CARE 4CLIMATE

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

UMANOTERA

Fizikalno ozadje podnebnih sprememb in njihove posledice za Slovenijo

Projekt LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Kolofon

Fizikalno ozadje podnebnih sprememb in njihove posledice za Slovenijo

za akcijo C1.3 Raising awareness on climate change and its implications for Slovenia, and promotion of good practices of reducing GHG emissions projekta LIFE17 IPC/SI/000007 – LIFE IP CARE4CLIMATE.

Ljubljana, december 2019

Spletno verzijo gradiva najdete na spletni strani projekta.

Creative commons license CC BY-SA 4.0

UMANOTERA
Slovenska fundacija za trajnostni razvoj

CARE 4CLIMATE

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Projekt LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Premislite, preden natisnete!

Uporabljajte digitalno gradivo. Kadar se tisku ne morete izogniti, tiskajte črnobelo, obojestransko in več strani na posamezen list.

Kazalo vsebine

1 Zemlja se segreva, podnebje se spreminja 3

1.1 Učinek tople grede 3

1.2 Vsebnost CO_2 v ozračju se je v zadnjih desetletjih močno povečala 5

1.3 Povečana vsebnost toplogrednih plinov povzroča globalno segrevanje 8

2 Posledice podnebnih sprememb 12

2.1 Učinki globalnega segrevanja za 1,5 °C in za 2 °C glede na predindustrijsko raven 17

2.2 Podnebje se bo spreminjalo še stoletja 18

2.3 Podnebne spremembe bodo postajale prevladujoči vzrok za razseljevanje in migracije 23

2.4 Podnebne spremembe ogrožajo biotsko raznovrstnost 24

2.5 Vpliv podnebnih sprememb na zdravje 26

3 Podnebne spremembe v Sloveniji 27

3.1 Izpusti toplogrednih plinov v Sloveniji 32

4 Projekcije podnebnih sprememb v Sloveniji 35

4.1 Tveganja in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Slovenijo 45

4.2 V prihodnosti se bodo spremenile razmere za pridelavo hrane v Sloveniji 46

4.3 Vpliv podnebnih sprememb na zdravje v Sloveniji 47

info@care4climate.si
www.care4climate.si

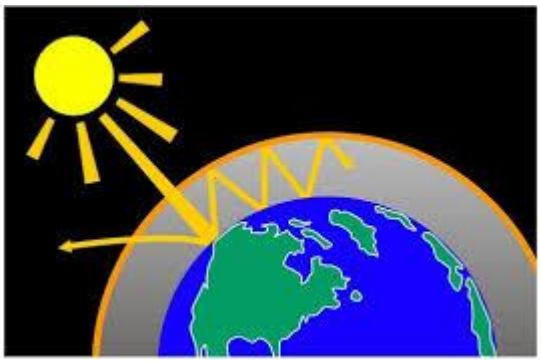
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

1 Zemlja se segreva, podnebje se spreminja

Povprečna temperatura Zemljinega površja se je od konca 19. stoletja povišala za 1 °C.[1] Globalno segrevanje je pretežno posledica povečane vsebnosti ogljikovega dioksida (CO_2) in drugih toplogrednih plinov, ki se v ozračje sproščajo pri človekovih dejavnostih.

1.1 Učinek tople grede

Toplogredni plini v ozračju (CO_2, vodna para, metan (CH_4)) didušikov oksid (N_2O), ozon (O_3) itd.[2]) imajo sposobnost, da dolgovalovno sevanje Zemljinega površja deloma vpijejo in izsevajo nazaj proti tlom. S tem ogrejejo površje in nekaj kilometrov debelo plast ozračja ob tleh. Ta pojav se imenuje učinek tople grede.



Ko sončno sevanje (zlasti vidna svetloba in kratkovalovno infrardeče sevanje) doseže Zemljo, ga ozračje približno tretjino odbije. Manjši del preostalega sevanja ozračje absorbira, večino pa prepusti. Prepuščeno sevanje nadaljuje pot do Zemljinega površja, od katerega se ga del odbije, preostali del pa vpijejo oceani in kopno. Absorbirano sevanje greje oceane in kopno, ti pa sevajo nazaj v obliki infrardečega sevanja. Toplogredni plini vpijejo del tega sevanja ter tako preprečijo, da bi sevanje neovirano ušlo s tal v vesolje.[3]

Ker plini sevajo v vse smeri, je del tega sevanja usmerjen tudi navzdol in doseže Zemljino površje, ki ga absorbira. Temperatura površja je zato višja, kot bi bila samo zaradi neposrednega sončnega ogrevanja, višja je tudi temperatura najnižje plasti ozračja. To dodatno ogrevanje Zemljine površine zaradi ozračja je naravni učinek tople grede.[4]

Zaradi učinka tople grede je naš planet dovolj topel za življenje, saj je povprečna temperatura na površju Zemlje okrog 15 ˚C. Brez ozračja in ob enaki svetlobni odbojnosti bi bila Zemlja zamrznjen planet s povprečno temperaturo površja le okrog –18 ˚C.[5]

[1] IPCC (2018): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, dostopno prek https://www.ipcc.ch/sr15/.
[2] Plini z visokim toplogrednim učinkom, ki se sproščajo pri človekovih dejavnostih, so tudi F-plini, med katere spadajo fluorirani ogljikovodiki (HFC), perfluorirani ogljikovodiki (PFC) in žveplov heksafluorid (SF6) ter dušikov trifluorid.
[3] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[4] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2;
vir slike: https://www.wonderworksonline.com/science-library/atmosphere-climate/greenhouse-effect/
[5] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Premalo učinka tople grede.

Na Marsu je učinek tople grede zaradi zelo tankega, redkega ozračja šibek. Površje planeta je zamrznjeno, brez znakov življenja.

Preveč učinka tople grede.

V Venerinem ozračju je približno 154.000-krat več CO_2 kot v Zemljinem ozračju. Zaradi močnega toplogrednega učinka je temperatura površja Venere 460 ˚C.[6]

CO_2 je najpomembnejši toplogredni plin, ki se sprošča pri človekovih dejavnostih. Zaradi visoke in hitro naraščajoče vsebnosti v ozračju ima večji skupni učinek segrevanja kot vsi ostali toplogredni plini skupaj.[7] *Presežek CO_2 v ozračju (glede na kopno in oceane) ima dolgo življenjsko dobo (40 % začetnega presežka ostane še po sto letih, okrog 25 % po tisočih letih*[8]*), zato je za njegovo naravno odstranitev iz ozračja potrebnega veliko časa.*

Človekove dejavnosti, ki povzročijo največ izpustov toplogrednih plinov, so:

- proizvodnja električne energije in toplote. Zgorevanje fosilnih goriv – premoga, zemeljskega plina in nafte – za proizvodnjo elektrike in toplote je v svetovnem merilu največji vir izpustov toplogrednih plinov, v Evropski uniji povzroči več kot polovico skupnih izpustov toplogrednih plinov (55 % leta 2017).[9] V to kategorijo spadajo tudi

[6] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2; vir slike: https://climate.nasa.gov/causes/
[7] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[8] Ciais, P., in dr. (2013): Carbon and Other Biogeochemical Cycles. V: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, in New York, NY, ZDA. Dostopno na www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf.
[9] Vir podatkov o izpustih toplogrednih plinov v različnih sektorjih v Evropski uniji: European Environment Agency (2019): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2017 and inventory report 2019, dostopno prek www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2019.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

izpusti zaradi zgorevanja fosilnih goriv za ogrevanje, kuhanje itd. v kuriščih v stavbah. Nastaja predvsem CO_2,

- promet (22 % skupnih izpustov v Evropski uniji v letu 2017). Izpusti toplogrednih plinov tudi v tem sektorju nastajajo pri zgorevanju fosilnih goriv (večinoma bencina in dizelskega goriva) v cestnem, železniškem, zračnem in pomorskem prometu, pri čemer se sproščata CO_2 in N_2O,
- kmetijstvo v Evropski uniji povzroči 10 % skupnih izpustov toplogrednih plinov (v 2017). Izpusti nastajajo pri živinoreji in gojenju poljščin ter ravnanju z gnojem (gnojenju in skladiščenju). Nastajata CH_4 in N_2O, v manjši meri tudi CO_2,
- industrijski procesi in gradbeništvo so bili v 2017 odgovorni za 9 % skupnih izpustov v Evropski uniji. Izpusti toplogrednih plinov v industriji prav tako nastajajo predvsem pri zgorevanju fosilnih goriv, in sicer za pridobivanje energije neposredno v industrijskih obratih (nastaja CO_2), ter v kemičnih, metalurških in mineralnih procesih preoblikovanja, ki niso povezani s porabo energije (nastajajo F-plini, v manjši meri CH_4 in N_2O). (Opomba: Izpusti iz industrijske rabe električne energije so upoštevani v sektorju proizvodnja električne energije in toplote.),
- ravnanje z odpadki je v Evropski uniji odgovorno za 3 % izpustov toplogrednih plinov (2017). Nastajata CH_4 in N_2O, v manjši meri CO_2.

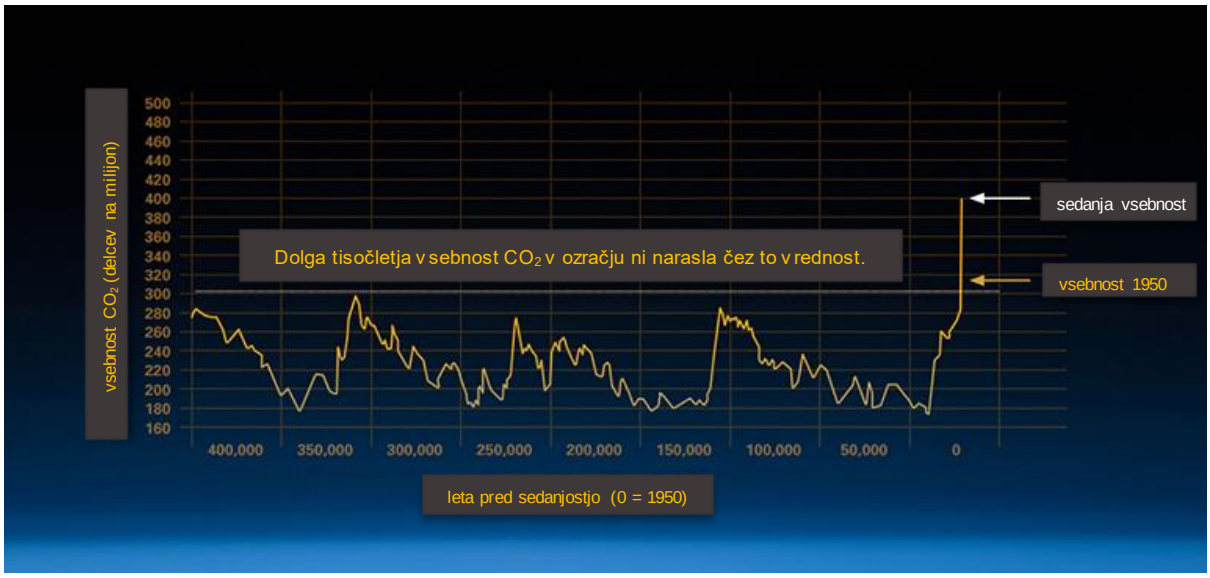
Porast vsebnosti CO_2 v ozračju, ki je posledica človekovih dejavnosti, predstavlja daleč največji delež povečanja toplogrednega učinka od predindustrijske dobe do danes.

1.2 Vsebnost CO_2 v ozračju se je v zadnjih desetletjih močno povečala

Starodavni mehurčki zraka, ujeti v ledenikih, nam omogočajo vpogled v stanje ozračja in podnebja daleč nazaj v zgodovini Zemlje. Povedo nam, da se je vsebnost CO_2 v ozračju v času ledenih dob gibala okrog 200 delcev na milijon (angl. *parts per million* – ppm), v toplejših vmesnih obdobjih pa okrog 280 ppm.[10] V zadnjih 800.000 letih ni nikoli za dlje časa presegla 300 ppm. Od začetka industrijske revolucije in še posebej od sredine 20. stoletja dalje pa je vsebnost CO_2 zaradi izpustov, ki so posledica človekove dejavnosti, hitro naraščala in je leta 2013 prvič v zabeleženi zgodovini presegla 400 ppm. [11]

[10] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[11] https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



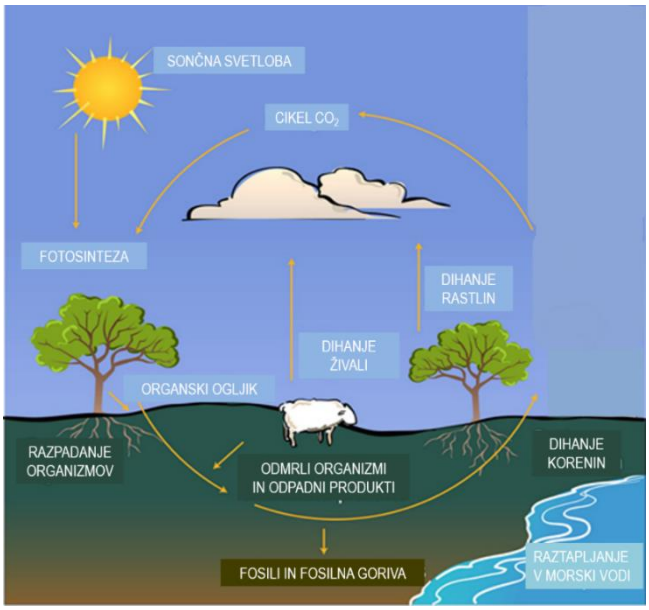
Vsebnost CO_2 v ozračju v 400.000 letih Zemljine zgodovine in strmi porast od sredine 20. stoletja[12]

Za dolgo obdobje od konca zadnje ledene dobe pred približno 10.000 leti, imenovano »holocen«, je bila značilna stabilnost Zemljinega podnebnega sistema.[13] V tem obdobju stabilnosti, v katerem so se pojavljale, razvijale in uspevale človeške civilizacije,[14] so bili naravni viri CO_2 (dihanje živali in rastlin) skoraj popolnoma uravnoteženi z naravnimi ponori CO_2 (oceani in rastline, ki CO_2 porabijo v procesu fotosinteze).[15]

Rezultat tega naravnega ravnotežja so bile le majhne spremembe vsebnosti CO_2 v ozračju v zadnjih 10.000 letih. To ravnotežje pa je porušila dodatna količina CO_2, ki se je v ozračje sprostila zaradi človekovih dejavnosti[16] in so jo naravni ponori le deloma izločili iz ozračja. Od začetka industrijske revolucije se je raven CO_2 v ozračju povečala za približno 50 %. Ker so v tem obdobju človeške dejavnosti postale glavni razlog globalnih okoljskih sprememb, je ta nova era dobila ime »antropocen«.[17] [18]

[12] Slika prirejena po: https://climate.nasa.gov/evidence/
[13] Kakšna je razlika med vremenom in podnebjem?
Vreme je stanje ozračja v določenem trenutku ali krajšem obdobju, podnebje pa opisuje obnašanje ozračja znotraj dolgih časovnih obdobij. Podnebje je statistični opis vremena na določenem območju.
Vreme opisujemo s številnimi spremenljivkami, na primer temperaturo in vlažnostjo ozračja, padavinami,vetrom, zračnim tlakom in sončnim obsevanjem. Podnebne spremembe so spremembe dolgoročnih povprečij in spremenljivosti omenjenih spremenljivk. Posamezne zime brez snega praviloma ne pripišemo podnebnim spremembam, pač pa naravni spremenljivosti vremena. Če pa se snežna odeja zmanjšuje v večdesetletnem obdobju, pa to kaže na spreminjanje podnebja. V določenih primerih lahko tudi posamezen vremenski pojav pripišemo podnebnim spremembam, saj bi bila verjetnost tega vremenskega pojava v podnebju, ki je prevladovalo pred pojavom podnebnih sprememb, zanemarljiva.
Poleg dolgoročnih sprememb podnebja obstajajo tudi kratkoročnejše spremembe ali podnebna spremenljivost, ki so lahko enkratne ali ponavljajoče se spremembe zaradi različnih vplivov v Zemljinem sistemu, kot so npr. vulkanski izbruhi ter pojava el niño in la niña.
(Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2")
[14] Rockström, J., in dr. (2009): A Safe Operating Space for Humanity, Nature 461: 472–475.
[15] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[16] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[17] Crutzen, P., in Stoermer, P. J. (2000): The "Anthropocene". IGBP Newsletter 41: 12–14.
[18] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



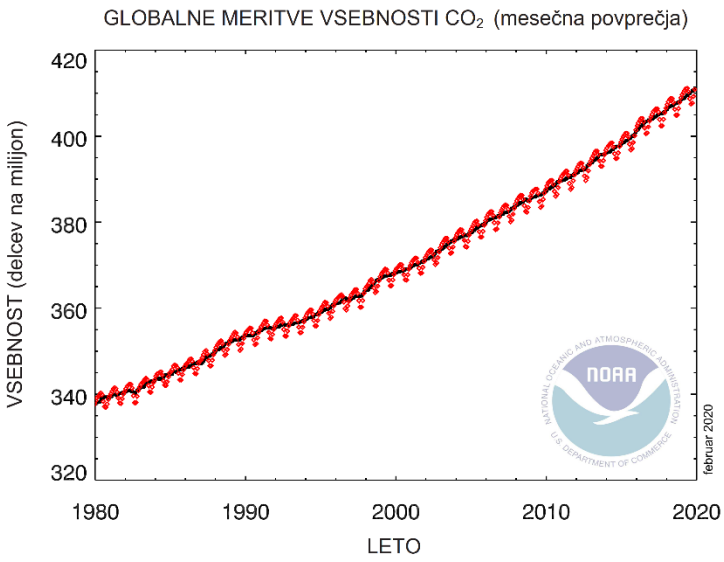
Naravni viri in ponori CO_2[19]

S hitrim in močnim povečanjem vsebnosti CO_2 je človek pomembno posegel v sestavo Zemljinega ozračja in porušil ravnotežje med viri in ponori CO_2. S tem je ogrozil stabilnost podnebnega sistema.

K povečanju vsebnosti CO_2 je največ prispevalo kurjenje fosilnih goriv (nafte, premoga in zemeljskega plina), pa tudi od človeka povzročene spremembe ekosistemov (predvsem uničenje gozdov) in s tem zmanjšanje njihove zmožnosti, da iz ozračja izločijo CO_2. Porast vsebnosti CO_2 v ozračju v zadnjem stoletju kaže tesno povezavo s količino porabljenih fosilnih goriv.[20] Pri tem je treba dodati, da je le približno 45 % izpustov CO_2 ostalo v ozračju, preostali delež so vsrkali oceani in kopno.[21]

[19] Slika prirejena po: https://scied.ucar.edu/carbon-cycle
[20] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[21] NASA Earth Observatory (2011): Effects of Changing Carbon Cycle, dostopno na https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/page5.php.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Vsebnost CO_2 v ozračju v zadnjih desetletjih hitro narašča.[22]

1.3 Povečana vsebnost toplogrednih plinov povzroča globalno segrevanje

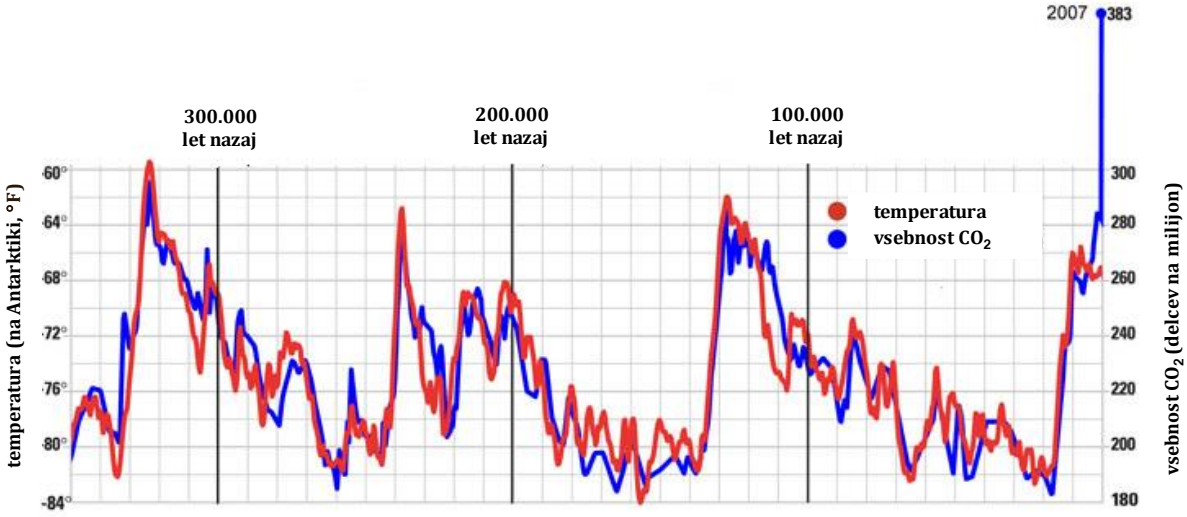
Vsaka sprememba v Zemljinem podnebnem sistemu, ki vpliva na to, koliko energije vstopa v sistem oziroma ga zapusti, lahko poruši Zemljino sevalno ravnotežje[23] (ravnotežje med dotokom energije, ki na naš planet prihaja od Sonca, in energijo, ki jo Zemlja seva nazaj v vesolje) in lahko povzroči spremembo temperature ozračja in Zemljine površine. Med naravnimi dejavniki, ki povzročajo takšne spremembe, so spremembe Sončevega izseva, spremembe oblike Zemljine orbite in osi vrtenja (te se dogajajo v obdobjih, ki trajajo več deset tisoč do sto tisoč let) ter veliki ognjeniški izbruhi, pri katerih svetlobo odbijajoči delci dosežejo stratosfero in tam ostanejo do nekaj let.[24]

Človek vpliva na podnebje najmočneje z višanjem vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju, poleg tega pa še z onesnaževanjem ozračja z aerosoli (mikroskopskimi delci, ki absorbirajo ali odbijajo sončne žarke ter posredno vplivajo tudi na oblake)[25] ter spreminjanjem lastnosti Zemljinega površja (npr. krčenjem gozdov), kar vpliva na svetlobno odbojnost in vodni krog.

Zgodovinski podatki kažejo, da so dolgoročnim spremembam vsebnosti CO_2 vedno tesno sledile (ali sovpadale) spremembe temperature ozračja.[26]

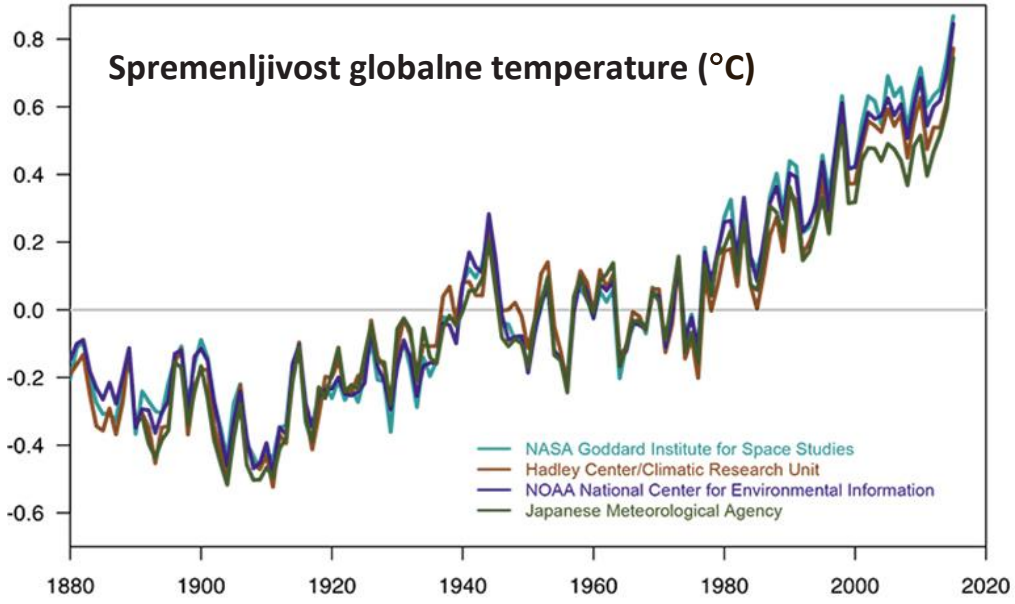
[22] Slika prirejena po: NOAA Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division, www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html#global.
[23] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[24] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[25] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[26] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Zadnjih 300.000 let je temperatura Zemljinega ozračja na Antarktiki (rdeča krivulja) na večtisočletni ravni dobro sovpadala s spremembami vsebnosti CO_2 v ozračju (modra krivulja).[27]

Raztegnjena časovna os za obdobje po začetku industrijske revolucije (od konca 19. stoletja do danes) pokaže, da tudi povečano vsebnost CO_2 v ozračju v zadnjem stoletju spremlja dvig povprečne temperature na svetovni ravni.[28]



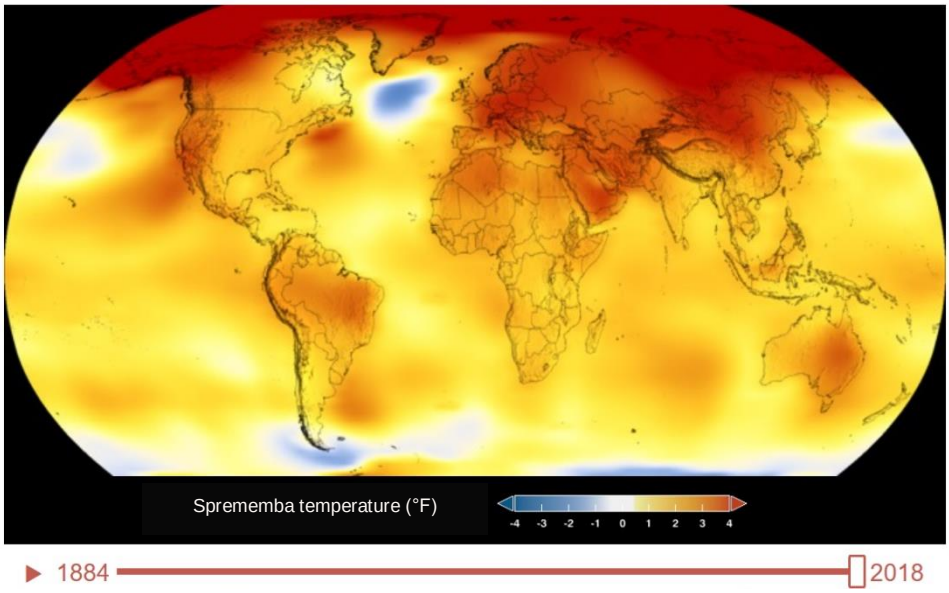
Globalna temperatura Zemljinega površja se je od začetka industrijske revolucije povišala za približno 1 ˚C.[29] *(Graf predstavlja meritve globalne temperature, ki so jih opravile državne meteorološke agencije iz ZDA (NASA in NOAA), Velike Britanije (Hadley Center) in Japonske. Obdobje 1951–1980 označuje 0 °C.)*

[27] Slika prirejena po: NOAA Climate.gov
[28] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[29] Slika prirejena po: NASA Earth Observatory: earthobservatory.nasa.gov/images/144510/2018-was-the-fourth-warmest-year-continuing-long-warming-trend

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC)[30] je v svojem petem poročilu o podnebnih spremembah, objavljenem leta 2014[31], z vsaj 95-odstotno zanesljivostjo ugotovil, da so segrevanje našega planeta v zadnjih 50 letih v veliki meri povzročili toplogredni plini, ki so posledica človekovih dejavnosti.[32]

Sprememba temperature Zemljinega površja predvsem zaradi velike mase oceanov, ki imajo zmožnost uskladiščiti velike količine toplote, časovno zaostaja za spremembami vsebnosti CO_2 v ozračju. Tudi če bi se vsebnost toplogrednih plinov danes ustalila, bi se površje Zemlje zaradi toplogrednih plinov, ki so že v ozračju, še naprej segrevalo (za približno 0,5 °C do konca 21. stoletja). Nadaljnje povišanje temperature je odvisno od tega, koliko toplogrednih plinov bomo spustili v ozračje v prihodnosti.[33] [34]



Temperature Zemljinega površja. S klikom na sliko vstopite v podnebni časovni stroj in lahko opazujete spreminjanje globalne temperature od začetka industrijske revolucije oziroma leta 1884 do leta 2018. Modra barva označuje področja, ki so hladnejša od povprečja. Rdeča barva označuje področja, ki so toplejša od povprečja.[35] (Sprememba temperature za 1 stopinjo Fahrenheita (°F) je enaka spremembi temperature za 0,556 ˚C.)

[30] Medvladni odbor za podnebne spremembe (angl. *The Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) je mednarodno telo, namenjeno nepristranskim in znanstvenim ocenam podnebnih sprememb in njihovih posledic. Sestavlja ga več kot 1000 neodvisnih znanstvenikov z vsega sveta. Deluje pod okriljem Združenih narodov in redno pripravlja poročila, ki so namenjena predvsem oblikovalcem politik. Poročila IPCC so tudi podlaga za mednarodna pogajanja o ukrepih za preprečevanje podnebnih sprememb in prilagajanje nanje, ki poteka na podnebnih konferencah v okviru Okvirne konvencije Združenih narodov o podnebnih spremembah (angl. *United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*).
[31] IPCC je do priprav na podnebno konferenco v Parizu (2015) pripravil peto ocenjevalno poročilo (angl. *Fifth Assessment Report – AR5*), ki je dostopno na: www.ipcc.ch/report/ar5/.
[32] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[33] Meehl, G. A. (2005): How Much More Global Warming and Sea Level Rise? Science 307: 1769-1772.
[34] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[35] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2; vir podnebni časovni stroj: https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Dokler bo vsebnost toplogrednih plinov zaradi človekovih dejavnosti naraščala in krepila učinek tople grede, bo količina zadržane sončne energije v Zemljinem podnebnem sistemu še naprej presegala količino energije, ki pobegne v vesolje, in temperatura Zemljinega površja in prizemnega sloja ozračja se bo še naprej zviševala. Dodatna energija, ki zaradi okrepljenega toplogrednega učinka ostaja v podnebnem sistemu, povzroča spremembe Zemljinega podnebja.[36]

[36] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si

LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

2 Posledice podnebnih sprememb

Meritve po vsem svetu jasno kažejo, da se podnebje spreminja, in znanstvene raziskave nedvoumno kažejo, da so glavni vzrok za to izpusti toplogrednih plinov, ki jih povzročajo človeške dejavnosti.[37]

Podnebne spremembe povzročajo vidne posledice v okolju. Zaznane so bile naslednje spremembe zemeljskega podnebnega sistema:[38]

- Povprečna temperatura Zemljinega površja in prizemnega sloja ozračja se zvišuje. Globalno segrevanje je bilo najhitrejše od začetka osemdesetih let 20. stoletja, pri čemer je bilo v 21. stoletju (do 2018) 18 od devetnajstih najtoplejših let v zgodovini instrumentalnih meritev.[39] [40]
- Zaradi višjih temperatur je okrepljeno izhlapevanje vode in spreminjajo se regionalni padavinski vzorci (količina dežja in snega).[41] Na severni polobli se je površina snežne odeje zmanjšala in spomladi se sneg stali bolj zgodaj.[42] [43]
- Povečujeta se pogostost in intenzivnost nekaterih izjemnih vremenskih pojavov – vročinskih valov, suš in neurij.[44] [45]

Podnebne spremembe še posebej močno vplivajo na kriosfero:[46]

- Ledeniki in kopenski ledeni pokrovi (Grenlandija, Antarktika) se talijo, zaledenelost rek in jezer se zmanjšuje.[47] Posledično se zmanjšuje količina zamrznjene sladke vode.
- Zmanjšuje se površina morskega ledu in odmrzuje se permafrost.[48] Zaradi manjše površine morskega ledu oceani vpijejo več toplote, pojavi se pozitivna povratna zanka, ki vodi do nadaljnjega ogrevanja.[49]

[37] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[38] Podnebni sistem je sestavljen iz ozračja, hidrosfere, kriosfere, kopne površine Zemlje in biosfere.
[39] NASA, Global Temperature: https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/
[40] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[41] IPCC (2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, in New York, NY, ZDA.
[42] National Snow and Ice Data Center: https://nsidc.org/cryosphere/snow/climate.html
[43] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[44] IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, in New York, NY, ZDA.
[45] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[46] Kriosfera predstavlja del površja Zemlje, ki je sestavljen iz vode v trdnem stanju – snega in ledu. To vključuje morski, jezerski in rečni led, snežno odejo, ledenike, ledeniške kape, kopenske ledene pokrove in zmrznjena tla (vključno s permafrostom).
[47] IPCC (2013): Summary for Policymakers. V: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, in New York, NY, ZDA.
[48] IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/.
[49] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

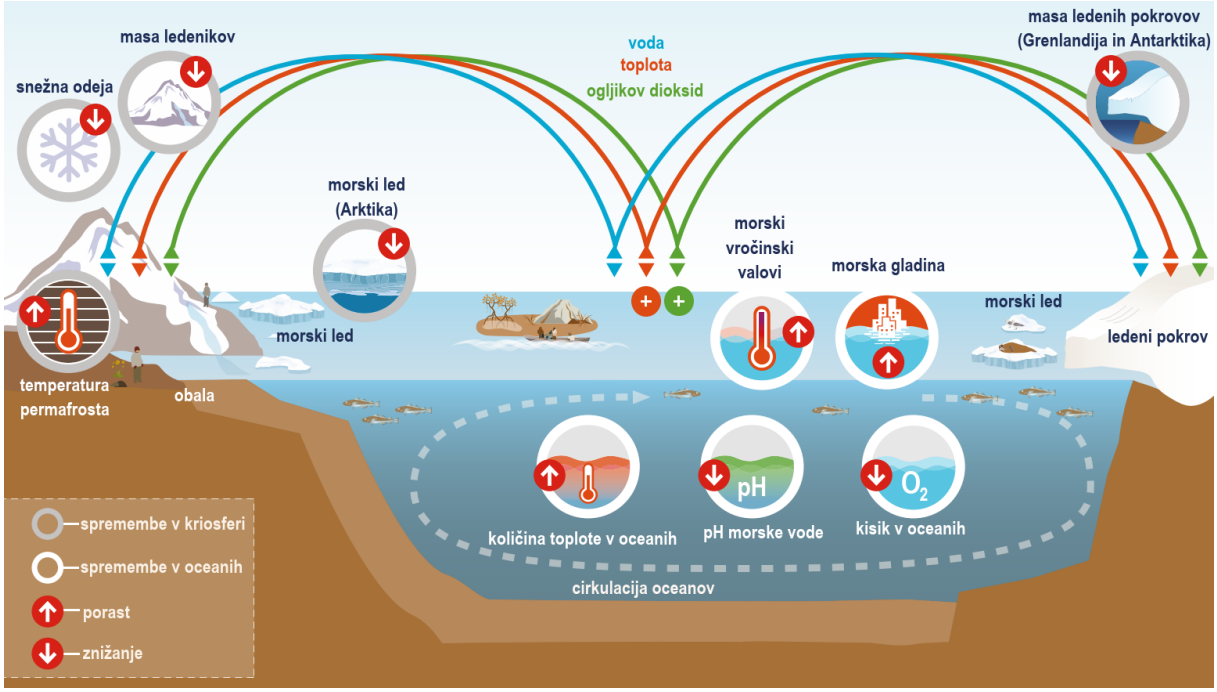
Kliknite na sliko in si oglejte spreminjanje površine arktičnega morskega ledu v zadnjih desetletjih.[50]

V primeru nadaljevanja naraščajočega trenda izpustov toplogrednih plinov lahko že sredi 21. stoletja na Arktiki pričakujemo poletja s krajšim obdobjem brez morskega ledu. Arktični led pomembno vpliva na globalni podnebni sistem, a vseh posledic njegovega izginotja znanstveniki za zdaj ne znajo napovedati.[51] [52]

[50] Vir: NASA Climate Change, www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=e6ECtZCeqwE
[51] https://phys.org/news/2019-11-arctic-ocean-ice-free-year.html
[52] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Podnebne spremembe (delno prek sprememb v kriosferi) vplivajo tudi na svetovno morje (oceane):[53]

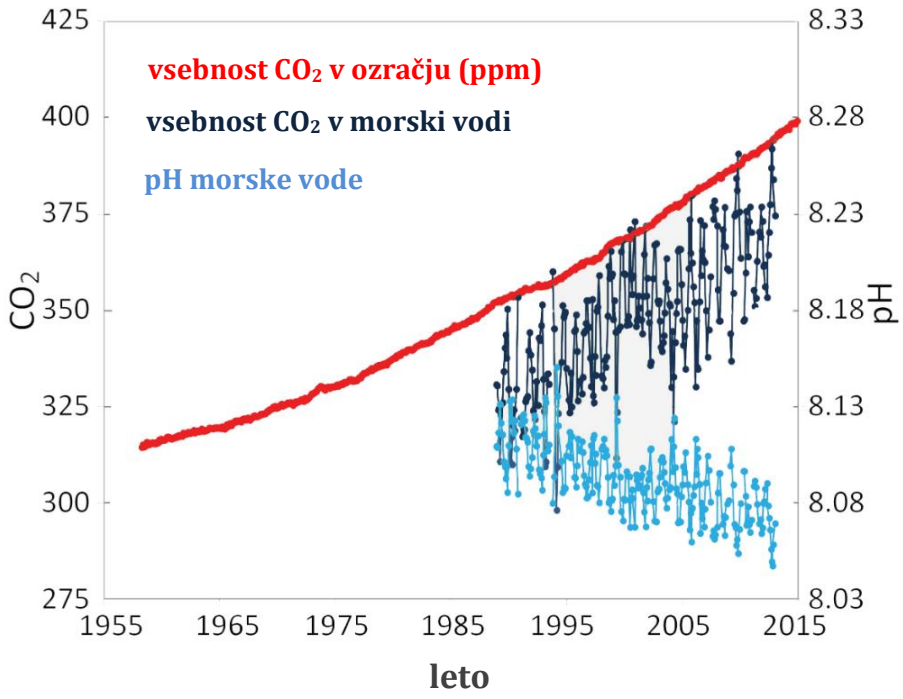


Shematski prikaz ključnih elementov in sprememb v svetovnem morju in kriosferi ter povezav med njimi prek izmenjave toplote, vode in CO_2.[54]

- Oceani postajajo bolj kisli.
  Ko se CO_2 raztaplja v morski vodi in tvori ogljikovo kislino, voda postaja bolj kisla (vrednost pH se znižuje). V zadnjih 200 letih so svetovna morja postala za 30 % bolj kisla.[55] Takšna relativno hitra sprememba morskemu življenju, ki se je razvilo v milijonih let stabilnega pH, ne daje zadosti časa za prilagajanje (lupine nekaterih morskih živali se že topijo v bolj kisli vodi). Pričakuje se, da bo imelo zakisljevanje dramatične učinke na morske ekosisteme, npr. zmanjšanje biotske raznovrstnosti.[56]

[53] IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/
[54] Slika prirejena po: IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/.
[55] https://ocean.si.edu/ocean-life/invertebrates/ocean-acidification
[56] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

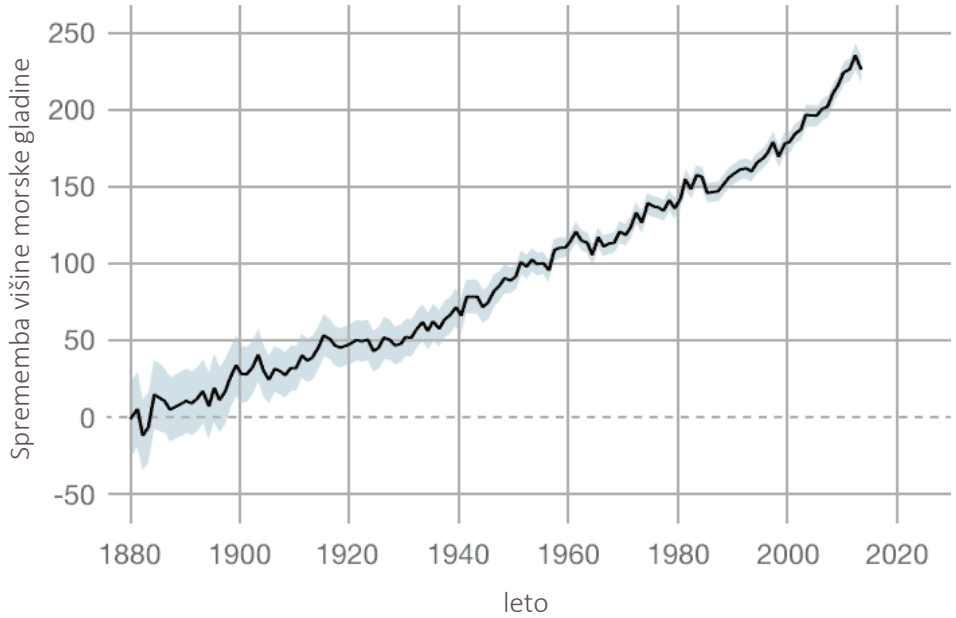


S povečanjem vsebnosti CO_2 v ozračju se v zadnjih desetletjih povečuje tudi vsebnost CO_2 v morski vodi in kislost oceanov.[57]

- Oceani se segrevajo in njihova gladina se zvišuje.
  Morska gladina se na svetovni ravni dviga zaradi dveh vzrokov, povezanih s podnebnimi spremembami – dotoka vode zaradi taljenja ledenikov in kopenskih ledenih pokrovov Grenlandije in Antarktike ter raztezanja morske vode zaradi njenega segrevanja. Oceani namreč danes posrkajo večino odvečne energije, ki nastaja zaradi podnebnih sprememb, in njihova temperatura se zvišuje. Zaradi segrevanja morske vode se tudi zmanjšuje količina kisika v oceanih, kar še povečuje negativne vplive zakisljevanja morske vode na ekosistem in življenje v morju, od katerega je močno odvisen tudi človek.
  Po napovedih se bo gladina morja na svetovni ravni zaradi segrevanja ozračja in oceanov dvigovala še več stoletij in hitreje kot danes. Na višino dviga morske gladine vplivajo tudi različni lokalni dejavniki, pri čemer za večino obale Evrope in tudi našega morja podatki kažejo, da dvig morja sledi svetovnim spremembam gladine morja, ki znaša 3–4 centimetre na desetletje.

[57] Slika prirejena po: https://oceanacidification.noaa.gov/OurChangingOcean.aspx

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



V zadnjem stoletju se je gladina svetovnih morij dvignila za približno 20 cm.[58]

Podnebne spremembe in njihove posledice v okolju vplivajo tudi na ljudi ter na živalske in rastlinske vrste:

- Pogostejši in močnejši ekstremni vremenski dogodki ter dvig morske gladine povzročajo izgubo imetja in gospodarsko škodo. Čedalje več ljudi je prisiljenih zapustiti svoje domove na prizadetih območjih zaradi pomanjkanja pitne vode in izpada kmetijskih pridelkov ter iskati primernejši prostor, kjer bi si lahko zagotovili ustrezne življenjske pogoje. Podnebne spremembe in okoljski dejavniki bodo v prihodnjih desetletjih prizadeli milijone ljudi in gospodinjstev ter predvidoma postali prevladujoči vzrok za razseljevanje in migracije, okoljsko razseljene osebe pa največja skupina beguncev.
- Podnebne spremembe bodo vplivale na zdravje in varnost ljudi, pri čemer bodo najbolj izpostavljene skupnosti, ki so že ranljive na podnebno pogojene zdravstvene vplive, kot so npr. nezadostna oskrba s hrano ali s hrano in vodo povezane bolezni. Grozijo tudi bolezni, ki se bodo razširile na območjih, kjer jih prej ni bilo. Predvsem bodo podnebne spremembe povečale tveganje za tiste nalezljive bolezni, ki se širijo s komarji, klopi in drugimi žuželkami, ter za pojav novih rastlin z visoko alergenim cvetnim prahom. Zaradi vročine že danes umre več ljudi kot med vsemi drugimi skrajnimi vremenskimi pojavi skupaj.
- Izguba biotske raznovrstnosti
  Nekatere rastline zaradi povečane vsebnosti CO_2 v ozračju sicer hitreje rastejo in učinkoviteje uporabljajo vodo. Vendar pa višje temperature in spremenjeni podnebni vzorci spreminjajo tudi območja, kjer rastline in živali uspevajo najbolje, zato se premikajo rastlinski pasovi in meje rastlinskih višinskih pasov. Pri preseljevanju lahko

[58] Slika prirejena po: https://climate.nasa.gov/system/charts/12_seaLevel_left.gif

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

nove vrste ogrožajo in jemljejo življenjski prostor starim. Na splošno se ekosistemi hitrim spremembam težko prilagajajo in lahko tudi propadejo.[59] Podnebne spremembe so med najpomembnejšimi vzroki za izgubo biotske raznovrstnosti.

Čeprav se je podnebje spreminjalo v vsej zgodovini planeta, pa je posebnost opaženih podnebnih sprememb v zadnjem stoletju njihova velika hitrost, ki ekosistemom in človeški družbi otežujejo prilagajanje.[60]

Pomembni so tudi dejavniki, ki povzročajo spremembe. Če so bili v Zemljini zgodovini to naravni (astronomski in geološki) dejavniki, sta glavna dejavnika hitrih sprememb v zadnjem stoletju presežek toplogrednih plinov in sprememba rabe tal. Oba dejavnika sta posledica človekove dejavnosti.[61]

2.1 Učinki globalnega segrevanja za 1,5 °C in za 2 °C glede na predindustrijsko raven

V okviru prizadevanj za krepitev globalnega odziva na grožnjo podnebnih sprememb, trajnostni razvoj in odpravo lakote je Medvladni odbor za podnebne spremembe leta 2018 izdal posebno Poročilo o vplivu globalnega segrevanja za 1,5 °C glede na predindustrijsko raven. Poročilo se osredotoča na regionalne in globalne učinke segrevanja prizemnega sloja ozračja za 1,5 °C glede na obdobje 1850–1900 ter učinke primerja s scenarijem segrevanja za 2 °C.[62]

V njem ugotavljajo, da se bodo s spremembami podnebja povezana tveganja za zdravje, imetje, varnost oskrbe s hrano in vodo, varnost ljudi in gospodarski razvoj občutno povečala že ob globalnem segrevanju za 1,5 °C, še bolj pa pri povišanju temperature za 2 °C.

Upoštevanje meje 1,5 °C bi pomenilo, da bi bilo manj ljudi izpostavljenih vročinskim valovom, močnim deževjem, suši, neurjem in poplavam. Pomenilo bi tudi manjše tveganje za prelomne dogodke, kot je izguba polarnega ledu, ki lahko povzročijo obsežne, nenadne in nepovratne spremembe v podnebnem sistemu.

V primerjavi s scenarijem 2 °C bi omejitev segrevanja na 1,5 °C pomenila manjše vplive na kopenske, sladkovodne in obalne ekosisteme ter ohranitev več njihovih storitev, od katerih je odvisno človeštvo. Omejitev segrevanja na 1,5 °C bi pred izumrtjem rešila več svetovnih

[59] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[60] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[61] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[62] IPCC (2018): Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, dostopno prek www.ipcc.ch/sr15/.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

rastlinskih in živalskih vrst, pomenila bi tudi manjšo nevarnost gozdnih požarov in širjenja invazivnih vrst.

V primerjavi z 2 °C bi segrevanje pod 1,5 °C pomenilo 10 cm manj dviga morske gladine do leta 2100, s čimer bi bilo prizadetih manj ljudi in ekosistemov na otokih, morskih obalah in ob rečnih deltah. Počasnejši dvig morske gladine bi povečal možnosti za izvedbo ukrepov prilagajanja, vključno z obnovo naravnih obalnih ekositemov in krepitvijo infrastrukture.

Omejitev globalnega segrevanja na 1,5 °C bi v primerjavi s scenarijem 2 °C zmanjšala potrebe po prilagajanju na podnebne spremembe. Pomenila bi tudi znatno zmanjšanje tveganj za države z nizkimi prihodki, skupnosti, ki živijo v revščini, in ranljive skupine. Za več sto milijonov bi zmanjšalo število ljudi, ki bodo zaradi sprememb podnebja izpostavljeni revščini.

Posebno poročilo kaže, da je segrevanje za 2 °C veliko bolj nevarno, kot je bilo napovedano še v petem poročilu IPCC iz leta 2014. Podnebna znanost opozarja, da omejitev globalnega segrevanja na 2 °C ni varen ali sprejemljiv cilj.

V zadnjih 30 letih povprečna temperatura Zemljinega površja narašča za približno 0,2 °C na desetletje, torej bi ob nadaljevanju tega trenda (in ob upoštevanju nezanesljivosti podnebnih modelov) dvig temperature za 1,5 °C glede na predindustrijsko raven dosegli že med letoma 2030 in 2052.

Omejitev globalnega segrevanja na 1,5 ˚C glede na predindustrijsko raven zahteva zelo hitro zmanjšanje izpustov CO2 in drugih dolgoživih toplogrednih plinov.[63] To predstavlja znaten politični, tehnološki, gospodarski, socialni in institucionalni izziv, ki pa z odlašanjem odločnega ukrepanja postaja čedalje večji.[64]

2.2 Podnebje se bo spreminjalo še stoletja

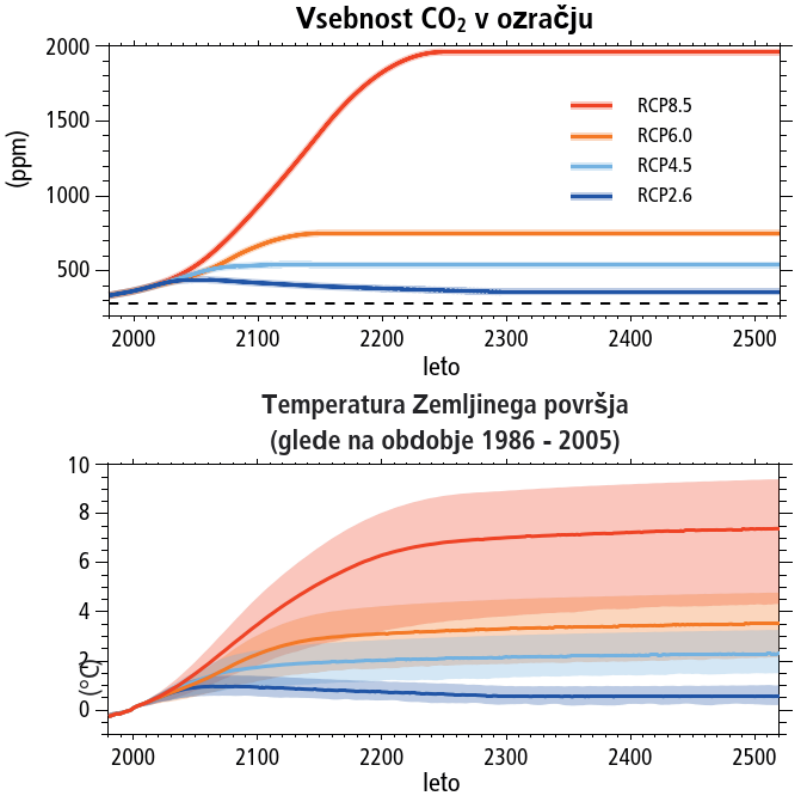
Znanstveniki napovedujejo, da bo globalna temperatura zaradi že povzročenih izpustov toplogrednih plinov, ki so ujeti v podnebnem sistemu, naraščala, četudi bi človeštvo takoj prenehalo z vsemi izpusti. Še pred koncem 21. stoletja naj bi se temperatura glede na obdobje 1986–2005 dvignila še za vsaj 1 stopinjo (v primeru hitrega in močnega zmanjšanja izpustov), v primeru nadaljevanja velikih izpustov pa celo za več stopinj Celzija.[65] [66]

Prihodnje podnebne razmere bodo zelo odvisne od razvoja družbe in gospodarstva v 21. stoletju (stopnje naraščanja prebivalstva, gospodarskega in tehnološkega razvoja, uspešnosti ukrepov za omejevanje izpustov toplogrednih plinov) in s tem povezane dodatne količine

[63] Dolgoživi toplogredni plini (CO_2, N_2O, nekateri F-plini) so posebej pomembni za globalno segrevanje, saj imajo v ozračju dolgo življenjsko dobo (lahko tudi tisoče let) in je za njihovo naravno odstranitev iz ozračja potrebnega veliko časa.
[64] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[65] IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Ženeva, Švica.
[66] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

toplogrednih plinov, ki jih bo človeštvo povzročilo v naslednjih desetletjih, ter od občutljivosti Zemljinega podnebnega sistema na te izpuste.



Slika prikazuje dolgoročne projekcije spremembe temperature Zemljinega površja pri različnih scenarijih izpustov toplogrednih plinov. Za peto poročilo IPCC je znanstvena skupnost določila nabor štirih scenarijev razvoja družbe in posledičnih izpustov toplogrednih plinov v 21. stoletju, ki se imenujejo značilni poteki vsebnosti (angl. Representative Concentration Pathways – RCPs). RCP2.6 predvideva hitre in učinkovite ukrepe za blaženje podnebnih sprememb, tako da je vrh izpustov toplogrednih plinov dosežen med letoma 2010 in 2020, potem pa izpusti upadejo. Izpusti po RCP4.5 dosežejo vrh okrog leta 2040 in po RCP6 okrog 2080. Po RCP8.5 izpusti naraščajo še celo 21. stoletje.[67]

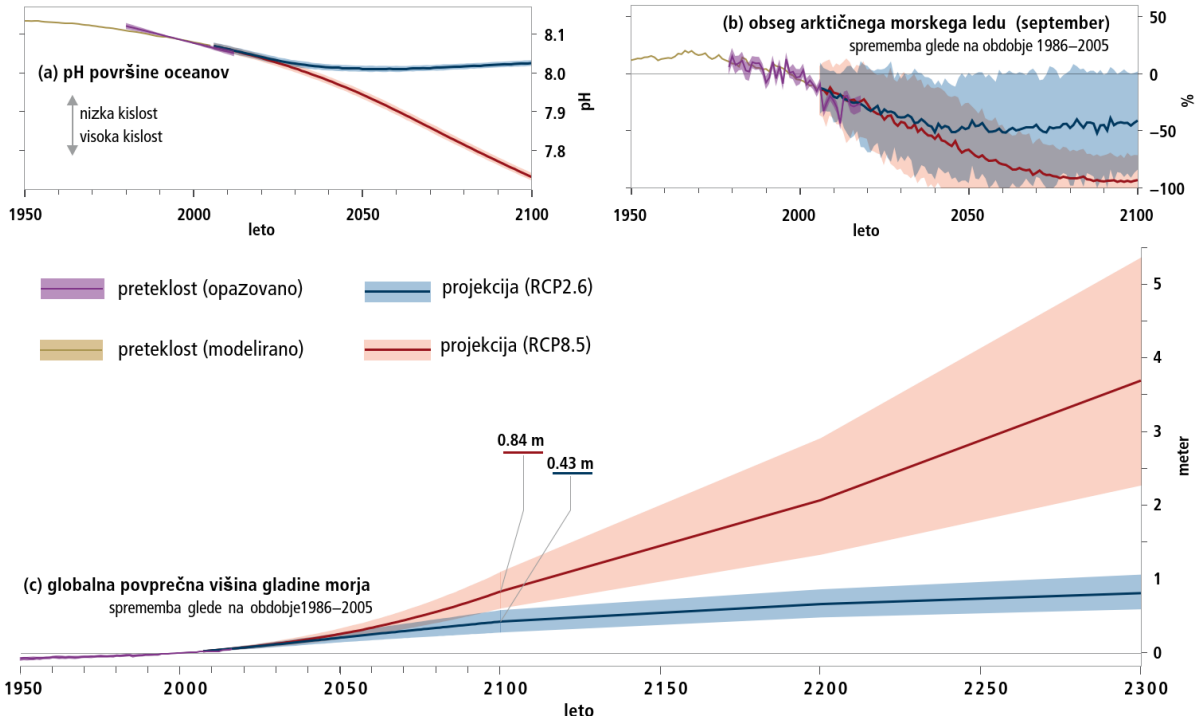
Globalno segrevanje se bo nadaljevalo tudi po koncu 21. stoletja, razen po scenariju hitrega in učinkovitega zmanjšanja izpustov toplogrednih plinov (RCP2.6), po katerem se bo temperatura ustalila in nato počasi padala.

Dolgoročne podnebne spremembe in globalno segrevanje bodo imeli velik vpliv tudi na oceane in kriosfero.

[67] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2; slika prirejena po: IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Ženeva, Švica.

info@care4climate.si
www.care4climate.si

LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



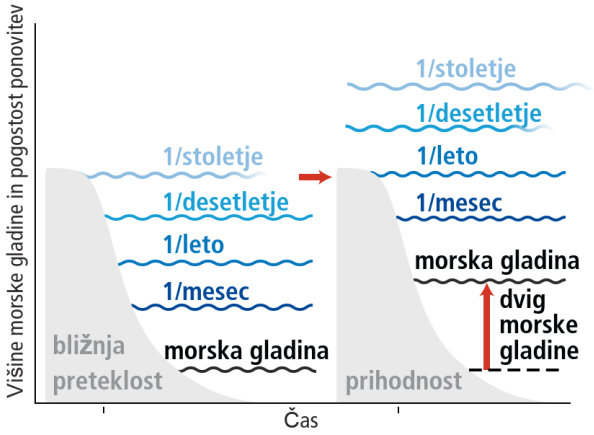
Pretekle spremembe (opazovane in modelirane) v oceanu in kriosferi od leta 1950 naprej in projekcije prihodnjih sprememb za scenarija z nizkimi (RCP2.6) in visokimi (RCP8.5) izpusti toplogrednih plinov: a) sprememba globalne povprečne kislosti površinske morske vode (pH); b) sprememba obsega arktičnega morskega ledu v septembru; in c) globalna povprečna sprememba višine morske gladine.[68]

Gladina svetovnih morij se bo višala še stoletja ne glede na zmanjšanje izpustov. Spremembe kislosti oceanov in obsega arktičnega morskega ledu pa so zelo odvisne od izpustov toplogrednih plinov do konca 21. stoletja. V primeru hitrega in uspešnega omejevanja izpustov (RCP2.6) se bo pH oceanov do polovice stoletja stabiliziral, v primeru scenarija RCP8.5 pa bo še naprej strmo upadal (oceani bodo vse bolj kisli). Če se bo uresničil scenarij z visokimi izpusti RCP8.5, bo Arktika do konca stoletja skorajda brez ledu, medtem ko se bo v primeru scenarija RCP2.6 obseg arktičnega morskega ledu stabiliziral na 50 % povprečnega obsega v obdobju med 1986 in 2005.[69]

Dvig višine gladine morja na svetovni ravni vpliva tudi na pogostost pojavljanja ekstremnih višin morske gladine. Na večini svetovnih obalnih območij se bo pogostost pojavov ekstremnih višin morske gladine in s tem nevarnost poplav do konca 21. stoletja močno povečala. Pojavi visoke gladine morja, ki so se v preteklosti na lokalni ravni dogajali enkrat na 100 let, bodo do konca stoletja predvidoma postali vsakoletni pojav. Večina tropskih otokov in številna obalna velemesta pa bodo tveganju vsakoletnih poplav izpostavljeni že do leta 2050.[70]

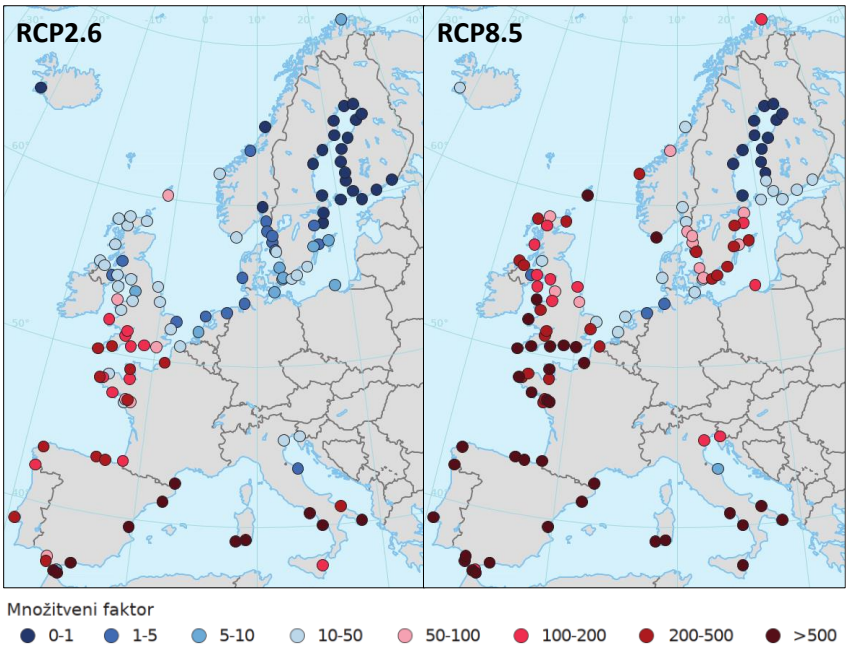
[68] Slika prirejena po: IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/.
[69] IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/.
[70] IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Ekstremne višine morske gladine in povprečje njihovih ponovitev v bližnji preteklosti (1986–2005) in prihodnosti[71]

Ocene pogostosti pojavljanja ekstremnih višin morske gladine v prihodnosti temeljijo na lokaciji in scenariju izpustov toplogrednih plinov. V severnem Jadranu se bo v primeru scenarija z velikimi izpusti toplogrednih plinov RCP8.5 v 21. stoletju pogostost poplav obalnih območij povečala za faktor 100–200. Po drugi strani bo v primeru scenarija uspešnega omejevanja izpustov RCP2.6 pogostost poplav narasla zgolj za faktor 10–50. Nekatera obalna območja v Evropi (npr. v Španiji in Italiji) bodo poplavam ob pojavih visokih gladin morja izpostavljena 500-krat pogosteje kot v preteklosti ne glede na uspešnost omejevanja izpustov toplogrednih plinov.[72]

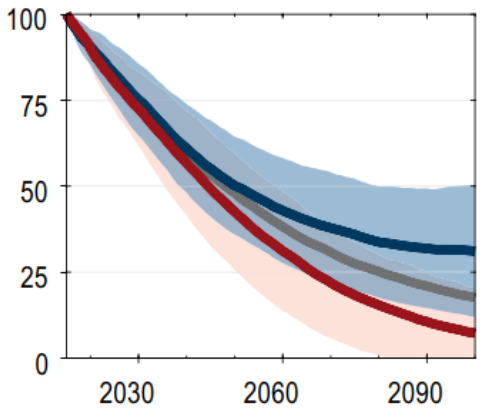


Ocene sprememb pogostosti poplavnih dogodkov v Evropi zaradi predvidenega dviga morske gladine med letoma 2010 in 2100 za scenarija z nizkimi (RCP2.6) in visokimi (RCP8.5) izpusti toplogrednih plinov.[73]

[71] Slika prirejena po: IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/.
[72] European Environment Agency (2019), dostopno na https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/change-in-the-frequency-of.
[73] Slika prirejena po: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/change-in-the-frequency-of

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Projekcije spreminjanja mase evropskih ledenikov do konca 21. stoletja kažejo, da bodo povprečne izgube mase ledenikov leta 2100 glede na leto 2015 velike. V evropskih Alpah in Pirenejih, kjer prevladujejo manjši ledeniki, bi lahko izguba mase ledenikov presegla 80 %, kar pomeni, da bo večina ledenikov popolnoma izginila.[74]



Projekcije spreminjanja mase ledenikov v srednji Evropi med letoma 2015 in 2100 glede na maso ledenikov leta 2015 (100 %) v scenarijih RCP 2.6 (modra črta), RCP4.5 (siva črta) in RCP8.5 (rdeča črta). Odebeljene črte ponazarjajo povprečja projekcij z uporabo različnih podnebnih modelov, osenčeni deli pa ± 1 standardno deviacijo.[75]

»Podnebne spremembe v prihodnosti bodo povečale obstoječe nevarnosti in povzročile nova tveganja za naravne sisteme in človeštvo. Tveganja so neenakomerno porazdeljena in so v splošnem večja za ljudi in skupnosti v državah v razvoju.«[76]

---

[74] Hock, R., et al., 2019: High Mountain Areas. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, et al. (eds.)]. Dostopno na https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/chapter-2/

[75] Slika prirejena po: IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, dostopno prek www.ipcc.ch/srocc/home/.

[76] IPCC (2013): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, in New York, NY, ZDA.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

2.3 Podnebne spremembe bodo postajale prevladujoči vzrok za razseljevanje in migracije

Okolje je že od nekdaj pomemben dejavnik ali razlog za morebitno selitev in v tem smislu sodobne migracije zaradi okolja niso nič novega. Ljudje se že od nekdaj selimo v iskanju primernega prostora, kjer bi si lahko zagotovili ustrezne življenjske pogoje. Iskanje primernega podnebja in kmetijskih površin za pridelavo hrane je bil razlog selitev pred tisočletji in ostaja med razlogi za selitev tudi danes. Toda v nasprotju s preteklostjo so sodobne okoljske migracije predvsem posledica človekovih dejavnosti oziroma uveljavljenega modela ekonomskega razvoja in upravljanja naravnih virov, ki negativno vplivata na okolje ter vodita v podnebne spremembe in degradacijo okolja.

Podnebne spremembe in okoljski dejavniki bodo v prihodnjih desetletjih prizadeli milijone ljudi in gospodinjstev ter predvidoma postali prevladujoči vzrok za razseljevanje in migracije, okoljsko razseljene osebe pa največja skupina beguncev. Ekstremni vremenski dogodki ter postopne spremembe v okolju, kot so dvig morske gladine in erozija tal, so in bodo ljudi vodile v razmere, v katerih bodo morali zapustiti svoj dom in – začasno ali trajno – iskati novo življenjsko okolje.[77]

V letu 2018 je bilo po podatkih Centra za nadzor nad notranjimi migracijami 16 milijonov razseljenih oseb zaradi vzrokov, povezanih s podnebjem in vremenskimi katastrofami. Ekstremni vremenski dogodki so danes poleg konfliktov in nasilja najpomembnejši razlog za razseljevanje. Do leta 2050 naj bi število okoljsko razseljenih oseb naraslo na več deset milijonov ljudi.[78]

Možne posledice množičnih migracij so ogroženo zagotavljanje izobraževalnih in zdravstvenih storitev (npr. cepljenja), urbanizacija (preseljevanje ljudi iz podeželskih v urbana okolja) ter s tem povezan povečan pritisk na urbano infrastrukturo in javne storitve (npr. zagotavljanje primernih stanovanj in oskrbe s čisto vodo). Povečana gostota prebivalstva, poslabšanje socialne slike in tekmovanje za naravne vire lahko povečajo nevarnost za konflikte in širjenje nalezljivih bolezni ter ogrozijo družbeno in gospodarsko stabilnost.[79]

Napovedi števila migrantov so nezanesljive, saj so odvisne od več dejavnikov. Dejansko število bodočih okoljsko razseljenih oseb bo odvisno predvsem od tega, kateri podnebni scenarij se bo uresničil, kakšne strategije prilagajanja na podnebne spremembe bodo izvedene ter kakšen bo družbeni razvoj z ekonomskimi, demografskimi in političnimi dejavniki, ki so tesno povezani z razlogi za razseljevanje. Med najbolj ogroženimi skupnostmi na svetovni ravni so male afriške, karibske in pacifiške otoške države, od koder se bo zaradi

[77] Umanotera (2016): Okoljske migracije, Vprašanje varnosti ali pravičnosti?, dostopno na www.umanotera.org/wp-content/uploads/2016/03/Okoljske-migracije-vpra%C5%A1anje-varnosti-ali-pravi%C4%8Dnosti.pdf.
[78] IDMC (2019): Global Report on Internal Displacement 2019, dostopno na www.internal-displacement.org/global-report/grid2019/.
[79] International Organization for Migration (2008): Migration and Climate Change, dostopno na https://www.ipcc.ch/apps/njlite/srex/njlite_download.php?id=5866.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

dviga morske gladine, do katerega bo prišlo po vseh scenarijih izpustov toplogrednih plinov, moralo preseliti skoraj 40 milijonov ljudi.[80]

Dvig morske gladine ogroža prebivalce otokov in nizkoležečih obalnih predelov. Med njimi so velemesta, kot so New York, Šanghaj, Hongkong, Osaka, Aleksandrija, Miami, Haag, Rio de Janeiro itd., z več kot 275 milijoni prebivalcev.[81]

Pretekle raziskave med osebami, ki so jih spremembe v okolju prizadele do te mere, da so ali bodo primorani v selitev, so pokazale, da se večina ljudi ne želi preseliti ali pa se preselijo na najbližjo varno točko, pogosto oddaljeno le nekaj kilometrov od prvotnega bivališča. Vendar pa bodo številna območja planeta postala trajno nenaseljiva in ljudje, ki danes živijo na teh območjih, bodo prisiljeni v selitev tudi v bolj oddaljena območja. Nekateri bodo prišli tudi v Slovenijo.

2.4 Podnebne spremembe ogrožajo biotsko raznovrstnost

Podnebje se je spreminjalo v vsej Zemljini zgodovini in skladno s tem so se razvijale, prilagajale in propadale živalske in rastlinske vrste ter ekosistemi na našem planetu. Hitrost, s katero se spreminja podnebje od druge polovice 20. stoletja naprej, pa ogroža zmožnost živali in rastlin, da se pravočasno prilagodijo s selitvami na geografske širine oziroma nadmorske višine s primernejšim podnebjem (za selitev potrebujejo še posebej veliko časa rastline), evolucijo in spremembami vedenjskih vzorcev. Obstaja nevarnost, da se hitrim spremembam podnebja in njihovim posledicam številne vrste ne bodo zmogle zadosti hitro prilagoditi in bodo zato izumrle. Med ogroženimi vrstami so metulji, korale, morske želve, ribe (atlantska trska), pingvini, tjulnji in severni medvedi.[82] Zdravje ekosistemov dodatno ogrožajo

[80] IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, dostopno prek www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services.
[81] Vir slike: www.sciencenewsforstudents.org/article/explainer-why-sea-level-rise-rate-varies-globally
[82] https://onekindplanet.org/top-10/10-adorable-animals-threatened-by-climate-change/

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

s podnebnimi spremembami povezane čedalje pogostejše in močnejše motnje ekosistemov, kot so suše, orkanski vetrovi, požari in izbruhi škodljivcev, v oceanih pa zakisljevanje. [83]

Hitra sprememba kislosti svetovnih morij morskemu življenju, ki se je razvilo v milijonih let stabilnega pH, ne daje zadosti časa za prilagajanje.[84]

Znanstveniki opozarjajo, da se bo številčnost populacij večine kopenskih vrst znatno skrčila, tudi če segrevanje omejimo na 1,5 ali 2 °C. V naslednjih desetletjih več kot milijonu živalskih in rastlinskih vrst grozi izumrtje, kar je največ v človeški zgodovini.[85] Med najpomembnejše dejavnike, ki prispevajo k upadu biotske raznovrstnosti, so uvrščene podnebne spremembe, njihov vpliv pa se bo po napovedih še zaostril.

Od zdravja in trdnosti ekosistemov je odvisno preživetje človeštva in drugih vrst. Podnebne spremembe z ogrožanjem biotske raznovrstnosti spodjedajo temelje gospodarstva, virov preživetja družin, varnosti oskrbe s hrano, zdravja in kakovosti življenja povsod po svetu. Posledice že čutijo številni pomembni gospodarski sektorji: ribištvo npr. trpi zaradi zmanjševanja staleža morskih organizmov (največji upad se pričakuje v tropskih predelih) ,[86] svetovni turizem se spoprijema s posledicami degradacije koralnih grebenov, gozdov in favne v savanah, zaradi katerih potujejo milijoni turistov.[87] Zmanjšanje biotske raznovrstnosti bo vplivalo na dostopnost virov hrane, saj bo prehranjevalna veriga pretrgana, s hitrim spreminjanjem podnebja grozi tudi zmanjšanje populacij in izumrtje nekaterih vrst opraševalcev kmetijskih rastlin, brez katerih te ne morejo proizvajati sadežev in semen. [88]

[83] IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Ženeva, Švica.
[84] Vir slike: NOAA National Ocean Service.
[85] IPBES (2019): Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services, dostopno na www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services.
[86] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018): Impacts of climate change on fisheries and aquaculture, dostopno na www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf.
[87] University of Cambridge (2014): Climate Change: Implications for Tourism - Key Findings from the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report, dostopno na www.cisl.cam.ac.uk/business-action/low-carbon-transformation/ipcc-climate-science-business-briefings/pdfs/briefings/IPCC_AR5__Implications_for_Tourism__Briefing__WEB_EN.pdf.
[88] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2012): Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination, dostopno na www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversity-pollination/Climate_Pollination_17_web__2_.pdf

Negativni trendi zmanjševanja biotske raznovrstnosti naj bi se nadaljevali do sredine 21. stoletja in še naprej po vseh scenarijih družbenogospodarskega razvoja, razen tistega, ki predvideva spremembe na področjih pridobivanja energije, pridelave hrane, prometa in industrijskih procesov, ki bi povzročile močno zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov.

2.5 Vpliv podnebnih sprememb na zdravje

Kako ob podnebnih spremembah zavarovati zdravje ljudi, bo vse pomembnejša tema 21. stoletja. Dvig temperatur in vse pogostejši ekstremni vremenski dogodki povečujejo tveganja za poškodbe, bolezni in smrt. Podnebne spremembe na zdravje vplivajo tudi prek sprememb pojavljanja nalezljivih bolezni, prenosa endemnih bolezni zaradi migracijskih tokov, širjenja alergenih vrst rastlin, glodavcev in mrčesa ter onesnaženosti zraka. Ne nazadnje pa tudi prek učinkov na družbo: begunstva, poslabšaja oskrbe s hrano in pitno vodo, duševnih motenj, nasilja, stresa na delovnem mestu in večanja revščine. Najranljivejši so pri tem otroci, starejši, bolni, prebivalci območij z večjim tveganjem za vplive podnebnih sprememb (npr. poplavnih območij) in revni.

Svetovna zdravstvena organizacija ocenjuje, da zaradi posledic podnebnih sprememb že danes predvsem v državah v razvoju umre več kot 140.000 ljudi na leto, med letoma 2030 in 2050 pa napoveduje na svetovni ravni dodatnih 250.000 smrti letno, predvsem zaradi podhranjenosti otrok, malarije, črevesnih nalezljivih bolezni in vročinskega stresa pri starejših.[89]

Naraščajoče temperature in spremembe padavinskih vzorcev bodo v prihodnosti zmanjšale proizvodnjo osnovnih živil v številnih najrevnejših regijah sveta. To bo povečalo razširjenost podhranjenosti, ki v državah z nizkimi dohodki ter nekaterimi državami s srednjimi dohodki že zdaj povzroča 3,1 milijona smrti otrok vsako leto.[90]

Bolezni so močno povezane z lokalnimi značilnostmi podnebja. Globalne spremembe temperature in padavin že razširjajo prenašalce bolezni na območja, kjer jih prej ni bilo. Povečujejo se tveganja za nalezljive bolezni, ki jih prenašajo komarji, klopi in druge žuželke, ter za širjenje tropskih bolezni tudi po Evropi.

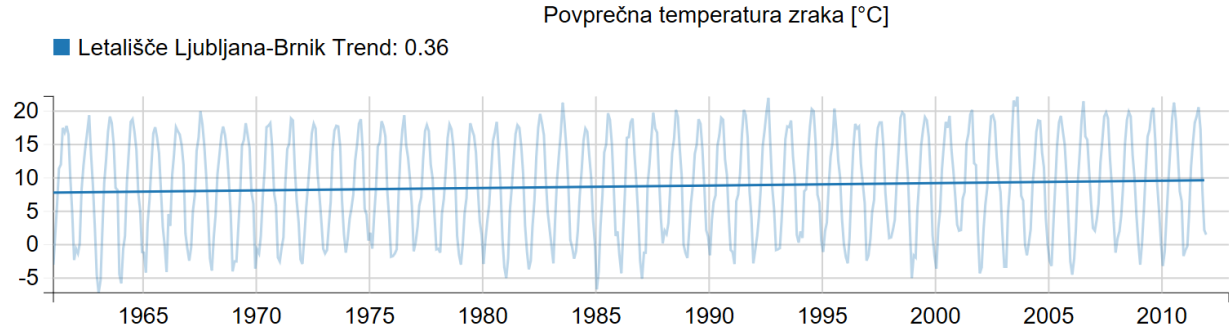
Podnebne spremembe bodo prizadele večino skupnosti na planetu, nekatere pa so bolj ranljive kot druge. Ljudje, ki živijo v majhnih otoških državah v razvoju in drugih obalnih regijah, velikih obalnih mestih ter gorskih in polarnih regijah, so še posebej ranljivi. Otroci – zlasti otroci, ki živijo v revnih državah, so med najranljivejšimi. Prav tako tudi starejši in ljudje, ki trpijo zaradi različnih bolezni. Območja s šibko zdravstveno infrastrukturo – predvsem v državah v razvoju – se bodo brez pomoči najmanj sposobna odzvati na te grožnje.

[89] www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1
[90] Blackm, R. E., et al. (2013): Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries, The Lancet, vol. 382, št. 9890.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

3 Podnebne spremembe v Sloveniji

Po zaslugi državne meteorološke službe imamo v Sloveniji bogat arhiv podnebnih meritev, na podlagi katerih strokovnjaki analizirajo spremenljivost slovenskega podnebja in ugotavljajo, kako se globalne podnebne spremembe izražajo na podnebju v Sloveniji. Vseh meteoroloških postaj, ki so kakorkoli in kadarkoli v Sloveniji merile meteorološke spremenljivke,[91] je bilo skoraj 800, merilnih mest pa kar 1.800.[92] Med nižinskimi postajami je najdaljši niz meritev za Ljubljano in med gorskimi za Kredarico.[93]



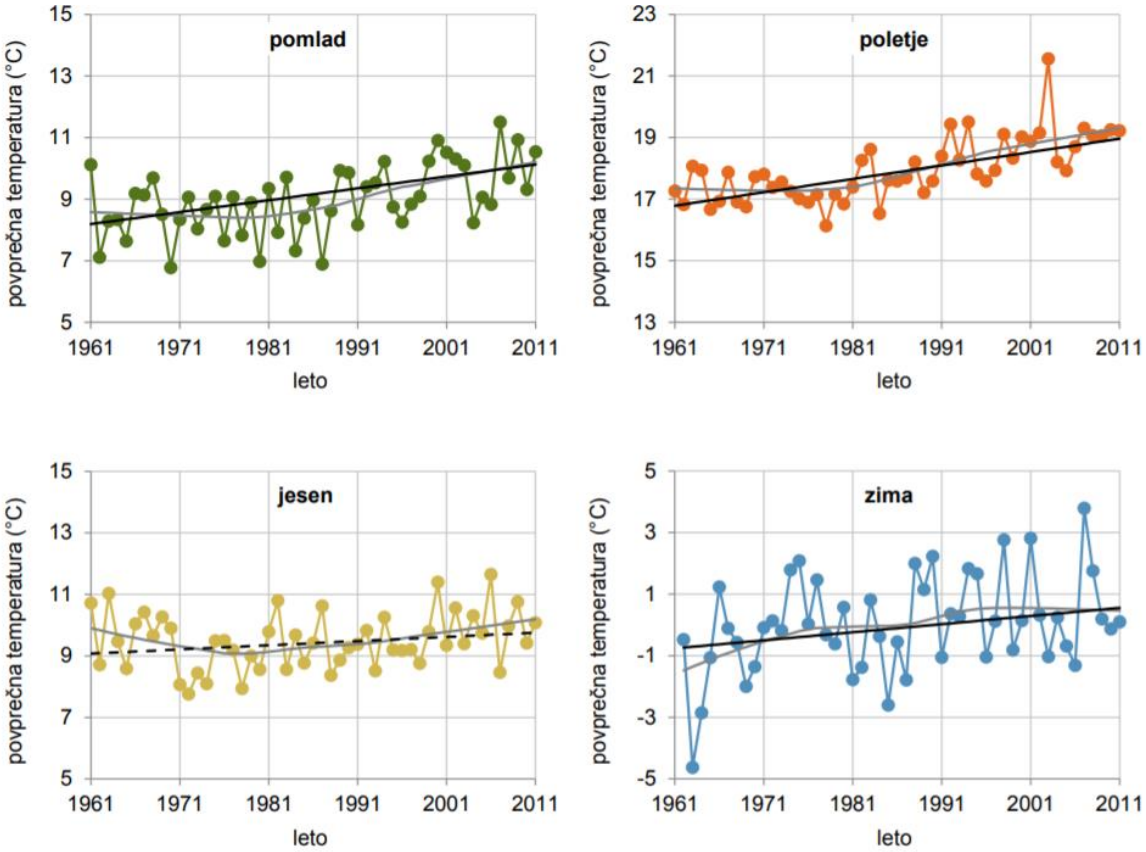
Oglejte si časovne nize meritev temperature slovenskih meteoroloških postaj.[94] Poiščite merilne postaje, ki so najbližje vašemu kraju, in si oglejte podatke o temperaturi zraka in časovne trende. Se je povprečna temperatura zraka v vašem kraju spremenila?[95]

Agencija Republike Slovenije za okolje, ki je v Sloveniji odgovorna za spremljanje in analiziranje stanja podnebja, je leta 2008 začela obsežen projekt Podnebna spremenljivost v Sloveniji. V publikaciji Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011, Značilnosti podnebja v Sloveniji, so predstavili podatke o temperaturi zraka, višini padavin, višini novega snega in višini snežne odeje, sončnem obsevanju, hitrosti in smeri vetra, referenčni evapotranspiraciji (izhlapevanju), temperaturi vode in zračnem tlaku v obdobju 1961–2011.[96]

Podnebne spremembe v Sloveniji so zaznane zlasti pri temperaturi zraka. Slovenija se je v zadnjih desetletjih ogrela, povečalo se je število vročih in toplih dni, nekoliko manj izrazito pa je upadlo število hladnih, mrzlih in ledenih dni.

[91] Meteorološke spremenljivke so npr. temperatura in vlažnost zraka, višina padavin, zračni tlak, hitrost in smer vetra, višina novozapadlega snega, debelina snežne odeje, trajanje sončnega obsevanja.
[92] Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Agencija Republike Slovenije za okolje (2012): Okolje, v katerem živimo. Dostopno na www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/publikacije/Knjiga%20okolje%20zaslon.pdf.
[93] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[94] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/diagrams/time-series/
[95] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[96] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2017): Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 3, Značilnosti podnebja v Sloveniji, dostopno na: meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Znacilnosti%20podnebja%20splet.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Povprečna temperatura zraka v obdobju 1961–2011 po letnih časih za celotno Slovenijo[97]

Najbolj so se ogrela poletja in pomladi, nekoliko manj zime. Jeseni se niso statistično značilno ogrele.

Slovenija se zaradi svojih geografskih značilnosti segreva hitreje od svetovnega povprečja. Medtem ko se je globalna temperatura v zadnjih šestdesetih letih dvignila za približno 0,8 stopinje, se je povprečna temperatura zraka v Sloveniji dvignila za okoli 2 °C.[98]

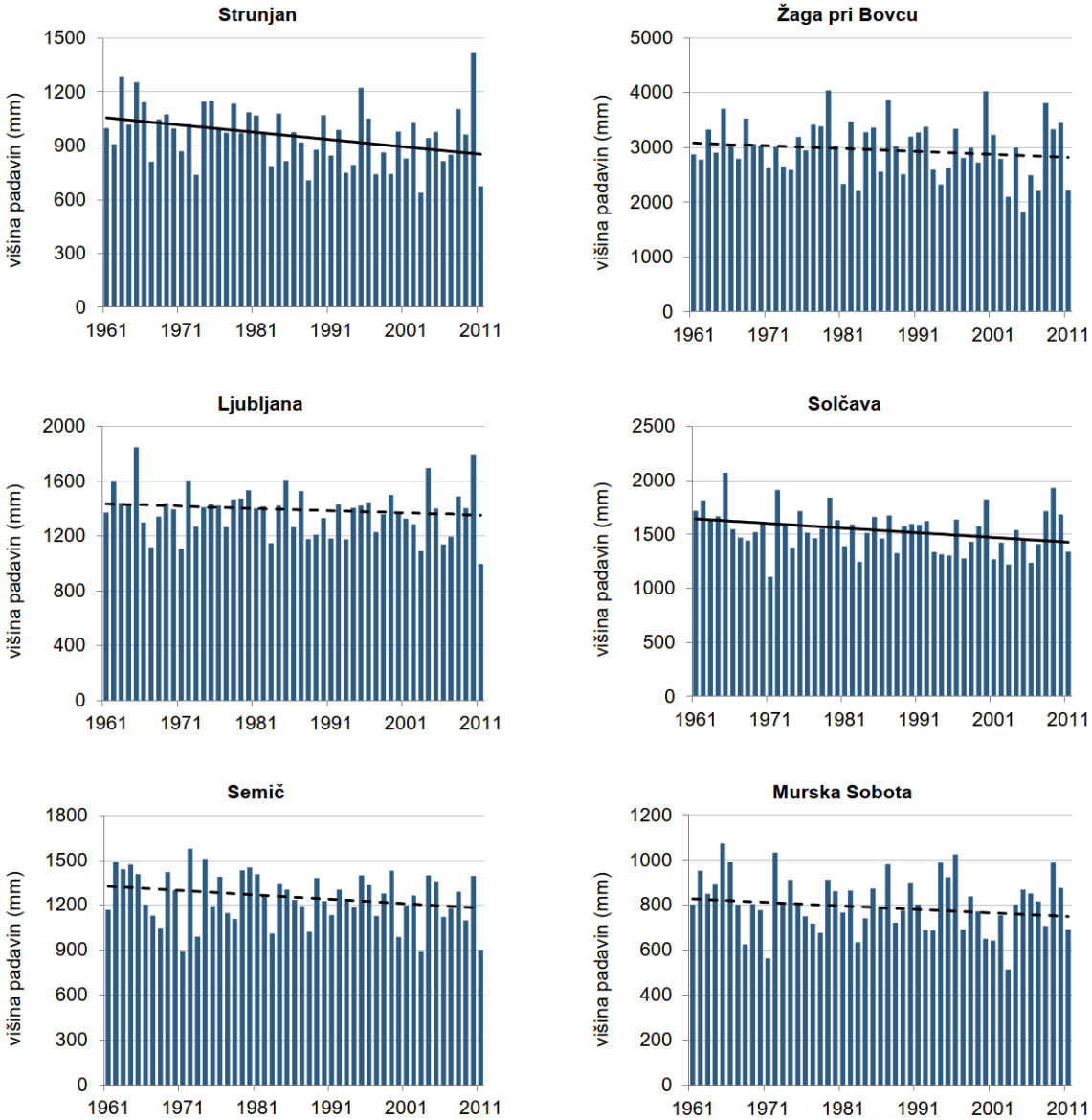
---

[97] Vir slike: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2017): Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 3, Značilnosti podnebja v Sloveniji, dostopno na: meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Znacilnosti%20podnebja%20splet.pdf.

[98] Dolinar, M.: Spremembe podnebja v Sloveniji. V: Gozd in podnebne spremembe – povzetki referatov Znanstvenega srečanja Gozd in les, Ljubljana, 28. november 2019 (ur. Hojka Kraigher); založba Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 2019.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Višina padavin na letni ravni se je v Slovenije v obdobju 1961–2011 nekoliko zmanjšala, kar je odraz zmanjšanja višine padavin spomladi in poleti v zahodnem delu Slovenije.



Letna višina padavin v obdobju 1961–2011 v različnih predelih Slovenije[99]

[99] Vir slike: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2017): Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 3, Značilnosti podnebja v Sloveniji, dostopno na: meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Znacilnosti%20podnebja%20splet.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Višina padavin se je v zadnjih šestdesetih letih v zahodni polovici države zmanjšala za 15 %, v vzhodni pa za 10 %.[100]

Zmanjšala se je višina snežne odeje in višina novozapadlega snega. Najbolj opazne so spremembe v niželežečih delih alpskega sveta.

Višina snežne odeje se je od šestdesetih let prejšnjega stoletja več kot prepolovila.[101]

Povečalo se je trajanje sončnega obsevanja. Število sončnih ur je raslo za okoli 40 na desetletje.[102] Povečano trajanje sončnega obsevanja je najopaznejše v spomladanskih in poletnih mesecih, malo manj v zimskih, jeseni pa opaznejših sprememb ni. Zaradi močne odvisnosti od temperature zraka in sončnega obsevanja se je povečalo tudi izhlapevanje.

Posledica podnebne spremenljivosti Slovenije so tudi spremembe pretokov rek. Srednji pretoki rek[103] v Sloveniji so se v obdobju 1961–2013 zmanjšali, najbolj spomladi in poleti. Padajoči trend srednjih pretokov kaže, da se je letna količina razpoložljive vode v strugah vodotokov zmanjšala, kar je posledica manjše letne količine padavin in porasta povprečne letne temperature zraka. Po drugi strani se je pogostost velikih pretokov ponekod v osrednjem in vzhodnem delu države povečala.[104]

Zvišala se je temperatura površinskih in podzemnih vod. Temperatura vode je spremenljivka, od katere je odvisno stanje vodnih ekosistemov, saj vpliva na razpoložljivost hranilnih snovi in dolžino rastne dobe, določa pa tudi obdobja pokritosti z ledom.

[100] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2017): Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 3, Značilnosti podnebja v Sloveniji, dostopno na: meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Znacilnosti%20podnebja%20splet.pdf.

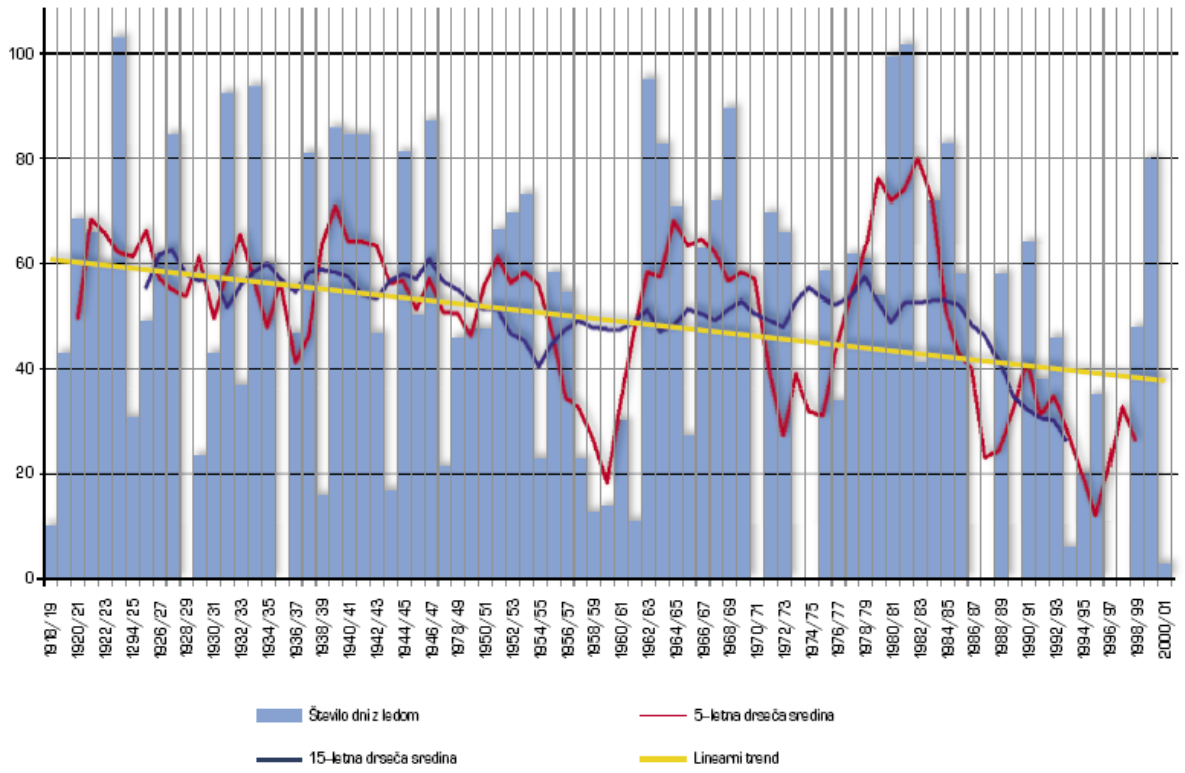
[101] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2017): Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 3, Značilnosti podnebja v Sloveniji, dostopno na: meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Znacilnosti%20podnebja%20splet.pdf.

[102] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2017): Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011. 3, Značilnosti podnebja v Sloveniji, dostopno na: meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Znacilnosti%20podnebja%20splet.pdf.

[103] Srednji pretok predstavlja povprečno količino vode, ki v določenem obdobju teče skozi določen profil vodotoka. Mali pretoki se pojavljajo v strugah vodotokov, ko dalj časa ni padavin ali taljenja snežne odeje in so odtoki posledica izcejanja podzemnih voda. S kazalniki malih pretokov se opisuje sušno obnašanje posameznih vodotokov. Veliki pretoki pa so posledica večjih količin padavin, zaradi katerih pretoki vode v vodotokih narastejo. Kazalnik velikih pretokov se uporablja za analize poplav.
Vir: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

[104] Oblak, J. (2017): Analiza sezonske spremenljivosti rek v Sloveniji (magistrsko delo), dostopno na https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=102560&lang=slv.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Število zimskih dni, ko je Bohinjsko jezero zaledenelo, se je v 20. stoletju močno zmanjšalo.[105]

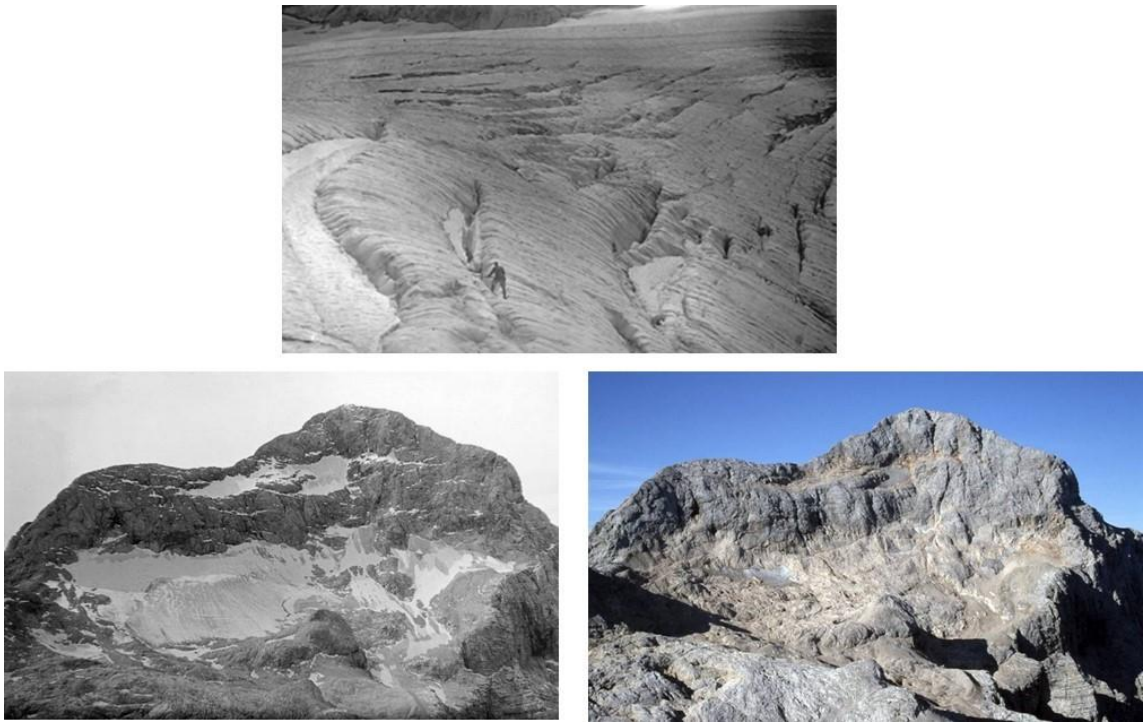
Podnebne spremembe pa se kažejo tudi na krčenju alpskih ledenikov. Sodelavci Geografskega inštituta Antona Melika že od leta 1946 redno opazujejo, merijo in preučujejo Triglavski ledenik pod Kredarico in od leta 1948 ledenik pod Skuto. Triglavski ledenik je ob koncu 19. stoletja meril več kot 40 hektarjev, ob začetku natančnejših meritev leta 1946 je meril 15 hektarjev, v naslednjih desetletjih se je njegova površina zmanjševala in s pol hektarja leta 2007 dosegla svoj minimum.[106] Zdaj nima več vseh značilnosti ledenika, saj na njem, na primer, ni ledeniških razpok. Zaradi ujetosti ledenika v konkavni del pobočja tudi ne zaznavamo več premikanja ledu. Označimo ga lahko kot »zelo majhen ledenik«. Morda smo celo ena zadnjih generacij, ki ga še lahko občuduje.[107]

[105] Frantar, P. (2003/2004): Analiza temperaturnega režima in pojava ledu na Bohinjskem jezeru. Ujma, št. 17–18.

[106] Pavšek, M. (2010): Triglavski ledenik. DEDI – digitalna enciklopedija naravne in kulturne dediščine na Slovenskem, dostopno na: http://www.dedi.si/dediscina/449-triglavski-ledenik.

[107] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Triglavski ledenik Zeleni sneg leta 1924, 1957 in 2003.[108]

Ledenik pod Skuto je leta 1948 meril 3 hektarje, leta 2010 pa le še 1 hektar. V tem času se je tudi močno stanjšal, vendar pa zaradi senčne lege in ker njegovo površino občasno prekrije obilnejše kamninsko gradivo, podnebnim spremembam podlega počasneje od Triglavskega ledenika.[109]

3.1 Izpusti toplogrednih plinov v Sloveniji

Slovenija mora vsako leto poročati Evropski komisiji in Sekretariatu Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja (angl. *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC) o izpustih in ponorih toplogrednih plinov po metodologiji IPCC.

Nacionalno poročilo, ki ga je Slovenija predložila leta 2019 in v katerem se najnovejši podatki nanašajo na leto 2017, je pokazalo, da so skupni izpusti toplogrednih plinov v tem letu znašali 17.453 kt ekvivalenta CO_2[110], kar je za 1,3 % manj od leta poprej in za 14,5 % manj kot leta 1986.[111]

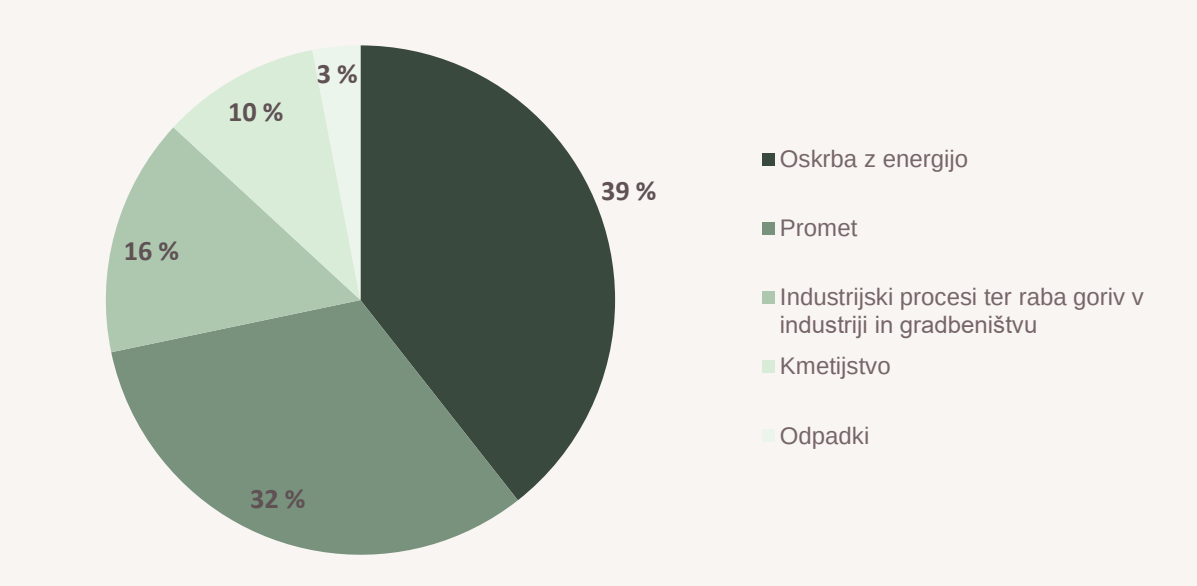
[108] Foto: Triglavski ledenik. DEDI – digitalna enciklopedija naravne in kulturne dediščine na Slovenskem, http://www.dedi.si/dediscina/449-triglavski-ledenik.

[109] Pavšek, M.; Trobec, T. 2010: Ledenik pod Skuto. DEDI – digitalna enciklopedija naravne in kulturne dediščine na Slovenskem, http://www.dedi.si/dediscina/60-ledenik-pod-skuto.

[110] Ekvivalent CO_2 je količina nekega toplogrednega plina ali mešanice toplogrednih plinov, izražena s količino CO_2, ki ima enak toplogredni učinek.

[111] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2019): Slovenia's National Inventory Report 2019: GHG emissions inventories 1986–2017, dostopno na: http://cdr.eionet.europa.eu/si/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envxlr0rg/SVN_NIR_2019_April.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



V letu 2017 so bili v Sloveniji največji povzročitelji izpustov oskrba z energijo, promet, industrija in kmetijstvo.[112]

V skupnem deležu izpustov toplogrednih plinov ima v Sloveniji največji prispevek CO_2 (v letu 2017 kar 81,7 %). CO_2 nastaja predvsem pri zgorevanju fosilnih goriv v proizvodnji električne energije v termoelektrarnah Šoštanj in Brestanica, soproizvodnji toplotne in električne energije (npr. v Termoelektrarni toplarni Ljubljana), sistemih daljinskega ogrevanja ter individualnih kuriščih, pri zgorevanju bencina in dizelskega goriva v vozilih ter industrijskih procesih. Izpusti toplogrednih plinov iz cestnega prometa igrajo ključno vlogo pri doseganju nacionalnih ciljev zmanjševanja izpustov, ki jih ima Slovenija kot članica Evropske unije. Promet je v Sloveniji namreč edini sektor, v katerem so se emisije v obdobju 2005−2017 povečale, in sicer kar za 25,5 %,[113] tako da so leta 2017 predstavljale skoraj tretjino nacionalnih izpustov.

Drugi največji prispevek v skupnem deležu izpustov toplogrednih plinov ima v Sloveniji CH_4 (12 %), ki večinoma izvira iz kmetijstva (govedoreje in skladiščenja živinskih gnojil) in ravnanja z odpadki, ter N_2O (4 %), ki prav tako nastaja predvsem v kmetijstvu, opazni pa so tudi njegovi izpusti iz cestnega prometa. Izpusti F-plinov nastajajo v industrijskih procesih (največ v proizvodnji in obratovanju hladilnih naprav) in so sicer majhni (2,2 %), vendar zaradi visokega toplogrednega učinka njihov prispevek k segrevanju ozračja ni zanemarljiv.[114]

[112] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2019): Slovenia's National Inventory Report 2019: GHG emissions inventories 1986–2017, dostopno na: http://cdr.eionet.europa.eu/si/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envxlr0rg/SVN_NIR_2019_April.pdf.
[113] Institut »Jožef Stefan« s partnerji (2019): Podnebno ogledalo 2019 – Povzetek za odločanje, dostopno na https://www.podnebnapot2050.si/wp-content/uploads/2019/06/0_povzetek-za-odlo%C4%8Danje_11jun19-1.pdf
[114] Agencija Republike Slovenije za okolje: Nacionalne emisije tologrednih plinov: http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/vsebine/toplogredni-plini

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

V sektorju rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva so bili ponori CO_2 v letu 2017 ocenjeni na 1.524 kt ekvivalenta CO_2, kar je skoraj 70 % manj kot v letu 1986.[115] Zaradi ujm (žledolom, vetrolomi) in napadov škodljivcev sta se od leta 2012 naprej v slovenskih gozdovih močno povečali tako sečnja kot tudi umrljivost dreves, kar je privedlo do zmanjšanja lesnih zalog v gozdovih in posledično veliko manjšega ponora toplogrednih plinov.[116]

Ker se je v obdobju 1986–2017 močno zmanjšala količina toplogrednih plinov, ki jih slovenski gozdovi odstranijo iz ozračja, se je naš vpliv na podnebne spremembe kljub 14,5-odstotnemu zmanjšanju izpustov celo nekoliko povečal (za 2,3 %).[117]

Kljub povečanju površine gozdov v Sloveniji se je njihova zmožnost odstranitve CO_2 iz ozračja v obdobju 1986–2017 zmanjšala. V letu 2017 so iz ozračja odstranili manj kot 9 % izpustov, ki smo jih tega leta povzročili na nacionalni ravni. [118]

[115] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2019): Slovenia's National Inventory Report 2019: GHG emissions inventories 1986–2017, dostopno na: http://cdr.eionet.europa.eu/si/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envxlr0rg/SVN_NIR_2019_April.pdf.

[116] Poljanec, A., Grah, A., in Skudnik, M.: Ali je slovenski gozd še vedno ponor ogljika? Rezultati zadnje inventure gozdov. V: Gozd in podnebne spremembe – povzetki referatov Znanstvenega srečanja Gozd in les, Ljubljana, 28. november 2019 (ur. Hojka Kraigher); založba Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 2019.

[117] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2019): Slovenia's National Inventory Report 2019: GHG emissions inventories 1986–2017, dostopno na: http://cdr.eionet.europa.eu/si/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envxlr0rg/SVN_NIR_2019_April.pdf.

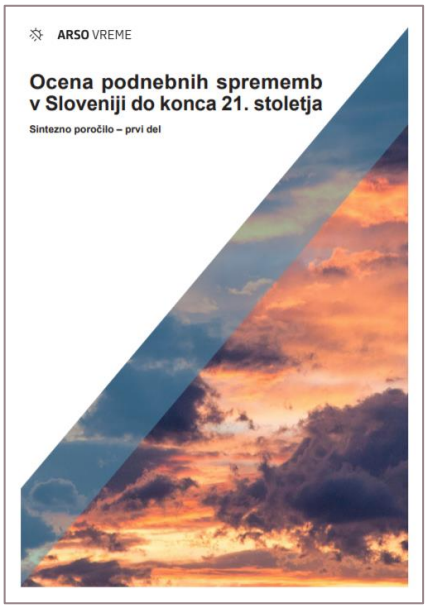
[118] Foto: Slovenski državni gozdovi d.o.o.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

4 Projekcije podnebnih sprememb v Sloveniji

Ne glede na to, kako dobro bo svet nadziral izpuste toplogrednih plinov v prihajajočih letih, se bo podnebje še naprej spreminjalo.[119]

Na podnebne spremembe se bomo morali prilagoditi. Prilagajanje na podnebne spremembe je ključni dejavnik prihodnje varnosti in blaginje ljudi, zaščite okolja, narave in premoženja, trajnostne oskrbe z naravnimi viri ter učinkovitega gospodarstva.



Da bi priskrbela kakovostne podatke za učinkovito načrtovanje ukrepov prilagajanja spremenjenim podnebnim razmeram, je Agencija Republike Slovenije za okolje pripravila oceno oziroma projekcije podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja.[120]

Podnebne projekcije ne veljajo za natančne napovedi stanja v prihodnosti, temveč opisujejo več možnih ter verjetnih stanj podnebnega sistema v Sloveniji na podlagi globalnega družbenogospodarskega razvoja in služijo kot ocena prihodnjih temperaturnih, padavinskih in hidroloških razmer.

[119] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2
[120] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Prihodnje podnebne razmere bodo močno odvisne od razvoja družbe in gospodarstva v 21. stoletju (stopnje naraščanja prebivalstva, bruto domačega proizvoda in tehnološkega razvoja) ter uspešnosti podnebnih politik.

Pri pripravi ocene sprememb podnebja v Sloveniji do konca 21. stoletja so strokovnjaki Agencije Republike Slovenije za okolje upoštevali tri scenarije izpustov toplogrednih plinov:[121]

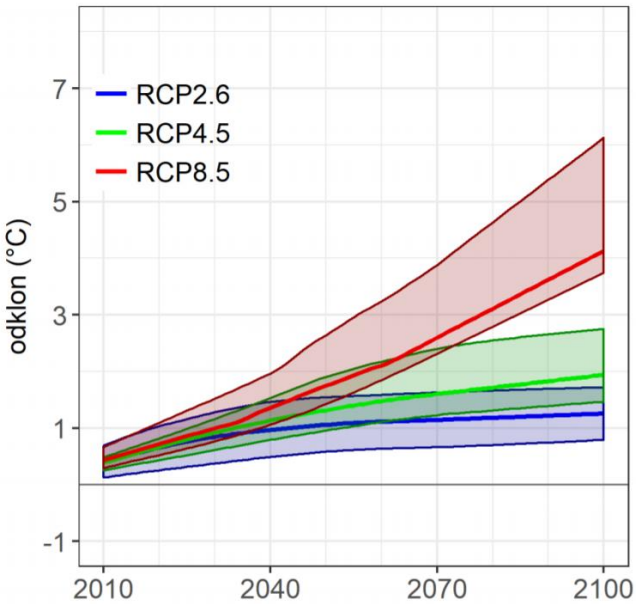
1. **Optimistični scenarij** izpustov (RCP2.6) se najbolj približa ciljem Pariškega sporazuma in predvideva, da bo politika omejevanja izpustov zelo hitra in uspešna: izpusti bodo dosegli višek na začetku 21. stoletja in se nato hitro zmanjševali ter dosegli ničelno vrednost[122] do osemdesetih let 21. stoletja, v nadaljevanju pa bodo celo rahlo negativni (ponori bodo večji od izpustov).
2. **Zmerno optimistični scenarij** (RCP4.5) predvideva, da se bodo izpusti toplogrednih plinov sprva še povečevali, nato pa sredi in proti koncu 21. stoletja zmanjševali, vendar bodo ostali sorazmerno veliki.
3. Pri **pesimističnem scenariju** (RCP8.5) pa se večji uspehi pri omejevanju izpustov ne predvidevajo, zato se bodo ti skozi celotno 21. stoletje hitro povečevali.

Rezultati simulacij za prihodnost napovedujejo znaten dvig povprečne letne temperature zraka do konca 21. stoletja na celotnem območju Slovenije v vseh letnih časih.[123]

Naraščanje temperature zraka se bo v Sloveniji v 21. stoletju nadaljevalo, velikost dviga pa je zelo odvisna od scenarija izpustov toplogrednih plinov.[124]

[121] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[122] (Neto) ničelni izpusti toplogrednih plinov so doseženi, ko izpusti (npr. zaradi kurjenja fosilnih goriv) ne presegajo zmožnosti ponorov, da jih odstranijo iz ozračja. Najpomembnejši naravni ponor predstavljajo gozdovi.
[123] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[124] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



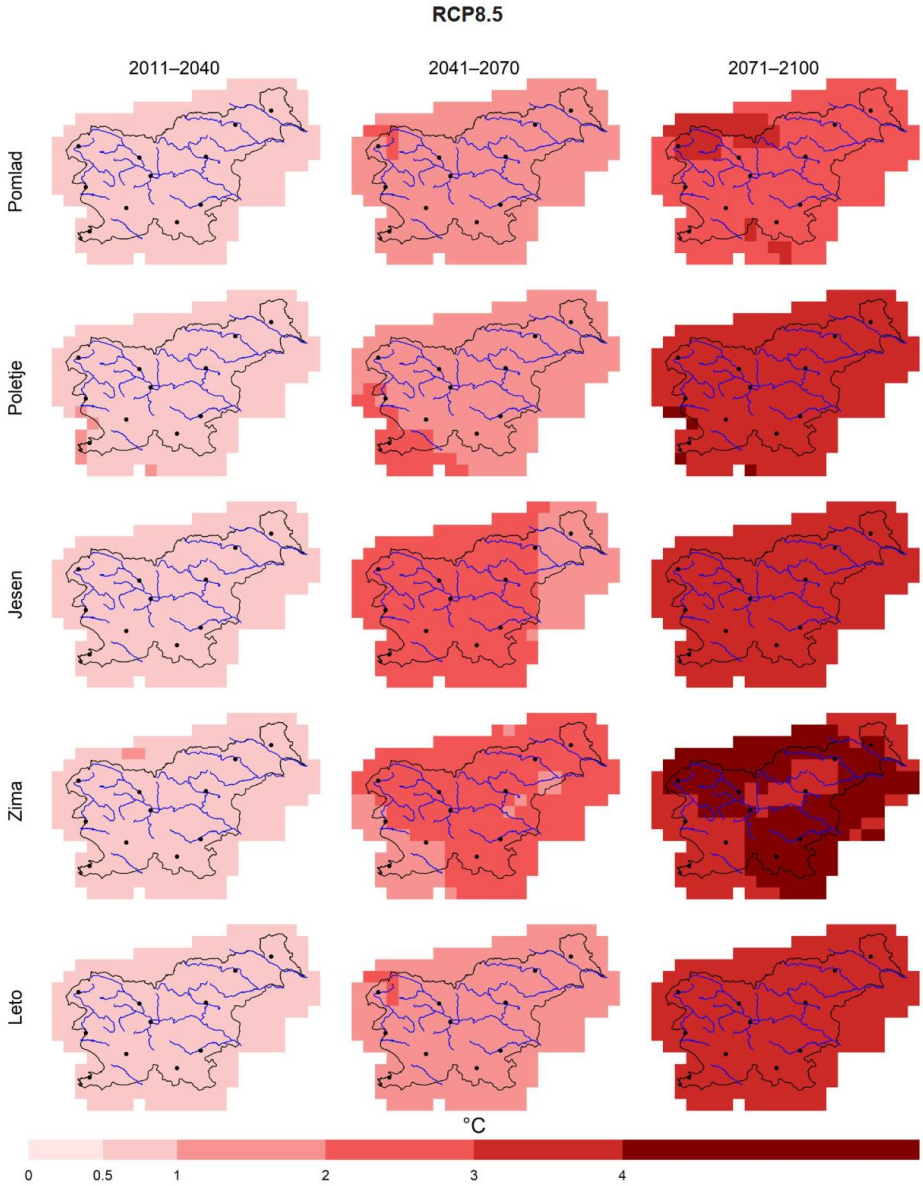
Časovni potek spremembe letnega povprečja temperature zraka v Sloveniji do konca 21. stoletja za tri scenarije izpustov, vključno z razponi odstopanj zaradi uporabe različnih podnebnih modelov.[125]

V primeru optimističnega scenarija izpustov RCP2.6 bo temperatura do konca stoletja v primerjavi z obdobjem 1981–2010 zrasla za približno 1,3 °C. Scenarij značilnega poteka vsebnosti toplogrednih plinov RCP4.5, ki glede zmanjševanja izpustov velja za zmerno optimističnega ter najbolj verjetnega v naslednjem stoletju, do leta 2100 predvideva dvig temperature zraka za približno 2 °C glede na obdobje 1981–2010, po pesimističnem scenariju izpustov RCP8.5 pa za približno 4,1 °C.[126]

Verjetno bo najbolj zrasla temperatura pozimi, le nekoliko manj poleti in jeseni, najmanj pa spomladi.

[125] Vir slike: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[126] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Sprememba povprečne temperature zraka po meteoroloških letnih časih in za celo leto v treh projekcijskih obdobjih glede na obdobje 1981–2010 za pesimistični scenarij izpustov (RCP8.5). Prikazan je odklon temperature od povprečja v primerjalnem obdobju 1981–2010.[127]

Dvig temperature bo močno povečal toplotno obremenitev. V primeru optimističnega scenarija izpustov se bo letno število vročih dni v Sloveniji do konca stoletja povečalo za približno 6, v primeru zmerno optimističnega scenarija izpustov za približno 11, v primeru pesimističnega scenarija izpustov pa za približno 27.[128]

[127] Vir slike: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

[128] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

V vseh scenarijih izpustov se bo povečalo število in trajanje vročinskih valov.

V primeru zmerno optimističnega scenarija izpustov bomo imeli konec stoletja povprečno vsaj en vročinski val letno, ki bo po jakosti primerljiv ali hujši od vročinskega vala, ki smo ga imeli poleti 2003.

Ogreval se bo površinski sloj tal.

Skladno z dvigom temperature zraka se bo ogreval površinski sloj tal, oboje pa bo vplivalo na fenološki razvoj rastlin in dolžino rastne dobe. Spomladanski fenološki razvoj rastlin (razvoj listov in cvetov) bo zgodnejši. V primeru srednje optimističnega scenarija izpustov bo olistanje gozdnega drevja približno dva tedna, v primeru pesimističnega scenarija izpustov pa celo do približno 40 dni zgodnejše kot v primerjalnem obdobju 1981–2010.[129]

Zaradi zvišanja temperature zraka in tal bo prišlo do premika rastlinskih pasov. Ker je sposobnost selitve rastlinstva majhna, obstaja nevarnost, da se precej rastlinskih vrst ne bo zmoglo preseliti in bodo zato izumrle. To bi povzročilo zmanjšanje biotske raznovrstnosti.[130]

Dolžina rastne dobe se bo podaljševala, spomladi se bo začela prej, jeseni pa končala pozneje. Vprašljivo je preživetje današnjih drevesnih vrst v tem geografskem prostoru.

[129] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[130] Vir: spletna stran Slovenija znižuje CO2 – dobre prakse: www.slovenija-co2.si/index.php/o-co2

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Drevesna sestava slovenskih gozdov se bo s spreminjanjem podnebja postopno spreminjala. Podnebne spremembe bodo najbolj prizadele smreko, jelko in druge iglavce. Dolgoročno je lahko ogrožena tudi bukev, ki danes predstavlja znaten del slovenskih gozdov in bo verjetno ostala glavna drevesna vrsta. Pričakuje se povečanje deleža ostalih listavcev, pri čemer bodo današnje vrste sčasoma nadomestili toploljubni listavci, in povečevanje deleža nekaterih tujerodnih vrst (robinja, pajesen, duglazija …).[131]

Poleg sprememb temperature in padavin bodo na gozd pomembno vplivali tudi sekundarni učinki podnebnih sprememb, kot so pojavi novih bolezni in škodljivcev ter večja pogostost gozdnih požarov. Zaradi višjih temperatur in pogostejših ekstremnih vremenskih dogodkov tudi že opažamo vse več škodljivcev, npr. podlubnikov, katerih število je v srednji Evropi skokovito naraslo. Znanstveniki opozarjajo tudi na nevarnost širjenja invazivnih tujerodnih vrst, ki odvzemajo prostor za rast avtohtonim vrstam.

Umiranje smrekovih gozdov, do kakršnega bi lahko prišlo do konca 21. stoletja v primeru pesimističnega scenarija izpustov.[132]

Gladina morja se bo dvigovala.

Po optimističnem scenariju se bo gladina morja do konca 21. stoletja dvignila še za pol metra, po pesimističnem scenariju pa za dodaten meter.

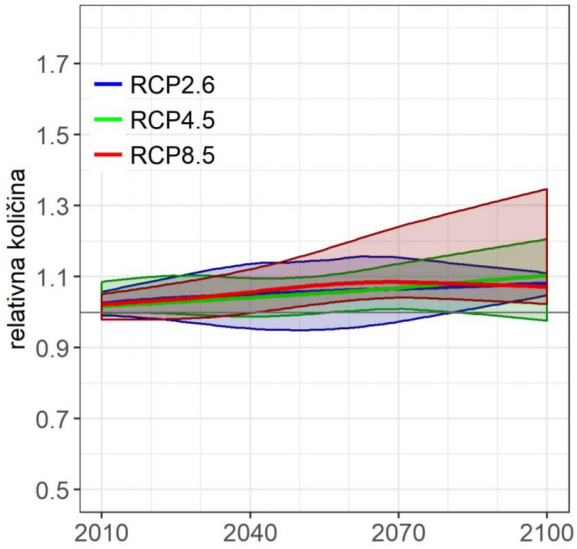
[131] Zavod za gozdove (2019): Predvidene spremembe sestave gozda zaradi podnebnih sprememb, dostopno na www.podnebnapot2050.si/wp-content/uploads/2019/03/Predvidene-spremembe-sestave-gozda-zaradi-podnebnih-sprememb.pdf.
[132] Vir slike: Umanotera, razstava Slovenija 50+

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

V slovenskem obalnem območju so zaradi dviga gladine morja najbolj izpostavljene soline, luka Koper, marine in kopališča, ranljiva pa so vsa obmorska mesta. Slika prikazuje možne posledice dviga gladine morja konec 21. stoletja, če se bo uresničil pesimistični scenarij izpustov.[133]

V povprečju bo več padavin, še posebej pozimi. Povečala se bosta jakost in pogostost izjemnih padavin, povečanje pa bo najbolj izrazito v primeru pesimističnega scenarija izpustov.

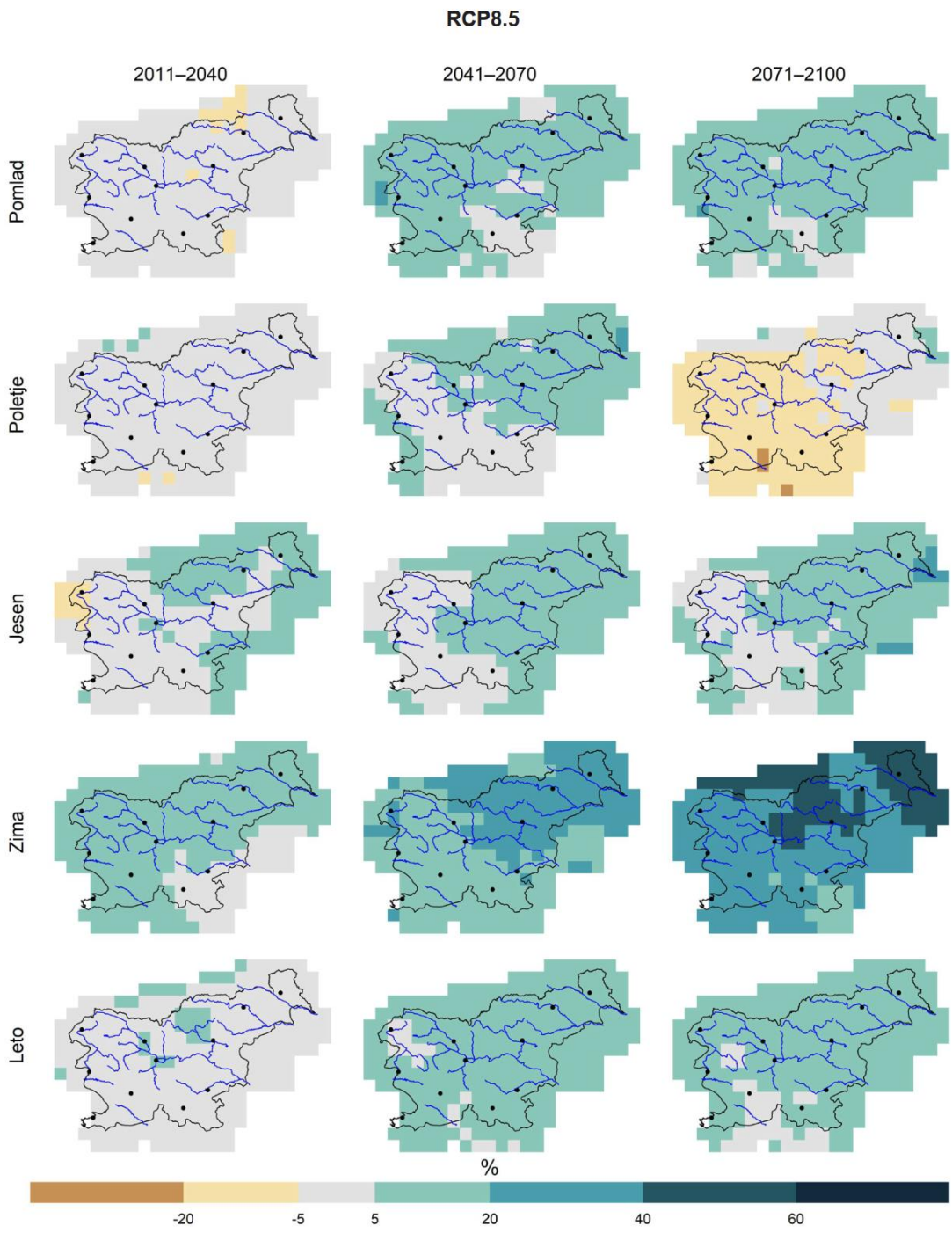
V nasprotju s temperaturo so scenariji za spremembe padavin v Sloveniji do konca 21. stoletja manj zanesljivi.



Časovni potek spremembe letne višine padavin do konca 21. stoletja v Sloveniji za tri scenarije, vključno z razponi odstopanj zaradi uporabe različnih podnebnih modelov. Prikazana je relativna vrednost glede na povprečje v obdobju 1981–2010 (to pomeni, da ima povprečje v obdobju 1981–2010 na grafu vrednost 1, vrednost 1,2 pa npr. pomeni, da bo količina padavin za 1,2-krat večja od povprečja v obdobju 1981–2010).[134]

[133] Vir slike: Umanotera, razstava Slovenija 50+
[134] Vir slike: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.



Sprememba povprečne višine padavin po meteoroloških letnih časih in za celo leto v treh projekcijskih obdobjih glede na obdobje 1981–2010 za pesimistični scenarij izpustov (RCP8.5) Prikazan je relativni odklon višine padavin od povprečja v primerjalnem obdobju 1981–2010.[135]

[135] Vir slike: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Višina padavin na letni ravni in pozimi se bo po zmerno optimističnem in pesimističnem scenariju izpustov sredi ali konec 21. stoletja znatno povečala. V primeru obeh scenarijev izpustov bo povprečno povečanje letnih padavin konec stoletja v primerjavi z obdobjem 1981–2010 do 20 %. Še bolj se bodo padavine povečale pozimi, nekoliko bolj na vzhodu države. Že v sredini stoletja se bodo v vzhodni Sloveniji zimske padavine povečale do 40 %, do konca stoletja pa bo v primeru pesimističnega scenarija izpustov lahko tudi več kot 60 % več zimskih padavin.[136]

Zimsko naraščanje padavin ne pomeni povečane možnosti za sneg, saj bodo z naraščajočo temperaturo zraka snežne padavine čedalje manj pogoste.[137]

Nizkoležeča smučišča bodo čedalje pogosteje ostala brez zimske snežne odeje, kar bo močno vplivalo na zimski turizem.[138]

Predvsem zaradi povečanja zimskih padavin v obliki dežja se bo povečala nevarnost poplav. Ker bo manj snežnih padavin, bomo izgubili naravni zadrževalnik vode v obliki snežne odeje.

Srednje letne konice rečnih pretokov se bodo po vseh scenarijih izpustov v primerjavi z obdobjem 1981–2010 povečale povsod po državi, v povprečju od 20 do 30 %. Povečanje se od bližnje prihodnosti proti koncu stoletja stopnjuje. Največje povečanje konic bo na severovzhodu države, kjer bo v primeru zmerno optimističnega scenarija izpustov znašalo do

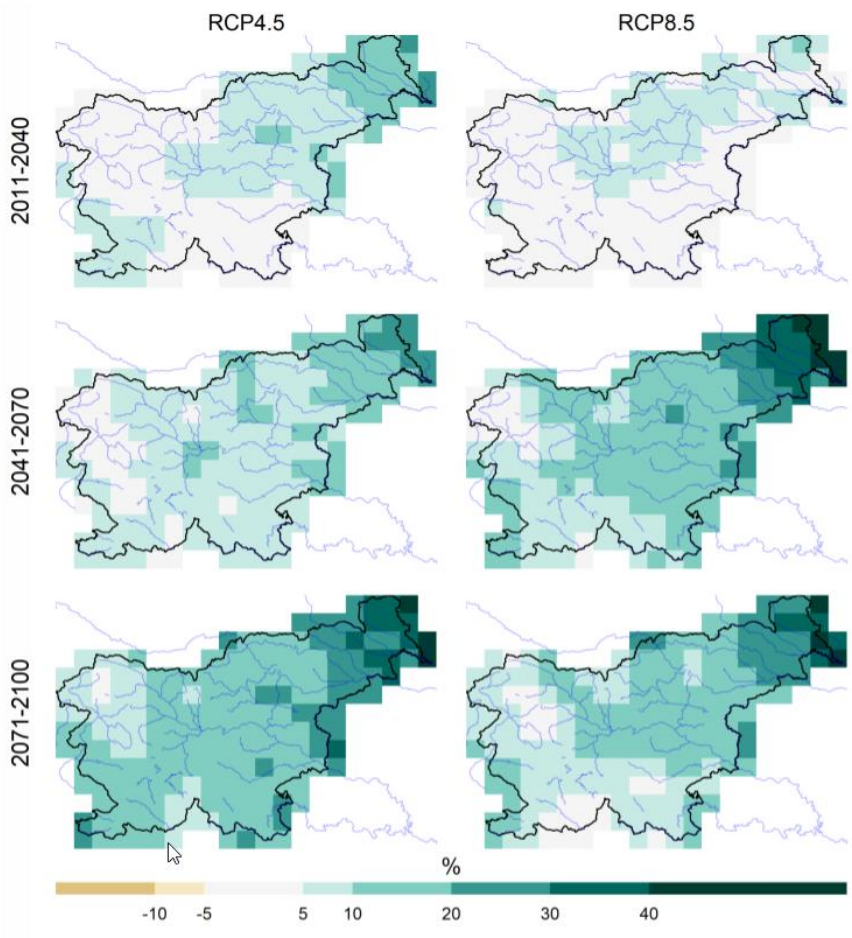
[136] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[137] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[138] Vir slike: Umanotera, razstava Slovenija 50+

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

približno 30 %. V primeru pesimističnega scenarija izpustov bo povečanje proti koncu stoletja med 20 in 40 % na skoraj vseh vodomernih postajah.[139]

Zaradi povečanja padavin se bo povečalo napajanje podzemne vode.

Ne glede na scenarij izpustov toplogrednih plinov se bo povprečno letno napajanje podzemne vode v primerjavi z obdobjem 1981–2010 do konca stoletja povečalo v povprečju do 20 %. Izstopa severovzhodna Slovenija, kjer lahko povečanje preseže 30 %.[140] Vode nam skratka ne bo primanjkovalo.



Spremembe povprečnega letnega napajanja podzemne vode za tri projekcijska obdobja in dva scenarija izpustov RCP4.5 (levo) in RCP8.5 (desno) glede na primerjalno obdobje 1981–2010.[141]

[139] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[140] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[141] Vir slike: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

Čeprav poleti in jeseni ne pričakujemo sprememb v skupni količini padavin, se bo povečala jakost kratkotrajnih suš med posameznimi padavinskimi dogodki.

Šestdesetdnevni vodni primanjkljaj se bo v zmerno optimističnem scenariju izpustov v primerjavi z obdobjem 1981–2010 povečal le v sredini stoletja, v poletnem in jesenskem času, do 70 mm. Proti koncu stoletja se bo nato spet zmanjšal na nivo primerjalnega obdobja. V pesimističnem scenariju izpustov se bo primanjkljaj povečal šele ob koncu stoletja, prav tako poleti in jeseni, ko bodo spremembe ponekod tudi večje od 70 mm.[142]

4.1 Tveganja in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Slovenijo

V procesu priprave državnega Strateškega okvira prilagajanja podnebnim spremembam[143] so strokovnjaki Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani izdelali Podlage za pripravo ocene tveganj in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Slovenijo.[144]

- Ugotavljajo, da utegnejo podnebne spremembe v Sloveniji močno vplivati na vodne vire in vodooskrbo ter povzročiti težave pri oskrbi s pitno vodo poleti.
- Zaradi dviga temperature in povečanja pogostosti in trajanja vročinskih valov se utegnejo spremeniti vzorci porabe energije in pogoji za njeno proizvodnjo (zelo povečana potreba po hlajenju poleti in nekoliko zmanjšana potreba po ogrevanju pozimi, težave z zagotavljanjem oskrbe z vodo za hlajenje objektov za proizvodnjo električne energije) ter povečati potrebe po zelenih površinah v mestih.
- Podnebne spremembe utegnejo tudi spremeniti turistične tokove in ogroziti turistično infrastrukturo, povzročiti motnje v delovanju industrije in povečati obratovalne stroške.
- Zaradi spremembe padavinskih vzorcev se utegnejo pojaviti motnje v proizvodnji energije, zlasti hidroenergije.
- Zaradi zakisanja morja utegnejo biti ogroženi nekateri organizmi v Jadranskem morju, zaradi dviga morske gladine pa utegnejo biti v prihodnosti potrebni premiki cestne in železniške infrastrukture ter izpraznitev nekaterih (delov) obalnih naselij.

[142] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del, dostopno na: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf.
[143] Ministrstvo za okolje in prostor (2016): Strateški okvir prilagajanja podnebnim spremembam, dostopen prek http://mop.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/podnebne_spremembe/SOzP.pdf.
[144] Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani (2014): Podlage za pripravo ocene tveganj in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Slovenijo. Končno poročilo, dostopno na mop.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/podnebne_spremembe/pripr_podl_prip_ocene_tveganj.pdf.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

- Povečana pogostost in jakost ekstremnih vremenskih pojavov utegne povečati škodo na lastnini, proizvodnih, turističnih in poslovnih objektih in infrastrukturi ter povzročiti gospodarsko škodo (npr. povečati stroške in ogroziti stabilnost zavarovalniškega sistema). Za preprečitev škode naj bi bili potrebni spremenjeni pristopi pri gradnji in prostorskem načrtovanju (npr. načrtovanje zunaj poplavnih območij).
- Ne nazadnje se utegne zaradi podnebnih sprememb v prihodnosti povečati potreba po humanitarni pomoči ter potreba po pomoči na kriznih območjih, ki jih bodo prizadeli konflikti, nastali zaradi naravnih virov.

4.2 V prihodnosti se bodo spremenile razmere za pridelavo hrane v Sloveniji

Z naraščanjem temperature zraka se bodo v prihodnosti spremenile tudi razmere za pridelavo hrane v Sloveniji. Strokovnjaki Agencije Republike Slovenije za okolje so pripravili oceno vpliva podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja na kmetijstvo in gozdarstvo.[145] Ta kaže, da se bo ogreval površinski sloj tal in dolžina rastne dobe se bo podaljševala – spomladi se bo začela prej, jeseni pa končala pozneje, na Primorskem se bo razpotegnila tudi v zimsko obdobje.

Sprememba v dolžini rastne dobe bo lahko imela tako pozitivne kakor tudi negativne učinke na pridelek kmetijskih rastlin. Povečal se bo izbor kmetijskih rastlin, ki bodo lahko uspevale tudi na območjih, kjer jih danes še ne gojimo, in možno bo uvajanje novih toplotno zahtevnejših kmetijskih rastlin. Tako so v Ajdovščini leta 2015 na občinski njivi uspešno preizkusili gojenje vrste tropskih in subtropskih kulturnih rastlin, ki bi lahko ob segrevanju podnebja nadomestile ali dopolnile tradicionalne kulture v Vipavski dolini: afriško kumaro, sladki krompir, okro, različne vrste buč in andsko jagodo.[146] Skrb pa vzbuja širjenje rastlinskih bolezni, ki jih še ne poznamo, in širjenje tujih invazivnih rastlinskih vrst, zlasti plevelov.

Rastlinski svet bo ob daljši rastni dobi še bolj izpostavljen sušnim in vročim poletjem in povečale se bodo potrebe po namakanju. Zaradi zgodnejšega razvoja rastlin in zgodnejše setve pa kljub višjim temperaturam pomembna dejavnika tveganja ostajata tudi zastoj rasti ob ohladitvah ter pozeba, ki ju bodo prinašali naključni vdori polarnega zraka, zato se bo povečala tudi potreba po zaščiti pred pozebo.

Časovno neusklajene spremembe nastopa razvojnih faz rastlin (npr. spomladanskega olistanja in cvetenja) bodo ogrozile tudi prehranjevalne verige in življenjski prostor nekaterih žuželk opraševalk. Spremenjena dinamika cvetenja alergenih rastlinskih vrst že danes vpliva na zgodnejšo in dlje trajajočo obremenjenost zraka s cvetnim prahom in s tem povezanimi vplivi na zdravje prebivalstva. V toplejšem prihodnjem podnebju skrb vzbujajo tudi številnejše generacije toploljubnih insektov, med katerimi so številni rastlinski škodljivci.

[145] Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2018): Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Povzetek dejavnikov okolja z vplivom na kmetijstvo in gozdarstvo, dostopno na meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/povzetek-podnebnih-sprememb-agro.pdf.
[146] Vir: http://znanost.sta.si/2285491/ajdovscina-vodilna-obcina-na-podrocju-prilagajanja-podnebnim-spremembam.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

4.3 Vpliv podnebnih sprememb na zdravje v Sloveniji

V Sloveniji se zaradi milih zim že množijo klopi, okuženi z borelijo in virusom klopnega meningoencefalitisa, ugodnejše postajajo razmere za razmnoževanje tigrastega komarja, ki je lahko prenašalec denge in čikungunje, zdravniki pa bodo morali verjetno zdraviti tudi bolezni, ki jih doslej nismo poznali pri nas, kot je npr. okužba z virusom Zika in vročica Zahodnega Nila.[147]

Aedes aegypti, prenašalec virusa Zika[148]

Izjemno visoke temperature in vročinski valovi bodo tudi v Sloveniji pomenili veliko tveganje za zdravje ljudi in bodo pri starejših osebah ter kroničnih bolnikih tudi ogrožali življenja. Samo vročinski val leta 2003 je bil v Evropi glavni vzrok smrti za 70.000 ljudi,[149] povečano smrtnost v obdobju vročinskih valov pa so zabeležili tudi v Sloveniji.

Prav tako so tudi pri nas že opazni negativni vplivi vročinskega stresa na delovnem mestu na zdravje in produktivnost delavcev,[150] ki se bodo z naraščajočimi temperaturami še stopnjevali predvsem v gradbeništvu, predelovalnih dejavnostih, prevozništvu, turizmu in kmetijstvu. Ob odsotnosti resnega ukrepanja na svetovni ravni in nadaljnjem povečevanju vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju bo ob koncu stoletja na številnih območjih Slovenije poleti tako vroče, da običajne dejavnosti, kot sta pridelava hrane in delo na prostem čez dan, zaradi vročinskega stresa ne bodo več mogoče.

[147] Nacionalni inštitut za javno zdravje (2016): Podnebne spremembe in zdravje v Sloveniji 2015, dostopno prek www.nijz.si/sl/publikacije/podnebne-spremembe-in-zdravje-v-sloveniji-2015.
[148] Vir slike: https://en.wikipedia.org/wiki/Aedes
[149] Robine, J. M., in dr. (2008): Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003, C. R. Biologies vol. 331, št. 2.
[150] Pogačar, T., in Kajfež Bogataj, L. (2017): Obremenjenost slovenskih delavcev z vročinskim stresom, Ujma, št. 37.

info@care4climate.si
www.care4climate.si
LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, sofinanciran s sredstvi evropskega programa LIFE, sredstev Sklada za podnebne spremembe in sredstvi partnerjev projekta.

O projektu LIFE IP CARE4CLIMATE

LIFE IP CARE4CLIMATE (LIFE17 IPC/SI/000007) je integralni projekt, ki bo s pomočjo ozaveščanja, izobraževanja in usposabljanja ključnih deležnikov, spodbudil izvajanje ukrepov, na podlagi izvedbe katerih bo Slovenija dosegla cilje zmanjšanja emisij toplogrednih plinov do leta 2020 oziroma 2030.

V projekt se je pod vodstvom MOP povezalo 15 partnerjev, ki bodo s svojimi aktivnostmi prispevali k učinkovitejšemu izvajanju Operativnega programa za zmanjševanje toplogrednih plinov in nacionalnega akcijskega načrta za energetsko učinkovitost 2014–2020 in s tem pripomogli, da bomo v Sloveniji lažje dosegli zastavljene cilje.

Več na uradni spletni strani projekta.

Partnerji projekta

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO

Urbanistični inštitut Republike Slovenije

EKO SKLAD
SLOVENSKI OKOLJSKI JAVNI SKLAD

UMANOTERA

Institut "Jožef Stefan" Ljubljana, Slovenija

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

IPOP Inštitut za politike prostora
Institute for Spatial Policies

Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo

focus
društvo za konstruktivni razvoj

ZUM URBANIZEM, PLANIRANJE, PROJEKTIRANJE d.o.o.

ZAG ZAVOD ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE

ZRMK

ZNANSTVENORAZISKOVALNI CENTER
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI

D^agency