskih modela, podataka DHMZ-a, Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC) i relevantne znanstvene literature očekuju se sljedeće projicirane promjene u temperaturi, obrascima padalina, porastu razine mora i njihovim potencijalnim utjecajima u Hrvatskoj do 2100. godine.

Klimatski modeli dosljedno upućuju na trend zagrijavanja u Hrvatskoj tijekom 21. stoljeća. U Petom izvješću o procjeni (AR5) IPCC-a predviđa se povećanje prosječnih godišnjih temperatura u rasponu od 1,5 do 4,5 °C do 2100. godine, ovisno o različitim scenarijima emisija. Očekuje se da će se primorska područja koja već imaju mediteransku klimu suočiti s izraženijim toplinskim valovima, dok bi u unutrašnjosti i planinskim područjima moglo doći do povišenih temperatura tijekom ljeta i zime.

Projekcije uzoraka oborina pokazuju regionalne varijacije. U južnim regijama može doći do smanjenja godišnjih padalina, što povećava rizik od suše, dok se očekuje da će sjeverni dijelovi, posebno panonski bazen, bilježiti intenzivnije padaline, što bi moglo dovesti do povećanih rizika od poplava. Promjene u obrascima padalina predstavljaju izazove za infrastrukturu, upravljanje vodnim resursima i poljoprivredni sektor.

Zbog velike duljine hrvatska je obala osjetljiva na podizanje razine mora. Globalne projekcije upućuju na porast razine mora, što utječe na obalna područja, infrastrukturu i ekosustave. AR6 upućuje na porast razine mora u rasponu od 0,26 do 0,77 metara do 2100. godine. Strategije prilagodbe obalnim područjima i prakse održivog razvoja od ključne su važnosti za ublažavanje mogućih posljedica.

Očekuje se povećanje učestalosti i intenziteta ekstremnih vremenskih uvjeta. Toplinski valovi, oluje i šumski požari predstavljaju značajnu prijetnju hrvatskim ekosustavima, poljoprivredi i infrastrukturi.

Promjene u temperaturnim i oborinskim obrascima najvjerojatnije će utjecati na raznolike ekosustave u Hrvatskoj. Alpski i podalpski ekosustavi mogli bi se suočiti sa znatnim prijetnjama, uz moguće promjene u vegetacijskim zonama i gubitak biološke raznolikosti. Priobalni ekosustavi, koji su već osjetljivi, mogu doživjeti promjene u morskim staništima. Naponi za očuvanje biološke raznolikosti i prilagodljive strategije upravljanja ključni su za zaštitu ekosustava zemlje. Povećana osjetljivost ekosustava mogla bi povećati očekivane negativne učinke na infrastrukturu i povećati potrebu za mjerama ublažavanja integriranim u infrastrukturne projekte.

### **Prilog 2.3.3. Procjena otpornosti na klimatske promjene za projekt infrastrukture za vodu i otpadne vode**

Primjer koji je pripremila savjetodavna služba JASPERS (dokument na engleskom jeziku) dostupan je na službenoj mrežnoj stranici JASPERS-a na ovoj [poveznici](#).

### **Prilog 2.3.4. Procjena otpornosti na klimatske promjene za infrastrukturni projekt zaštite od poplava**

Primjer koji je pripremila savjetodavna služba JASPERS (dokument na engleskom jeziku) dostupan je na službenoj mrežnoj stranici JASPERS-a na ovoj [poveznici](#).