



I Z S
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE



**Avtorici: Eva Markun
Alenka Markun**

SMERNICE ZA PROJEKTIRANJE OBJEKTOV, PRILAGOJENIH NA PODNEBNE SPREMEMBE

**MATIČNA SEKCIJA INŽENIRJEV TEHNOLOGOV,
POŽARNE VARNOSTI, PROMETNEGA INŽENIRSTVA
IN DRUGIH INŽENIRJEV**

SMERNICE ZA PROJEKTIRANJE OBJEKTOV, PRILAGOJENIH NA PODNEBNE SPREMEMBE

Avtorici: Eva Markun

Alenka Markun

**Potrdil: Upravni odbor Matične sekcije inženirjev tehnologov, požarne
varnosti, prometnega inženirstva in drugih inženirjev**

Izdala:

**Inženirska zbornica Slovenije
Jarška cesta 10 b, Ljubljana**

Oblika izdaje:

elektronska verzija, dostopno na www.izs.si

Ljubljana, september 2025



Vsebina

Opredelitev pojmov in kratic.....	5
0. Povzetek z navodili za načrtovanje objektov, prilagojenih na podnebne spremembe.....	6
1. Uvod.....	15
2. Zakaj je pomembno, da načrtujemo objekte, prilagojene na podnebne spremembe?.....	18
2.1. Podnebje se je že spremenilo.....	18
2.2. Kako podnebne spremembe vplivajo na objekte in kakšne so posledice?.....	20
2.3. Kaj je prilagajanje na podnebne spremembe?.....	22
2.4. S prilagajanjem na podnebne spremembe moramo začeti čim prej.....	23
2. Evropske usmeritve za prilagajanje na podnebne spremembe in zahteve za pridobitev sredstev za sofinanciranje projektov.....	24
3. Kdaj prilagajanje na podnebne spremembe vključiti v projektiranje objektov?.....	27
4. Načrtovanje prilagajanja na podnebne spremembe – ključni izzivi.....	30
5. Podnebni scenariji – kako pravilno razumeti in upoštevati podatke na področju podnebnih sprememb.....	31
5.1. Regionalni in državni podnebni modeli.....	31
5.2. Podnebni scenariji – kaj so in katerega upoštevamo pri načrtovanju?.....	32
5.2.1. Kateri podnebni scenarij upoštevamo pri projektiranju?.....	34
5.3. Podnebne spremembe po obdobjih in življenjska doba projekta.....	35
5.4. Vrste podnebnih nevarnosti.....	36
6. Povzetek Ocene podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja (ARSO).....	39
6.1. Sprememba temperature.....	39
6.2. Spremembe padavin.....	40
6.2.1. Sprememba letne količine in razporeditve padavin.....	40
6.2.2. Intenzivne padavine.....	40
6.2.3. Spremembe hidroloških spremenljivk.....	41
6.2.4. Spremembe vodne bilance.....	42
6.3. Spremembe snežnih padavin.....	42
6.4. Spremembe vetrov.....	43
6.5. Spremembe morja.....	43
6.6. Spremembe, povezane s trdnimi masami.....	43
7. Upoštevanje podnebnih sprememb pri projektiranju objektov in infrastrukture.....	44
7.1. Kako pričeti s prilagajanjem objekta v procesu načrtovanju objekta?.....	44
7.2. Identifikacija vplivov podnebnih sprememb na objekt - analiza občutljivosti.....	44
7.3. Identifikacija obstoječih in prihodnjih vplivov zaradi podnebnih sprememb na lokaciji projekta – analiza izpostavljenosti.....	50
7.3.1. Pridobivanje podatkov za analizo izpostavljenosti.....	54

7.4.	Ocena ranljivosti zaradi podnebnih sprememb.....	54
7.5.	Na katerih področjih in kdaj je prilagajanje na podnebne spremembe smiselno?.....	58
7.6.	V pomoč pri načrtovanju prilagoditev na podnebne spremembe.....	65
8.	Priporočila za upoštevanje podnebnih sprememb pri načrtovanju.....	67
8.1.	Upoštevanje v času načrtovanja.....	67
8.2.	Upoštevanje v času uporabe in vzdrževanja objektov.....	68
9.	Seznam povezav.....	69
10.	Viri.....	69

Opredelitev pojmov in kratic

Projekt:	Izvedba gradbenih del ali drugih instalacij ali shem; drugi posegi v naravno okolje in krajino, vključno s tistimi, ki vključujejo pridobivanje mineralnih virov (po Direktivi 2011/92/EU)
Objekt:	S tlemi povezana stavba ali gradbeno inženirski objekt, narejen iz gradbenih proizvodov, proizvodov in naravnih materialov, skupaj z vgrajenimi inštalacijami in tehnološkimi napravami, ki jih objekt potrebuje za svoje delovanje (po GZ-1)
Prilagajanje na podnebne sprem.	Prilagajanje na podnebne spremembe se nanaša na dejanja in ukrepe za zmanjševanje ranljivosti in povečanje odpornosti naravnih in človekovih sistemov na trenutne ali pričakovane vplive podnebnih sprememb, kot so višje poletne temperature, intenzivnejše padavine, idr. v človeških sistemih
Blaženje podnebnih sprememb:	Blaženje podnebnih sprememb se nanaša na dejanja in ukrepe za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov
Emisija:	Vse omembe emisij, tudi če niso posebej definirane kot emisije toplogrednih plinov (ali TGP), se nanašajo na emisije toplogrednih plinov
PS:	Podnebne spremembe
TGP:	Toplogredni plini
ZVO-2:	Zakon o varstvu okolja
ARSO:	Agencija Republike Slovenije za okolje
IPCC:	Medvladni forum za podnebne spremembe
OPN, OPPN:	Občinski prostorski načrt, občinski podrobni prostorski načrt
ppm (parts per million):	število delcev na milijon
ppb (parts per billion)	število delcev na milijardo
CO ₂ e:	ekvivalent ogljikovega dioksida

Ključni izrazi	Angleški prevod	Opis
Podnebno tveganje	<i>Climate risk</i>	Potencial za negativne posledice za človeške ali naravne sisteme zaradi škodljivih posledic nevarnosti, povezanih s podnebjem.
Podnebna nevarnost	<i>Climate hazard</i>	Podnebne spremenljivke oz. tudi podnebne grožnje – dejavniki podnebnih sprememb, kot so npr. sprememba padavin, temperature...
Podnebna odpornost	<i>Climate resilience</i>	Odpornost na posledice podnebnih sprememb.
Podnebni scenarij	<i>Climate scenario</i>	Verjetni opis sprememb podnebnja v prihodnosti pri specifičnem poteku ukrepov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov.
Izhodiščni scenarij	<i>Baseline scenario</i>	Ali scenarij brez ukrepov – predvideva, kakšen bi bil razvoj dogajanja brez ukrepov za zmanjševanje emisij TGP.
Občutljivost	<i>Sensitivity</i>	Občutljivost se nanaša na ocenitev ravni vpliva (negativnega ali pozitivnega) podnebnih sprememb na objekt ali sistem.
Izpostavljenost	<i>Exposure</i>	Izpostavljenost se nanaša na izpostavljenost lokacije oz. verjetnost, da se na lokaciji zgodi naravna nesreča ali negativen vremenski vpliv.
Ranljivost	<i>Vulnerability</i>	Dovzetnost za škodljive vplive. Ranljivost ponazarja možnost za negativen vpliv podnebnih sprememb na sistem, objekt, ipd. Je združen rezultat občutljivosti in izpostavljenosti.

0. Povzetek z navodili za načrtovanje objektov, prilagojenih na podnebne spremembe

Podnebje v Sloveniji se je v zadnjih nekaj desetletjih že opazneje spremenilo. Glede na to, da svetovne emisije toplogrednih plinov še naprej naraščajo, lahko z veliko gotovostjo trdimo, da se bo podnebje v prihodnosti še naprej spreminjalo.

Do sedaj se je objekte projektiralo na podlagi gradbenih praks in standardov, ki so upoštevali podnebje *v preteklosti*. Vedno pogostejše naravne nesreče, večja intenzivnost padavin in pogostejše suše – vse, čemur smo priča v zadnjih nekaj letih, povečujejo škodo na objektih in dejavnostih, ki v njih potekajo. Če želimo zmanjšati škodo na objektih v primeru naravnih nesreč in povečati varnost uporabnikov objektov, moramo razmišljati o tem, kako jih lahko prilagodimo na podnebje, ki nas čaka *v prihodnosti*.

Zakaj načrtovati objekte, prilagojene na podnebne spremembe?

1	Objekte načrtujemo za daljše časovno obdobje – v prihodnosti pa bo podnebje drugačno, kot je sedaj.
2	S pravilnim načrtovanjem in umestitvijo objektov lahko zmanjšamo škodo, ki bo posledica podnebnih sprememb.
3	Pravilno načrtovanje objektov lahko zmanjša obratovalne stroške, poveča udobje in varnost uporabnikov objekta.
4	Pravilno načrtovana prilagoditev objekta na podnebne spremembe lahko ob naravnih nesrečah prepreči škodljive vplive na okolje in večjo finančno škodo.

Zahteva **podnebne odpornosti** je prav tako ena izmed ključnih zahtev Evropske Unije pri sofinanciranju projektov v programskem obdobju 2021-2027. Pri projektih, ki se bodo sofinancirali iz sredstev evropskih skladov, se tako zahteva preverjanje podnebne odpornosti v skladu s tehničnimi smernicami Evropske Komisije.

Podnebna odpornost je skladno definirana kot »proces, s katerim se prepreči, da bi infrastrukturo prizadeli morebitni dolgoročni podnebni vplivi, hkrati pa se zagotovi, da se spoštuje načelo »energetska učinkovitost na prvem mestu« in da je raven emisij toplogrednih plinov, ki izhaja iz projekta, skladna s ciljem podnebne nevtralnosti do leta 2050« (2. člen, 42. točka Uredbe EU 2021/1060).

Kako prilagajanje na podnebne spremembe vključiti v načrtovanje objektov?

O podnebni odpornosti in prilagajanju na podnebne spremembe je smiselno razmisliti že na samem začetku načrtovanja. Še posebej je to pomembno pri izbiri lokacije za objekt, predvsem pri umeščanju objektov na ogrožena območja, kot so poplavna območja in območja, ogrožena zaradi nevarnosti zemeljskih plazov.

Pri načrtovanju prilagajanja na podnebne spremembe sledimo naslednjim 4 korakom.

O prilagoditvah na podnebne spremembe razmišljajmo že na samem začetku načrtovanja.

1. Korak	Preučimo, katere podnebne nevarnosti bi lahko ogrozile objekt in dejavnost v objektu.
2. Korak	Za področja, kjer obstaja tveganje, izvedemo Oceno ranljivosti in tveganja.
3. Korak	Za področja, kjer smo ocenili visoko stopnjo ranljivosti, pregledamo možne rešitve za prilagajanje na podnebne spremembe.

4. Korak Implementiramo prilagoditve, ki učinkovito zmanjšajo najbolj pomembna tveganja.

V nadaljevanju so koraki podrobneje opisani.

1. korak: Katere podnebne nevarnosti bi lahko ogrozile objekt ali dejavnost v objektu?

Da vemo, kako načrtovati objekte, prilagojene na podnebne spremembe, moramo najprej vedeti, kakšne spremembe v prihodnosti pričakujemo. Spremembe podnebja, ki bodo posledica naraščanja svetovne temperature, poimenujemo tudi **podnebne nevarnosti** (*climate risks*). V spodnji tabeli je prikazan poenostavljen seznam podnebnih nevarnosti, povzet po Evropski taksonomiji. Evropska taksonomija podnebne nevarnosti deli na štiri glavne skupine: spremembe temperature, vetra, padavin in spremembe, povezane s trdnimi masami. Podnebne nevarnosti so našteje v spodnji tabeli.

Seznam podnebnih nevarnosti (poenostavljena tabela iz EU Taksonomije)¹

	Spremembe temperature	Spremembe vetra	Spremembe padavin	Spremembe, povezane s trdnimi masami
Kronične posledice	Dvig temperature (zraka, vode, morja)	Spremembe hitrosti ali smeri vetra	Spremembe padavinskega režima za vse vrste padavin	Obalna erozija
	Vročinske obremenitve		Spremembe v količini padavin	Degradacija tal
	Spremembe temperature		Zakisevanje morja	Erozija tal
	Taljenje permafrosta		Vdiranje slane vode	Utekočinjenje tal
			Dvig morja	
			Neenakomerna razporeditev padavin	
Akutne posledice	Vročinski valovi	Cikloni, hurikani, viharji	Suša	Snežni plazovi
	Vdori hladnega zraka	Nevihte (vključno s snežnimi viharji, peščenimi viharji)	Intenzivne padavine, nalivi	Zemeljski plazovi
	Gozdni požari	Tornado	Poplave (obalne, rečne, padavinske, dvig podtalnice)	Posedanje tal

Katere od teh podnebnih nevarnosti bodo v prihodnjih desetletjih ogrožale Slovenijo? Predvidene spremembe podnebja do konca 21. stoletja so bile preučene v dokumentu *Ocena podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja*, ki jo je pripravila ARSO. ARSO je pripravila več dokumentov o podnebnih spremembah, ki so javnosti dostopne na spletni strani ARSO, med njimi tudi Atlas podnebnih projekcij. V Oceni so opisane spremembe za tri podnebne scenarije:

- RCP2.6., ki predvideva aktivno politiko zmanjševanja izpustov TGP,
- RCP4.5. ali stabilizacijski scenarij, ki velja za zmerno optimističnega in predvideva postopno zmanjševanje izpustov TGP z ustavitvijo izpustov do konca stoletja.
- RCP8.5. je najbolj pesimističen scenarij, ki ne predvideva zmanjševanja izpustov toplogrednih plinov in posledično predvideva naraščanje izpustov do leta 2100 in naprej.

Pri načrtovanju prilagoditev na podnebne spremembe običajno upoštevamo scenarij RCP4.5. V primeru, da se načrtuje objekt z zelo dolgo življenjsko dobo ali objekt, ki ga ni mogoče nadgraditi

¹ EU Comission (2023), EU-level technical guidance, str. 9.

med obratovanjem (mostovi, železniška infrastruktura), pa se uporabi scenarij RCP8.5. Na kratko so pričakovane spremembe podnebja v Sloveniji do konca 21. stoletja predstavljene v spodnji tabeli.

Pričakovane spremembe v Sloveniji do konca 21. stoletja² (Vir: ARSO)

Podnebna nevarnost	Pričakovane spremembe v Sloveniji do konca 21. stoletja (obdobje 2070-2100) glede na referenčno obdobje 1981-2010
Dvig temperature	RCP4.5: dvig povprečne letne temperature za od 1,5 do 2,6 °C RCP8.5: dvig povprečne letne temperature za od 3,0 do 5,1 °C
Vročinski valovi	RCP4.5: povečanje števila vročih dni za do 30 dni. RCP8.5: povečanje števila vročih dni za do 60 dni.
Spremembe padavin	Povečanje povprečne letne količine padavin za okrog 10%. Neenakomerna razporeditev padavin.
Intenzivne padavine	Povečala se bo tako jakost kot pogostost izjemnih padavin. Izdatnost najmočnejših padavin se lahko poveča za 50% oz. celo za 80%.
Spremembe hidroloških spremenljivk	RCP4.5: povečanje velikih pretokov do 30%. RCP8.5: povečanje velikih pretokov med 20 in 40%.
Spremembe vodne bilance	RCP4.5: povečanje vodnega primanjkljaja na letni ravni do 40 mm. RCP8.5: povečanje vodnega primanjkljaja na letni ravni do 70 mm.
Spremembe morja	Dvig morske gladine v Jadranskem zalivu med 0,4 in 0,5 m do konca stoletja.

V Oceni podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja so na voljo tudi podrobnejši podatki iz podnebnih modelov za posamezno podnebno regijo ter za posamezno tridesetletno obdobje. Podrobnejši podatki za posamezno spremenljivko so na voljo tudi v Atlasu podnebnih projekcij, ki je dostopen na spletni strani meteo.si. Seznam uporabnih povezav je podan v poglavju 9.

2. Postopek ocene vpliva podnebnih sprememb na objekt - ocena ranljivosti in tveganja

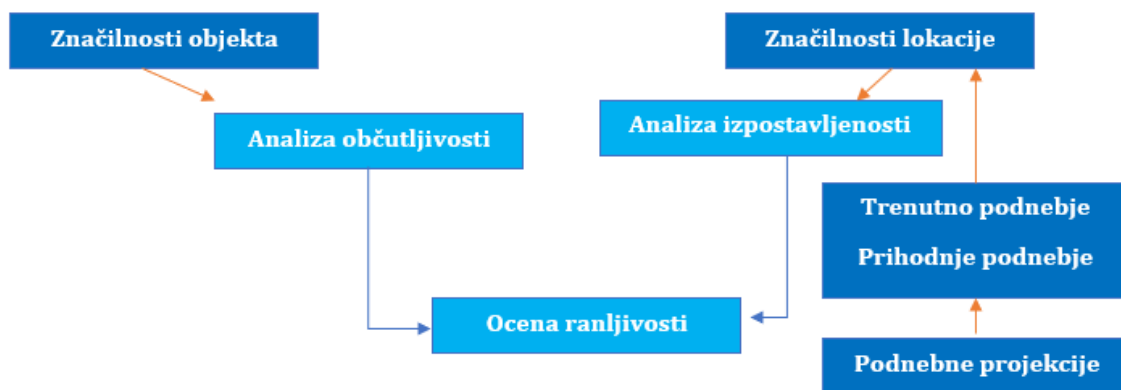
Za oceno vpliva podnebnih sprememb na objekt se uporabi t.i. Oceno ranljivosti in tveganja zaradi podnebnih sprememb (*Climate vulnerability and risk assessment – CRVA*). Namen ocene ranljivosti in tveganja je v tem, da se oceni možne vplive podnebnih sprememb na sistem, sektor ali objekt. Ocene ranljivosti in tveganja se za posamezne projekte lahko izvajajo prostovoljno, za nekatere projekte pa so obvezne, npr. za vse projekte, ki se želijo financirati iz Evropskih sredstev.

Cilj ocene ranljivosti in tveganja je:

- Preučiti, kateri deli objekta so ranljivi v primeru podnebnih nevarnosti ter katerim podnebnim nevarnostim je izpostavljena lokacija objekta sedaj in v prihodnosti.
- Načrtovati ukrepe za prilagajanje na podnebne spremembe tako, da tveganje zmanjšamo na sprejemljivo raven.

V postopku ocene ranljivosti in tveganja se v prvi fazi izvede ocena ranljivosti, ki je sestavljena iz analize občutljivosti in analize izpostavljenosti.

² Bertalanč R. in sod. (2018), str. 89 – 143.



V kolikor ocena ranljivosti pokaže, da je objekt na posameznih področjih srednje ali visoko ranljiv, je potrebno izvesti tudi oceno tveganja, ki je sestavljena iz analize verjetnosti in analize obsega posledic.



Posamezne analize so na kratko pojasnjene v spodnji tabeli.

Vrste analiz, ki se opravijo za preverjanje vplivov podnebnih sprememb na objekt

	Vrsta analize	Opis analize
Prvi del	Analiza občutljivosti	Pregled vplivov posameznih podnebnih nevarnosti na določeno vrsto projekta, ne glede na njegovo lokacijo.
	Analiza izpostavljenosti	Pregled podnebnih nevarnosti glede na lokacijo projekta in obstoječa območja ogroženosti v sedanjem in prihodnjem stanju.
	Ocena ranljivosti	Analiza ranljivosti predstavlja združitev rezultatov predhodnih analiz: ranljivost = občutljivost × izpostavljenost. Pokaže, katere podnebne nevarnosti predstavljajo grožnjo za specifični projekt na specifični lokaciji.
Drugi del	Ocena tveganja	Če začetni pregled pokaže, da je projekt ranljiv ali visoko ranljiv za katero od podnebnih nevarnosti, je potrebno izvesti oceno podnebnega tveganja. Z oceno se prikaže, kako veliko je tveganje za posamezno nevarnost, ob upoštevanju pogostosti dogodka in njegovih posledic.
Tretji del	Identifikacija možnosti za prilagajanje	Identifikacija pomeni iskanje najbolj ustreznih rešitev za prilagoditev na podnebne nevarnosti, ki imajo identificirano najvišjo in visoko stopnjo tveganja (ali po potrebi tudi za nižjo stopnjo tveganja, če tako presodi investitor ali projektant).
	Integracija prilagoditve	Izbrane ukrepe se integrira v projekt.

Analiza občutljivosti se lahko izvede opisno ali s pomočjo točkovanja in barvne lestvice, prikazane v spodnji tabeli.

Št. točk	Barvna shema	Občutljivost	Razlaga
0		Ni vpliva	Ni vpliva.
1		Majhna	Vpliv PS je zanemarljiv
2		Srednja	PS imajo lahko zmeren vpliv na projekt
3		Visoka	Vpliv PS na projekt je občuten, oz. velik

Analiza izpostavljenosti se lahko izvede opisno ali s pomočjo točkovanja in barvne lestvice, prikazane v spodnji tabeli.

Št. točk	Barvna shema	Izpostavljenost	Razlaga
0		Ni vpliva	Ni vpliva.
1		Majhna	Majhna občutljivost lokacije.
2		Srednja	Srednja občutljivost.
3		Visoka	Visoka občutljivost.

Ocena ranljivosti združi rezultate analize občutljivosti in analize izpostavljenosti, kot je to prikazano v spodnji tabeli.

Ranljivost		Izpostavljenost			
Občutljivost	Nična	0	0	0	0
	Nizka	0	1	2	3
	Srednja	0	1	4	6
	Visoka	0	3	6	9

Na področjih, kjer smo za posamezno podnebno nevarnost dokazali srednjo ali visoko stopnjo ranljivosti, izvedemo še oceno tveganja, ki se izvede s pomočjo analize verjetnosti in analize posledic. Točkovanje za potrebe analize verjetnosti in analize je prikazano v spodnji tabeli.

Analiza verjetnosti pojavljanja v določenem časovnem obdobju

Ocena	1	2	3	4	5
Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Srednje verjetno	Verjetno	Skoraj gotovo
Opis	Zelo majhna verjetnost za pojav	Majhna verjetnost za pojav	V podobnih okoliščinah/država se je ta dogodek že zgodil	Tveganje je zelo verjetno, dogodek se je že zgodil	Tveganje je zelo verjetno, dogodek se je že zgodil večkrat
Kvantifikacija	5% verjetnost	20% verjetnost	50% verjetnost	80 % verjetnost	95% verjetnost dogodka

Analiza obsega posledic

Ocena obsega posledic					
Ocena	1	2	3	4	5
Opis	Nepomembne	Majhne	Zmerne	Velike	Katastrofalne
Ocena škode na sredstvih, obratovanju	Vpliv se izravna skozi običajno delovanje	Negativen dogodek	Resen dogodek, ki potrebuje dodatne ukrepe	Kritičen dogodek, ki potrebuje izredne ukrepe	Katastrofa, ki lahko vodi do zaprtja ali kolapsa projekta/mreže
Varnost in zdravje	Potrebna zgolj prva pomoč	Manjše poškodbe, zdravniška oskrba	Resne poškodbe ali izguba dela	Resne in obsežnejše poškodbe, stalne poškodbe ali invalidnost	Ena ali več smrtnih žrtev
Okolje	Ni vpliva	Vpliv znotraj območja projekta, vpliv se izravna po 1 mesecu po dogodku	Večji vpliv z možnim širšim vplivom, izravnani v 1 letu po dogodku	Občutno večje onesnaženje okolja z lokalnim učinkom, presežanje mejnih vrednosti in zakonodaje, več kot 1-letni vpliv	Občutno večje onesnaženje s širšim vplivom, omejena možnost popolnega okrevanja okolja v obdobju, daljšem od 1 leta.
Družba	Ni vpliva	Lokalizirani in začasni učinki	Lokalizirani in trajnejši družbeni učinki	Učinki na državni ravni, trajnejši učinki, ki ne zaščitijo ranljivih družbenih skupin.	Negativni učinki na družbo, protesti lokalne skupnosti
Finančne posledice	Pod 2% prihodka	2-10%	10-25%	25-30%	Nad 50%
Ocena vpliva na javno mnenje	Lokaliziran, časovno omejen vpliv na javno mnenje	Lokaliziran, kratkotrajen vpliv na javno mnenje	Lokalen, dolgotrajnejši vpliv na javno mnenje z negativnim lokalnim	Državni in kratkotrajnejši vpliv na javno mnenje z negativnim poročanjem na	Državni in dolgotrajni vpliv na javno mnenje, ki vpliva na stabilnost vlade

			poročanjem	ravni države	
--	--	--	------------	--------------	--

Pri analizi posledic se upošteva najvišjo doseženo oceno v vseh šestih kategorijah. Končna ocena tveganja se izračuna z uporabo matrice, prikazane v spodnji tabeli.

Matrica za ocena tveganja

Ocena tveganja	posledice	1	2	3	4	5
Verjetnost pojavljanja		Nepomembne	Majhne	Zmerne	Velike	Katastrofalne
Redko	1	1	1	2	3	3
Malo verjetno	2	1	1	2	3	4
Srednje verjetno	3	1	2	3	4	4
Zelo verjetno	4	2	3	3	4	5
Skoraj gotovo	5	3	3	4	5	5

Z oceno tveganja smo identificirali glavne dejavnike tveganja za projekt.

Ocena tveganja pokaže, na katerih področjih bi bilo smiselno načrtovati še dodatne prilagoditve. Predvsem moramo biti pozorni na glavne dejavnike tveganja, ki imajo številčno oznako:

- 4 – veliko tveganje
- 5 – izredno veliko tveganje

3.Korak: Pregled možnih rešitev za prilagajanje na podnebne spremembe

Za podnebne nevarnosti, za katere smo v oceni tveganja dobili rezultat 4 – veliko tveganje ali 5 – izredno veliko tveganje, preučimo možne rešitve za prilagajanje.

Rešitve za prilagajanje moramo poiskati tudi na naslednjih področjih:

- Podnebna nevarnost lahko pri projektu povzroči izredno negativne vplive na okolje,
- Podnebna nevarnost lahko pri projektu ogrozi življenje ljudi,
- Podnebna nevarnost lahko pri projektu povzroči negativne vplive na okolico, sosednje objekte ali povzroči nastanek nesreče.

Pozorni bodimo na naslednje:

- Preučimo, katere prilagoditve so že upoštevane pri projektiranju objektov.
- Preučimo ali bi pri uporabi inženirskih standardov lahko uporabili podatke, pri katerih upoštevamo podnebne spremembe (npr. jakost izrednih naličkov, povprečna zunanja temperatura,...). Natančnejši podatek za načrtovanje lahko pridobimo tudi s strani ARSO.
- Preučimo, katere prilagoditve lahko izvedemo brez velikih stroškov in brez poslabšanja drugih aspektov projekta: t.i. prilagoditve »z nizkim obžalovanjem«.
- Preučimo tudi ali bi posamezna prilagoditev lahko poslabšala podnebno odpornost projekta na drugih področjih.

Cilj prilagoditve projekta je, da dosežemo sprejemljivo raven podnebnega tveganja. Sprejemljiva raven je odvisna od tveganja, ki smo ga še pripravljeni sprejeti – pri tem pa moramo upoštevati tako vplive na uporabnike, na okolje, kot tudi na škodo, ki bo pri tem nastala.

Prednost imajo prilagoditve »z nizkim obžalovanjem«: to pomeni, da z njimi brez velikih stroškov uspemo doseči večjo odpornost projekta na podnebne spremembe. Pri tem pa moramo biti pozorni, da prilagoditev ne bo škodljivo vplivala na okolico.

Nekaj predlogov prilagoditev za posamezno podnebno nevarnost je prikazanih v spodnji tabeli.

Priporočila za možne prilagoditve na podnebne spremembe.

SPREMEMBA PODNEBJA	MOŽNE PRILAGODITVE
<i>Ekstremni temperaturni dogodki - visoke temperature in vročinski valovi</i>	Ustrezna toplotna izolacija Zunanja senčila za okna Stene in streha objekta iz svetlih materialov Zelene strehe ali zelene stene Visokodebelna listopadna vegetacija na južnih legah pred objektom (senčenje) Ukrepi pasivnega hlajenja Aktivno hlajenje – klimatizacija in prezračevanje Orientacija objekta, oken in dejavnosti v njem Geotermalno hlajenje
<i>Izredne padavine</i>	Dvig kote pritličja nad koto terena, Ustrezen nagib zunanjih površin Ustrezno projektirana padavinska kanalizacija (upoštevanje povečanja količine padavin v nalivih) Zaščita steklenih površin pred točo z ustreznimi zasloni Preprečevanje zastajanja vode na lokaciji ter ustrezno odvajanje padavinske vode Zadrževalniki padavinske vode za preprečitev preobremenitve padavinske kanalizacije Ustrezno odtekanje vode na površju Zaščita fasadnih površin pred izrednimi padavinami ali točo
<i>Poplave</i>	Upoštevanje povečanja pretoka vodotokov in obsega poplav zaradi podnebnih sprememb pri načrtovanju. Dvig kote pritličja nad koto poplav. Uporaba materialov, odpornih na vodo Protipoplavne zaščite oken in vrat Instalacija električne napeljave in občutljivih sistemov nad poplavno koto z ustrezno »rezervo« Ureditev črpanja poplavne vode iz objekta Ustrezno načrtovanje objekta (npr. brez kleti na poplavnih območjih)
<i>Nevihte, neurja in sunki vetra</i>	Študije vetra v času načrtovanja objekta, Ustrezna oblika strehe, odpornejša na veter, Zunanja zaščita oken pred orkanskim vetrom (protivetrna polkna) za preprečitev poškodb oken v neurju Ukrepi za povečanje odpornosti strešne kritine na sunke vetra Ustrezno projektiranje strešne konstrukcije Strelovodi Sajenje vegetacije za prekinitev toka vetra – protivetrni zasloni Steklo, odporno na udarce v stavbnem pohištvo ter na fasadi, če je fasada steklena. Rezervno napajanje Zaščita in pritrditev vseh predmetov na zunanji površini, kot so npr. zabojniki za odpadke, zunanje pohištvo...
<i>Posedanje tal</i>	Ustrezen odmik dreves od objekta, prepreke za korenine Prilagajanje temeljev, globlji temelji, pilotiranje Okrepitev konstrukcije objekta Ustrezno odvajanje padavinske vode stran od objekta

4. Korak: Implementacija prilagoditev, ki učinkovito zmanjšajo najbolj pomembna tveganja

Po izbiri ključnih ukrepov za prilagoditev si lahko pomagamo tudi s presojo stroškov in koristi (t.i. Cost-Benefit Analysis), pri čemer primerjamo strošek prilagoditve ter prihranek zaradi prilagoditve. Pri tem pa lahko poleg prihranka v smislu preprečitve škode, upoštevamo tudi prihranek z vidika: neprekinjenega opravljanja dejavnosti, ohranitve dela/pogodbenih obveznosti, prihranek pri obratovalnih stroških ipd.

Poleg implementacije prilagoditev v času načrtovanja in gradnje projekta je potrebno tudi proaktivno delovanje za prilagajanje na podnebne spremembe v času obratovanja. Tudi najboljše načrtovani ukrepi za prilagajanje ne bodo imeli maksimalnega učinka, če se ne bo struktur za prilagajanje redno vzdrževalo in preverjalo.

1. Uvod

Danes lahko z veliko gotovostjo trdimo, da se je podnebje v Sloveniji že izredno spremenilo, čeprav se nam na prvi pogled ne zdi tako. Morda se nam zdi, da je segrevanje ozračja in s tem povezane spremembe v prejšnjih desetletjih potekalo razmeroma počasi. Meteorološke meritve pa kažejo, da se je v obdobju 1961-2011 povprečna temperatura zraka v državi dvignila že za $1,7^{\circ}\text{C}$ ³, kar je skoraj toliko, kot znaša razlika v povprečni temperaturi med Ljubljano in Novo Gorico⁴. V istem obdobju se je skupna višina snežne odeje zmanjšala za kar 55%. Vročinski valovi in tropske noči, ki so bile nekdanja redkost v celinskem delu države, so postali stalnica.

Dvig svetovne temperature ne vpliva samo na manj snežene zime, temveč dvig temperature ozračja in oceanov povzroča tudi bolj uničujoče naravne nesreče. V letu 2023 so meteorologi zabeležili rekordne temperature oceanov. Posledično je bilo leto 2023 v večjem delu Srednje Evrope in v Skandinaviji bistveno bolj deževno od povprečja. Tudi v Sloveniji so v avgustu 2023 po izrednih padavinah katastrofalne poplave in zemeljski plazovi prizadeli večji del države in povzročili ogromno škodo ter izgubo štirih človeških življenj. V prihodnosti bodo takšne in podobne vremenske ujme pri pričakovanem naraščanju temperature verjetno še pogostejše.

Šesto poročilo IPCC ocenjuje, da bomo brez resnih ukrepov za zmanjšanje svetovnih izpustov toplogrednih plinov presegli cilj Pariškega sporazuma in mejo za varno prihodnost (dvig svetovne temperature za $1,5^{\circ}\text{C}$) že med letom 2030 in 2035. V obdobju 2040-2050 bi lahko že presegli povišanje svetovne temperature za 2°C . Vsake pol stopinje več pa bo eksponentno povečalo svetovno pomanjkanje vode in hrane. Preseljevanje prebivalstva zaradi podnebnih sprememb bo povečalo preseljevanje v večja mesta, pa tudi število beguncev. Naravne nesreče bodo pogostejše, ogrozile bodo večje število ljudi ter povzročale obsežnejšo škodo na stavbah in infrastrukturi.

Že več desetletij je več kot jasno, da je potrebno takojšnje ukrepanje za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov na sprejemljivo raven ter povečanje ponorov toplogrednih plinov. Toda zgolj zmanjševanje emisij toplogrednih plinov ne bo dovolj, da omilimo posledice podnebnih sprememb, saj so koncentracije toplogrednih plinov v ozračju že krepko presegle varno mejo 350 ppm.⁵ Potrebno bo tudi *prilagajanje na podnebne spremembe oziroma povečevanje podnebne odpornosti*.

Kaj pravzaprav pomeni prilagajanje na podnebne spremembe? Na primer, na hujši rušilni potres, ki je sicer razmeroma redek, smo se prilagodili tako, da smo zaostрили standarde za gradnjo. Objekti, projektirani v skladu s protipotresnimi zahtevami, bodo praviloma zdržali potresne sunke. S tem smo zaščitili tako življenje ljudi v objektih, kot tudi zmanjšali škodo na samem objektu v primeru potresa. Podobno moramo začeti razmišljati tudi o spremembah podnebja in naravnih nesrečah. Načrtovanje objektov mora biti usmerjeno k temu, da bodo objekti ob prihodnjih podnebnih spremembah »zdržali« obremenitve zaradi spremenjenih vremenskih razmer in naravnih nesreč ter bili še naprej uporabni za namen, za katerega so bili projektirani. Vendar je to le en del prilagajanja. Ustrezno načrtovanje objekta lahko tudi zmanjša stroške, poveča varnost uporabe ter zaščiti zdravje in počutje uporabnikov.

³Vertačnik G., Bertalanč R. in sod. (2018). Povzetek, str. 3.

⁴ ARSO, Meteo, podnebni diagrami, https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/statistike_1950_2020.

⁵ Trenutni rekord v letu 2024 je 424 ppm CO₂ v ozračju, povprečna vsebnost CO₂ v letu 2023 na svetovni ravni pa je znašala 417 ppm (NOAA, 2023).

Na tem področju lahko k večji varnosti Slovenije izredno veliko prispevamo prostorski načrtovalci, pooblaščen inženirji, arhitekti ter seveda odločevalci. Zakaj? Načrtovanje pravilne rabe prostora in objektov, odpornih na podnebne spremembe, bo namreč v prihodnosti ključno za zaščito človeških življenj ter zmanjšanje škode. V primeru naravnih nesreč pravilno načrtovana infrastruktura prenese večje pritiske ter tako še naprej zagotavlja ključne storitve sodobni družbi: pitno vodo, elektriko, dostop do pomembnih informacij. Obenem pa mora pravilno načrtovanje objektov⁶ preprečiti tudi okoljske nesreče, ki se lahko zgodijo ob neustreznem načrtovanju ter preprečiti negativne vplive na okolico.

Do sedaj je bilo v veljavi, da so se pri načrtovanju objektov uporabljali standardi ter gradbene in inženirske prakse, ki so temeljili na podatkih o podnebjju v preteklosti, s predpostavko, da se podnebje načeloma ne spreminja.

Zaradi podnebnih sprememb moramo spremeniti naš dosednji način dela. Objektov namreč ne projektiramo za preteklost, temveč za prihodnost. Poslovne, industrijske, stanovanjske in druge objekte bomo zelo verjetno uporabljali do 80 let in več, kar pomeni, da bodo ob koncu stoletja verjetno še v uporabi. Takrat pa bo podnebje lahko toplejše kar za 3-5 °C⁷. Ker človeštvo v ozračje vsako leto emitira velike količine toplogrednih plinov, lahko z veliko gotovostjo trdimo, da se bo podnebje v prihodnosti še spreminjalo. Če želimo, da bodo objekti v prihodnosti odporni na spremembe podnebja ter varni za življenje, jih moramo *že sedaj projektirati z mislijo na podnebje v prihodnosti*.

V pomoč pri tem je IZS pristopila k izdelavi smernic za projektiranje objektov, prilagojenih na podnebne spremembe. Pričujoče smernice so napisane z namenom, da poudarijo pomen prilagajanja na podnebne spremembe, na drugi strani pa ponudijo navodila za izvedbo postopka presoje vplivov podnebnih sprememb oziroma ocene ranljivosti in tveganja za objekt.

V prvem delu smernic je opisan pomen prilagajanja na podnebne spremembe ter evropske usmeritve za prilagajanje na podnebne spremembe, ki se bodo uvajale tudi v slovensko zakonodajo in gradbeno prakso.

V drugem delu smernic so na kratko opisane predvidene podnebne spremembe za Slovenijo do konca 21. stoletja, ki so povzete iz Ocene podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja, ki jo je izdelala ARSO. To je ključni dokument, s katerim si lahko pomagamo pri presoji prihodnjih sprememb podnebja in potrebnih prilagoditvah.

V tretjem delu je opisan postopek presoje vpliva podnebnih sprememb na projekt, s katerim lahko najprej presodimo, na katere podnebne grožnje bo potrebno prilagoditi projekt ter nato načrtujemo ustrezne spremembe.

Postopek presoje vpliva podnebnih sprememb na projekt je bil zasnovan s strani Evropske Komisije in je učinkovito orodje za presojo ranljivosti in tveganja zaradi podnebnih sprememb v prihodnosti, pa tudi ranljivosti v obstoječem stanju. Še preveč pogosto se namreč zgodi, da se občutljive objekte umešča na področja, ki so že sedaj ogrožena zaradi naravnih nesreč, prav

⁶ Objekt je po definiciji GZ-1 s tlemi povezana stavba ali gradbeno inženirski objekt, narejen iz gradbenih proizvodov, proizvodov in naravnih materialov, skupaj z vgrajenimi inštalacijami in tehnološkimi napravami, ki jih objekt potrebuje za svoje delovanje [...] (3. člen GZ-1, Ur. l. RS, št. 199/21 in 105/22).

⁷ Ob predpostavki, da se uresniči pesimistični scenarij podnebnih sprememb, označen tudi s kratko RCP8.5.

opisani postopek presoje pa nam že na samem začetku pomaga presoditi oboje: katera lokacija ni primerna za postavitev objekta ter kateri vremenski vplivi lahko ogrozijo načrtovani objekt.

Upamo, da bodo pričujoče smernice v pomoč vsem pooblaščenim inženirjem, arhitektom in prostorskim načrtovalcem pri nadaljnjih projektih!

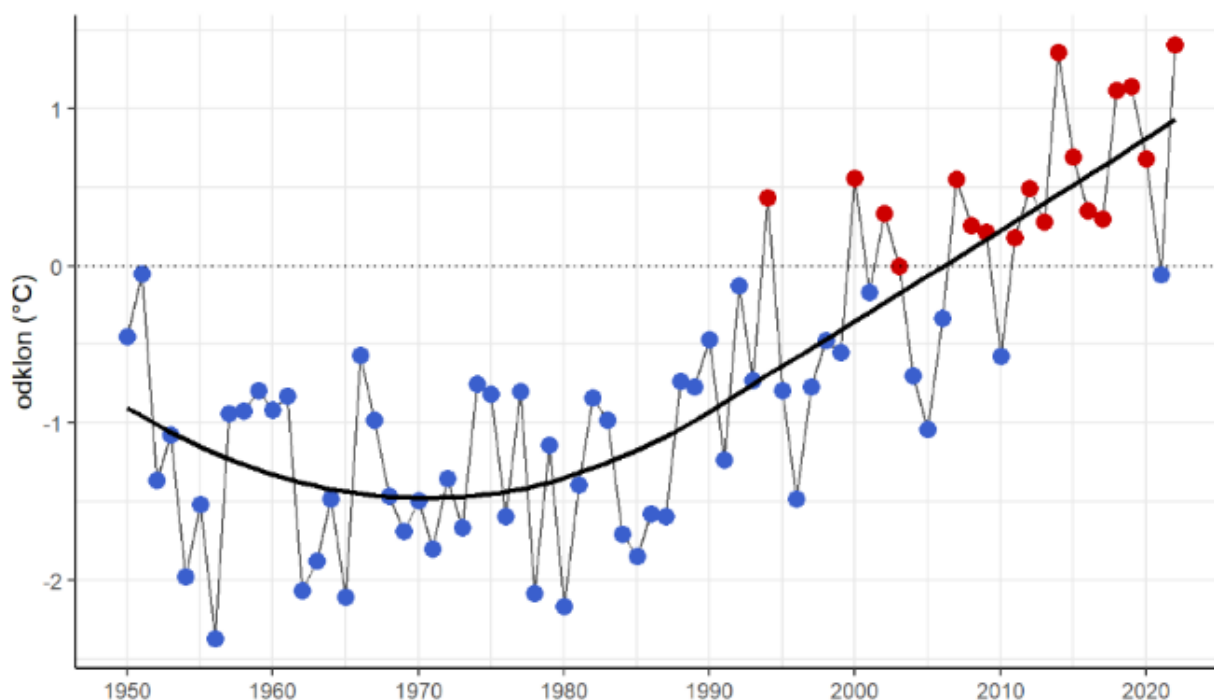
2. Zakaj je pomembno, da načrtujemo objekte, prilagojene na podnebne spremembe?

2.1. Podnebje se je že spremenilo

Čeprav imamo morda občutek, da se podnebje ni spremenilo, pa rezultati projekta Podnebna spremenljivost Slovenije, ki ga je izvedla ARSO, kažejo, da se je podnebje v Sloveniji v preteklih 60-ih letih že precej spremenilo.

Rezultati projekta kažejo, da se je v Sloveniji v obdobju 1961-2011 povprečna letna temperatura zraka v povprečju že dvignila za **1,7°C**. V obdobju 1961-2011 se je količina padavin nekoliko zmanjšala (za 10-15%), predvsem v zahodni polovici države pa je zmanjšanje količine padavin doseglo tudi do 20 %. Obdobja osončenosti so se podaljšala za povprečno 10 %, hkrati s tem pa se je po vsej državi izhlapevanje povečalo za 10-20 %, najbolj na Primorskem. V istem obdobju se je skupna višina snežne odeje že zmanjšala za približno 55 %⁸.

Podnebne spremembe so torej že del naše realnosti. Podnebni diagram za meteorološko postajo Letališče Jožeta Pučnika v obdobju 1950 do 2020 na sliki 2.1.a prikazuje odklon temperature od referenčnega povprečja v obdobju 1991-2020, iz česar je jasno razvidno zviševanje povprečne temperature, predvsem v obdobju po letu 1970.⁹



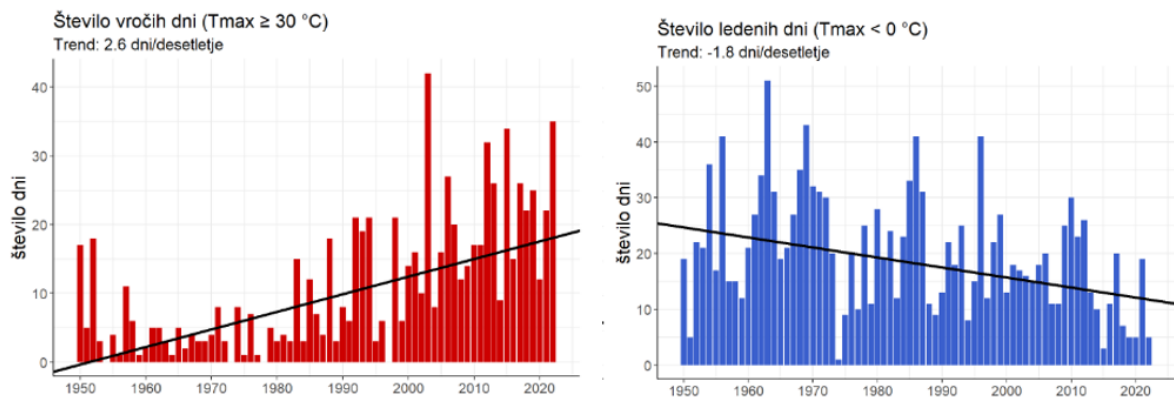
Slika 2.1.a: Odklon temperature od referenčnega povprečja v obdobju 1991-2020 za meteorološko postajo Letališče Jožeta Pučnika (vir: ARSO, METEO).

⁸ Vertačnik G., Bertalanič R. in sod. (2017) in Vertačnik G., Bertalanič R. in sod. (2018), str. 3 ter 4-19.

⁹ ARSO, Meteo, podnebni diagrami, Podnebni diagram za meteorološko postajo Letališče Jožeta Pučnika. https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/statistike_1950_2020.

Z naraščanjem temperature so povezane številne druge posledice, ki jih že opažamo:

- Višje temperature pozimi in poleti: višje zimske temperature se nam morda zdijo dobrodošla posledica podnebnih sprememb, toda po drugi strani dvig temperature prinaša tudi bistveno višje poletne vročinske obremenitve. Vročinski valovi in tropske noči, ki so bile pred letom 2000 redkost v celinskem delu države, postajajo vedno pogostejši. Vročinske obremenitve so še posebej nevarne zaradi tega, ker izredno negativno vplivajo na zdravje, še posebej pri ranljivih skupinah prebivalstva. Ocenjeno je, da so vročinske obremenitve v Evropi v letu 2022 povzročile več kot 61.000 smrtnih žrtev¹⁰.

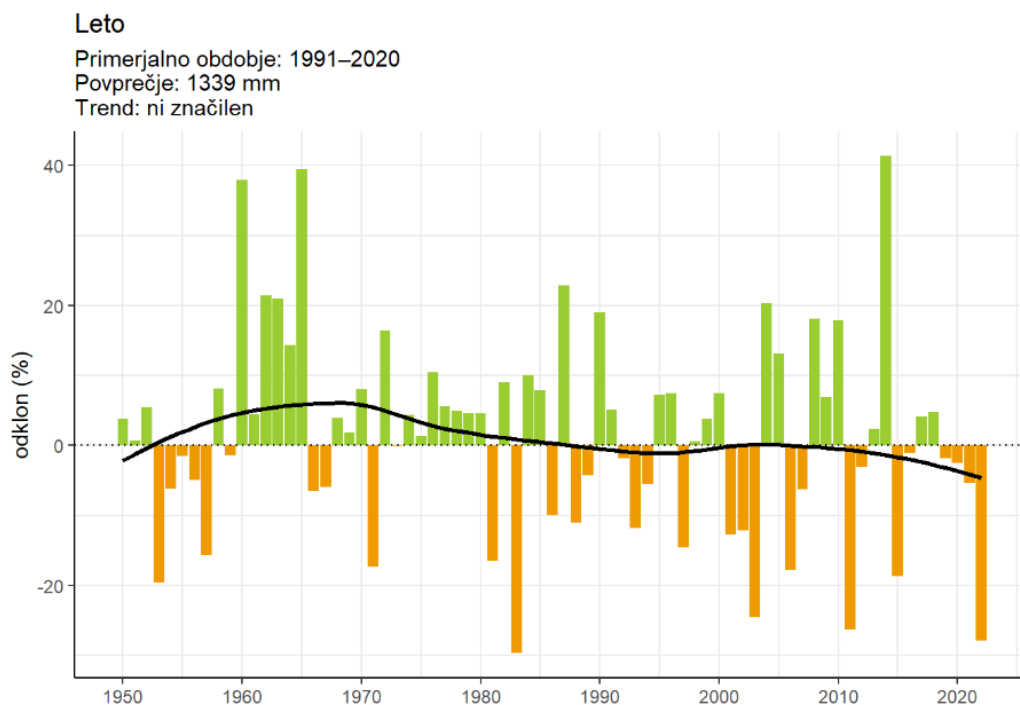


Slika 2.1.b: Trend števila vročih dni (levo) in trend števila ledenih dni (desno) v obdobju 1950-2020 na Meteorološki postaji Letališče Jožeta Pučnika (vir: ARSO, METEO)

- Višje temperature morja: morje se segreva še hitreje kot ozračje. Višje temperature morja povzročajo t.i. vročinske valove tudi v oceanih, kar izredno negativno vpliva na vodne ekosisteme. Obenem pa višje temperature morja povečajo izhlapevanje, kar vpliva na intenzivnejše padavine in večjo uničevalno moč neurij. Redki dogodki, kot so mediteranski cikloni (ali »medikani«), postajajo v zadnjih letih pogostejši, kot je bilo opaženo tudi v letu 2023 v Libiji in Grčiji.
- Neenakomerna razporeditev padavin: razporeditev padavin med posameznimi letnimi časi postaja bolj neenakomerna: prihaja do menjavanja sušnih in deževnih obdobj. Manjše količine snežnih padavin vplivajo na manjšo namočenost tal v spomladanskem času, kar poveča možnost za sušo v rastni dobi. Podnebne spremembe bodo v prihodnosti z veliko verjetnostjo vplivale na večje ekstreme med količinami padavin v posameznih letih: pričakujemo lahko izmenjevanje vročih in sušnih let z možnostjo pojavljanja pogostejših gozdnih požarov ter mokrih in poplavnih let. Na spodnjem diagramu odklona količine padavin od referenčnega povprečja v obdobju 1991-2020 lahko kljub temu, da ni zaznanega značilnega trenda, opazimo pogostejša leta z manjšo količino padavin (t.i. sušna leta) v zadnjih treh desetletjih in posamezna izredno mokra leta. Prav tako je iz primerjav referenčnih povprečij količine padavin razvidno, da se referenčno letno povprečje padavin po posameznih primerjalnih obdobjih zmanjšuje. Referenčno letno povprečje padavin za primerjalno obdobje 1951-1980 na MP Letališče

¹⁰ Ballester J. in sod (2023).

Jožeta Pučnika Ljubljana tako npr. znaša 1402 mm, v primerjalnem obdobju 1991-2020 pa le še 1339 mm.¹¹



Slika 2.1.c.: Odklon povprečne vsote padavin glede na primerjalno obdobje 1991-2020 na Meteorološki postaji Letališče Jožeta Pučnika (vir: ARSO, METEO)

- Toplejši zrak vsebuje več vlage, zaradi česar so padavine bolj intenzivne. V krajšem času pade večja količina padavin, posledice pa so lahko poplavljanje urbanih površin, hudourniške ter rečne poplave.
- Višje temperature ozračja pomenijo, da je v ozračju več energije, zaradi česar so sunki vetra močnejši. V zadnjih letih ob vetrovnih dogodkih na meteoroloških postajah v Sloveniji meteorologi beležijo redno »podiranje rekordov« v hitrosti sunkov vetra. Prav tako je ob višjih temperaturah več možnosti za nastanek velikih zrn toče.
- Ob intenzivnejših in dolgotrajnejših padavinah je večja verjetnost za nastanek zemeljskih plazov in erozije.

Marsikateri od teh sprememb smo v Sloveniji že občutili zaporedoma v izredno sušnem letu 2022 in izredno mokrem letu 2023. Vpliv podnebnih sprememb na naravno variabilnost vremena je namreč prav v povečanju vremenskih ekstremov: pričakujemo lahko, da bodo sušna leta še bolj sušna in vroča, leta z veliko padavinami pa še bolj »namočena«, kot smo bili tega vajeni do sedaj. Obenem pa lahko, tako kot v letih 2022 in 2023 pričakujemo tudi bolj intenzivne naravne nesreče, kot so poplave, neurja, toča, zemeljski plazovi in gozdni požari.

2.2. Kako podnebne spremembe vplivajo na objekte in kakšne so posledice?

Objekti, ki jih gradimo, so načrtovani z namenom, da nas zaščitijo pred vremenskimi vplivi. Obstoječi objekti so projektirani v skladu z gradbenimi standardi in praksami, ki temeljijo na

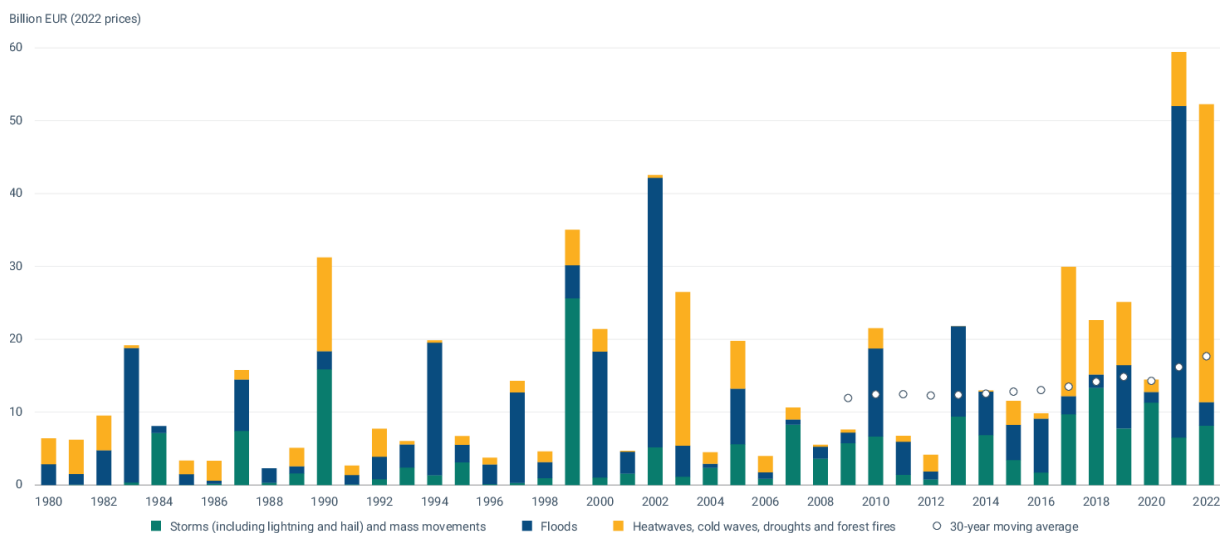
¹¹ ARSO, Meteo (2023). Podnebni diagrami. Dostopno na: https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/statistike_1950_2020, (28.11.2023)

značilnostih podnebja v preteklosti, kar pomeni, da so praviloma odporni na nevarnosti preteklega podnebja, z nekaj varnostne rezerve. Na poplavnih območjih se objekte npr. prilagaja z uporabo podatkov o stoletnih poplavah (Q100). V primeru, da so poplave večjega obsega, pa načrtovani ukrepi ne zadoščajo več za zaščito objekta. V poplavah v letu 2023 je bila tako poškodovana ali celo uničena tudi razmeroma nova infrastruktura na izpostavljenih mestih.

Poleg poškodb samega objekta imajo vremenske ujme lahko precejšnje ekonomske posledice tudi za dejavnost, ki poteka v objektu: npr. uničenje skladiščenega blaga, strojev, prekinitev dejavnosti, nezmožnost izpolnitve pogodb s poslovnimi partnerji zaradi prekinitve dejavnosti in druge posledice. V primeru poškodb infrastrukture so posledice za delovanje družbe še občutnejše: prekinitev prometnih povezav, dobav električne energije, prekinitev komunikacijskih omrežij, možno onesnaženje pitne vode in negativni vplivi na zdravje.

V preteklosti so bili ekstremni vremenski dogodki razmeroma redki oz. niso povzročili tako obsežne škode. Izredne poplave, ki so Slovenijo prizadele leta 2023, smo na primer doživeli tudi v letu 1926, pa v letih 1933, 1954, 1966, 1989, 1990 in v letih 2010 ter 2014¹². V obdobju med letoma 1990 in 2010 so bile poplave s škodo, večjo od 0,5 % BDP zabeležene štirikrat: v letu 1990, 1998, 2007 in 2010¹³. Toda kljub temu se je zaradi »kolektivne pozabe« in drugih dejavnikov na poplavnih območjih nadaljevala gradnja objektov, s čimer se je škodni potencial na teh območjih povečal.

V Evropi je že opaženo, da se ekonomska škoda zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov povečuje. Evropska agencija za okolje (EEA) ocenjuje, da se ekonomska škoda zaradi izrednih vremenskih dogodkov povečuje že nekaj desetletij. Največ škode povzročajo poplave, ki predstavljajo skoraj polovico vse ekonomske škode zaradi naravnih nesreč. Neurja in plazovi pa skupaj predstavljajo tretjino vse ekonomske škode.¹⁴ Iz diagrama letne ekonomske škode (spodaj) še posebej izstopata leti 2021 in 2022.



Slika 2.2.: Letna ekonomska škoda, povzročena zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov v državah članicah EU (Vir: EEA).

¹² Tušar P. (2012), str. 7-24 in MOP RS (2016).

¹³ MOP RS (2016).

¹⁴ EEA (2023).

Iz zbranih podatkov EEA je prav tako razvidno, da je najvišja škoda na prebivalca v tem obdobju (1980-2022) nastala prav v Sloveniji, in sicer je škoda na prebivalca znašala kar 3.452 Evrov. Od tega je bilo zavarovane zgolj 4% vse škode. Najvišja škoda v tem obdobju je nastala v Nemčiji, kjer je znašala skupno 167.299 milijonov Evrov, v Sloveniji pa 6.934 milijonov Evrov¹⁵.

Podnebne spremembe ogrožajo tudi človeška življenja. Največ smrtnih žrtev povzročijo vročinski valovi, in sicer je ocenjeno, da je več kot 85% smrtnih žrtev v EU zaradi vremenskih razmer posledica vročinskih valov. Podatki EEA kažejo, da naj bi zaradi posledic ekstremnih vremenskih dogodkov v EU umrlo skupno približno 220.300 ljudi v obdobju 1980-2022¹⁶. Poleg vročinskih valov pa smrtne žrtve povzročajo tudi drugi ekstremni vremenski dogodki, povezani s podnebnimi spremembami. V letu 2023 smo bili priča katastrofalnim poplavam po celem svetu, ki so terjale človeška življenja tudi v Sloveniji. Katastrofalne poplave v Libiji, ki so bile posledica izrednih nalivov v nevihti »Daniel« in popustitve jezov, so terjale vsaj 4.000 človeških življenj, okrog 8.500 ljudi pa še vedno pogrešajo. Tudi ekstremna neurja lahko povzročijo smrtne žrtve, predvsem zaradi padcev dreves ali večjih predmetov, ki jih podre ali prenaša veter.

Zabeleženo povečevanje škode in ogroženosti človeških življenj zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov v zadnjih desetletjih je posledica že opaženih podnebnih sprememb. Ob trenutnem povečevanju globalnih emisij toplogrednih plinov in koncentracij toplogrednih plinov v ozračju pa lahko z veliko gotovostjo predvidevamo, da bodo posledice v prihodnosti še večje.

Prav zato je potrebno, da posledice podnebnih sprememb na objekte ter ljudi, pričnemo zmanjševati z učinkovitim načrtovanjem prilagajanja na podnebne spremembe.

2.3. Kaj je prilagajanje na podnebne spremembe?

V zvezi s podnebnimi spremembami pogosto govorimo o dveh dejavnostih: prilagajanju in blaženju podnebnih sprememb.

Blaženje podnebnih sprememb predstavljajo dejavnosti in ukrepi za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v ozračje. Te dejavnosti bodo nujne za to, da preprečimo, da se koncentracija toplogrednih plinov v ozračju še naprej povečuje, s tem pa bomo omilili naraščanje svetovne temperature ozračja in oceanov.

Prilagajanje na podnebne spremembe pa predstavljajo ukrepi za preprečevanje in zmanjševanje škode, ki jo lahko povzročijo škodljivi učinki podnebnih sprememb. Sem npr. spadajo obsežni infrastrukturni projekti za zaščito obalnih mest pred dvigom morske gladine, pa tudi manjše prilagoditve, kot je instalacija klimatskih naprav v objekte. Med prilagajanje na podnebne spremembe spadajo tudi prilagoditve v načrtovanju prostora: npr. prepoved gradnje na poplavnih območjih, povečevanje zelenih površin v mestih, sonaravne ureditve vodotokov in druge rešitve.

V zvezi prilagajanjem na podnebne spremembe se uporablja tudi izraz **podnebna odpornost** ali povečevanje podnebne odpornosti. Povečevanje podnebne odpornosti pomeni povečanje sposobnosti nekega sistema ali objekta, da zdrži neugodne okoliščine, trende ali spremembe podnebja na takšen način, da se ohrani njegova funkcija, struktura in identiteta. Prilagajanje

¹⁵ EEA (2023).

¹⁶ EEA (2023).

seveda ni nujno omejeno na načrtovanje ali gradnjo objektov, saj bo v prihodnosti pomembno prilagajanje tudi na področju izvajanja dejavnosti, načina kmetovanja in podobno.

2.4. S prilagajanjem na podnebne spremembe moramo začeti čim prej

S Pariškim sporazumom v letu 2015 so se države podpisnice zavezale k omejitvi globalnega segrevanja na manj kot 2 °C in ciljem omejitve zviševanja temperature do največ 1,5 °C. Kako oddaljena pa je v resnici ta meja? Evropski vesoljski opazovalni program Copernicus v sklopu spremljanja podnebnih sprememb mesečno posodablja program spremljanja svetovne temperature. Pri trenutni hitrosti naraščanja globalne temperature naj bi glede na predvidevanja Copernicusa mejo 1,5°C presegli **že v letu 2034** (podatek iz oktobra 2023)¹⁷. V letu 2000 je bil ta datum precej bolj oddaljen, in sicer naj bi to mejo dosegli šele maja 2045. Segrevanje planeta se pospešuje, kar pomeni, da bomo pri takšnih hitrostih segrevanja ozračja mejo 1,5 °C presegli že veliko prej, kot to pričakujemo.

Po drugi strani pa znanstveniki predvidevajo, da bi se segrevanje ozračja nadaljevalo še nekaj časa, tudi če bi v tem trenutku čudežno ustavili vse človeško povzročene emisije toplogrednih plinov. Dvig temperatur, ki bi se zgodil zaradi stabilizacije temperature na zemlji, je ocenjen na 0,6 °C. Če bi emisije toplogrednih plinov uspešno ustavili pri dvigu globalne temperature za 1,5 °C, bi verjetno povprečna svetovna temperatura kljub temu dosegla 2,0 °C¹⁸. Ta razlika pa ni zanemarljiva.

Ker objekte in infrastrukturo običajno projektiramo za daljše življenjsko obdobje, je torej smiselno, da jih načrtujemo z upoštevanjem stanja podnebja v prihodnosti. Samo tako bodo ti objekti lahko prilagojeni na spremenjene podnebne razmere, ki smo jim že priča in ki nas neizogibno čakajo v prihodnosti. Objekte in infrastrukturo bi torej morali načrtovati z upoštevanjem podnebnih dejavnikov v prihodnosti in ne, kot je trenutno običajno: glede na podnebne dejavnike, ki smo jih zabeležili v preteklosti.

Res je, da prilagoditev projekta na podnebne spremembe zahteva dodaten finančen vložek, investicija zaradi prilagoditve projekta pa je v nekaterih primerih lahko precejšnja. Toda pomisliti moramo, da bo investicija v prilagoditev na podnebne spremembe lahko preprečila škodo v prihodnosti, ki bi lahko dosegla večkratnik začetne investicije.

Prav zato je pomembno, da o podnebnih spremembah razmišljamo že na samem začetku načrtovanja in ne šele na koncu. Veliko je odvisno od lokacije, kjer želimo postaviti načrtovani projekt: izbira lokacije namreč narekuje potrebno prilagajanje projekta na podnebne spremembe. Nekatera območja, ki so ogrožena že v obstoječem stanju, kot so poplavna in plazovita območja, pomenijo bistveno večjo ogroženost objekta že v sedanjem stanju, kaj šele v prihodnosti. Nato je pomembno, da ogroženost lokacije in predvidene značilnosti podnebja v prihodnosti upoštevamo pri vseh vidikih načrtovanja, saj bomo le tako lahko zagotovili, da bo projekt odporen na pričakovane vremenske vplive.

S pravilnim načrtovanjem bomo zagotovili večjo varnost uporabnikov in preprečili škodo tako dejavnosti, ki bo potekala v objektu, kot tudi škodo na objektu. To je še posebej pomembno pri načrtovanju gospodarske javne infrastrukture, saj je delovanje sodobne družbe vedno bolj

¹⁷ Copernicus (2023).

¹⁸ Herring D., Lindsey R. (2023).

odvisno od pravilnega delovanja infrastrukture. Kot je dejal že Charles Darwin: »Ne preživijo najmočnejše vrste ali najbolj inteligentne, temveč tiste, ki se znajo najbolj prilagajati.«

2. Evropske usmeritve za prilagajanje na podnebne spremembe in zahteve za pridobitev sredstev za sofinanciranje projektov

Evropska Unija je poleg nujnosti zmanjševanja emisij toplogrednih plinov prepoznala tudi nujnost prilaganja na podnebne spremembe. Obe zahtevi sta tudi del Evropskih podnebnih pravil (*European Climate Law*) in Evropskega zelenega dogovora (*European Green Deal*). Na področju prilagajanja je sprejeta Evropska strategija prilagajanja na podnebne spremembe, za prilagajanje in blaženje podnebnih sprememb pa je namenjenih tudi več namenskih programov financiranja. Zagotavljanje podnebne odpornosti za infrastrukturo in dokazovanje ustreznega načrtovanja podnebne odpornosti je tudi eden izmed obveznih delov prijave na razpise za sofinanciranje projektov iz Evropskih skladov.

Za to, da bi se doseglo podnebne cilje EU, se namreč zahteva, da morajo biti podnebni ukrepi in aktivnosti vključeni tudi pri financiranju. Posledično se je že v prejšnjem programskem obdobju 2013-2020 za večje projekte zahtevalo, da so projektirani z upoštevanjem odpornosti na podnebne spremembe ter da prispevajo k zmanjševanju emisij toplogrednih plinov. Zahteva po zagotavljanju podnebne odpornosti pa je v programskem obdobju 2021-2027 razširjena, in sicer se zahteva upoštevanje podnebnih sprememb **za vse naložbe v infrastrukturo z življenjsko dobo večjo od pet let.**¹⁹ Med infrastrukturne projekte v skladu s smernicami spadajo vse zgradbe, infrastrukturna omrežja, »zelen«²⁰ infrastruktura in sonaravna infrastruktura, sistemi za ravnanje z odpadki in druga osnovna sredstva na področju različnih sektorjev.²⁰

Za programsko obdobje 2021-2027 Uredba o skupnih določbah (Uredba EU 2021/1060) poziva k temu, da skladi EU prispevajo k doseganju podnebnih ciljev. Uredba o skupnih določbah se nanaša na Evropski sklad za regionalni razvoj, Evropski socialni sklad plus, Kohezijski sklad, Sklad za pravični prehod in nekatere druge evropske sklade. V tem programskem obdobju se pričakuje, da se bo vsaj 30% proračunskih izdatkov Unije namenilo podnebnim ciljem. Za projekte pa to pomeni, da EU prednostno podpira dejavnosti, ki prispevajo k okoljskim in podnebnim ciljem ter prednostnim nalogam Evropske Unije.

Od projektov se tako zahteva naslednje:

- spoštovanje podnebnih in okoljskih standardov,
- spoštovanje prednostnih nalog Evropske Unije,
- da projekti ne škodujejo bistveno okoljskim ciljem EU (oz. načelo DNSH),
- da ustrezajo mehanizmom za zagotavljanje krepitve **podnebne odpornosti**.

Podnebna odpornost je skladno z Uredbo definirana kot »proces, s katerim se prepreči, da bi infrastrukturo prizadeli morebitni dolgoročni podnebni vplivi, hkrati pa se zagotovi, da se spoštuje načelo »energetska učinkovitost na prvem mestu«²¹ in da je raven emisij toplogrednih plinov, ki izhaja iz projekta, skladna s ciljem podnebne nevtralnosti do leta 2050«²² (2. člen, 42. točka Uredbe EU 2021/1060).

¹⁹ JASPERS (2023), str. 17.

²⁰ JASPERS (2023), str. 17.

Preverjanje podnebne odpornosti se za potrebe razpisne dokumentacije izvede v skladu s tehničnimi smernicami, ki jih je izdala Evropska komisija, in sicer se upoštevajo:

- Tehnične smernice za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture v obdobju 2021-2027 (*Technical guidance on the proofing of climate infrastructure in the period 2021-2027 (2021/C 373/01)*) in
- Tehnične smernice o preverjanju trajnostnosti za sklad InvestEU (*Technical guidance on sustainability proofing for the InvestEU Fund (2021/C 280/01)*)

V pomoč investitorjem je JASPERS za potrebe Ministrstva za kohezijo in regionalni razvoj pripravil tudi *Smernice organa upravljanja za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture v obdobju 2021-2027*, kjer so povzeta tudi navodila tehničnih smernic za preverjanje podnebne odpornosti infrastrukture.

Za pridobitev finančnih sredstev za projekt iz skladov EU je potrebno v skladu z navodili iz omenjenih tehničnih smernic dokazati, da so načrtovani z upoštevanjem podnebne odpornosti. Pregled podnebne odpornosti ima dva komplementarna dela, in sicer:

- Prispevek k blaženju podnebnih sprememb – projekt ne sme povzročati znatnih emisij toplogrednih plinov oz. mora biti načrtovan tako, da prispeva k zmanjševanju emisij toplogrednih plinov. V sklopu tega dela je potrebno preveriti, kako projekt prispeva k ciljem za doseganje podnebne nevtralnosti do leta 2050.
- Prilagajanje na podnebne spremembe – projekt mora biti načrtovan tako, da je odporen na predvidene podnebne spremembe, obenem pa dejavnost ne sme prispevati k povečanju škodljivega učinka pričakovanih podnebnih sprememb zdaj ali v prihodnosti.

Za vsakega od omenjenih delov pregleda podnebne odpornosti je potrebno narediti osnovni pregled ter po potrebi tudi podrobnejšo analizo, s katero se dokaže, da projekt ustreza zahtevam. V skladu s tehničnimi smernicami je potrebno izvesti²¹:

- Na področju blaženja podnebnih sprememb:
 - Osnovni pregled: enostavni izračun, s katerim se ugotovi ali je pri projektu pričakovana sprememba letnih emisij TGP (absolutnih in relativnih), večja od 20.000 t CO₂e. Za vse vrste projektov, definirane v prilogi tehničnih smernic, je podrobna analiza obvezna, ne glede na rezultat enostavnega izračuna.
 - Podrobna analiza: Za projekt je potrebno izračunati ogljični odtis oz. izračun emisij toplogrednih plinov v enem letu obratovanja, v skladu z metodologijo EIB. V primeru, da je presežen prag 20.000 t CO₂e (zmanjšanje ali povečanje emisij), je potrebno ovrednotiti tudi stroške emisij (glede na predvideno ceno tone emisij v prihodnosti) ter ovrednotiti, kako projekt vpliva na cilj zmanjševanja emisij do leta 2030 in 2050.
- Na področju prilagajanja na podnebne spremembe:
 - Osnovni pregled: Izvedba analize podnebne občutljivosti, izpostavljenosti in ranljivosti. Če obstajajo prepoznana pomembna podnebna tveganja, je potrebno izvesti tudi podrobnejšo analizo.
 - Podrobna analiza: Izvedba dodatne ocene tveganja, ki je sestavljena iz analize verjetnosti in analize posledic v skladu s Tehničnimi smernicami. Pripravi se tudi ustrezne prilagoditvene ukrepe, ter oceni stroške in koristi ukrepov. Oceni se tudi potrebo po rednem spremljanju in preverjanju projekta glede na prihodnje

²¹ JASPERS (2023), str. 18-19.

podnebne spremembe ter skladnost projekta s strategijami za prilagajanje na podnebne spremembe.

Za potrebe razpisne dokumentacije je potrebno tako za blaženje kot za prilagajanje pripraviti dokument pregleda podnebne odpornosti, v katerem je prikazan postopek in njegovi rezultati v skladu s tehničnimi smernicami. Nato je potrebno pripraviti tudi povzetek podrobne analize v izjavi o pregledu podnebne odpornosti, ki je del projektne dokumentacije.

S preverjanjem podnebne odpornosti oz. »procesom krepitve podnebne odpornosti« se zagotovi, da projekti, ki bodo financirani iz sredstev EU, prispevajo k ciljem podnebne nevtralnosti ter odpornosti držav članic na predvidene podnebne spremembe²². Prav zato je ključno, da se upoštevanje podnebnih sprememb vključuje že v samem začetku priprave projektov ter da imajo pooblaščen inženirji in arhitekti postopek preverjanja podnebne odpornosti v mislih tekom celotnega projektiranja ter ne šele na koncu, kot dodaten elaborat, ki ga je »pač potrebno priložiti« k projektni dokumentaciji.

Tudi slovenski Podnebni zakon, ki je trenutno v fazi priprave in javne obravnave, prepozna pomen prilagajanja na podnebne spremembe, ki predstavlja enega od treh ciljev načrtovanega zakona. Načrtovani zakon predvideva posodobitev nacionalne Strategije prilagajanja podnebnim spremembam in njene revizije vsakih 10 let. Prav tako Podnebni zakon predvideva, da bo za določene vrste projektov, ki se financirajo iz javnih sredstev, potrebno izvesti presojo vplivov na podnebje, s katero se bo preverilo, da so projekti zasnovani tako, da prispevajo k ciljem NEPN in na podnebno odporen način²³.

²² JASPERS (2023), str. 19.

²³ Ker Podnebni zakon v trenutku izdaje teh smernic še ni sprejet, so podane informacije zgolj informativne. Podatke o zahtevah Podnebnega zakona se bo uskladilo v reviziji Smernic po izdaji Podnebnega zakona.

3. Kdaj prilagajanje na podnebne spremembe vključiti v projektiranje objektov?

Večina slovenskih projektov se s prilagajanjem na podnebne spremembe sreča zgolj v primeru, da je za projekt potrebno integralno gradbeno dovoljenje in presoja vplivov na okolje (PVO) ali na ravni prostorskega načrtovanja, kjer je za strategijo ali OPN ter OPPN potrebna izvedba celovite presoje vplivov na okolje (CPVO). Teh projektov je na nacionalni ravni razmeroma malo – od 0,5 do 1 % vseh projektov. Preverjanje podnebne odpornosti je potrebno še v primeru, da se projekt prijavlja na razpis za sofinanciranje, kjer se zelo pogosto preverjanje podnebne odpornosti naredi šele *ex post* za zagotovitev pogojem razpisa. Težava je v tem, da je projekt takrat zelo pogosto že v fazi priprave na izvedbo, kjer so vsakršne večje spremembe projekta, potrebne za zagotovitev odpornosti na predvidene podnebne spremembe, ki bi bile morda potrebne, neizvedljive ali stroškovno zelo zahtevne.

Zato je ključno, da se preverjanje podnebnih sprememb vključi že **na samem začetku projektiranja**, ne glede na to, za kakšno vrsto projekta gre. Razmislek o tem, kako bi podnebne spremembe lahko vplivale na projekt, je odgovornost vseh, ki pri projektu sodelujejo, v prvi vrsti pa je odgovornost investitorja, saj je v končni fazi investitor tisti, ki mu bodo prilagoditve projekta zmanjšale morebitno škodo v prihodnosti.

Še posebej je pomembno, da o vplivu obstoječih območij ogroženosti ter vplivu podnebnih sprememb nanje tako pooblaščen inženir, arhitekt, kot tudi investitor, razmislijo še pred izbiro in nakupom lokacije za načrtovani projekt. Nobenega smisla namreč nima, da projekt, vreden več sto tisoč evrov, načrtujemo na območju nesprejemljivo velike poplavne ogroženosti, območju, ki je izredno ogroženo zaradi zemeljskih plazov ali v neposredni bližini vodotoka.

Seveda pa se lahko zgodi, da investitor ne pomisli na možne vplive podnebnih sprememb na projekt. V tem primeru je dobro, da pooblaščen inženir ali arhitekt kot strokovnjaka za projektiranje objektov opozorita na premislek o možnih vplivih predvidenih podnebnih sprememb na projekt ter o morebitni škodi na objektu, ki bi jo z ustreznimi prilagoditvami v fazi projektiranja lahko preprečili.

V tabeli 3.b. je naveden predlog za vključevanje prilagajanja na podnebne spremembe v različnih fazah projektiranja. V tabeli so navedeni deli presoje vplivov podnebnih sprememb na projekt oz. deli ocene ranljivosti in tveganja, ki jih je priporočljivo izvesti v posamezni fazi projektiranja. Posamezne analize, ki so del ocene ranljivosti in tveganja, so podrobneje ter po korakih opisane v poglavju 7 teh smernic.

V tabeli 3.a so za lažje razumevanje tabele 3.b., po vrsti naštetih analize, ki so del postopka presoje podnebne odpornosti oz. ocene ranljivosti in tveganja. Analize so povzete po smernicah Evropske komisije²⁴. V tabeli 3.b. so podana tudi priporočila za vključitev ukrepov za blaženje podnebnih sprememb.

²⁴ European Commission (2011) in European Commission (2021) - *Technical guidance on sustainability proofing for investments under InvestEU*.

Tabela 3.a.: Vrste analiz, ki se opravijo v postopku ocene ranljivosti in tveganja

	Vrsta analize	Opis analize
Prvi del	Analiza občutljivosti	Pregled vplivov posameznih podnebnih nevarnosti na določeno vrsto projekta, ne glede na njegovo lokacijo.
	Analiza izpostavljenosti	Pregled vplivov podnebnih nevarnosti glede na lokacijo projekta in pregled obstoječih območij ogroženosti v sedanjem in prihodnjem stanju.
	Ocena ranljivosti	Ocena ranljivosti predstavlja združitev rezultatov predhodnih analiz: ranljivost = občutljivost × izpostavljenost. Pokaže, katere podnebne nevarnosti predstavljajo grožnjo za specifični projekt na specifični lokaciji.
Drugi del	Ocena tveganja	Če začetni pregled pokaže, da je projekt ranljiv ali visoko ranljiv za katero od podnebnih nevarnosti, je potrebno izvesti oceno podnebnega tveganja. Z oceno se prikaže, kako veliko je tveganje za posamezno nevarnost, ob upoštevanju pogostosti dogodka in njegovih posledic.
Tretji del	Identifikacija možnosti za prilagajanje	Identifikacija pomeni iskanje najbolj ustreznih rešitev za prilagoditev na podnebne nevarnosti, ki imajo identificirano najvišjo in visoko stopnjo tveganja (ali po potrebi tudi za nižjo stopnjo tveganja, če tako presodi investitor ali projektant).
	Integracija prilagoditve načrta	Izbrane ukrepe se integrira v projekt.

Tabela 3.b.: Vključitev prilagajanja na podnebne spremembe v posamezne faze projektiranja

Faza*	Začetna faza	Idejni projekt	Pridobivanje GD	PVO ali razpisi	Gradnja	Obratovanje
Faza razvoja projekta	Potreba, ideja, DPP	IDP	DGD	PVO*	PZI	/
Običajne aktivnosti v fazi projekta	Razvoj ideje projekta, iskanje zemljišča, študija izvedljivosti	Definiranje projekta, pridobivanje projektnih pogojev.	Razvoj projekta, pridobivanje gradbenega dovoljenja	Priprava poročila o vplivih na okolje ali prijava na razpis za sofinanciranje	Določitev gradbeno tehničnih detajlov, materialov, opreme, načrtov za gradnjo, popis del	Vzdrževanje in uporaba objekta
Vključitev prilagajanja na podnebne spremembe	Pregled izpostavljenosti lokacije in obstoječih območij ogroženosti (poplavno območje, ogroženost zaradi zemeljskih plazov...). Ali je gradnja na lokaciji smiselna, dovoljena oz. ali bo prilagoditev sploh mogoča?	Izvedba analize občutljivosti, analize izpostavljenosti (v kolikor še ni izvedena) ter izvedba ocene ranljivosti. Po potrebi se izvede tudi ocena tveganja. Priprava usmeritev za projektiranje.	Upoštevanje usmeritev in načrtovanje ukrepov za prilagoditev projekta na podnebne spremembe glede na ocene ranljivosti in tveganja. Pridobitev točnih podatkov o podnebnih grožnjah v prihodnosti s strani ARSO.	Po potrebi se pripravi povzetek izvedenih analiz za PVO ali razpisno dokumentacijo.	Upoštevanje načrtovanih ukrepov pri načrtovanju detajlov in izbiri materialov. Pri dimenzioniranju in uporabi standardov upoštevati predvidene spremembe podnebja, npr. intenziteta nalivov.	Vzdrževanje vseh sistemov in skrb za ustrezno in pravočasno uporabo (npr. protipoplavna vrata). Redno spremljanje vremenskih razmer in vnaprejšnja priprava. Po potrebi nadgradnja ali prilagoditev ukrepov.
Vključitev blaženja podnebnih sprememb	Definirati potrebe in želje za stroškovno in energetsko učinkovito obratovanje ter trajnostno gradnjo.	Energetska učinkovitost (URE), izkoriščanje OVE za čim manj emisij TGP. Razmislek o smiselnosti uporabe fosilnih goriv.	Upoštevanje usmeritev za URE in rabo OVE, izbira ogrevanja na obnovljive vire ali TČ.	Po potrebi se pripravi povzetek izvedenih ukrepov.	Ukrepi URE in OVE se upoštevajo pri načrtovanju posameznih sistemov. Izbira energetsko učinkovitih naprav.	Spremljanje emisij TGP in URE tekom obratovanja, sprotno prilagajanje delovanja za zmanjševanje emisij TGP.
Odgovorna oseba	Investitor, vodja projektiranja	Investitor, vodja projektiranja, pooblaščen inženirji in arhitekti	Investitor, vodja projektiranja, pooblaščen inženirji in arhitekti	Vodja projektiranja, sodelujoči pri PVO ali razpisu	Investitor, vodja projektiranja, pooblaščen inženirji in arhitekti	Upravljalca in odgovorna oseba oz. vzdrževalec objekta

*Opomba: GD – gradbeno dovoljenje, IGD – integralno gradbeno dovoljenje, DPP – dokumentacija za pridobitev projektnih in drugih pogojev, IDP – idejni projekt, DGD – dokumentacija za pridobitev gradbenega dovoljenja, PVO – poročilo o vplivih na okolje, PZI – projekt za izvedbo.

4. Načrtovanje prilagajanja na podnebne spremembe – ključni izzivi

Pri projektiranju objektov, prilagojenih na podnebne spremembe se seveda pojavljajo nekateri ključni izzivi, ki jih je potrebno nasloviti. Med drugimi lahko omenimo naslednje izzive:

- Prostorsko načrtovanje še ne upošteva v zadostni meri potrebe po prilagajanju na podnebne spremembe, zazidljiva območja se načrtuje v območjih obstoječe zazidave, ki pa je pogosto na ogroženih območjih.
- Želje in potrebe investorjev so pogosto usmerjene v to, da se prične ali nadaljuje z gradnjo na območjih, ki so že v obstoječem stanju ogrožena (npr. poplavna območja in območja, ogrožena zaradi zemeljskih plazov).
- Stroškov prilagajanja na podnebne spremembe ne presojamo v luči prihrankov, ki jih bodo takšne prilagoditve prinesle. V primeru, da prilagoditve niso zakonsko zahtevane, ter so odvisne od dobre volje investitorja, so pogosto videne kot nepotreben strošek. Način razmišljanja o prilagajanju je potrebno spremeniti tako, da vidimo njegove prednosti. Dodaten strošek ukrepov za prilagajanje nam prihrani precej višje stroške sanacije v prihodnosti ali tudi višje obratovalne stroške.
- Področje prilagajanja objektov na podnebne spremembe je kompleksno in zahteva tako dobro poznavanje podnebnih sprememb, poznavanje obstoječega podnebja in ogroženosti mikrolokacije, kot tudi strokovno znanje s področja gradbeništva, poznavanje materialov, standardov, ipd. Zato je ključno sodelovanje tako med strokovnjaki s področja projektiranja objektov, kot strokovnjaki s področja podnebnih sprememb in varstva okolja.
- Kljub temu, da imamo na voljo ocene podnebnih sprememb za Slovenijo v prihodnosti ter izdelane podnebne modele za območje Slovenije, ki jih je izdelala ARSO, so le-ti v širši javnosti preslabo poznani.
- Za uporabo pridobljenih podatkov o podnebnih spremembah na področju prilagajanja objektov je potrebna tako razlaga podatkov, podnebnih modelov in scenarijev, kot tudi prilagoditev določenih kazalnikov za potrebe zahtevanih podatkov v standardih projektiranja.

V nadaljevanju smernic želimo nasloviti predvsem zadnje tri ključne izzive. V naslednjih poglavjih bo tako na kratko predstavljeno, kako pravilno beremo ocene podnebnih sprememb v prihodnosti in kako iz njih pridobimo podatke za načrtovanje, na kratko pa bo predstavljen tudi povzetek predvidenih podnebnih sprememb za Slovenijo ter postopek prilagajanja **projekta** na podnebne spremembe oz. ocena ranljivosti in tveganja.

5. Podnebni scenariji – kako pravilno razumeti in upoštevati podatke na področju podnebnih sprememb

Za učinkovito načrtovanje prilagajanja na podnebne spremembe je ključno vedeti, *na kaj* se pravzaprav prilagajamo. Odgovor na to vprašanje ni tako preprost, kot se zdi na prvi pogled, in to zaradi dveh razlogov.

Prvič, dvig povprečne svetovne temperature se bo na različnih delih sveta odražal v različnih spremembah podnebja: na nekaterih območjih bo tako podnebje bolj sušno, na drugih območjih pa bolj mokro in s pogostejšimi poplavami. Prav zato so ključnega pomena regionalni in državni podnebni modeli, kot tudi poznavanje značilnosti lokalnega podnebja in značilnosti mikrolokacije projekta.

Drugič, spremembe podnebja v prihodnosti so tesno povezane s tem, kakšna bo koncentracija toplogrednih plinov v ozračju v prihodnosti. Koncentracija le-teh je odvisna od tega, koliko gigaton emisij toplogrednih plinov bomo na svetovni ravni v prihodnjih letih in desetletjih še emitirali v ozračje. Znanstveniki so oblikovali več scenarijev razvoja dogodkov v prihodnosti, oziroma scenarije izpustov, ki predstavljajo različne variante sprememb podnebja glede na upoštevani scenarij odločitve človeštva glede emisij toplogrednih plinov.

V nadaljevanju so najprej predstavljeni regionalni in državni podnebni modeli, v poglavju 5.2. podnebni scenariji in v poglavju 5.3. obdobja v prihodnosti, na katere se nanašajo podnebni scenariji. V poglavju 5.4. so našteje vrste podnebnih nevarnosti, ki jih moramo upoštevati pri projektiranju. V poglavju 6. pa je na kratko podan povzetek podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja.

5.1. Regionalni in državni podnebni modeli

Dvig povprečne svetovne temperature bo spremenil podnebje po celem svetu, vendar te spremembe ne bodo povsod enake. Medvladni forum za podnebne spremembe (IPCC) vsakih nekaj let izda zbirno poročilo, bolj poznano pod angleškim imenom *Assesment Report* ali AR, v katerem so podane najnovejše znanstvene ugotovitve glede podnebnih sprememb, priporočila za odločevalce in povzetki ugotovitev podnebnih modelov za prihodnost. IPCC je v šestem poročilu (AR6) podal tudi povzetke opaženih in prihodnjih podnebnih sprememb za posamezne regije, oziroma regionalne podnebne modele (RCM), napovedi za Evropo so podane v 13. poglavju.²⁵ Podatki so za posamezne regije dostopni tudi v IPCC interaktivnem atlasu²⁶.

Tudi Evropa je geografsko in podnebno zelo raznolika. Predvidene spremembe podnebja na podlagi podnebnih modelov, ki jih je pripravila Evropska okoljska agencija (EEA), so po Evropi zelo različne. V Severni Evropi se bo v 21. stoletju letna količina padavin in intenzivnost padavin predvidoma povečala, medtem ko se v južni Evropi pričakuje zmanjševanje količine padavin. Srednja Evropa bo verjetno pod vplivom bolj intenzivnih poletnih suš ter povečane intenzitete padavin v drugih letnih časih. Podatki o predvidenih podnebnih spremembah za Evropo so dostopni na spletnih straneh EEA²⁷.

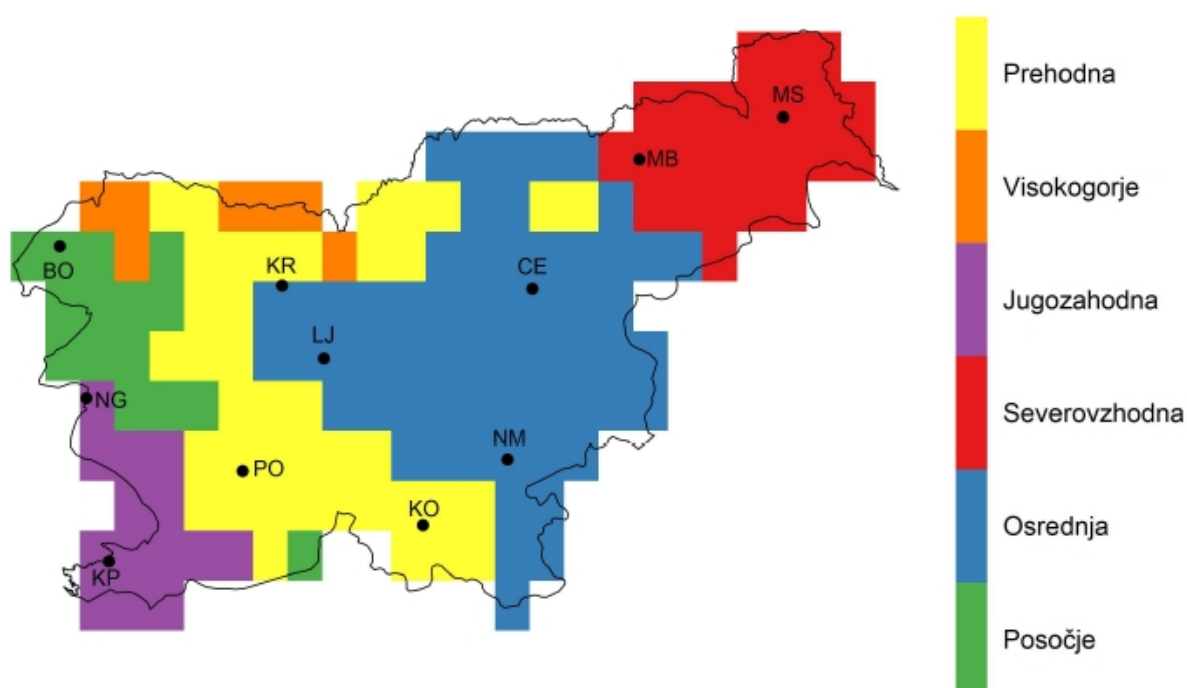
²⁵ Bednar-Fiedl, B., in drugi, IPCC (2022), str. 1817-1927

²⁶ Interaktivni atlas je dostopen na: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>.

²⁷ EEA (2023): *What will the future bring when it comes to climate hazards?*

Tudi Slovenija je pokrajinsko in podnebno zelo raznolika, saj se nahaja na stiku Sredozemlja, Alp in Panonske nižine. Zato je ARSO pri pripravi podnebnih modelov za Slovenijo upoštevala tudi pokrajinsko raznolikost. Ocenjene spremembe podnebja za območje Slovenije so predstavljene v publikaciji: *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja*, ki jo je pripravil ARSO. Omenjeni dokument je dostopen na spletni strani Meteo, ki jo upravlja ARSO, prav tako pa je tam mogoče dostopati do podrobnejših podatkov o preteklih podnebnih spremembah in natančnejših podatkih o podnebnih projekcijah v Atlasu podnebnih sprememb²⁸.

Avtorji Ocene so območje Slovenije razdelili na šest podnebnih regij, pri čemer so upoštevali dolgoletna povprečja podnebnih spremenljivk. Podnebne regije so: prehodna regija, visokogorje, jugozahodna Slovenija, severovzhodna Slovenija in osrednja Slovenija. Razdelitev regij v Oceni je prikazana na sliki 6.1.²⁹



Slika 5.1. Opredelitev podnebnih regij v Sloveniji iz Ocene podnebnih sprememb (Vir: ARSO)

Ocenjene podnebne spremembe se po posameznih regijah razlikujejo, zato za pridobitev natančnejših podatkov o podnebnih spremembah lokacijo projekta lahko razvrstimo tudi v eno od podnebnih regij ter pridobimo natančnejše podatke o podnebnih spremembah za posamezno regijo.

5.2. Podnebni scenariji – kaj so in katerega upoštevamo pri načrtovanju?

Ker je vsebnost toplogrednih plinov v ozračju ključni dejavnik podnebnih sprememb, je za oceno podnebnih sprememb v prihodnosti nujno tudi predpostaviti, kakšno bo gibanje emisij toplogrednih plinov v prihodnjih desetletjih. Za bolj natančne napovedi prihodnjih podnebnih sprememb so znanstveniki oblikovali tako imenovane »podnebne scenarije«. Ti scenariji ne predstavljajo točne napovedi, temveč možne različice verjetnih stanj podnebnega sistema v prihodnosti, ki predstavljajo »varianete« razvoja podnebnih sprememb glede na koncentracijo

²⁸ ARSO (2023). *Podnebne spremembe*.

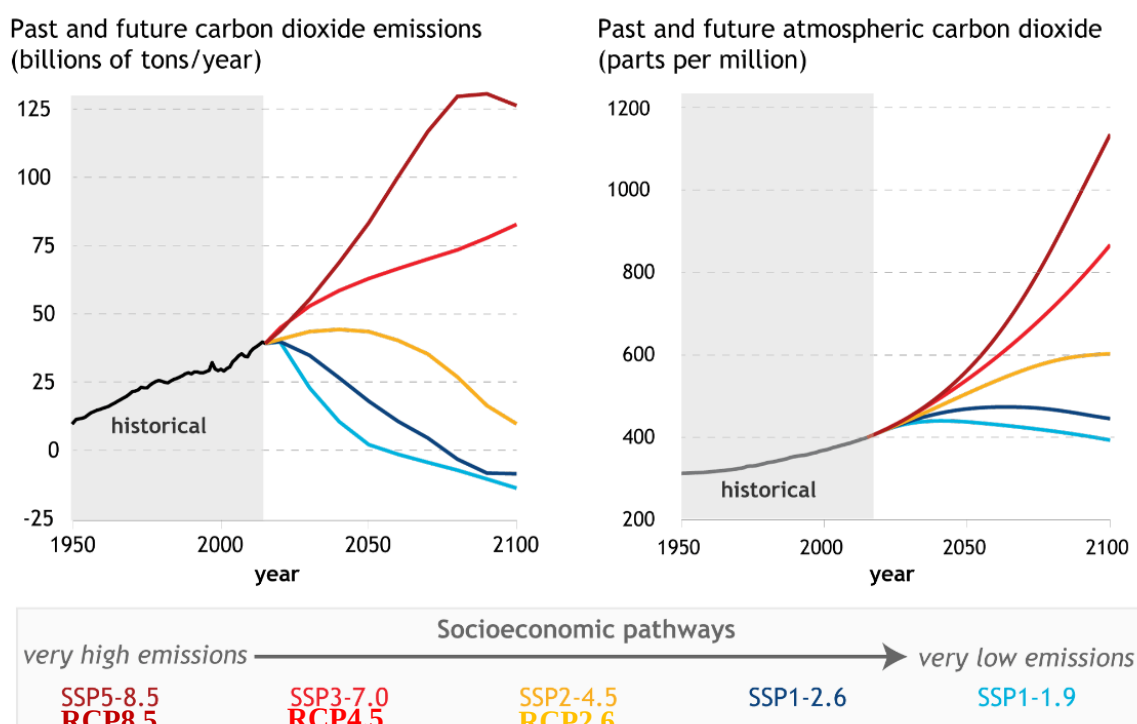
²⁹ Bertalanč, R. in sod. (2018), str. 55.

emisij toplogrednih plinov ter presežek energije v ozračju. V znanstveni literaturi se uporabljata dve vrsti scenarijev:

- RCP (*Representative Concentration Pathway*), ki so se določili v letih 2007-2010 in
- SSP (*Shared Socioeconomic Pathways*), ki jih je definiralo šesto poročilo IPCC (AR6) v letu 2021.

Ocena podnebnih sprememb za Slovenijo do leta 2100 (ARSO) uporablja scenarije RCP in je osnovana na treh scenarijih predvidenih izpustov toplogrednih plinov, ki so prikazani tudi na sliki 5.2.:

- RCP2.6., ki predvideva aktivno politiko zmanjševanja izpustov TGP,
- RCP4.5. ali stabilizacijski scenarij, ki velja za zmerno optimističnega in predvideva postopno zmanjševanje izpustov z ustalitvijo izpustov do konca stoletja.
- RCP8.5. je najbolj pesimističen scenarij, ki ne predvideva zmanjševanja izpustov toplogrednih plinov in posledično predvideva naraščanje izpustov do leta 2100 in naprej.



Slika 5.2.: Predvideno gibanje emisij in naraščanje koncentracij CO₂ v ozračju glede na posamezen podnebni scenarij. Dodana ustrezna z RCP je pripisana spodaj (dodali avtorji). (Vir: NOAA)³⁰

³⁰ NOAA (2023). Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide.

Primerjava med posameznimi scenariji in doseženimi cilji omejitve globalnega segrevanja je prikazana v tabeli 5.2.

Tabela 5.2: Podnebni scenariji in ocenjeno povišanje povprečne svetovne temperature

Ocenjeno povprečne temperature	povišanje svetovne	Oznaka scenarija (RCP)	Oznaka scenarija (SSP)	Politika zmanjševanja izpustov
Omejitev segrevanja na 1,5°C brez preseganja		/	SSP1-1.9	Hitro zmanjševanje emisij, neto ničelne emisije CO ₂ do leta 2050.
Omejitev segrevanja na 1,5°C z vmesnim preseganjem		/	/	
Omejitev segrevanja na 2° C		RCP2.6	SSP1-2.6	Hitro zmanjševanje emisij, neto ničelne emisije CO ₂ dosežene po letu 2050.
Omejitev segrevanja na 2°C		/	/	
Omejitev segrevanja na 2,5 °C		/	/	
Omejitev segrevanja na 3°C		RCP4.5	SSP2-4.5	Zmerno zmanjševanje emisij, dosežene neto ničelne emisije do leta 2100.
Omejitev segrevanja na 4°C		/	SSP3-7.0	Naraščanje emisij, podvojitev trenutnih letnih emisij TGP do leta 2100.
Segrevanje preseže 4°C		RCP8.5	SSP5 – 8.5	Pospešeno naraščanje emisij, podvojitev trenutnih letnih emisij TGP do 2050.

Kako realen je posamezen scenarij? Po zadnjem poročilu IPCC imamo več kot 50% možnosti za to, da dosežemo cilj Pariškega sporazuma le pri scenariju SSP1-1.9. Le-ta predvideva takojšnji *globalni* prehod na trajnostni način življenja ter aktivno politiko zmanjševanja izpustov s ciljem, da dosežemo neto ničelne emisije CO₂ do leta 2050. To pomeni, da bi z zmanjševanjem izpustov in povečevanjem naravnih ponorov toplogrednih plinov, kot so gozdovi, dosegli, da se izpusti in ponori uravnovesijo in se po letu 2050 koncentracije toplogrednih plinov v ozračju ne bi več povečevale. Realno možnost za uresničenje takšnega globalnega dogovora prepuščamo bralcu.

5.2.1. Kateri podnebni scenarij upoštevamo pri projektiranju?

Predvidene posledice podnebnih sprememb so odvisne od izbranega scenarija izpustov. Scenarij RCP2.6. npr. predvideva le manjše povečanje povprečne letne temperature, medtem ko je pri scenariju RCP8.5 povečanje povprečne letne temperature v Sloveniji ocenjeno na kar 3-5 °C v primerjavi z referenčnim povprečjem. Izbira podnebnega scenarija je pri načrtovanju prilagoditev izrednega pomena. Pri izbiri optimističnega scenarija RCP2.6, so predvidene spremembe podnebja drugačne kot pri izbiri pesimističnega scenarija RCP8.5, prav tako pa so drugačne tudi potrebne prilagoditve projekta.

V obdobju 2017-2021 se je običajno za načrtovanje prilagajanja na podnebne spremembe uporabljal srednji scenarij – RCP4.5. Ta scenarij je priporočala tudi Evropska Komisija pri prilagajanju projektov, ki so se financirali iz sredstev Evropskih skladov. V programskem obdobju 2021-2027 pa Evropska Komisija priporoča uporabo naslednjih scenarijev:

- Za projekte z življenjsko dobo do leta 2060 in večjo prilagodljivostjo: RCP4.5 oz. SSP 2-4.5,
- Za projekte z daljšo življenjsko dobo in projekti, ki jih ni mogoče nadgraditi med obratovanjem (mostovi, železniška infrastruktura, ipd.): RCP8.5 oz. SSP5-8.5.

5.3. Podnebne spremembe po obdobjih in življenjska doba projekta

Spremembe podnebja v podnebnih scenarijih se razlikujejo tudi glede na izbrano časovno obdobje. Tudi v scenariju RCP8.5 so ocenjene podnebne spremembe do leta 2040 manj intenzivne kot spremembe, predvidene do konca stoletja. V *Oceni predvidenih podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja* so predvidene spremembe razdeljene na tri tridesetletna obdobja:

- 2011-2040 ali bližnja prihodnost,
- 2041-2070 ali sredina stoletja,
- 2071-2100 ali konec stoletja.

Izbira obdobja za ocenjevanje projekta je odvisna predvsem od življenjske dobe projekta, ki jo najbolje oceni projektant. V spodnji tabeli je podana okvirna ocena življenjske dobe posameznih projektov iz strokovne literature.

Tabela 5.3: Okvirna življenjska doba posamezne vrste projekta

Vrsta projekta	Življenjska doba ³¹
Asfaltirane ceste	10-20 let
Železniški tiri	50 let
Mostovi	50-100 let
Električna infrastruktura	50 let
Rezervoarji in jezovi	50-80 let
Sistemi za čiščenje odpadne vode	60-70 let
Sistemi za pripravo in distribucijo pitne vode	60-100 let
Industrijski objekti, skladišča	30-50 let
Stanovanjski objekti	50-100 let
Objekti za javno uporabo	50-100 let

Življenjska doba objekta je odvisna tudi od kakovosti vgrajenih materialov, izvedbe in projektirane zaščite pred vremenskimi vplivi in naravnimi nesrečami. Pri izbiri časovnega obdobja in podnebnega scenarija podajamo naslednja priporočila, vendar končno izbiro prepuščamo investitorjem in projektantom:

- Za projekte z življenjsko dobo manj kot 30 let: obdobje 2011-2040, scenarij RCP8.5 (ker je trenuten dvig temperature najbolj ustrezen temu scenariju).
- Za projekte z življenjsko dobo 30-50 let: obdobje 2041-2070, scenarij RCP4.5 ali 8.5, odvisno od prilagodljivosti projekta in vrste projekta (poglavje 5.2.1.).
- Za projekte z življenjsko dobo, večjo od 50 let: obdobje 2071-2100, scenarij RCP4.5 ali 8.5, odvisno od prilagodljivosti projekta in vrste projekta (poglavje 5.2.1.).

Za projekte, ki so izrednega pomena za delovanje družbe in/ali zaradi posledic, ki bi bile mogoče ob poškodbi objekta zaradi vremenskih vplivov, je priporočljivo upoštevati scenarij RCP8.5. Sem spadajo vsi projekti, ki morajo biti projektirani tako, da so odporni tudi na najbolj ekstremne vremenske vplive, to pa so npr. mostovi, železniška infrastruktura in rizični objekti, kot so elektrarne. Med takšne objekte spadajo tudi sistemi za odvajanje in čiščenje odpadne vode ter sistemi za pripravo in dovajanje pitne vode.

³¹ UCS USA (2017).

5.4. Vrste podnebnih nevarnosti

Podnebne spremembe bodo vplivale na spremembo številnih dejavnikov podnebja. Te spremembe so v literaturi poimenovane tudi podnebne nevarnosti (climate risks) ali podnebne grožnje. Podnebne nevarnosti delimo v več skupin, in sicer na:

- spremembe temperature,
- spremembe padavinskega režima,
- spremembe snežnih padavin,
- spremembe vetra,
- spremembe morja in
- spremembe, povezane s trdnimi masami, kot so erozija tal in plazovi.

Pri načrtovanju podnebne odpornosti objektov je priporočljivo upoštevati vplive čim večjega števila relevantnih podnebnih nevarnosti na projekt ter pregledati ali ima posamezna podnebna nevarnost negativne vplive na projekt sedaj ali v prihodnosti.

V tabeli 5.4. je naštet seznam podnebnih nevarnosti, ki so razvrščene v skupine. Podnebne nevarnosti so povzete po Smernicah za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture in pregledu podnebnih nevarnosti Evropske agencije za okolje. V tabeli so podani tudi meteorološki kazalniki, ki so nam lahko v pomoč pri projektiranju in pridobivanju podatkov o obstoječem in prihodnjem podnebju. Za vsako podnebno nevarnost je povzeta tudi informacija iz Smernic ali je za posamezno nevarnost v Sloveniji že opaženo poslabšanje ali ne. Nekaj dejavnikov, kot sta sončno obsevanje in kakovost zraka, ni razvrščenih v nobeno od skupin, vendar bodo nanje prav tako vplivale podnebne spremembe.

Tabela 5.4: Seznam podnebnih nevarnosti, ki jih je priporočljivo upoštevati pri projektiranju (razširjena različica)

Skupina podnebnih nevarnosti	Podnebna nevarnost	Povezan meteorološki kazalnik	Ali se v Sloveniji pričakuje poslabšanje? ³²
Sprememba temperature	Dvig povprečne temperature	Povprečna temperatura	Že opaženo poslabšanje
	Ekstremno visoke temperature	Najvišja temperatura	
	Vročinski valovi	Dolžina vročinskega vala, število vročih dni, število tropskih noči.	
	Ekstremno nizke temperature	Najnižja temperatura, število mrzlih dni, število ledenih dni	
Spremembe padavin	Sprememba letne/sezonske količine padavin	Povprečna letna višina padavin	Že opaženo poslabšanje
	Izredne padavine	Največja dnevna višina padavin (24-ur), povratni nivoji izjemne višine padavin	
	Izredni pretok vodotokov	Veliki pretoki	
	Poplave padavinskih voda	Razredi poplavne nevarnosti	
	Rečne poplave	Razredi poplavne nevarnosti	
	Hudourniške poplave	Razredi poplavne nevarnosti	
	Poplave podzemnih voda	Razredi poplavne nevarnosti, višina podtalnice	
	Toča	/	
	Žled	/	Možne

³² JASPERS (2023), str. 19.

Skupina podnebnih nevarnosti	Podnebna nevarnost	Povezan meteorološki kazalnik	Ali se v Sloveniji pričakuje poslabšanje?
	Suša	Referenčna evapotranspiracija, kazalniki suše	spremembe
	Gozdni požari	Kazalnik požarne ogroženosti gozdov	Že opaženo poslabšanje
	Pomanjkanje pitne vode	Napajanje podzemnih voda, vodni primanjkljaj	
	Nizek vodostaj rek	Mali pretoki	
Spremembe snežnih padavin	Pogostost snežnih padavin	Število dni s snežno odejo	Že opaženo poslabšanje
	Sprememba višine novozapadlega snega	Višina novozapadlega snega	
Sprememba vetrov	Povprečna hitrost vetra	Povprečna hitrost vetra	Možne spremembe
	Ekstremne hitrosti vetra	Največja hitrost vetra (sunki)	Možne spremembe
	Neurja, nevihte, strele	Največja hitrost vetra, največja količina padavin in drugi pad. kazalniki	Že opaženo poslabšanje
	Vihar		Možne spremembe
	Ciklon, hurikan		
	Tornado		
Spremembe morja	Dvig morske gladine	Višina morske gladine	Že opaženo poslabšanje
	Povprečna temperatura morja	Povprečna temperatura morja	
	Kemijsko stanje morja (zakisevanje morja)	pH morja	Možno poslabšanje
	Obalno poplavljanje in erozija	Karte poplavne nevarnosti	Že opaženo poslabšanje
	Vdor slane vode	Višina morske gladine	Se ne pričakuje poslabšanja
Spremembe, povezane s trdnimi masami	Zemeljski plazovi	Karte ogroženosti območij	Že opaženo poslabšanje
	Erozija tal		Možno poslabšanje
	Degradacija tal, posedanje		
	Utekočinjenje tal		Se ne pričakuje poslabšanja
	Snežni plazovi		
Drugi dejavniki	Udori		
	Spremembe sončnega obsevanja	Trajanje sončnega obsevanja	Se ne pričakuje poslabšanja
	Spremembe v kvaliteti zraka	Raven PM ₁₀ in PM _{2,5} delcev Ravni ozona	Možno poslabšanje

V tabeli 5.4 so naštetе zgolj podnebne nevarnosti, ki vplivajo na objekte, so pa s podnebnimi spremembami povezane tudi spremembe drugih dejavnikov, ki imajo lahko vpliv na dejavnosti, povezane s projektom:

- Vplivi na kmetijstvo: hitrejši fenološki razvoj rastlin, možne hitrejše pozebe kmetijskih pridelkov, kmetijska suša in povečana evapotranspiracija v sušnih letih, pojav novih škodljivcev, vpliv dviga CO₂ na rastline, ipd.
- Vplivi na turizem: zmanjšanje količine snežnih padavin, dvig temperature v zimskem času, pogostejši ekstremni vremenski dogodki.
- Vplivi na pridobivanje električne energije: pomanjkanje vode v sušnih letih, pritisk na elektroenergetsko omrežje v izredno hladnih ali izredno vročih obdobjih, pomanjkanje vode za hlajenje v primeru zelo visokih temperatur vode v rekah.
- Vplivi na sisteme za pripravo pitne vode: kaljenje virov pitne vode v primeru izrednih padavin, slabša kvaliteta pitne vode v primeru poplav onesnaženje virov pitne vode.

Pri načrtovanju projekta je priporočljivo upoštevati tudi vplive podnebnih sprememb na dejavnost, ki se bo opravljala v objektu in ne zgolj vplive na sam objekt. To je mogoče opraviti v sklopu analize ranljivosti, ki je opisana v poglavju 7, in sicer na način, da se ločeno presodi vplive na posamezen del projekta.

Podrobnejši opis ocene ranljivosti in tveganja ter prikaz postopka za ocenjevanje vplivov podnebnih sprememb na projekt, je podan v poglavju 7. V nadaljevanju je v poglavju 6 na kratko predstavljen povzetek pričakovanih podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja na podlagi podnebnih projekcij, ki jih je pripravila ARSO.

6. Povzetek Ocene podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja (ARSO)

V nadaljevanju je prikazan krajši povzetek dokumenta *Ocena podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja*, ki jo je pripravila ARSO. Na ARSO so pripravili več strokovnih študij ter dokumentov o podnebnih spremembah, ki so javnosti dostopne na spletni strani ARSO, med drugim tudi sektorsko oceno podnebnih sprememb: *Oceno podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja – povzetek z vplivom na kmetijstvo in gozdarstvo*.³³

V nadaljevanju so povzete pričakovane spremembe podnebja v prihodnosti glede na referenčno obdobje 1981-2020 ter razvrščene v prej omenjene skupine podnebnih nevarnosti.

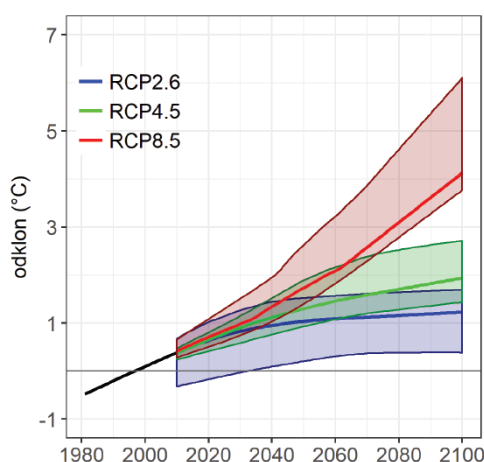
6.1. Sprememba temperature

Predvideno je naraščanje temperature zraka: zmerno optimistični scenarij (RCP4.5) predvideva dvig povprečne temperature zraka do leta 2040 za 0,4°C - 1,0°C, v drugem obdobju za 1,1 - 2,3°C in v zadnjem obdobju za 1,5 do 2,6°C glede na referenčno obdobje 1981-2010. RCP8.5. pa predvideva dvig povprečne temperature zraka za 1,6 - 2,8°C v drugem obdobju in v tretjem od 3,0 do 5,1°C.³⁴ Časovni potek spremembe letne temperature je prikazan na sliki 6.1.a.

Dvig temperature bo opazen predvsem v zimskem času, saj bo pozimi segrevanje izrazitejše od povprečnega letnega segrevanja. Najbolj intenzivno segrevanje bo v severnem in vzhodnem delu Slovenije, najmanj izrazito pa bo v spomladanskem času.

Posledica segrevanja ozračja bo tako tudi večja pogostost in trajanje vročinskih valov. Za človeško zdravje je še posebej škodljiva velika toplotna obremenitev v nočnem času. Število tropskih noči se bo povečevalo: po RCP4.5 se lahko število tropskih noči poveča za 20 dni, po RCP8.5 pa celo za 60 dni na nekaterih območjih³⁵. Število vročih dni s temperaturo nad 30 °C se bo tako do konca stoletja po RCP4.5. lahko povečalo za 30 dni, po scenariju RCP8.5 pa kar za 60 dni.

Obenem se bo število hladnih dni s temperaturo pod lediščem do konca stoletja postopoma zmanjševalo: po RCP4.5 se bo zmanjšalo za 20 dni, oziroma tudi do 60 dni po scenariju RCP8.5. Največje spremembe v številu hladnih dni bodo v visokogorju in prehodnem delu Slovenije.³⁶



Slika 6.1.a.: Prikaz poteka spremembe povprečne letne temperature v Sloveniji tekom 21. stoletja (vir: ARSO)

³³ Ocene so dostopne na spletni strani ARSO: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/change/>

³⁴ Bertalanič R. in sod (2019), str. 8, 9

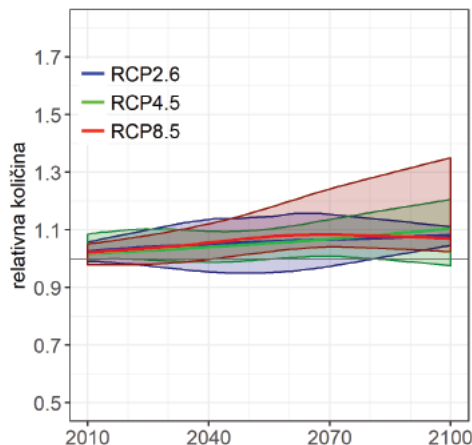
³⁵ Bertalanič R. in sod (2019), str. 10, 11

³⁶ Bertalanič R. in sod (2019), str. 12

6.2. Spremembe padavin

Dvig temperature bo povečal izhlapevanje vode in povzročil spremembe padavinskih vzorcev. Povečano izhlapevanje lahko povzroči večje in obsežnejše suše na nekaterih delih sveta, medtem ko na drugih povzroči bolj pogoste in intenzivnejše padavine ter neurja³⁷.

6.2.1. Sprememba letne količine in razporeditve padavin



Slika 6.2.1.a: Prikaz poteka spremembe padavinskega režima v Sloveniji tekom 21. stoletja (vir: ARSO)

Scenariji sprememb padavinskega režima so manj zanesljivi, še posebej za drugo polovico 21. stoletja. Poleg tega scenariji podnebnih sprememb v Evropi uvrščajo Slovenijo na mejo med območjema, ker se predvideva dvig letne količine padavin (severna Evropa) in zmanjšanje letne količine padavin (južna Evropa).

Zmerno optimistični scenarij do konca stoletja predvideva porast povprečnih letnih padavin za približno 10 %. Scenarij RCP8.5 pa kaže na naraščanje letnih padavin po celotni državi v razponu med 20-40 %.³⁸

Scenariji so glede sezone spremembe padavin nekoliko bolj gotovi. Zmerno optimistični scenarij RCP4.5 predvideva največje povečanje količin padavin v zimskem času, še posebej v drugi polovici 21. stoletja.

Scenarij RCP4.5 za prvo polovico stoletja predvideva v

poletnih mesecih izrazitejša suša, medtem ko naj bi se ta trend v drugi polovici 21. stoletja obrnil in naj bi bila poletja spet nekoliko bolj namočena. Scenarij RCP8.5 pa kaže na obrnjen scenarij spremembe padavin v poletnem času, saj sredi stoletja nakazuje na povečanje padavin v poletnem času za 5-20 %, proti koncu stoletja pa na zmanjšanje količine padavin v poletnem času tudi za 20 % ali več.

Izrazitejša pomanjkanje padavin v poletnem času ob hkratnem povečevanju referenčne evapotranspiracije in dvigu temperatur lahko v sušnih letih močno povečajo nevarnost za nastanek gozdnih požarov.

6.2.2. Intenzivne padavine

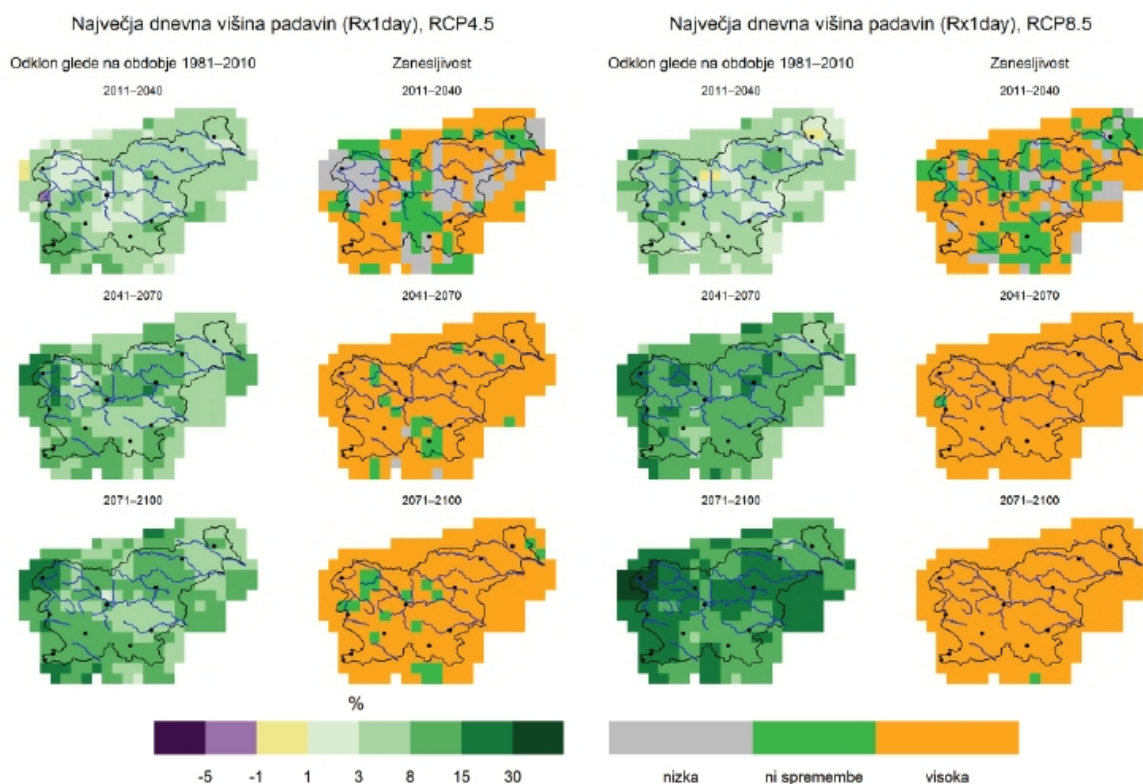
Vsi scenariji kažejo, da se bo v prihodnosti povečala jakost in pogostost izjemnih padavin, napoved pa je najbolj zanesljiva za zimske mesece.

Zmerno optimistični scenarij predvideva povečanje števila dni s padavinami nad 20 mm in 50 mm že do leta 2040, ta sprememba bo najbolj očitna na vzhodu države, kjer dnevi z izrazitimi padavinami do sedaj niso bili pogosti.

Povečanje je najbolj izrazito v primeru pesimističnega scenarija RCP8.5. Največja dnevna višina padavin se bo do konca stoletja postopoma povečevala, po RCP4.5 se lahko do konca stoletja poveča med 3 – 15 %, po RCP8.5 pa tudi do 30%. Ocenjene spremembe največje dnevne višine padavin v Sloveniji so prikazane na sliki 6.2.2.

³⁷ NASA (2023). *How does climate change affect precipitation?*

³⁸ Atlas podnebnih projekcij, ARSO, dostopno na <https://meteo.arso.gov.si>.



Slika 6.2.2.: Prikaz sprememb največje dnevne višine padavin v Sloveniji tekom 21. stoletja za scenarija izpustov RCP4.5 in RCP8.5. (vir: ARSO)

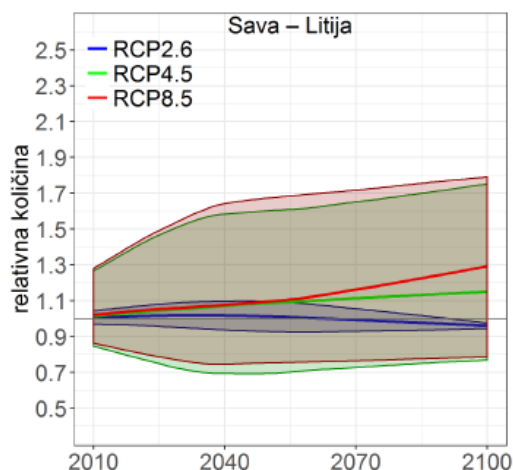
6.2.3. Spremembe hidroloških spremenljivk

Vsi trije scenariji kažejo na povečanje velikih pretokov oziroma srednjih letnih konic površinskih vodotokov. V povprečju naj bi se po celi državi veliki pretoki povečali za 20 do 30 %. Po RCP4.5 bi se do konca stoletja veliki pretoki lahko povečali do 30 %. Po RCP8.5, pa bo povečanje med 20 do 40 %. Povečanje naj bi bilo najbolj izrazito na severovzhodu Slovenije in v Primorju. Za pretoke visokovodnih konic s 100-letno povratno dobo se pričakuje podobna povečanja kot za letne konice.

Posledično lahko pričakujemo pogostejše in intenzivnejše poplave, tako ob izrednih padavinah kot tudi v primeru dolgotrajnih deževnih obdobj.

V primeru izrednih padavinskih dogodkov, ki bodo v prihodnosti tako pogostejši kot intenzivnejši, lahko pričakujemo tudi pogostejše poplave s porastom hudourniških voda. Poleg večje pogostosti takšnih dogodkov bo večji tudi njihov obseg, saj se hudourniki in poplave lahko pojavijo tudi na območjih, ki prej niso bila poplavno ogrožena ali pa študije poplavne ogroženosti niso predvidele večjega obsega poplav.

Ob upoštevanju sezonskih sprememb v količini padavin lahko v poletnih mesecih prav tako pričakujemo, da se bodo v sušnih letih pretoki vodotokov zmanjšali. Posledično je v teh mesecih lahko ogroženo pridobivanje električne energije in vodni ekosistemi.



Slika 6.2.3.: Prikaz sprememb srednjih letnih konic reke Save tekom 21. stoletja (vir: ARSO)

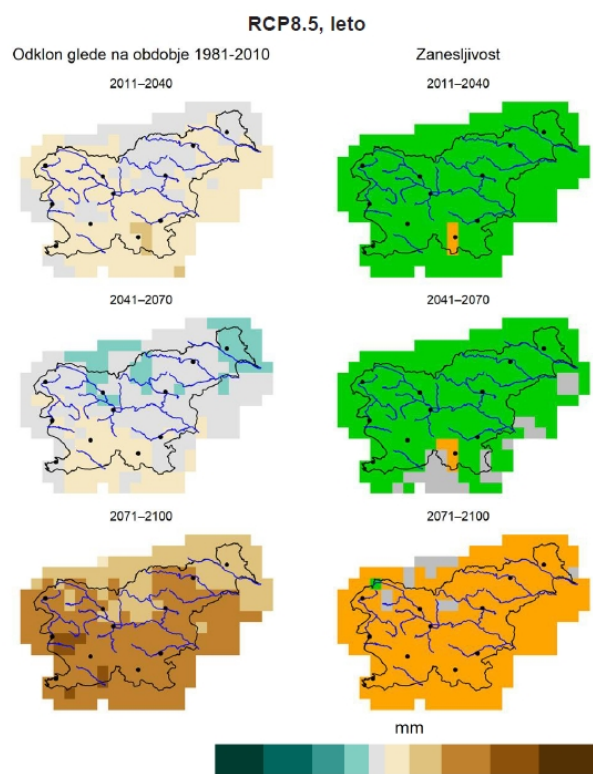
6.2.4. Spremembe vodne bilance

Zaradi povprečnega dviga temperatur je predvideno večje izhlapevanje vode iz površja in rastlin (evapotranspiracija), ki bi lahko doseglo porast za približno 7 % po scenariju RCP4.5 do konca stoletja. Po scenariju RCP8.5. bo porast referenčne evapotranspiracije dosegel 12 %. ³⁹ Največje povečanje je ocenjeno za poletje in jesen, proti koncu stoletja pa tudi spomladi.

Prav tako se v prihodnosti predvidevajo spremembe vodnega primanjkljaja, ki je vezan na referenčno evapotranspiracijo in višino padavin. Po zmerno optimističnem scenariju spremembe kažejo na zanesljivo povečanje vodnega primanjkljaja v drugem obdobju (2041-2070), ki bo znašal do 40 mm na letni ravni in poleti, v jeseni pa do 70 mm, kar nakazuje na dolgotrajnejše poletne suše. Povečanje je najbolj izrazito za jugozahod Slovenije. Scenarij RCP8.5 je nekoliko manj zanesljiv, v zadnjem delu stoletja se pričakuje zmanjševanje vodnega primanjkljaja pozimi, medtem ko se bo poleti lahko povečal do 70 mm, na zahodu države tudi do 100 mm. Tudi na letni ravni se pričakuje povečanje vodnega primanjkljaja do 70 mm za celotno državo⁴⁰.

Spremembe referenčne evapotranspiracije in vodnega primanjkljaja lahko, še posebej na Primorskem, privedejo do negotovosti pri oskrbi s pitno vodo. V obdobjih izrednih padavin lahko prihaja do kaljenja vode in onesnaženja izvirov pitne vode. V obeh primerih bodo izviri pitne vode zaradi podnebnih sprememb pod večjim pritiskom kot do sedaj. Izkušnje pri vodnih virih na Gorenjskem že kažejo na pojav težav pri oskrbi vode zaradi izrednih padavin in poletnih suš (npr. izvir Peričnik na Jesenicah in drugi).

Spremembe povprečnega letnega napajanja podzemne vode za oba scenarija (RCP4.5 in RCP8.5) kažeta na to, da se bo napajanje podzemne vode v prihodnosti nekoliko povečevalo. Po scenariju RCP4.5 se povečevanje stopnjuje, po scenariju RCP8.5 pa je povečanje največje v drugem obdobju, proti koncu stoletja pa je manj izrazito.



Slika 6.2.4.: Prikaz sprememb vodnega primanjkljaja na letni ravni po RCP8.5 (vir: ARSO)

6.3. Spremembe snežnih padavin

Kljub temu, da se bo količina padavin v zimskem času povečala, pa to ne pomeni povečevanja snežnih padavin. Ob hkratnem naraščanju temperature lahko pričakujemo manj pogoste snežne padavine. Posledično lahko pričakujemo tudi zmanjševanje snežne odeje v zimskem času⁴¹.

³⁹ Bertalanič R. in sod (2019), str. 20

⁴⁰ Bertalanič R. in sod (2018), str. 136-137

⁴¹ Bertalanič R. in sod (2018), str. 111.

6.4. Spremembe vetrov

Spremembe povprečne hitrosti vetra so dostopne v Atlasu podnebnih projekcij. Za scenarij RCP4.5. se na letni ravni predvideva manjše zmanjšanje povprečne hitrosti vetra proti koncu stoletja v osrednji in SV Sloveniji, z izrazitejšim zmanjšanjem v poletnem in jesenskem času. Po RCP8.5 je zmanjšanje na letni ravni predvideno v drugem obdobju (2041-2070). Sezonske spremembe kažejo na zmanjševanje povprečne hitrosti vetra v poletnem in jesenskem času po skoraj celotni državi ter na nekoliko povečanje povprečne hitrosti vetra v zimskem in pomladnem času, najbolj proti koncu stoletja. Spremembe se regionalno zelo razlikujejo, povečanje ali zmanjšanje pa je ocenjeno v razponu med 1-4 %.

Za RCP4.5 trendi največje hitrosti vetra z nekoliko manjšo zanesljivostjo nakazujejo na povečevanje največje hitrosti vetra v zimskem času za okrog 0,1-0,5% na desetletje. Po scenariju RCP8.5 je povečanje v zimskem času zelo izrazito na SV in severu države, in sicer med 0,3-1,1 % na desetletje. Povečanje je opazno tudi za pomlad, medtem ko je za poletje predvideno zmanjševanje največje hitrosti vetra.⁴²

EEA v svoji oceni predvideva, da se v prihodnosti zaradi podnebnih sprememb povprečne hitrosti vetra ne bodo pretirano spremenile. Nasprotno pa se pričakuje, da se bo v severni in osrednji Evropi povečala pogostost neurij z ekstremnimi hitrostmi vetra, povečala naj bi se tudi intenzivnost takšnih neurij. Za južno Evropo se predvideva zmanjševanje pogostosti neurij ob hkratnem povečanju intenzivnosti le-teh.⁴³

V Evropi in tudi v Sloveniji se sicer razmeroma redko srečamo z ekstremnimi vetrovnimi dogodki, kot so tornado in mediteranski ciklon, vendar so bili v preteklosti že zabeleženi. Zaradi naraščanja temperature narašča tudi temperatura vode v oceanih in Sredozemskem morju, zaradi česar bodo ti ekstremni vremenski pojavi lahko pogostejši tudi pri nas.

6.5. Spremembe morja

V Sloveniji že beležimo dvigovanje morske gladine od leta 1960, v povprečju za 1,7 mm na leto, v zadnjih 20 letih pa že 5 mm na leto⁴⁴. V prihodnosti lahko pričakujemo pospešeno dvigovanje morske gladine, pogostejše poplavljanje morja in povečano obalno erozijo ter nadaljevanje dviga pH morja.

Dvig morske gladine v Sredozemlju je ocenjen med 0,5 in 0,6 m do konca stoletja, dvig morske gladine v Jadranskem zalivu pa naj bi bil nekoliko nižji, med 0,4 do 0,5 m⁴⁵. Tudi napovedi dviga morske gladine se razlikujejo glede na podnebne scenarije. Več študij za pesimistični scenarij predvideva dvig morske gladine do 1 m ali več do konca stoletja.

6.6. Spremembe, povezane s trdnimi masami

Povečevanje količin padavin v izrednih padavinah ali deževnih obdobjih bo prav tako povečevalo možnost za nastanek zemeljskih plazov in drugih premikov trdnih mas. Obstoječa območja, ogrožena zaradi zemeljskih plazov in erozije bodo v prihodnosti zelo verjetno bolj ogrožena, verjetnost za nastanek zemeljskih plazov bo večja v letih z večjimi količinami padavin ali v primeru intenzivnih ali dolgotrajnih padavin.

⁴² ARSO, Atlas podnebnih projekcij, trend največje hitrosti vetra.

⁴³ EEA (2021). Wind – severe windstorms.

⁴⁴ Ličer M. (2022). *Podnebne spremembe in naraščanje gladine morja v Severnem Jadranu*.

⁴⁵ EEA (2022). Projected changes in relative sea level across Europe.

7. Upoštevanje podnebnih sprememb pri projektiranju objektov in infrastrukture

7.1. Kako pričeti s prilagajanjem objekta v procesu načrtovanju objekta?

Za učinkovito prilagajanje objektov na podnebne spremembe je poleg dobrega poznavanja prihodnjih sprememb podnebja ključen tudi prenos ugotovitev v prakso. V predhodnih poglavjih so bile predstavljene informacije o tem, kateri podnebni scenarij in katero obdobje v podnebnih projekcijah upoštevamo pri pridobivanju podatkov o tem, kako se bo podnebje predvidoma spreminjalo v prihodnosti.

Za to, da lahko že sedaj načrtujemo učinkovite prilagoditvene ukrepe za prihodnost, pa moramo pridobiti še naslednje ključne informacije:

- Kako posamezne podnebne nevarnosti (opisane v poglavju 5.4.) vplivajo na načrtovano vrsto objekta? Kateri deli objekta so najbolj izpostavljeni in najbolj ranljivi v primeru podnebnih sprememb?
- Kako ogrožena je lokacija, kjer načrtujemo gradnjo? Ali je lokacija že v obstoječem stanju ogrožena zaradi izrednih vremenskih razmer, naravnih nesreč, kot so poplave, zemeljski plazovi, sunki vetra ipd.?
- Kako bo lokacija, kjer načrtujemo gradnjo, ogrožena v času življenjske dobe projekta zaradi podnebnih sprememb?
- Za katere dele projekta moramo obvezno zagotoviti, da bodo odporni na podnebne spremembe, na katerih delih pa bo poslabšanje vremenskih razmer povzročilo le manjše nevšečnosti?

Zgornja vprašanja so pomembna prav zato, ker je potrebna prilagoditev na podnebne spremembe drugačna, če načrtujemo gradnjo kanalizacijskega omrežja ali če načrtujemo gradnjo stanovanjske stavbe. Drugačne ukrepe prav tako potrebujemo za zgradbo, ki se nahaja tik ob morju in jo bo ogrožal dvig morske gladine, kot za stavbe, ki se nahajajo v celinskem delu države.

Za presojo zgoraj opisanih vprašanj je Evropska Komisija razvila postopek za prilagajanje infrastrukture na podnebne spremembe oz. oceno ranljivosti in tveganja. Postopek je sestavljen iz več zaporednih korakov, v katerih se postopoma presodi šibke točke projekta in izpostavljenost lokacije ter oba koraka združi, da se pridobi področja, na katerih je potrebno načrtovati prilagoditve na podnebne spremembe.

7.2. Identifikacija vplivov podnebnih sprememb na objekt - analiza občutljivosti

Prvi korak ocene ranljivosti in tveganja je izvedba analize občutljivosti. Namen analize občutljivosti je ugotoviti, katere podnebne nevarnosti bi lahko ogrozile načrtovani objekt in na kakšen način bi lahko vplivale nanj. V prvem koraku je potrebno tako za posamezno podnebno nevarnost predvideti, kakšne negativne posledice ima lahko za objekt.

Pri tem je potrebno upoštevati dva vidika vpliva podnebnih sprememb:

- kakšen vpliv imajo posamezne podnebne grožnje na objekt in dejavnost,
 - Pri tem je dobro, da upoštevamo čim več vidikov, kot so vpliv na temelje, materiale in konstrukcijo objekta, vpliv na zdravje in počutje uporabnikov, možnost za opravljanje dejavnosti, možnost prekinitev infrastrukturnih povezav ipd.
 - Prav tako bodimo pozorni na ciljno skupino uporabnikov objekta: npr. toplotna obremenitev še posebej škodljivo vpliva na ranljive skupine ljudi, kot so starejši, otroci in bolniki.
- ali zaradi podnebnih sprememb lahko pride do negativnega vpliva projekta na okolico (npr. sosednje objekte, družbo, okolje).

Kadar analizo občutljivosti pripravljamo za potrebe prijave na razpis, je potrebno v prvem koraku upoštevati celoten seznam podnebnih groženj, brez izključevanja posameznih podnebnih nevarnosti glede na lokacijo objekta. Poenostavljena analiza občutljivosti za lastno uporabo pa se lahko izdela tudi tako, da se nekatere podnebne grožnje izključi že v tem koraku, če seveda presodimo, da zaradi lokacije projekta nimajo nanj nobenega vpliva. Sem spadajo npr. dejavniki, povezani z morjem, kadar se projekt nahaja na celinskem območju, pa tudi dejavniki povezani z gozdnimi požari, če se projekt npr. nahaja v mestu.

V tabeli 7.2.a so za primer po strokovni literaturi povzeti možni vplivi podnebnih sprememb na različne vrste objektov⁴⁶.

Tabela 7.2.a.: Možni vplivi podnebnih sprememb na različne vrste objektov⁴⁴

Vrsta objekta	Možni vplivi podnebnih sprememb
Objekt za izobraževalne namene	Preobremenitev sistemov za odvajanje padavinske vode v intenzivnih padavinah, možna ogrožitev objekta v primeru gozdnih požarov, zemeljskih plazov in poplav.
Cestno omrežje	Mehčanje in poškodbe vrhnjega sloja zaradi vročine. Poškodbe in erozija zaradi poplav, zemeljskih plazov ali hudournikov. Poplave obalnih cest zaradi dviga morske gladine. Prekinitev prometa in uničenje dela cestišča zaradi zemeljskega plazov ali poplave.
Železniško omrežje	Krivljenje in deformacija zaradi vročine. Prekinitev železniškega prometa zaradi neviht, poplav. Možno posedanje pri spremembah nosilnih tal, poškodbe zaradi zemeljskih plazov in poplav. Vplivi na gozdne požare.
Mostovi	Erozija in poškodbe ter možno uničenje zaradi izrednih poplav, dviga morske gladine in ekstremnih vremenskih dogodkov. Poškodbe temeljev mostov zaradi visokih vodostajev in erozije.
Daljnovodi	Poškodbe daljnovodov zaradi izrednih vremenskih razmer: sunkov vetra, vetrolomov in žledu. Manjša učinkovitost prenosa pri visokih temperaturah. Možna povzročitev gozdnega požara v primeru poškodbe vodnikov.
Objekti za pripravo pitne vode	Slabša kvaliteta vode, kaljenje v primeru intenzivnih padavin, poškodbe izvirov v primeru povečane erozije ali zemeljskega plazov. Ogrožitev objekta za pripravo vode v primeru zemeljskih plazov, gozdnih požarov ali hudourniškega delovanja vodotokov. Manjša dostopnost pitne vode v sušnih obdobjih.
Čistilne naprave za čiščenje odpadne vode, kanalizacijski sistemi	Preobremenitev sistema s padavinsko odpadno vodo v primeru mešanih kanalizacijskih sistemov. Kontaminacija v primeru dviga morske gladine na obalnih območjih. Poškodbe kanalizacijskih sistemov v primeru poplav ali zemeljskih plazov lahko povzročijo večje onesnaženje okolja, še posebej na vodovarstvenih območjih.
Ukrepi za protipoplavno zaščito, jezovi	Intenzivne padavine z veliko količino padavin lahko povzročijo hitro naraščanje pretokov. V primeru presežanja projektirane kapacitete ukrepov so mogoče poškodbe in uničenje nasipov ali jezov ter posledično hujše

⁴⁶ UCS USA (2017), str. 6.

posledice dolvodno zaradi poplav.

Priporočljivo je, da analizo občutljivosti za posamezno podnebno nevarnost zaradi velikega števila vplivov in upoštevanja v nadaljnjih korakih izvedemo opisno. Analiza občutljivosti se izvede tako, da se za vsako posamezno podnebno nevarnost, ki so našteje v tabeli 5.4., presodi, kakšen vpliv ima lahko na projekt. Pri tem imejmo v mislih predvidene spremembe podnebja v življenjski dobi projekta.

V tabeli 7.2.b je predstavljen primer analize občutljivosti v opisni obliki za dve vrsti projektov: objekt za izobraževalne namene in infrastrukturni projekt – lokalna cesta.

Tabela 7.2.b: Analiza občutljivosti v opisni obliki za dve vrsti projektov

SPREMEMBA PODNEBJA	OPIS SPREMEMBE	VPLIVI NA PROJEKT OBJEKT ZA IZOBRAŽEVALNE NAMENE	VPLIV NA PROJEKT LOKALNA CESTA
Dvig temperature	Višje zimske temperature Višje poletne temperature Večja temperaturna obremenitev Večja evapotranspiracija	>zmanjšana potreba po ogrevanju >povečana potreba po hlajenju objekta	>ni bistvenega vpliva
Ekstremni temperaturni dogodki - visoke temperature	Ekstremne poletne temperature Obremenitev materialov zaradi ekstremnih temperatur Povečana toplotna obremenitev	>visoke temperature v objektu, negativen vpliv na zdravje uporabnikov >vpliv na izpostavljene materiale, npr. asfalt na parkirišču	>vpliv na zgradbo ceste, vrhnji asfaltni sloj vozišča zaradi pregrevanja (mehčanje)
Vročinski valovi	Daljši in bolj intenzivni vročinski valovi Povečanje toplotne obremenitve za prebivalce, še posebej v mestih	>negativen vpliv na zdravje uporabnikov >povečana poraba električne energije za hlajenje, možnost redukcij električne energije	>ob visokih temperaturah isti vpliv kot zgoraj
Ekstremni temperaturni dogodki - nizke temperature	Kljub dvigu temperatur so mogoči vdori polarnega zraka in obdobja nizkih temperatur* Spomladanske pozebe Nenadne spremembe temperature	>poškodbe materialov zaradi nizkih temperatur ali nenadnih sprememb temperature	>poškodbe materialov zaradi nizkih temperatur ali nenadnih sprememb temperature
Sprememba letne/sezonske količine padavin	Neenakomerna razporeditev padavin (sušna in deževna obdobja) Možno je posedanje tal pri določenih vrstah tal	>dolgotrajna deževna obdobja lahko povzročijo proženje zemeljskih plazov >poškodbe temeljev objekta zaradi neustreznega odvajanja vode >poškodbe temeljev zaradi posedanja tal	>dolgotrajna deževna obdobja lahko ob neustreznem odvajanju vode destabilizirajo zemljinu >možnost sproženja plazov nad ali pod cestiščem ter prekinitev prometa
Izredne padavine	Večja intenzivnost nalivov – kratkotrajnih padavin Možen nastanek poplav na urbanih površinah in hudournikov (spodaj)	>preobremenitev sistemov za odvajanje padavinskih voda. Možne posledice so: vdor padavinske vode v objekt, poplavljanje utrjenih površin, dovozov, cestišč, vdor padavinske vode v klet objekta. Povečana možnost zemeljskega plazov in erozije.	>nezadostno odvajanje vode lahko povzroči poplavljanje cestišča >odvedena padavinska voda lahko povzroči erozijo, nastanek hudournika >možnost sproženja plazov nad ali pod cestiščem ter prekinitev prometa
Povprečna zračna vlaga	Dvig temperature poveča vlažnost zraka. Topel zrak v sebi zadrži več vlage. Pri večji zračni vlagi je vpliv vročine na zdravje večji.	>negativen vpliv na zdravje in počutje uporabnikov, upoštevano pri ekstremnih temperaturah.	>ni vpliva
Vodostaj - izredni pretoki vodotokov	Povečanje visokih pretokov rek in drugih vodotokov Povečana moč erozije vodotokov Posledično obsežnejše poplave	>erozija bregov >poplavljanje >možno spodjedanje temeljev objekta in poškodbe/uničenje objekta	>vpliv na stabilnost ceste ob brežinah vodotokov, mogoče spodjedanje brežin in poškodbe/uničenje cestišča -vpliv na stabilnost mostov

Poplave	Poplave padavinskih voda na urbanih padavinah Rečne poplave, hudourniške poplave	>vdor poplavne vode v objekt, uničenje pohištva, arhiva, strojnih naprav >nanos poplavnega materiala >onesnaženje zaradi poplavnih voda >poškodbe na objektu >poškodbe električne napeljave >prekinitev dejavnosti v objektu, dolgotrajna in stroškovno zahtevna sanacija	>večdnevna prekinitev prometa v primeru poškodb, obsežnejša škoda. >prekinitev prometa in dostopnosti naselij >nanos poplavnega materiala >poškodbe cestišča zaradi poplav >možnost poškodb mostov
Nevihite, toča	Bolj pogoste nevihte, pogostejši udarci strele, Možen nastanek velike – uničujoče toče	>udar strele, poškodbe električne napeljave >možen nastanek požara ob udaru strele >poškodbe strešne kritine in steklenih površin zaradi toče >možni izpadi električnega omrežja	>možne poškodbe vozil
Žled	Močan žled lahko povzroči poškodbe na vegetaciji – žledolome. Poškodbe na izpostavljeni infrastrukturi	>prekinitve električne energije, prekinitev učnega procesa v objektu >poškodbe objekta (npr. zaradi padca drevesa)	>prekinitve prometa v primeru žledoloma >možne poškodbe vozil in uporabnikov ceste
Suša	Večja možnost za daljša obdobja brez padavin, predvsem poleti Negativen vpliv na vegetacijo, kmetijske pridelke, količino vode v podtalnici Nizek vodostaj vodotokov	>vpliv na vegetacijo in zelene strehe >vpliv na stabilnost določene vrste tal	>ni bistvenega vpliva
Gozdni požari	Predvidoma pogostejši gozdni požari v sušnih obdobjih	>uničenje objekta >izguba človeških življenj >negativen vpliv na kvaliteto zraka	>prekinitev prometnih povezav >poškodbe materiala, cestišča
Pomanjkanje pitne vode	V daljših sušnih obdobjih lahko pride do pomanjkanja pitne vode, predvsem poleti, zaradi česar se pojavijo redukcije vode.	>redukcije vode za zalivanje zunanjih površin >možno pomanjkanje pitne vode za objekt	>ni vpliva
Spremembe višine snežne odeje	Predvideno je zmanjšanje pogostosti in količine snežnih padavin Hitrejše taljenje snega	>obremenitev sistemov za odvajanje padavinske vode ob taljenju snega	>obremenitev sistemov za odvajanje vode ob taljenju snega
Spremembe novozapadlega snega – ekstremne snežne padavine	Morda mogoče nepredvidene večje količine snežnih padavin*	>ekstremne snežne padavine: možna povečana obremenitev strešne konstrukcije >možni izpadi električnega omrežja	>prekinitev prometnih povezav ob ekstremnih snežnih padavinah
Povprečna hitrost vetra	Ni predvidenih večjih sprememb	>ni vpliva	>ni vpliva
Največja hitrost vetra in sunki	Povečevanje največjih hitrosti vetra Močnejši sunki vetra ob neurjih in nevihtah	>poškodbe izpostavljenih delov objekta, še posebej strehe in steklenih površin.	>prekinitev prometnih povezav zaradi podrtih dreves ipd.

vetra	Povečan pritisk na drevesne korenine zaradi vetra Vetrolomi	>izruvana drevesa zaradi vetra lahko povzročijo materialno škodo in poškodbe ljudi >možni izpadi električnega omrežja zaradi vetrolomov	>podrta drevesa ogrozijo uporabnike v prometu, prekinijo prometne povezave
Ekstremni vetrovni dogodki (vihar, ciklon, tornado)	Pogostejši ekstremni vetrovni dogodki Možni tudi dogodki, ki so bili prej izredno redki	>večje poškodbe objekta, okenskih površin >izruvana drevesa zaradi vetra lahko povzročijo materialno škodo in poškodbe ljudi. >možni izpadi električnega omrežja	>ogroženi uporabniki v prometu >prekinitev prometnih povezav zaradi vetrolomov
Dvig morske gladine, obalno poplavljanje	Poplavljanje obalnih predelov v obdobjih plimovanja Trajen dvig morske gladine	>vdor morske vode v objekte >poplavljanje objekta >poškodbe zaradi erozije	>poškodbe ceste zaradi erozije morja >prekinitev prometa zaradi poplavljanja morja
Povprečna temperatura morja	Segrevanje morja negativno vpliva na morske ekosisteme	>ni vpliva	>ni vpliva
Kemijsko stanje morja	Sprememba pH morja negativno vpliva na morske ekosisteme	>ni vpliva	>ni vpliva
Vdor slane vode	Zaradi dviga morske gladine lahko pride do vdora slane vode v obalne vire pitne vode	>pomanjkanje pitne vode	>ni vpliva
Zemeljski plazovi	Pogostejše in intenzivnejše padavine povečajo nevarnost za nastanek plazov	>poškodbe konstrukcije objekta >stroškovno izredno zahtevna sanacija >ogrožitev človeških življenj >možno uničenje objekta	>poškodbe cestišča >prekinitev prometa >uničenje dela ceste
Erozija tal	Ob daljšem deževju, intenzivnih padavinah se poveča nevarnost za erozijo tal. Pri nastanku hudournika pride do večjega obsega erozije	>degradacija zunanjih površin >v primeru nastanka hudournika lahko pride do poškodb in vplivov na stabilnost objekta	>poškodbe cestišča >nanašanje materiala
Snežni plazovi	Zaradi manjših količin snega je verjetnost za snežne plazove sicer manjša	>poškodbe ali uničenje objekta	>prekinitev prometa >poškodbe ceste
Spremembe sončnega obsevanja	Večje spremembe niso predvidene	>ni vpliva, razen v primeru namestitve fotovoltaične elektrarne	>ni vpliva
Kvaliteta zraka	Višje ravni ozona v poletnih mesecih, slabša kvaliteta zraka zaradi povezanih dejavnikov (gozdni požari, ipd)	>vpliv na zdravje ljudi	>ni vpliva

Opomba: *kljub napovedanim dvigom temperatur zaradi načela previdnosti ni mogoče izključiti pojavov obdobja ekstremno nizkih temperatur in obilnejših snežnih padavin, ki se pojavljajo ob vdorih polarnega zraka na območje Slovenije.

Rezultate izvedene analize lahko za posamezen objekt prikažemo tudi z barvnimi lestvicami, oz. s tristopenjsko barvno lestvico, prikazano v tabeli 7.2.c. Prikaz z barvnimi lestvicami je zahtevan tudi v postopku za potrebe razpisov. S kvantifikacijo vpliva in dodelitvijo št. točk za posamezen vpliv si nato poenostavimo izvedbo ocene ranljivosti v tretjem koraku postopka, isto barvno legendo pa lahko uporabimo tudi za analizo izpostavljenosti.

Tabela 7.2.c.: Interpretacija barvne legende, ki se uporabi v posamezni analizi

Št. točk	Barvna shema	Občutljivost	Razlaga
0		Ni vpliva	Ni vpliva.
1		Majhna	Vpliv PS je zanemarljiv
2		Srednja	PS imajo lahko zmeren vpliv na projekt
3		Visoka	Vpliv PS na projekt je občuten, oz. velik

7.3. Identifikacija obstoječih in prihodnjih vplivov zaradi podnebnih sprememb na lokaciji projekta – analiza izpostavljenosti

Drugi korak postopka je analiza izpostavljenosti. Analiza izpostavljenosti je namenjena temu, da preučimo lokacijo, kjer načrtujemo projekt.

Pri tem upoštevamo:

- značilnosti podnebja: temperatura, padavine, hitrost vetra in druge lastnosti podnebja na lokaciji projekta.
- obstoječa ogrožena območja: ogroženost zaradi poplav, zemeljskih plazov, erozije, snežnih plazov, dviga morske gladine, gozdnih požarov, žledu, ipd.
- podatke, ki smo jih pridobili z drugimi analizami, kot je npr. struktura in sestava temeljnih tal, če jih imamo na voljo.
- podatke, ki jih preučimo na lokaciji: možnost za pojav hudournikov, zalednih voda, zastajanja vode ali urbanega poplavljanja.

Podatke lahko pridobimo iz obstoječih meteoroloških postaj in podnebnih analiz, ki jih izvaja ARSO ter javno dostopnih baz podatkov, kot so Atlas okolja in Atlas voda. Če imamo to možnost, lahko pridobimo kakovostne podatke za samo mikrolokacijo projekta, še posebej glede smeri in hitrosti vetra in pojava hudourniških ali zalednih voda ob deževjih na ARSO. V primeru gradnje v bližini poplavnega območja ali na poplavnem območju so dragocen vir podatkov tudi občinske poplavne študije ali hidrološko-hidravlične študije za projekt. Ker pa vse občine niso izdelale poplavnih študij, bodimo v primeru gradnje v bližini vodotoka ali višje ležečega jezua pozorni na možno poplavno ogroženost lokacije projekta.

Podatke o izpostavljenosti pridobimo tako za obstoječe stanje – preteklo podnebje, kot za prihodnje stanje, torej spremenjeno stanje v prihodnosti zaradi podnebnih sprememb. Za analizo izpostavljenosti v prihodnjem stanju podatke o podnebnju v prihodnosti pridobimo iz že omenjene *Ocene podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja* ali iz *Atlasa podnebnih sprememb*. Možno je tudi, da podatke pridobimo neposredno od ARSO za mikrolokacijo projekta. Z analizo v prihodnjem stanju ocenimo, kako se bo podnebje spremenilo v prihodnosti v času življenjske dobe objekta.

Pri pridobivanju podatkov pa upoštevajmo naslednje:

- Pridobimo verodostojne in čim bolj natančne podatke o podnebnih spremembah:
 - prednost imajo podatki po posameznih podnebnih regijah ali podatki za mikrolokacijo projekta, če jih lahko pridobimo. Če teh podatkov ni, upoštevajmo podatke za Slovenijo ali (v najslabšem primeru) podatke iz evropskih podnebnih modelov za našo regijo.
 - upoštevamo ustrezen podnebni scenarij in ustrezno časovno obdobje.
 - vir podatkov mora biti zanesljiv, npr. ARSO ali EEA.
- Po pridobljenih podatkih za obstoječe podnebje in podnebne spremembe tudi ocenimo, kako bo lokacija posega izpostavljena v prihodnosti.
- Za pomoč pri interpretaciji podatkov lahko prosimo tudi strokovnjaka s področja podnebnih sprememb.

Primer pridobljenih podatkov za prihodnjo izpostavljenost lokacije v osrednjih Sloveniji je prikazan v tabeli 7.3.a.

Tabela 7.3.a: Ocenjene spremembe podnebja v prihodnosti zaradi podnebnih sprememb za območje: osrednja Slovenija – osrednja regija (Vir: Ocena podnebnih sprememb, ARSO)

Obstoječe povprečje (območje projekta) in ocena spremembe	Scenarij	Podatki 1990-2020	Mediana in razpon spremembe (v oklepaju) za posamezno časovno obdobje		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100
Meteorološka spremenljivka					
Povprečna temperatura (°C) - leto	RCP4.5	11,4	+0,8 (0,4-1,0)%	+1,4 (1,1-2,3)%	+1,8 (1,4-2,6)%
Dnevna najvišja temperatura (°C)	RCP4.5	40,2	+0,8 (0,4-0,9)%	+1,4 (1,1-2,3)%	+1,7 (1,4-2,5)%
Dnevna najnižja temperatura (°C)	RCP4.5	-16,9	+0,8 (0,5-1,1)%	+1,4 (1,0-2,4)%	+1,8 (1,4-2,7)%
Število vročih dni (najvišja T > 30°C) (dan)	RCP4.5	26	+5,9 (0,2-9,3)	+12,7 (11,8-19,3)	+13,1 (8,2-24,9)
Število ledenih dni (najvišja T < 0°C) (dan)	RCP4.5	14	-3,6 (-6,7 do -1,7)	-7,4 (od -13,9 do -4,6)	-9,3 (od -12,1 do -6,3)
Povprečna letna višina padavin - sprememba (%)	RCP4.5	1368 mm	+4 (-2 do 15)	+6 (-1 do +11)	+12 (-1 do +29)
Največja dnevna višina padavin (mm) in (%) (24 h)	RCP4.5	157 mm	+4,8 (-0,3 do 10,5)	+9,3 (1,3 do 14,7)	+10,3 (5,4 do 13,1)
Visokovodni pretoki za vodotok (v %)	RCP4.5	Qvk: 262 m ³ /s	5,4 (-3,6 do 16,7)	9,0 (od -6,0 do 27,8)	12,6 (od -8,4 do 38,9)
Povprečna hitrost vetra (%) (m/s) leto	RCP4.5	1,3	-1 do +1 %	-1 do +1 %	-1 do -2 %
Največja hitrost vetra (trend spremembe) ¹ ZIMA* [60]	RCP4.5	/	V zimskem obdobju povečanje za 0,1-0,3% na desetletje. ¹		
Največji vodni primanjkljaj (mm/desetletje)	RCP4.5	/	Povečanje vodnega primanjkljaja za 11 mm/desetletje na letni ravni, oz. za kar 28/mm jeseni.		

Opomba: z oznakami je prikazana zanesljivost sprememb, in sicer: Ni oznake: visoka zanesljivost, *: ni spremembe, 0: nizka zanesljivost.

1-Spremembe največje hitrosti vetra v modelih so pozitivne (zmanjšanje) ali brez opažene spremembe, z izjemo zimskih mesecev, ko se hitrost vetra poveča. V zadnjih letih pa je opažen trend podiranja rekordov hitrosti vetra v neurjih, kar je potrebno upoštevati.

V tabeli 7.3.a so podatki za podnebni scenarij RCP4.5 predstavljeni z mediano modelskih vrednosti in razponom. Mediana modelskih vrednosti je »srednja vrednost v porazdelitvi rezultatov simulacij več različnih modelov«⁴⁷, torej povprečje vseh rezultatov. Razpon je podan za informacijo o tem, kako rezultati modelskih vrednosti odstopajo od povprečja, saj s tem dobimo informacijo o raznolikosti možnih rezultatov podnebnih projekcij.

⁴⁷ Bertalanč, R. in sod. (2018), str. 11.

Za nadaljnje načrtovanje je sicer smiselno uporabiti mediane, čeprav je verjetneje, da se bo resnična sprememba podnebja v prihodnosti nahajala na območju razpona. V primeru, da projektiramo objekt, ki je izredno občutljiv na vremenske razmere, je smiselno pregledati tudi razpone ter oceniti ali bo potrebno objekt prilagoditi na najslabšo predvideno možnost. Kdaj bo potrebno upoštevati te možnosti, je odvisno predvsem od vrste objekta in predvidenih posledic posamezne podnebne grožnje.

Analiza izpostavljenosti se lahko opravi opisno ali z barvno lestvico, enako kot pri analizi občutljivosti. Barvna lestvica je prikazana v tabeli 7.2.c. Po analizi izpostavljenosti nato izključimo področja, na katerih zaradi lokacije projekta ne bo vpliva. V vzorčni tabeli so ta področja za vzorčno lokacijo označena z * in z belo barvo.

Primer vzorčne analize izpostavljenosti za objekt v osrednjem delu Slovenije, ki se nahaja na poplavnem območju ob večjem vodotoku, je prikazan v tabeli 7.3.b.

Tabela 7.3.b. Primer analize izpostavljenosti

Opisna analiza izpostavljenosti		Obstoječe stanje	Prihodnje stanje (2100)
<i>Dvig temperature</i>	Obstoječe: majhna izpostavljenost. Predviden je dvig temperature za 1,4 do 2,6 °C.		
<i>Ekstremni temperaturni dogodki - visoke temperature</i>	Obstoječe: je izpostavljeno, temp. presežejo 40 °C. Predviden je dvig ekstremnih temperatur.		
<i>Vročinski valovi</i>	Obstoječe: je izpostavljeno. Predvideno je poslabšanje.		
<i>Ekstremni temperaturni dogodki - nizke temperature</i>	Obstoječe: območje je izpostavljeno. Predviden je dvig temperatur.		
<i>Sprememba letne/sezonske količine padavin</i>	Obstoječe: ni izpostavljenosti, temeljna tla so dobro nosilna. Predvideno je povečanje letne količine padavin, ki ne poveča izpostavljenosti.		
<i>Izredne padavine</i>	Obstoječe: je izpostavljeno ob nalivih. Predvideno je povečanje izrednih padavin.		
<i>Vodostaj – izredni pretok vodotokov</i>	Obstoječe: objekt ni neposredno ob vodotoku. Predvideno je 12% povečanje pretokov.		
<i>Poplave</i>	Obstoječe: obm. majhne poplavne nevarnosti. Predvideno je povečanje pretokov in s tem poplav.		
<i>Nevihte, toča</i>	Obstoječe: ni večje izpostavljenosti. Predvideno je poslabšanje razmer.		
<i>Žled*</i>	Obstoječe: izpostavljenost zaradi žleda je zelo majhna. Predvideno je izboljšanje razmer.		
<i>Suša</i>	Obstoječe: majhna izpostavljenost. Mogoča je izpostavljenost v prihodnjem obdobju.		
<i>Gozdni požari*</i>	Obstoječe: ni izpostavljenosti, območje se ne nahaja ob gozdu.		
<i>Pomanjkanje pitne vode</i>	Obstoječe: ne prihaja do pomanjkanj ali redukcij vode. Mogoča je izpostavljenost v prihodnjem obdobju.		
<i>Spremembe višine snežne odeje*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Ekstremne snežne padavine*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Povprečna hitrost vetra*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Največja hitrost vetra in sunki vetra</i>	Obstoječe: majhna izpostavljenost Prihodnje: mogoče je povečanje izpostavljenosti		
<i>Ekstremni vetrovni dogodki (vihar, ciklon, tornado)</i>	Obstoječe: majhna izpostavljenost Prihodnje: mogoče je povečanje izpostavljenosti		
<i>Dvig morske gladine, obalno poplavljanje*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Povprečna temperatura morja*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Kemijsko stanje morja*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Vdor slane vode*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Zemeljski plazovi*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Erozija tal*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Snežni plazovi*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Spremembe sončnega obsevanja*</i>	Obstoječe in prihodnje: ni izpostavljenosti		
<i>Kvaliteta zraka</i>	Obstoječe: izpostavljenost je majhna (ozon) Prihodnje: predvideva se povišanje vrednosti ozona.		

7.3.1. Pridobivanje podatkov za analizo izpostavljenosti

Informacije za analizo izpostavljenosti lahko pridobimo iz javno dostopnih podatkov, kot so npr. Atlas okolja, Atlas voda, ter občinskih prostorskih informacijskih sistemov. Podatke o podnebnju lahko pridobimo iz Atlasa okolja, pa tudi iz portala Meteo, kjer so na voljo zadnji podatki o podnebnju na obstoječih meteoroloških postajah. Za posamezna področja obstajajo tudi specialne karte, kot so Karta gostote strel ali Karta ogroženosti zaradi žleda, ki pa so pripravljene za območje Slovenije in so nekoliko manj natančne ter ne omogočajo pridobitve natančnih podatkov za manjše območje.

Pridobimo lahko tudi podatke o naravnih nesrečah, ki so se v preteklosti zgodile na območju projekta, po možnosti v daljšem časovnem obdobju. Podatke o preteklih naravnih nesrečah na območju projekta lahko pridobimo tudi iz Geografskega atlasa naravnih nesreč v Sloveniji – GANNS, ki ga je pripravil Geografski inštitut Antona Melika, Oddelek za naravne nesreče⁴⁸. Ti podatki vsebujejo zgodovinske podatke od leta 1750 naprej ter tudi podrobne podatke o plazljivih območjih, potresih, poplavah in gozdnih požarih. Iz podatkov merilnih postaj ARSO je mogoče pridobiti tudi zgodovinske podatke o npr. ekstremnih nivojih podtalnice, visokovodnih pretokih vodotokov in druge podatke.

Podatke za prihodnje stanje zaradi podnebnih sprememb pridobimo iz Atlasa podnebnih projekcij ali publikacije *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja*, ki jo je izdal ARSO. V primeru, da podatkov za posamezno podnebno nevarnost ni na voljo, lahko poiščemo informacije tudi na spletnih straneh Evropske agencije za okolje (EEA) ali IPCC ter v znanstvenih študijah za posamezen dejavnik podnebnih sprememb. Vse več študij o vplivu podnebnih sprememb na npr. zemeljske plazove, sestavo gozdov in druga področja, se opravi tudi v Sloveniji.

Če potrebujemo natančnejše podatke za specifično lokacijo projekta, jih lahko pridobimo neposredno od ARSO. Na voljo je več podatkov iz podnebnih modelov o spremembi intenzivnosti padavin za željeno lokacijo ali o visokovodnih pretokih vodotokov za specifičen vodotok. V primeru, da načrtujemo projekt na poplavnem območju ali projekt, ki se nahaja ob vodotoku, je še posebej pomembno, da pridobimo rezultate modelskih sprememb za specifični vodotok.

7.4. Ocena ranljivosti zaradi podnebnih sprememb

Tretji korak postopka je ocena ranljivosti. S pomočjo ocene ranljivosti zaradi podnebnih sprememb združimo pridobljene podatke iz analize ranljivosti in analize izpostavljenosti, kot je prikazano v spodnji enačbi:

$$\text{Ranljivost} = \text{občutljivost} \times \text{izpostavljenost}$$

V oceni ranljivosti tudi izključimo vsa področja, za katera smo v analizi občutljivosti in analizi izpostavljenosti ugotovili, da projekt ni občutljiv oz. da lokacija ni izpostavljena. Tako pridobimo skrajšano tabelo ranljivosti.

⁴⁸ Atlas je dostopen na spletnem naslovu: <https://experience.arcgis.com/experience/4f4b94a5e32241068bd3b837c9c26d70/>

Ocena ranljivosti se lahko izvede z barvno matrico, prikazano v tabeli 7.4.a., pri čemer se uporabi ocene, ki smo jih posameznim podnebnim grožnjam določili v analizi občutljivosti in analizi izpostavljenosti. Za lažjo oceno rezultatov se lahko posameznim področjem določi tudi številčno oceno, ki je prav tako prikazana v spodnji tabeli.

Primer vzorčne ocene ranljivosti za vzorčni primer objekta za izobraževanje na vzorčni lokaciji je prikazan v tabeli 7.4.b.

Tabela 7.4.a.: Interpretacija barvne legende, uporabljene pri analizi ranljivosti

Ranljivost		Izpostavljenost			
		Nišna	Nizka	Srednja	Visoka
Občutljivost	Nišna	0	0	0	0
	Nizka	0	1	2	3
	Srednja	0	1	4	6
	Visoka	0	3	6	9

Rezultati analize ranljivosti nam pokažejo, na katerih področjih je potrebno v nadaljevanju posvetiti večjo pozornost načrtovanim prilagoditvam. V nadaljevanju je potrebno upoštevati vsa področja, kjer:

- Smo ugotovili srednjo ali veliko stopnjo ranljivosti v obstoječem stanju,
- Smo ugotovili srednjo ali veliko stopnjo ranljivosti v prihodnjem stanju.

Po opravljeni analizi ranljivosti je priporočljivo, da za vsa področja, kjer smo ugotovili veliko stopnjo ranljivosti:

- Pridobimo točnejše podatke o podnebnih spremembah za načrtovanje ali nadaljnje študije. Te podatke pridobimo pri ARSO. Za nekatere podnebne grožnje so na voljo točnejši podatki za mikrolokacijo projekta (npr. podatki o izrednih padavinah), medtem ko so za nekatere podnebne grožnje na voljo podatki za širše območje projekta.
- Te podatke je potrebno pridobiti zato, da:
 - Načrtujemo učinkovite omilitvene ukrepe, še posebej na področjih kjer moramo povečati dimenzioniranje (npr. padavinska kanalizacija, zadrževalniki...).
 - V pomoč pri izdelavi hidrološko-hidravličnih študij in drugih študij.
 - Še posebej pri gradnji na poplavnih področjih je smiselno, da se hidrološko-hidravlične študije vedno izdela z upoštevanjem predvidenega povečanja zaradi podnebnih sprememb. Prav zato je pomembno, da se vsaj osnovna analiza ranljivosti izdela na samem začetku načrtovanja.

Tabela 7.4.b.: Ocenjena ranljivost projekta na podnebne spremembe

SPREMEMBA PODNEBJA	ANALIZA RANLJIVOSTI	ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI V OBSTOJEČEM STANJU	ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI V PRIHODNJEM STANJU	OCENA RANLJIVOSTI V OBSTOJEČEM STANJU	OCENA RANLJIVOSTI V PRIHODNJEM STANJU
<i>Dvig temperature</i>	Majhna Predvsem večja potreba po hlajenju.	Majhna	Srednja	1-Majhna	2-Majhna
<i>Ekstremni temperaturni dogodki - visoke temperature</i>	Srednja Vpliv na zdravje Vpliv na izpostavljene materiale	Srednja	Velika	4-Srednja	6-Velika
<i>Vročinski valovi</i>	Srednja >vpliv na porabo energije in uporabnike	Srednja	Velika	4-Srednja	6-Velika
<i>Ekstremni temperaturni dogodki - nizke temperature</i>	Srednja >poškodbe materialov zaradi nizkih temperatur	Srednja	Majhna	4-Srednja	2-Majhna
<i>Izredne padavine</i>	Srednja Vdor padavinske vode v objekt Poplavljanje utrjenih površin	Srednja	Velika	4-Srednja	6-Velika
<i>Vodostaj – izredni pretok vodotokov</i>	Velika Poškodbe objekta, temeljev, poplavljanje	Majhna	Srednja	3-Srednja	6-Velika
<i>Poplave</i>	Velika Vdor poplavne vode v objekt, poškodbe pohištva, naprav, večja škoda	Srednja	Velika	4-Srednja	6-Velika
<i>Nevihte, toča</i>	Srednja Poškodbe električne napeljave, poškodbe strešne kritine, izpad el. omrežja	Majhna	Srednja	2-Majhna	4-Srednja
<i>Suša</i>	Majhna Vpliv na vegetacijo in zelene strehe.	Majhna	Srednja	1-Majhna	2-Majhna
<i>Pomanjkanje pitne vode</i>	Majhna Pomanjkanje pitne vode v objektu, redukcije	Ni izpostavljenosti	Majhna	0-Nična	1-Majhna
<i>Največja hitrost vetra in sunki vetra</i>	Srednja Poškodbe strešne kritine, poškodbe vozil na zunanjem	Majhna	Srednja	2-Majhna	4-Srednja

SPREMEMBA PODNEBJA	ANALIZA RANLJIVOSTI	ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI V OBSTOJEČEM STANJU	ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI V PRIHODNJEM STANJU	OCENA RANLJIVOSTI V OBSTOJEČEM STANJU	OCENA RANLJIVOSTI V PRIHODNJEM STANJU
	parkirišču, izpad el. omrežja				
Ekstremni vetrovni dogodki (vihar, ciklon, tornado)	Velika Večje poškodbe objekta, strešne kritine, in kot zgoraj	Majhna	Srednja	3-Srednja	6-Velika
Kvaliteta zraka	Majhna Negativen vpliv na zdravje ljudi, ni fizične škoda na objektu.	Majhna	Srednja	1-Majhna	2-Majhna

Pri analizi ranljivosti smo lahko tudi podrobnejši ter pri tem upoštevamo vplive na posamezne vidike načrtovanega objekta. Neka podnebna spremenljivka, kot je npr. kvaliteta zraka, nima samih vplivov na objekt, ima pa negativne vplive na zdravje in počutje uporabnikov objekta.

7.5. Na katerih področjih in kdaj je prilagajanje na podnebne spremembe smiselno?

Če v oceni ranljivosti ugotovimo, da projekt ni ranljiv zaradi podnebnih sprememb, potem nadaljnje analize ali prilagajanja niso potrebna. V tem primeru v oceni ranljivosti za vse podnebne nevarnosti dobimo rezultat majhne ranljivosti (zelena barva).

V primeru, da za eno ali več podnebnih nevarnosti ugotovimo, da je projekt srednje ali visoko ranljiv, je prilagajanje na podnebne spremembe potrebno. Na tej točki se lahko odločimo, da bomo načrtovali ustrezne prilagoditve za vse dejavnike, vendar to večinoma ni vedno izvedljivo. Zato je smotrno preučiti, na katerih področjih je prilagajanje na podnebne spremembe najbolj smiselno. To lahko izvedemo s pomočjo podrobnejše ocene tveganja.

Ocena tveganja je sestavljena iz dveh delov in je namenjena temu, da se preuči:

- Kako verjetno je, da se bo dogodek zgodil (analiza verjetnosti).
- Kako hude bodo posledice v primeru dogodka (analiza posledic). Pri tem preučimo tudi, kakšne bodo posledice na okolico, ne zgolj na projekt sam po sebi.

V oceni tveganja pregledamo, kakšne so lahko posledice posamezne podnebne nevarnosti na različne dele projekta. Ta del je koristno izvesti opisno ter pri tem upoštevati že načrtovane prilagoditve projekta, ki so morda zahtevane z zakonodajo ali splošno prakso. Prav tako je pri tem koristno pridobiti podatke o lastnostih materialov, ki bi se običajno uporabili za objekt, še posebej glede njihove odpornosti na vremenske vplive. Za najbolj ustrezne rezultate v oceno tveganja vključimo različne strokovnjake, ki sodelujejo na projektu.

Ocena tveganja se običajno izvede s številskimi ocenami, tako da na koncu dobimo številčni rezultat. Kljub temu je koristno, da verjetnost in posledice ocenimo tudi opisno, saj je pri tem lažje oceniti potrebne prilagoditve, pa tudi stroške posledic, kar nam bo pomagalo pri oceni učinkovitosti investicije v prilagajanje. Številčna lestvica za analizo verjetnosti je prikazana v tabeli 7.5.a.

Tabela 7.5.a.: Analiza verjetnosti pojavljanja v določenem časovnem obdobju⁴⁹

Ocena	1	2	3	4	5
Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Srednje verjetno	Verjetno	Skoraj gotovo
Opis	Zelo majhna verjetnost za pojav	Majhna verjetnost za pojav	V podobnih okoliščinah/državah se je ta dogodek že zgodil	Tveganje je zelo verjetno, dogodek se je že zgodil	Tveganje je zelo verjetno, dogodek se je že zgodil večkrat
Kvantifikacija*	5% verjetnost	20% verjetnost	50% verjetnost	80 % verjetnost	95% verjetnost dogodka

Opomba: **Non-paper Guidelines for Project Managers* priporočajo ocenjevanje verjetnosti pojava dogodka v obdobju enega leta. Po potrebi je kvantifikacija lahko drugačna, odvisno od presoje načrtovalca.⁵⁰

⁴⁹ European Commission (2011), str. 41.

⁵⁰ European Commission (2011), str. 41.

Analiza posledic je namenjena presoji možnih posledic posamezne podnebne grožnje. Številska lestvica za analizo posledic je prikazana v tabeli 7.5.b. Analiza posledic je kombinirana ocena na podlagi šestih dejavnikov, ki upošteva tudi širše posledice dogodka:

- Materialna škoda: škoda na objektu, sredstvih, ipd.,
- Varnost in zdravje: vpliv na varnost in zdravje uporabnikov, zaposlenih in drugih.
- Okolje: možna škoda, ki zaradi dogodka nastane v okolju.
- Družba: vpliv na širšo družbo, dogodek lahko negativno vpliva na javno mnenje.
- Finančne posledice: finančna škoda kot posledica posamezne podnebne nevarnosti. Upošteva se tudi škoda, ki nastane posredno, kot npr. finančna škoda zaradi prekinitve dejavnosti, izgube posla, sanacije okoljske škode... V nekaterih primerih je posredna škoda lahko precej večja od neposredne škode. V tem koraku se lahko neposredna finančna škoda oceni tudi kvantitativno, saj v tem primeru lahko ocenimo smiselnost dodatnih ukrepov.
- Ocena vpliva na javno mnenje: ocenimo ali se zaradi negativnega dogodka lahko poslabša javno mnenje o projektu, pride do negativnega poročanja, protestov, negativnih političnih odločitev za projekt in podobnih dogodkov.

Tabela 7.5.b. Ocena obsega posledic⁵¹

Ocena obsega posledic					
Ocena Opis	1 Nepomembne	2 Majhne	3 Zmerne	4 Velike	5 Katastrofalne
Ocena škode na sredstvih, obratovanju	Vpliv se izravna skozi običajno delovanje	Negativen dogodek	Resen dogodek, ki potrebuje dodatne ukrepe	Kritičen dogodek, ki potrebuje izredne ukrepe	Katastrofa, ki lahko vodi do zaprtja ali kolapsa projekta/mreže
Varnost in zdravje	Potrebna zgolj prva pomoč	Manjše poškodbe, zdravniška oskrba	Resne poškodbe ali izguba dela	Resne in obsežnejše poškodbe, stalne poškodbe ali invalidnost	Ena ali več smrtnih žrtev
Okolje	Ni vpliva	Vpliv znotraj območja projekta, vpliv se izravna v 1 mesecu po dogodku	Večji vpliv z možnim širšim vplivom, izravnani v 1 letu po dogodku	Občutno večje onesnaženje okolja z lokalnim učinkom, preseganje mejnih vrednosti in zakonodaje, več kot 1-letni vpliv	Občutno večje onesnaženje s širšim vplivom, omejena možnost popolnega okrevanja okolja v obdobju, daljšem od 1 leta
Družba	Ni vpliva	Lokalizirani in začasni učinki	Lokalizirani in trajnejši družbeni učinki	Učinki na državni ravni, trajnejši učinki, ki ne zaščitijo ranljivih družbenih skupin	Negativni učinki v družbi, protesti lokalne skupnosti
Finančne posledice	Pod 2% prihodka	2-10%	10-25%	25-30%	Nad 50%
Ocena vpliva na javno mnenje	Lokaliziran, časovno omejen vpliv na javno mnenje	Lokaliziran, kratkotrajen vpliv na javno mnenje	Lokalen, dolgotrajnejši vpliv na javno mnenje z negativnim lokalnim poročanjem	Državni in kratkotrajnejši vpliv na javno mnenje z negativnim poročanjem na ravni države	Državni in dolgotrajni vpliv na javno mnenje, ki vpliva na stabilnost vlade

⁵¹ European Commission (2011), str. 40-41.

Primer ocene tveganja je prikazan v tabeli 7.5.d. Ker je izvedena ocena tveganja za vsak primer različna, je potrebno za vsak objekt, ki ga načrtujemo, upoštevati podrobnosti tako pri predvidenih posledicah, kot tudi pri upoštevanju že obstoječih prilagoditev.

Pri analizi posledic se upošteva najvišjo doseženo oceno v vseh šestih kategorijah. Končna ocena tveganja se izračuna z uporabo matrice, prikazane v tabeli 7.5.c.

Tabela 7.5.c: Ocena tveganja za obravnavani projekt

<i>Ocena tveganja</i>	<i>posledice</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Verjetnost pojavljanja</i>		<i>Nepomembne</i>	<i>Majhne</i>	<i>Zmerne</i>	<i>Velike</i>	<i>Katastrofalne</i>
<i>Redko</i>	1	1	1	2	3	3
<i>Malo verjetno</i>	2	1	1	2	3	4
<i>Srednje verjetno</i>	3	1	2	3	4	4
<i>Zelo verjetno</i>	4	2	3	3	4	5
<i>Skoraj gotovo</i>	5	3	3	4	5	5

Rezultat ocene tveganja se lahko prikaže tudi številsko, in sicer:

- 1 – nepomembno tveganje,
- 2 – majhno tveganje,
- 3 – zmerno tveganje,
- 4 – veliko tveganje,
- 5 – izredno veliko tveganje.

Dobljeni rezultat ocene tveganja se nato lahko prikaže tudi znotraj barvne matrice, kot je prikazano v tabeli 7.5.e. in 7.5.f.

Tabela 7.5.d. Primer ocene tveganja za objekt za izobraževalne namene (O.T. – obstoječe tveganje, P.T. – prihodnje tveganje)

PODNEBNA GROŽNJA	ANALIZA VERJETNOSTI	POSLEDICE	MOŽNE POSLEDICE	OCENA POSLEDIC	REZULTAT	OBSTOJEČE PRILAGODITVE	POTREBNE PRILAGODITVE
Ekstremni temperaturni dogodki - visoke temperature	Obstoječe: 4 Prihodnje: 5	Škoda	Manjše poškodbe na izpost. materialih	2	Posledice: 2 O.T.: 3 P.T.: 3	Objekt je načrtovan v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in bo izoliran. Objekt bo imel urejeno hlajenje s toplotnimi črpalkami. V poletnem času bo izobraževalna dejavnost v objektu potekala manj časa.	Dodatne prilagoditve za zmanjšanje stroška hlajenja so lahko zunanja senčila na izpostavljenih oknih, zasaditev vegetacije pred izpostavljena – južna okna, ipd.
		Zdravje	Možnost poslabšanja bolezni, pojava bolezni ¹	2			
		Okolje	Ni vpliva	1			
		Družba	Ni vpliva	1			
		Finance	Sanacija škode, večji stroški hlajenja	2			
		Javno mnenje	Ni vpliva	1			
	Vročinski valovi	Obstoječe: 4 Prihodnje: 5	Škoda	Manjše poškodbe na izpost. materialih	Posledice: 2 O.T.: 3 P.T.: 3		Ureditev zunanjih senčenih površin. Zasaditev večjega števila zelenih dreves, zelenega zidu (listopadne vzpenjavke) na parkirišču. Zagotoviti dobre pogoje za rast dreves.
		Zdravje	Možnost poslabšanja bolezni, pojava bolezni	2			
		Okolje	Ni vpliva	1			
		Družba	Ni vpliva	1			
Ekstremni temperaturni dogodki - nizke temperature	Obstoječe: 4 Prihodnje: 3	Škoda	Poškodbe infrastrukture, izpostavljenih materialov	2	Posledice: 2 O.T.: 3 P.T.: 2	Objekt bo učinkovito toplotno izoliran. Objekt bo imel urejeno ogrevanje s toplotnimi črpalkami in prezračevanje z rekuperacijo. Objekt je projektiran z upoštevanjem nizkih t.	Dodatne prilagoditve niso potrebne.
		Zdravje	Možnost poslabšanja bolezni, lažjih stanj ¹	2			
		Okolje	Ni vpliva	1			
		Družba	Ni vpliva	1			
		Finance	Sanacija škode, višji stroški ogrevanja	2			
		Javno mnenje	Ni vpliva	1			
	Izredne padavine	Obstoječe: 3 Prihodnje: 4	Škoda	Vdor meteorne vode – škoda v notranjosti objekta, električni napeljava, večja škoda.	Posledice: 4 O.T.: 4 P.T.: 4	Padavinska kanalizacija je projektirana z upoštevanjem obstoječega 15 min naliva. Zadrževanje vode ni predvideno. Voda bo ponikala. Lovilnik olj na parkirišču.	Ustrezno dimenzioniranje padavinske kanalizacije z upoštevanjem povečanja nalivov (Analiza izpostavljenosti). Lovilnik olj z avtomatskim zapornim ventilom.
		Zdravje	Manjše poškodbe	2			
		Okolje	Preobremenitev padavinske kanalizacije – izliv nevarnih snovi iz lovilnika olj na parkirišču.	3			
		Družba	Začasni učinki – urbano poplavljanje površin se lahko poveča.	2			
		Finance	Zmerna škoda	3			
		Javno	Kratkotrajen vpliv	2			

PODNEBNA GROŽNJA	ANALIZA VERJETNOSTI	POSLEDICE	MOŽNE POSLEDICE	OCENA POSLEDIC	REZULTAT	OBSTOJEČE PRILAGODITVE	POTREBNE PRILAGODITVE
Vodostaj – izredni pretok vodotokov	Obstoječe:2 Prihodnje 3	mnenje					
		Škoda	Nanos naplavin na zunanje površine, poškodbe dovoza.	3	Posledice: 3 O.T.: 2 P.T.: 3	Objekt je načrtovan v oddaljenosti min. 20 m od vodotoka. Ob vodotoku poteka občinska dovozna cesta in uvoz na parcelo.	Prilagoditev zaradi lokacije občinske dovozne ceste ni mogoča.
		Zdravje	Manjše poškodbe	2			
		Okolje	Ni vpliva	1			
		Družba	Ni vpliva	1			
		Finance	Sanacija dovoza do objekta	3			
		Javno mnenje	Ni vpliva	1			
Poplave	Obstoječe: 2 Prihodnje: 3	Škoda	Vdor poplavne vode v objekt, poškodbe naprav, električne napeljave, prekinitev dejavnosti, poškodovana vozila na parkirišču.	4	Posledice: 4 O.T.: 3 P.T.: 4	Objekt je projektiran na najmanj poplavno ogroženem območju. Dvig pritličja objekta nad koto poplav Q100. Objekt ne bo podkleten.	Določiti novo koto Q100 z upoštevanjem podnebnih sprememb. Protipoplavna vrata. Lovilnik olj z avtomatskim zapornim ventilom. Prostor za čistila v 1. nadstropju. Prostor za dizelski agregat se zaščiti pred poplavami. Zavarovanje.
		Zdravje	Manjše poškodbe, bolezni (onesnažena voda, poplavne vode), zdr. oskrba	3			
		Okolje	Izliv nevarnih snovi iz lovilnika olj, možnost izlitja čistil, dizelskega goriva iz agregata...	4			
		Družba	Lokalizirani in trajnejši družbeni učinki	3			
		Finance	Resna škoda, prekinitev dejavnosti...	4			
		Javno mnenje	Kratkotrajen vpliv	3			
		Nevihte, toča	Obstoječe: 3 Prihodnje: 4	Škoda	Poškodbe strešne kritine	2	Posledice: 2 O.T.: 2 P.T.: 3
Zdravje	Manjše poškodbe			2			
Okolje	Ni negativnega vpliva			1			
Toča: Obstoječe: 2 Prihodnje: 3	Družba		Ni vpliva	1	O.T.:1 P.T.:2		Zavarovanje.
	Finance		Sanacija škode	2			
	Javno mnenje		Ni vpliva	1			
Največja hitrost vetra in sunki vetra	Obstoječe: 2 Prihodnje: 3	Škoda	Poškodbe strehe, visokodebelne vegetacije, vozil na parkirišču	3	Posledice: 3 O.T.: 2 P.T.: 3	Streha bo projektirana glede na obstoječe sunke vetra.	Glede na trend višanja hitrosti vetra, prilagoditi obliko strehe ali vrsto kritine. Zaprta in pokrita zbiralnica odpadkov. Sajenje drevesnih vrst, ki so bolj odporne proti vetru, boljše rastne
		Zdravje	Resne poškodbe	3			
		Okolje	Raznašanje odpadkov	2			
		Družba	Kratkotrajen vpliv	2			
		Finance	Sanacija škode – večja škoda	3			
		Javno mnenje	Kratkotrajen vpliv	2			

PODNEBNA GROŽNJA	ANALIZA VERJETNOSTI	POSLEDICE	MOŽNE POSLEDICE	OCENA POSLEDIC	REZULTAT	OBSTOJEČE PRILAGODITVE	POTREBNE PRILAGODITVE
Ekstremni vetrovni dogodki (vihar, ciklon, tornado)	Obstoječe: 1 Prihodnje: 2	Škoda	Poškodbe strehe, visokodebelne vegetacije, vozil, poškodbe oken	4	Posledice: 5 O.T.: 3 P.T.: 4	Kot zgoraj.	razmere na parkirišču. Kot zgoraj. Zunanja senčila za okna za zaščito v primeru ekstremnega vetrovnega dogodka. Zavarovanje.
		Zdravje	Resne poškodbe, možne smrtne žrtve	5			
		Okolje	Raznašanje odpadkov, smeti	3			
		Družba	Lokalizirani in trajnejši družbeni učinki	3			
		Finance	Sanacija škode – obsežna škoda.	4			
		Javno mnenje	Kratkotrajen vpliv	2			

Opombe: 1- vpliv v objektih, kjer se ljudje ne zadržujejo ves čas, je manjši od vpliva v objektih, kjer ljudje tudi prenočujejo. Vpliv vročinskih valov in ekstremnih temperatur na zdravje je bistveno večji v primeru visokih nočnih temperatur in odsotnost hlajenja v prostorih, ki so namenjeni spanju.

Tabela 7.5.e: Ocena tveganja za obravnavani projekt v obstoječem stanju

Posledice Verjetnost		Nepomembne 1	Majhne 2	Zmerne 3	Resne 4	Katastrofalne 5
Redko	1					Ekstremni vetrovni dogodki
Malo verjetno	2		Toča	Visok vodostaj Sunki vetra	Poplave	
Srednje verjetno	3		Nevihete		Izredne padavine	
Zelo verjetno	4		Ekstremno visoke temperature Vročinski valovi Nizke temperature			
Skoraj gotovo	5					

Tabela 7.5.f: Ocena tveganja za obravnavani projekt v prihodnjem stanju

Posledice Verjetnost		Nepomembne 1	Majhne 2	Zmerne 3	Resne 4	Katastrofalne 5
Redko	1					
Malo verjetno	2					Ekstremni vetrovni dogodki
Srednje verjetno	3		Nizke temperature Toča	Visok vodostaj Sunki vetra	Poplave	

Zelo verjetno Skoraj gotovo	4		Nevihte		Izredne padavine	
	5		Ekstremno visoke temperature Vročinski valovi			

Kako uporabiti rezultate ocene tveganja?

Z oceno tveganja smo identificirali glavne dejavnike tveganja za projekt zaradi podnebnih sprememb. Dodatno smo tudi preučili, katere prilagoditve so že upoštevane pri načrtovanju, kot posledica inženirskih in gradbenih standardov ali zakonodajnih zahtev.

Ocena tveganja pokaže, na katerih področjih bi bilo smiselno načrtovati še dodatne prilagoditve. Predvsem moramo biti pozorni na glavne dejavnike tveganja, ki imajo številčno oznako:

- 4 – veliko tveganje
- 5 – izredno veliko tveganje

Pozorni moramo biti tudi na morebitne izredne negativne vplive na okolje in družbo, ki so v tabeli s posledicami označeni z ležečo pisavo. V primeru, da ocenimo, da lahko zaradi vplivov podnebnih sprememb objekt kakorkoli negativno vpliva na sosednje objekte ali okolje ter ogrozi življenje in zdravje ljudi, je potrebno za ta področja obvezno načrtovati ustrezne prilagoditve na podnebne spremembe ter jih upoštevati pri nadaljnjem razvoju projekta.

V vzorčnem primeru se je v oceni tveganja tako na primer izpostavilo naslednja tveganja:

- 4 – izredne padavine, poplave in ekstremne vetrovne dogodke,
- 5 – ni tveganj.

Za področja, ki v oceni tveganja pridobijo oceno 4 ali 5 načrtujemo nadaljnje ukrepe za prilagajanje. Prilagajanje je seveda smiselno tudi pri drugih podnebnih grožnjah, še posebej v primeru, da je prilagoditev razmeroma enostavna.

Pri načrtovanju prilagajanja lahko upoštevamo tudi pogostost dogodka. V vzorčnem primeru so izredne padavine bolj verjetne kot poplave, le-te pa bolj verjetne kot ekstremni vetrovni dogodki, saj so se na območju že zgodile.

V primeru, da je nek dogodek redek, njegove posledice pa izredno velike, je kljub redkosti dogodka smiselno presoditi, ali so dodatni stroški prilagoditve smiselni za objekt. Pri tem moramo upoštevati, če se bo v prihodnosti ta dogodek pojavljal pogosteje kot se pojavlja sedaj.

Na primer, izjemne stoletne poplave se v Sloveniji pojavljajo že skoraj vsakih 10 let, v prihodnosti pa se bodo morda pojavljale še pogosteje ali pa bodo takrat obsežnejše. V primeru, da načrtujemo objekt tik ob poplavnem območju ali na poplavnem območju, kjer je gradnja takšnega objekta dovoljena, moramo razmisliti ali s prilagoditvenimi ukrepi lahko ob sprejemljivih stroških ustrezno zaščitimo objekt in dejavnost v njem. V primeru, da je to mogoče, za izvedbo prilagoditvenih ukrepov ne bi smelo biti nobenih ovir.

V primeru izredno redkega dogodka (npr. ekstremnega viharja ali dogodka, kot je tornado), ki se v Sloveniji pojavi izredno redko in je lokaliziran, pa je morda bolje presoditi, kaj je bolj smiselno: prilagoditev ali finančno zavarovanje pred takšnimi ekstremnimi vremenskimi dogodki. Prilagoditev objekta na takšne ekstremne razmere bi bila namreč stroškovno izredno zahtevna. Odločitev je v tem primeru odvisna od vrste objekta, možnih posledic in presoje investitorja.

Ukrepi za prilagajanje na podnebne spremembe so odvisni tudi od vrste objekta, ki ga projektiramo. V primeru, da gre za vrsto objekta, katerega delovanje je nujno za družbo in/ali gre za objekt, pri katerem bi lahko poškodbe zaradi vremenskih vplivov povzročile večjo nesrečo ali izredno negativne okoljske vplive, je smiselno izvesti tudi prilagoditvene ukrepe na najbolj redke dogodke. Cilj ukrepov za prilagajanje je, da tveganje zaradi podnebnih sprememb zmanjšamo na sprejemljivo raven.

7.6. V pomoč pri načrtovanju prilagoditev na podnebne spremembe

Nekatere prilagoditve na podnebne spremembe so že upoštevane v načrtovanju objektov. Velika večina poslovnih in javnih objektov je načrtovanih z napravami za hlajenje, prav tako ima večina večjih objektov nameščene strelovode. Prav tako se pri načrtovanju upoštevajo inženirski pristopi in standardi, ki temeljijo na strokovnih in znanstveno podprtih informacijah. Ker pa se v večini standardov upoštevajo podnebne razmere v preteklosti, načrtovanje na podlagi preteklih podatkov ne bo več zagotavljalo zadostne zaščite in varnosti v prihodnjih spremenjenih podnebnih razmerah.

Pri prilagajanju objektov na podnebne spremembe je potrebno, da pri uporabi projektantskih normativov in standardov **upoštevamo pridobljene podatke o spremembah podnebja** zaradi podnebnih sprememb po izbranem podnebnem scenariju in obdobju.

Res pa je, da vsakršno »naddimenzioniranje« za seboj prinese stroške. Zato je priporočljivo, da smiselnost dodatnih prilagoditev na podlagi izvedenih analiz in ocene tveganja preučijo tako strokovnjaki za podnebne spremembe ali projektanti, ki jih predlagajo, kot tudi projektanti posameznih delov projekta in seveda investitor.

Cilj prilagoditve projekta je, da dosežemo sprejemljivo raven podnebnega tveganja. Sprejemljiva raven je odvisna od tveganja, ki smo ga še pripravljeni sprejeti – pri tem pa moramo upoštevati tako vplive na uporabnike, na okolje, kot tudi na škodo, ki bo pri tem nastala.

Pri presoji o tem, katero prilagoditev bi bilo smiselno upoštevati, si lahko pomagamo tudi s spodnjimi vprašanji.

<i>Ali je prilagoditev vezana na ključen del projekta?</i>	Nujne prilagoditve so tiste, ki so nujno potrebne za povečanje odpornosti projekta in njegovo nemoteno obratovanje. Nujnost dviga obstoječega cestišča nad koto poplav pri urgentnem centru in stanovanjski hiši je različna.
<i>Ali bo prilagoditev preprečila škodljive vplive na okolico in okolje?</i>	V primeru, da presodimo, da določena podnebna grožnja lahko ogrozi okolje in sosednje prebivalce, je prilagoditev projekta nujna za preprečitev takšnih posledic.
<i>Ali je prilagoditev mogoče izvesti?</i>	Nekaterih prilagoditev morda ni mogoče izvesti ali pa so stroškovno preveč zahtevne.
<i>Ali se načrtuje povečevanje odpornosti na širšem območju?</i>	Poplavni ukrepi, ki so že izvedeni gorvodno od lokacije projekta, lahko zmanjšajo poplavno ogroženost. Seveda pa moramo presoditi ali bodo zadostni, da določene prilagoditve opustimo in ali je to smotno.
<i>Kakšen je predviden strošek prilagoditve in kakšna je predvidena škoda v primeru, da objekta ne prilagodimo?</i>	Nekatere prilagoditve so morda stroškovno nezahtevne, lahko pa preprečijo precejšnjo škodo v prihodnosti (npr. avtomatski zaporni ventil lovilnika olj, protipoplavna vrata). Pri drugih prilagoditvah, ki niso nujne in so stroškovno bolj zahtevne, pa lahko ocenimo ali bo škoda, ki jo bodo preprečile, večja od stroška prilagoditve.
<i>Ali načrtovana prilagoditev lahko škodljivo vpliva na okolico?</i>	Včasih lahko načrtovana prilagoditev na projektu škodljivo vpliva na okolico, npr. nasipavanje območja projekta na poplavnem območju bo povečala poplavno ogroženost sosednjih objektov. Takšna prilagoditev ni sprejemljiva.
<i>Ali lahko načrtujemo prilagoditve v času upravljanja in vzdrževanja projekta?</i>	Nekatere prilagoditve lahko po potrebi dopolnujemo tudi v času obratovanja objekta.

Prednost imajo prilagoditve »z nizkim obžalovanjem«: to pomeni, da z njimi brez velikih stroškov uspemo doseči večjo odpornost projekta na podnebne spremembe. Pri tem pa moramo biti pozorni, da prilagoditev ne bo škodljivo vplivala na okolico.

V nekaterih primerih lahko tudi ocenimo, da prilagoditev ni mogoča ter da bi bile posledice v primeru izrednih razmer prevelike. O tem lahko razmislimo v naslednjih primerih:

- Gradnja objekta na poplavno izredno ogroženem območju ali neposredno ob vodotoku.
- Gradnja objekta na drugih izredno ogroženih območjih (plazovita območja, ipd.).

Na žalost se je v poplavah v letu 2023 izkazalo, da obstajajo območja, kjer naravna nesreča povzroči nepopravljivo škodo ali celo popolno uničenje objekta. Takšne posledice moramo še posebej na ogroženih območjih upoštevati v **najbolj zgodnih fazah načrtovanja**. Če presodimo, da bo škoda v primeru izrednega dogodka prevelika, objekt delno ali popolnoma uničen, tveganje pa preveliko, potem je edina možna prilagoditev, ki nam ostane, **sprememba lokacije projekta**.

Ne gradimo za vsako ceno na območjih, kjer so že evidentirana ogrožena območja. Podnebne spremembe namreč lahko prinesejo tudi nepričakovane vremenske dogodke, kot je npr. izredni naliv v Grčiji v letu 2023, kjer je v enem dnevu padlo več kot 724 mm padavin. V prihodnosti lahko pričakujemo tudi izredno ekstremne vremenske razmere, ki morda v podnebnih modelih in ocenah podnebnih sprememb niso opisane. Podnebne spremembe so namreč razponi in ne natančne napovedi, zato lahko pričakujemo ekstreme tudi na zgornjem delu razpona. V teh primerih pa so posledice za projekt na že ogroženem območju lahko preprosto prevelike.

7.6.1. Presoja stroškov in koristi kot pomoč pri načrtovanju prilagoditev

V primeru, da želimo preučiti stroškovno učinkovitost prilagoditev, si lahko pomagamo s t.i. CBA analizo (Cost-Benefit Analysis) oz. analizo stroškov in koristi. S tem preučimo smiselnost stroškov predlaganih ukrepov v primerjavi s stroški, ki bi nastali zaradi posledic podnebnih sprememb.

Analizo stroškov in koristi lahko izvedemo po naslednjem postopku, ki je povzet po navodilih EEA⁵²:

1. Definirajmo namen prilagoditve in identificirajmo možnosti za prilagajanje.
2. Določimo scenarij brez izvedbe prilagoditve, da lahko primerjamo možnost »brez« in možnost »z izvedbo« prilagoditve na podnebne spremembe.
3. Identificirajmo vse stroške in koristi v časovnem obdobju gradnje in življenjske dobe projekta.
4. Določimo znesek stroškov: med stroške spadajo tako materiali, stroški dela, stroški dodatnih delovnih mest. Kvantificirajmo tudi družbene, okoljske in ekonomske stroške. Pri oceni stroškov v prihodnosti lahko upoštevamo tudi podražitve npr. energentov ali pa jih ocenimo glede na današnje vrednosti.
5. Ocenimo znesek koristi: poskusimo kar čim bolj kvantificirati pridobljene koristi. Nekaterne koristi je težko stroškovno oceniti, npr. počutje uporabnikov. Pri tem si lahko pomagamo tudi z drugimi metodami kot je CEA (Cost-Effectiveness Analysis) ali MCA (Multi-Criteria Analysis).
6. Primerjajmo ocenjene zneske stroškov in koristi. Postopek lahko uporabimo tudi za to, da med seboj primerjamo več možnosti za prilagajanje.

⁵² EEA, Climate ADAPT, Assessing and selecting adaptation options.

8. Priporočila za upoštevanje podnebnih sprememb pri načrtovanju

8.1. Upoštevanje v času načrtovanja

V pomoč pri načrtovanju prilagoditev so v tabeli 8.1.a. povzeti nekateri ukrepi za prilagajanje za stavbe iz tehničnih navodil EU za prilagajanje na podnebne spremembe⁵³.

Pri vsaki prilagoditvi je potrebno tudi presoditi ali ima morda tudi kakšne »stranske učinke« oz. vplive. Strehe objektov iz svetlih materialov so lahko reflektivne, kar ob močni sončni svetlobi lahko ustvari negativne učinke v okolici. Prav tako je pomembno oceniti ali prilagoditev na eno podnebno nevarnost morda ne poslabša stanja za drugo podnebno nevarnost. Zunanja senčila (tende) za senčenje v poletnih mesecih so npr. izredno občutljive na sunke vetra in bodo zmanjšale odpornost objekta na tem področju.

V tabeli 8.1. so povzeta priporočila za pet prioritetenih področij prilagajanja na podnebne spremembe, ki so določene v tehničnih navodilih EU in so: visoke temperature in vročinski valovi, izredne padavine, poplave, nevihte in neurja ter spremembe tal (npr. posedanje in druge spremembe).

Tabela 8.1.: Priporočila za možne prilagoditve na petih prioritetenih področjih prilagajanja⁵⁴

PODROČJE PRILAGAJANJA	MOŽNE PRILAGODITVE
Ekstremni temperaturni dogodki - visoke temperature in vročinski valovi	Ustrezna toplotna izolacija Zunanja senčila za okna Stene in streha objekta iz svetlih materialov Zelene strehe ali zelene stene Visokodebelna listopadna vegetacija na južnih legah pred objektom (senčenje) Ukrepi pasivnega hlajenja Aktivno hlajenje – klimatizacija in prezračevanje Orientacija objekta, oken in dejavnosti v njem Geotermalno hlajenje
Izredne padavine	Dvig kote pritličja nad koto terena Ustrezen nagib zunanjih površin Ustrezno projektirana padavinska kanalizacija (upoštevanje povečanja količine padavin v nalivih) Zaščita steklenih površin pred točo z ustreznimi zasloni Preprečevanje zastajanja vode na lokaciji ter ustrezno odvajanje padavinske vode Zadrževalniki padavinske vode za preprečitev preobremenitve padavinske kanalizacije Ustrezno odtekanje vode na površju Zaščita fasadnih površin pred izrednimi padavinami ali točo
Poplave	Dvig kote pritličja nad koto poplav Upoštevanje povečanja pretoka vodotokov in obsega poplav zaradi podnebnih sprememb pri načrtovanju Uporaba materialov, odpornih na vodo Protipoplavne zaščite oken in vrat Instalacija električne napeljave in občutljivih sistemov nad poplavno koto z ustrezno »rezervo« Ureditve črpanja poplavne vode iz objekta

⁵³ European Commission (2023), *EU-level technical guidance*, str. 16

⁵⁴ European Commission (2023), *EU-level technical guidance*, str. 17-70

Nevihite, neurja in sunki vetra	Ustrezno načrtovanje objekta (klet na poplavnih območjih?) Študije vetra v času načrtovanja objekta, Ustrezna oblika strehe, odpornejša na veter Zunanja zaščita oken pred orkanskim vetrom (protivetrna polkna) za preprečitev poškodb oken v neurju Ukrepi za povečanje odpornosti strešne kritine na sunki vetra Ustrezno projektiranje strešne konstrukcije Strelovodi Sajenje vegetacije za prekinitev toka vetra – protivetrni zasloni Steklo, odporno na udarce v stavbnem pohištvo ter na fasadi, če je fasada steklena. Rezervno napajanje Zaščita in pritrditev vseh predmetov na zunanjih površinah, kot so npr. zabojniki za odpadke, zunanje pohištvo...
	Ustrezen odmik dreves od objekta, prepreke za korenine Prilagajanje temeljev, globlji temelji, pilotiranje Okrepitev konstrukcije objekta Ustrezno odvajanje padavinske vode stran od objekta
Spremembe tal	

8.2. Upoštevanje v času uporabe in vzdrževanja objektov

Tudi najboljše načrtovani ukrepi za prilagajanje ne bodo imeli maksimalnega učinka, če se ne bo struktur za prilagajanje redno vzdrževalo in preverjalo. Tudi v času uporabe in vzdrževanja objekta je smiselno upoštevati določene usmeritve, namenjene temu, da bodo imeli ukrepi za prilagajanje kar najboljše učinke, kot na primer:

- Ključno je redno vzdrževanje in redno preverjanje objektov za zagotavljanje varnosti projektiranih ureditev. Če se rednega vzdrževanja ne opravlja, potem ukrepi ne bodo opravljali svoje funkcije.
- Že v času načrtovanja predvidimo potrebne ukrepe v času obratovanja za to, da zagotovimo učinkovito delovanje vseh načrtovanih ukrepov.
- Vsekakor je pomembno omeniti, da je zavarovanje objektov nujno. Po podatkih EEA je bilo v Sloveniji v preteklosti zavarovanih samo 4% škodnih primerov. V poplavah v letu 2023 se je na primer izkazalo, da nekatera zavarovanja proti poplavam, kadar so že bila sklenjena, niso krila vsega deleža škode.
- Načrtujmo za primer naravne nesreče: bodimo pripravljeni na tiste izredne vremenske razmere, ki se lahko pripetijo na lokaciji projekta. Preventivno ravnanje pred vremenskimi ekstremi je prav tako ključnega pomena za zmanjšanje škode in zaščito življenj v primeru naravnih nesreč.

9. Seznam povezav

Atlas okolja	http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso
Atlas voda	https://geohub.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=f89cc3835fcd48b5a980343570e0b64e
Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji	https://experience.arcgis.com/experience/4f4b94a5e32241068bd3b837c9c26d70/
Atlas podnebnih projekcij	https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/OPS21/Priloge-app/#/izbor
EU Climate ADAPT	https://climate-adapt.eea.europa.eu/
EU smernice za prilagajanje stavb na podnebne spremembe	https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/guidances/eu-level-technical-guidance-on-adapting-buildings-to-climate-change
ARSO - podnebne spremembe in podnebne projekcije	https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/change/

10. Viri

ARSO, Meteo (2023). *Podnebni diagrami*. Dostopno na: https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/statistike_1950_2020, (28.11.2023)

ARSO, Meteo (2023). *Podnebne spremembe*. Spletni vir, dostopno na: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/change/>, (28.11.2023).

ARSO (2023). *Poročilo o poplavah: Izjemne poplave v Sloveniji med 4. in 8. avgustom 2023*. ARSO, Ljubljana.

Ballester J. in sod (2023). *Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022*. Objavljeno v: *Nature Medicine*, št. 29, str. 1857-1866.

Bertalanč, R. in sod. (2018). *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja : sintezno poročilo*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.

Bertalanč, R. in sod. (2019). *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: povzetek*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje.

Bednar-Friedl, B., in drugi (IPCC), (2022). *Europe*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1817–1927. Dostopno na: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-13/>.

Copernicus (2023). »How close are we to reaching a global warming of 1,5°C«. Dostopno na: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-c3s-global-temperature-trend-monitor?tab=app>, (oktober 2023).

EEA. *Economic losses from weather- and climate-related extremes in Europe – 8th EAP*. EEA, 6. 10. 2023. Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/economic-losses-from-climate-related>. (12. 11. 2023)

Evropean Environmental Agency (2023). *What will the future bring when it comes to climate hazards?* Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/what-will-the-future-bring>

EEA (2021). *Wind – severe windstorms*. Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/wind/wind-severe-windstorms>.

EEA (2022). *Past trends and projected changes in relative sea level across Europe*. Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-changing-climate-hazards-1/coastal/past-trends-and-projected-changes-1/view>.

EEA (2023). *Climate ADAPT, Assessing and selecting adaptation options*. Dostopno na: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/urban-ast/step-4-2>

European Commission (2011). *Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient*.

European Commission (2021): *Technical guidance on sustainability proofing of investments under InvestEU*, European Commission, Commission notice (2021/C, 280/01, julij 2021).

European Commission (2023): *EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change*. Brussels, EU Commission, Directorate General for Climate Action.

European Commission (2023): *EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change. Best practice guidance*. Brussels, EU Commission, Directorate General for Climate Action.

European Commission (2021). *Strategija Evropske Unije za prilagajanje podnebnim spremembam »Forging a climate-resilient Europe – the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change«*, (COM(2021) 82), Evropska komisija, Bruselj.

Herring D., Lindsey R (2023). *Can we slow or even reverse global warming?* Objavljeno v: NOAA, Climate Q&A., <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/can-we-slow-or-even-reverse-global-warming>. 29. 10. 2023.

Hausfather Z. (2018). *How shared Socioeconomic Pathways explore future climate change*. Objavljeno v: *Carbon Brief*. Dostopno na: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change/>. (november 2023).

IPCC (2021). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel*

on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, and others. Cambridge University Press.

JASPERS (2023). *Smernice organa upravljanja za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture v obdobju 2021-2027*. Ljubljana, JASPERS.

Ličer M. (2022). *Podnebne spremembe in naraščanje gladine morja v Severnem Jadranu*. Nacionalni inštitut za Biologijo. Morska biološka postaja Piran. Dostopno na: <https://www.nib.si/mbp/sl/home/news/902-podnebne-spremembe-in-narascanje-gladine-morja-v-severnem-jadranu>

MOP RS (2016). *Ocena tveganja za poplave*. Ljubljana, MOP.

NASA (2023). FAQ: *How does climate change affect precipitation?* Dostopno na: <https://gpm.nasa.gov/resources/faq/how-does-climate-change-affect-precipitation>

NOAA (2023). *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide*. Dostopno na: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>. (28.11.2023).

Tušar P. (2012). *Zgodovinska analiza poplav v Sloveniji*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta.

UCS USA (2017). Build to Last. Dostopno na: <https://www.ucsusa.org/resources/built-last> in <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/gw-smart-infrastructure-table-life-expectancy.pdf>, (28.11.2023).

Vertačnik G., Bertalanič R. in sod. (2017). *Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961-2011*. MOP, ARSO, Ljubljana.

Vertačnik G., Bertalanič R. in sod. (2018). *Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961-2011. Povzetek*. MOP, ARSO, Ljubljana.



Inženirska zbornica Slovenije

Jarška cesta 10/b, 1000 Ljubljana, Slovenija

T: +386 (0)1 547 33 40

E: izs@izs.si / **I:** www.izs.si