

# RAZLIKE MED SEGREVANJEM ZEMLJINEGA POVRŠJA ZA 1,5 °C IN 2 °C

## THE DIFFERENCES BETWEEN A TEMPERATURE INCREASE OF THE EARTH'S SURFACE OF 1.5°C AND 2°C

### Zala Žnidaršič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska 19, Ljubljana, zala.znidarsic@gmail.com

### Lučka Kajfež Bogataj

prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, lucka.kajfez.bogataj@bf.uni-lj.si

### Povzetek

Podnebne spremembe so kot posledica globalnega segrevanja opazne povsod po svetu in se kažejo v najrazličnejših oblikah. Globalno se je ozračje pri tleh samo od druge polovice 20. stoletja naprej ogrelo za približno 1 °C, z negotovostjo približno 0,2 °C, pri tem pa v zadnjih 30 letih temperatura narašča za približno 0,2 °C na desetletje. S takim trendom segrevanja ozračja bi že čez približno 25 let lahko dosegli za 1,5 °C višje vrednosti od temperature ozračja v predindustrijski dobi (obdobje 1850–1900), učinki tega pa bi močno vplivali na življenje na Zemlji. Na podlagi prošnji vlad držav članic Pariškega sporazuma je zato Medvladni odbor za podnebne spremembe (v nadaljnjem besedilu: IPCC) oktobra lani izdal posebno poročilo o vplivu globalnega segrevanja za 1,5 °C glede na drugo polovico 19. stoletja v primerjavi z učinki napovedi segrevanja za 2 °C ter o razlikah med napovedmi izpustov, ob katerih bi dosegli enega ali drugega od stanj. V članku so predstavljene razlike med učinki segrevanja za 1,5 in 2 °C z globalnega vidika. Pri obeh napovedih bi bila za doseg cilja omejitve segrevanja potrebna hitra in velika sprememba zdajšnjih količin izpustov toplogrednih plinov.

### Abstract

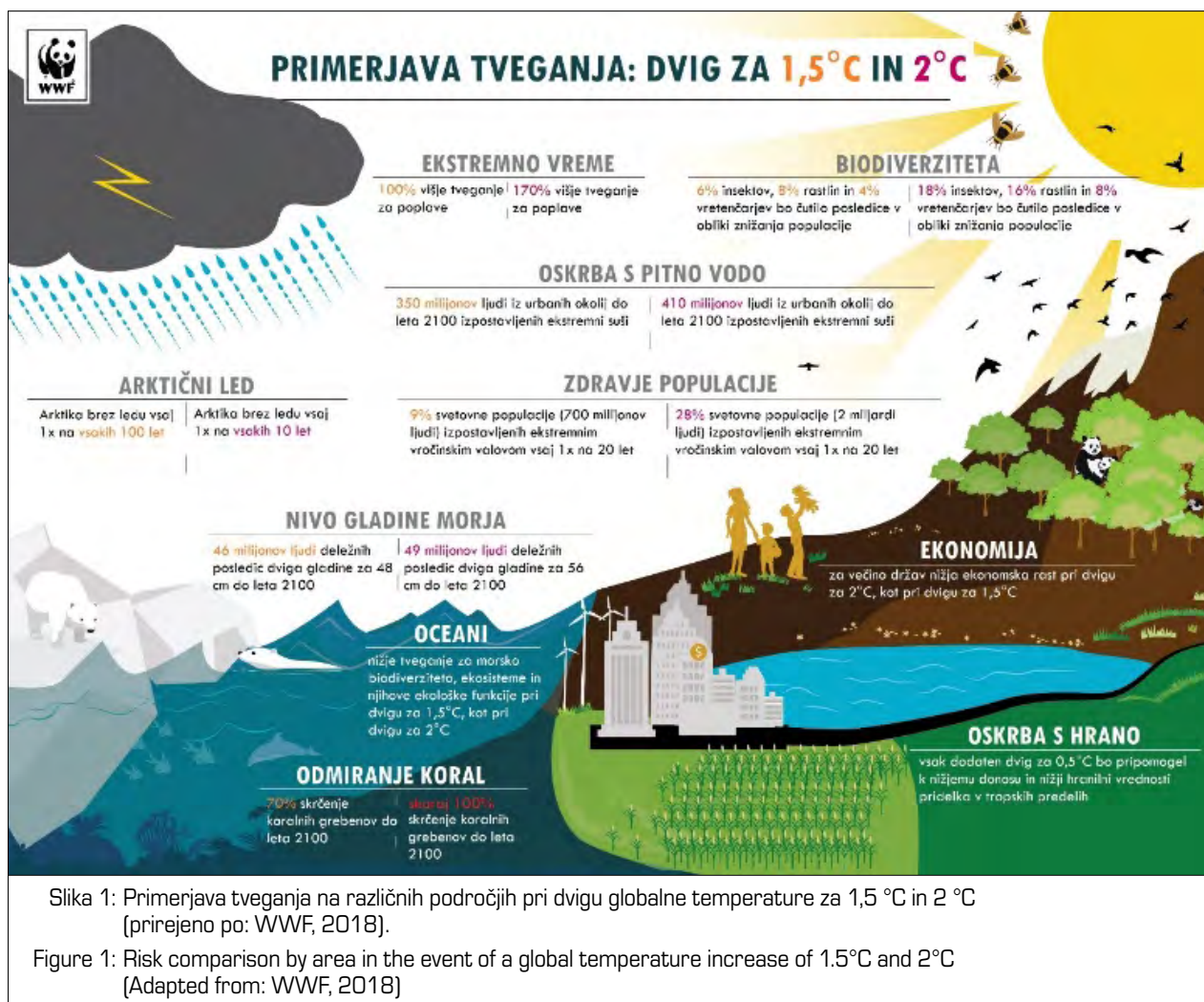
Climate change is already impacting our world by putting nature, wildlife, people and their homes at risk. Globally, ground air temperature has risen by approximately 1 °C since the 1950s, with an uncertainty of 0.2 °C, and the trend of the last 30 years has been approximately 0.2 °C per decade. This means that in only 25 years there could be an increase in global temperature of 1.5 °C compared to the values during the preindustrial era (1850-1900). The effects of this will be severe. Based on requests by governments, the IPCC has issued a report assessing how the impacts of a 1.5 °C temperature limit differ from a 2 °C limit, and the differences between the emission pathways for achieving these two temperature goals. This article presents the differences between the two scenarios, globally as well as regionally. In both cases, drastic action is necessary to reduce the current rate of temperature increase.

## Uvod

Podnebne spremembe kot posledica globalnega segrevanja imajo pomemben vpliv na večji del sveta ter vse pogosteje ogrožajo naravo, življenje in življenjski prostor ljudi in živali. Z namenom blaženja podnebnih sprememb je bil podpisan Pariški sporazum o podnebnih spremembah, v katerem so se članice zavezale k omejevanju globalnega segrevanja pod 2 °C glede na temperaturo v predindustrijski dobi (obdobje 1850–1900) in poskušanju omejitve segrevanja na 1,5 °C. Na podlagi prošnji vlad držav članic je IPCC oktobra 2018 izdal posebno poročilo (IPCC, 2018) o vplivu globalnega segrevanja za 1,5 °C glede na drugo polovico 19. stoletja v primerjavi z učinki napovedi segrevanja za 2 °C ter o razlikah med napovedmi izpustov, ob katerih bi dosegli enega ali drugega od stanj. Rezultati so pokazali, da bodo na svetu že pri napovedi segrevanja za 1,5 °C opazni znatni učinki na podnebje, ki bodo pri

napovedi segrevanja za 2 °C samo še povečani. Do današnjega dne se je globalno ozračje pri tleh ogrelo za približno 1 °C, zdaj pa smo na poti emisij toplogrednih plinov, ki bi do leta 2030 ustrezale dvigu za 1,5 °C (WRI, 2018). Omenjeno posebno poročilo je dodatek petemu poročilu o podnebnih spremembah (IPCC, 2018), v njem pa so navedeni tudi ukrepi, potrebni za izpolnitev obeh podnebnih ciljev.

Letna povprečna koncentracija CO<sub>2</sub> v ozračju je že leta 2015 dosegla rekordnih 400 ppm, v letih 2016, 2017 in 2018 pa je še naprej naraščala (NASA, 2019). Kriosfera se zadnja leta še naprej krči, enako arktični in antarktični morski led. Leto 2017 je bilo na svetovni ravni med tremi najtoplejšimi v času od druge polovice 19. stoletja do današnjih dni in najtoplejše brez pojava el niño. Vseh devet najtoplejših let doslej je bilo v obdobju od leta 2005 in pet najtoplejših od leta 2010 naprej (Cegnar, 2018).



Slika 1: Primerjava tveganja na različnih področjih pri dvigu globalne temperature za 1,5 °C in 2 °C (prirejeno po: WWF, 2018).

Figure 1: Risk comparison by area in the event of a global temperature increase of 1.5°C and 2°C (Adapted from: WWF, 2018)

Tudi na regionalni ravni so spremembe podnebja že opazne. V Sloveniji se je ozračje od leta 1961 segrelo za 2 °C, medtem ko temperaturni dvig v obdobju od druge polovice 19. stoletja do zdaj ocenjujemo na približno 2,5 °C. Od leta 1961 so se pri nas razen jeseni močno ogreli vsi letni časi. Prav tako sta se povečala število in moč vročinskih valov, obdobja hladnega vremena pa so postala manj pogosta in izrazita. Padavinske spremembe po drugi strani niso bile tako izrazite, se je pa na letni ravni v zahodni polovici Slovenije nekoliko zmanjšala količina padavin. Zaradi toplejših zim se je pri nas zmanjšala količina snega in tudi trajanje snežne odeje je krajše (ARSO, 2018).

Razlike med vplivi podnebnih sprememb pri dvigu globalne temperature za 1,5 °C in 2 °C so izjemne. Pri 2 °C bo skrajnim oziroma ekstremnim vročinskimi valovom izpostavljenih trikrat več ljudi na svetu, poleg tega bo svetovno gledano tveganje za poplave 170 % današnjega, torej več kot enkrat večje od današnjega, kar je prikazano na sliki 1 (WWF, 2018).

## Spremembe vremena

Pri obeh napovedih bodo razlike v sezonski temperaturi. Če uspejo omejiti dvig temperature na 1,5 °C, bo

približno 14 % svetovnega prebivalstva izpostavljenih skrajnim vročinskimi valovom vsaj enkrat na pet let, pri dvigu za 2 °C pa bo ta delež dvakrat višji, skrajnim vročinskimi valovom vsaj enkrat na pet let bo namreč izpostavljenih kar 37 % svetovnega prebivalstva (slika 2).

Verjetnost suš in tveganje za slabšo oskrbo s pitno vodo bosta ob segrevanju za 1,5 °C znatno zmanjšani. Še posebej je to pomembno za Sredozemlje in Južno Afriko, kjer bo tveganje za obsežnejše suše in njihovo pogostost pri dvigu za 2 °C znatno višje. Območja visokih geografskih širin severne poloble in gorati deli sveta, skupaj z vzhodno Azijo in vzhodnim delom Severne Amerike, bodo po ugotovitvah IPCC pri spremembi za 2 °C izpostavljena popuščanju mraza v najhladnejših zimskih dneh in večji količini padavin kot pa pri spremembi za 1,5 °C, ko bosta popuščanje mraza in količina padavin manjša. Medtem ko bo že za 1,5 °C toplejše podnebje pomenilo več poplav in erozije tal v primerjavi z današnjimi razmerami, bi za 2 °C toplejše podnebje lahko pomenilo, da bo takšnih dogodkov še več.

V Sloveniji lahko zaradi reliefne in podnebne pestrosti pričakujemo nekoliko različne podnebne spremembe med posameznimi območji, poleg tega pa bodo učinki omenjenih sprememb različno izraziti (ARSO, 2018). Pri

globalnem cilju 2 °C lahko v Sloveniji pričakujemo dvig temperature za okoli 3 °C nad temperaturo, kot je bila konec 19. stoletja, kar pomeni, da se bo obremenitev zaradi vročine stopnjevala, ob tem pa se bosta dolžina in jakost vročinskih valov povečevali. Že v naslednjih dveh desetletjih se bo na primer povprečno število vročih dni (ko najvišja temperatura zraka preseže 30 °C) v nižinah Slovenije povečalo za 8 do 11 (ARSO, 2018).

## Spremembe na Arktiki

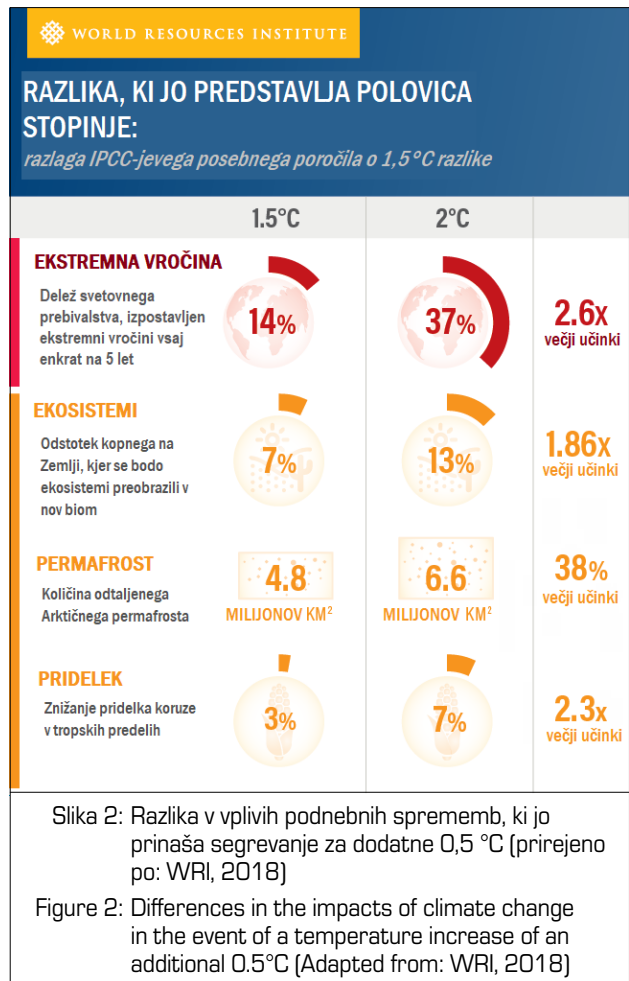
Podnebne spremembe so na Arktiki še bolj izrazite kot drugje, segrevanje je več kot dvakrat večje od globalnega povprečja. Morski led, ki je ključna komponenta arktičnih morskih ekosistemov, se drastično krči, v zadnjih 12 poletjih smo zabeležili 12 primerov najmanjših površin ledu (WWF, 2018). Pri 1,5 °C toplejšem podnebnju bo Arktika na vsakih 100 let eno poletje popolnoma brez ledu, pri dvigu za 2 °C pa vsaj eno poletje na deset let (WWF, 2018). Posledice tega so izjemno pomembne ne le za morske ekosisteme na Arktiki, temveč tudi za preostali del sveta. Ker morje sončno sevanje bolje absorbira od ledu, bo to vplivalo na globalno energijsko ravnovesje in cirkulacijo oceanov ter s tem na razvoj vremena na severni polobli.

Še ena izmed posledic talečega ledu je dvigovanje višine morja, ki bo ob dvigu temperature za 1,5 °C leta 2100 enako približno 40 cm višji morski gladini od gladine v obdobju 1986–2005. Pri dvigu za 2 °C bo ta sprememba gladine približno 46 cm, z dvigovanjem morske gladine pa so močno obremenjena obalna območja, ki se bodo na spremembe lažje prilagodila ob počasnejšem dviganju gladine. Poplavam bo (brez upoštevanja prilaganja in zdajšnjega prebivalstva) pri spremembi za 1,5 °C izpostavljenih 69 milijonov ljudi, pri spremembi za 2 °C pa 79 milijonov.

## Spremembe biodiverzitete

Podnebne spremembe vplivajo na krčenje življenjskega prostora rastlin in živali. Ocenjujejo, da bo pri dvigu temperature za 2 °C v svetovnem merilu okoli 18 % insektov, 16 % rastlin in 8 % vretenčarjev izgubilo več kot polovico zdajšnje populacije. Pri dvigu temperature za 1,5 °C pa je izgubi več kot polovice zdajšnje populacije izpostavljenih 6 % insektov, 8 % rastlin in 4 % vretenčarjev. Prav tako bo ob manjšem dvigu temperature tveganje za gozdne požare in razširjanje bolezni ter škodljivcev mnogo manjše kot pri dvigu temperature za 2 °C, vsi ti dejavniki pa neposredno vplivajo na biodiverzitetu.

Pri IPCC predvidevajo, da se bodo ekosistemi ob večjem segrevanju znatno spremenili. Kar 13 % kopenskega dela Zemlje bo namreč podvrženih preoblikovanju bioma, kot je na primer sprememba območja tundre v gozd. Omenjeno tveganje se pri dvigu temperature za 1,5 °C omeji na 4 % kopenskega dela Zemlje.



Ena izmed najpomembnejših tovrstnih sprememb bioma, ki bi bila za razmere za življenje na Zemlji odločilna, je taljenje permafrosta, kar bi povzročilo sproščanje izrednih količin skladiščenega ogljika v ozračje. Do leta 2100 bi se pri dvigu za 2 °C stalilo kar 35–47 % permafrosta na Arktiki, kar je približno enako trem četrtinam velikosti Avstralije. Ta delež bi bil pri dvigu za 1,5 °C znatno manjši – staljenega permafrosta bi bilo 4,8 milijona km<sup>2</sup> oziroma 21–37 % skupnih svetovnih površin permafrosta.

Zaradi globalnega segrevanja se spreminjajo tudi oceanski ekosistemi. Oceani vsrkajo do 30 % antropogenih letnih izpustov ogljikovega dioksida v ozračje in tako blažijo vpliv izpustov na podnebje, po drugi strani pa ima to resne ekološke posledice, saj CO<sub>2</sub> reagira z morsko vodo in povzroča upadanje pH morske vode in spremembe v kemiji karbonatov v morski vodi. To vpliva na lupine in ogradje organizmov v morju, kot so korale in školjke (Cegnar, 2017). Po prvi napovedi se bodo po predvidevanjih IPCC koralni grebeni skrčili za kar 70–90 %, pri močnejšem segrevanju pa jih bo na svetu ostal le še 1 %. Prav tako bodo države ob ekvatorju doživele upad rib, zakisovanje morij, povečevanje morskih območjih brez življenja in druge za oceane usodne razmere. Letni ulov rib bo pri dvigu za 1,5 °C upadel za 1,5 milijona ton, pri dvigu za 2 °C pa bi bile izgube pri ribolovu kar dvakrat večje.

## Vpliv na zdravje prebivalstva

Pri višjem dvigu temperature bo tveganje za slabši pridelek in s tem oskrbo s hrano v Sahelu, Južni Afriki, Mediteranu in amazonski regiji večje kot pa pri dvigu temperature za 1,5 °C. Prav tako bo tveganje za slabši ulov in pridelek v ribogojnicah in akvakulturi večje pri dvigu temperature za 2 °C (WRI, 2018).

Zaradi naraščanja temperature zraka bo splošna obremenjenost prebivalstva z vročinskim stresom višja, tveganje za višjo umrljivost in poslabšanje zdravstvenega stanja v urbanih območjih pa bo višje pri dvigu temperature za 2 °C kot pa pri dvigu temperature za 1,5 °C (WRI, 2018).

## Ekonomske posledice

Vpliv naraščajoče temperature na državno ekonomijo bo največji v državah s srednjim BDP, torej v številnih afriških državah, jugovzhodni Aziji, Indiji, Braziliji in Mehiki. Če nam segrevanje uspe omejiti na 1,5 °C, bodo predvidene izgube BDP do leta 2100 velike približno 0,3 %, sicer pa 0,5 %.

## Sklepne misli

Za dosego cilja omejitve rasti globalne temperature na bodisi 1,5 °C bodisi 2 °C bodo nujne korenite ekonomske, industrijske in gospodarske spremembe. Na globalni ravni bo treba za dosego prve napovedi zmanjšati letne emisije na 25–30 Gt CO<sub>2</sub> v letu 2030, zdaj pa smo na poti k več kot dvakratni količini teh emisij (52–28 Gt CO<sub>2</sub>) v letu 2030. Za doseganje ciljne vrednosti povprečnega dviga temperature na svetovni ravni za 2 °C bi do leta 2030 morali zmanjšati emisije za približno 20 % glede na stanje iz leta 2010, za doseganje ciljne vrednosti povprečnega dviga temperature na svetovni ravni za 1,5 °C pa za 40–50 % glede na stanje iz 2010. Emisije toplogrednih plinov bi morali za dosego dviga za 1,5 °C popolnoma izničiti do leta 2050, za dosego dviga za 2 °C pa do leta 2075 (WRI, 2018).

Učinke podnebnih sprememb bi lahko ublažili z izboljšanjem zdajšnje energijske učinkovitosti, investiranjem v obnovljive vire energije, izločanjem emisij iz transporta in zaščito naravnih sistemov, ki iz ozračja izločajo ogljik in jih zato imenujemo ponori ogljika. To so predvsem gozdni ekosistemi in oceani, pri čemer rastline iz ozračja jemljejo CO<sub>2</sub> prek fotosinteze in poznejšega prenosa vezanega ogljika v rastlinska tkiva, v oceanu pa imajo podobno vlogo plankton in drugi mikroorganizmi.

## Viri in literatura

1. Cegnar, T., 2018. Podnebne razmere v svetu leta 2017. *Ujma* 32, 8–21, Dostopno na: [http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article\\_2017.html](http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article_2017.html)
2. Levin, K., WRI, 2018. Half a Degree and a World Apart: The Difference in Climate Impacts Between 1.5 °C and 2 °C of Warming. Dostopno na: <https://www.wri.org/blog/2018/10/half-degree-and-world-apart-difference-climate-impacts-between-15-c-and-2-c-warming> (10. marec 2019).
3. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H., Roberts, D., in sod., IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: 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.
4. NASA, Global Climate Change: Carbon Dioxide May 2019, 2019. Dostopno na: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/> (17. junij 2019)
5. Urad za meteorologijo in hidrologijo, ARSO, 2018. Kaj pomeni 1,5 °C namesto 2 °C toplejše Zemljino površje za Slovenijo? Dostopno na: <http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/Kaj%20pomeni%201.5%20stopinje%20za%20Slovenijo.pdf> (10. marec 2019).
6. WWF, 2018. Our warming world: how much difference will half-a-degree really make? Dostopno na: <https://www.wwf.org.uk/updates/our-warming-world-how-much-difference-will-half-degree-really-make> (10. marec 2019).