

PODNEBNE RAZMERE V SVETU LETA 2017

GLOBAL CLIMATE CONDITIONS IN 2017

Tanja Cegnar

mag., Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Vojkova 1 b, Ljubljana, tanja.cegnar@gov.si

Povzetek

Leto 2017 je bilo na svetovni ravni med tremi najtoplejšimi doslej in najtoplejše brez pojava el niño. Povprečna temperatura je za 1,1 °C preseгла povprečje predindustrijske dobe, kar že presega polovico zastavljenega cilja s Pariškim podnebnim sporazumom, ki še vedno ni opustil prizadevanj, da bi dvig svetovne temperature omejili na 1,5 °C. Povprečna koncentracija CO₂ v ozračju je v letu 2017 dosegla novo rekordno visoko raven. Vseh devet najtoplejših let je bilo v obdobju od leta 2005 in pet najtoplejših od leta 2010. Kriosfera se je še naprej krčila in morska gladina je naraščala. Ozonska luknja nad Antarktiko je bila zaradi meteoroloških razmer dokaj omejena. Ekstremni dogodki, kot so suše, poplave in požari v naravnem okolju, so terjali življenja in uničevali lastnino v mnogih delih sveta. Izstopali so aktivna orkanska sezona na Atlantiku, velike monsunske poplave na indijski podcelini in nadaljevanje hude suše na delih vzhodne Afrike. Zaradi naštetega je bilo leta 2017 dokumentiranih največ gospodarskih izgub doslej, povezanih z vremenskimi in podnebnimi dogodki.

Abstract

The global mean temperature in 2017 was approximately 1.1°C above the pre-industrial era, more than halfway towards the maximum limit of temperature increase of 2°C sought through the Paris Agreement, which further strives to limit the increase to 1.5°C above pre-industrial levels. 2017 was the warmest on record without an El Niño event, and one of the three warmest years behind the record-setting 2016. The world's nine warmest years have all occurred since 2005, and the five warmest since 2010. Extreme weather claimed lives and destroyed livelihoods in many countries. 2017 was the most expensive year on record for severe weather and climate events.

Viri podatkov in primerjalna obdobja

V podnebnih analizah za oceno razmer uporabljamo primerjavo z dolgoletnim povprečjem. Previdnost pri primerjavi izračunov različnih podnebnih centrov je potrebna zaradi uporabe različnih obdobj, ki jih uporabljajo za primerjavo in izračun odklonov. Predvsem v političnih dokumentih – vodilno vlogo na tem področju ima Konvencija ZN o podnebnih spremembah (UNFCCC, 2016) – za primerjavo uporabljajo stanje v predindustrijski dobi. Za opis predindustrijskih razmer uporabljajo povprečje obdobja 1850–1900.

Za državne meteorološke službe velja priporočilo Svetovne meteorološke organizacije (SMO), ki priporoča obdobje 1981–2010 za vsakodnevne podnebne analize, za spremljanje podnebnih sprememb v daljšem obdobju pa povprečje predindustrijske dobe 1850–1900 (WMO, 2018). Nekatera velika središča za spremljanje podnebja uporabljajo tudi primerjalno obdobje 1951–1980. Uporaba različnih primerjalnih obdobj pa ne vpliva na razvrščanje let po temperaturi in na izračunane trende ogrevanja.

pomanjkljivimi ali manjkajočimi podatki. Razlike nastajajo predvsem zaradi različnega obravnavanja polarnih območij, ki so z meritvami slabo pokrita.

Čeprav imajo velika podnebna središča, ki izračunavajo povprečno temperaturo na svetovni ravni, nekoliko različne pristope, njihovi rezultati sovpadajo in potrjujejo, da je bilo leto 2017 med tremi najtoplejšimi, odkar razpolagamo s podatki o povprečni svetovni temperaturi. Prvo najtoplejše je bilo leto 2016, drugo pa leto 2015, vendar je razlika med leti 2015 in 2017 zanemarljivo majhna. Leto 2017 je bilo najtoplejše leto brez pojava el niño.

V prispevku smo se večinoma naslonili na Svetovno meteorološko organizacijo (SMO) in njeno poročilo o stanju svetovnega podnebja v letu 2017 (WMO, 2018), uporabili pa smo tudi druge vire svetovnih podnebnih centrov ter evropskega programa Copernicus, ki ga izvaja Evropski center za srednjeročne napovedi vremena (ECMWF).

Temperatura leta 2017 na svetovni ravni

Izračuni velikih podnebnih središč se med seboj nekoliko razlikujejo zaradi različnega obravnavanja območij s

Leto 2016 ostaja najtoplejše doslej, a leto 2017 je med tremi najtoplejšimi in najtoplejše med leti brez pojava

el niño. Izraziti pojavi el niño, kot je bil tisti v obdobju 2015/2016, običajno zvišajo svetovno povprečno temperaturo za 0,1 °C do 0,2 °C. V primeru dogodka 2015/2016 je bil prispevek el niña največji v obdobju od oktobra 2015 do aprila 2016. Nevtralne razmere so prevladovala večina leta 2017, šibka la niña pa se je razvila pozno v letu 2017 (WMO, 2018).

Kombinacija petih podatkovnih nizov, od katerih trije uporabljajo konvencionalna opazovanja na površini in reanalize, kaže, da je bilo svetovno povprečje temperature leta 2017 $0,46 \text{ °C} \pm 0,1 \text{ °C}$ nad povprečjem obdobja 1981–2010 in približno $1,1 \text{ °C} \pm 0,1 \text{ °C}$ nad predindustrijsko ravnijo ter je za $0,1 \text{ °C}$ zaostala za letom 2016. Leti 2017 in 2015 sta bili temperaturno tako blizu, da ne moremo z gotovostjo trditi, katero med njima je bilo toplejše, nedvomno pa je bilo leto 2016 najtoplejše doslej.

Leta 2015, 2016 in 2017 so bila očitno toplejša od vseh let pred letom 2015 za najmanj $0,15 \text{ °C}$. Povprečna globalna temperatura obdobja 2013–2017 je skoraj 1 °C nad povprečjem obdobja 1850–1900 in za $0,4 \text{ °C}$ preseгла povprečje obdobja 1981–2010; je najvišje petletno povprečje temperature doslej. Petletno povprečje nudi dolgoročnejši pogled, ker zgladi letna nihanja, kot so tista povezana s pojavom el niño. Pet najtoplejših let je zbranih od leta 2010, medtem ko je celo najhladnejše leto v tem stoletju, to je leto 2008, za $0,09 \text{ °C}$ toplejše od povprečja obdobja 1981–2010 in bi se v 20. stoletju uvrstilo na drugo mesto (WMO, 2018).

SMO se v ocenah podnebnih razmer v letu 2017 naslanja na pet svetovnih centrov, ki računajo povprečno svetovno temperaturo. Ti centri so Meteorološka služba Združenega kraljestva – Hadleyjevo središče za podnebne napovedi in raziskave (Met Office Hadley Centre and Climate Research Unit), Nacionalna uprava za oceane in ozračje – Nacionalni center za okoljske informacije (*National Centers for Environmental Information* – NOAA) ter Nacionalna zrakoplovna in vesoljska uprava – Goddardov inštitut za vesoljske študije (*NASA Goddard Institute for Space Studies*). Poleg tega upošteva rezul-

tate dveh podatkovnih nizov, ki temeljita na reanalizah, to sta ERA-interim Evropskega centra za srednjeročno napoved vremena in JRA-55 Japonske meteorološke agencije. SMO ocenjuje razmere na osnovi povprečja izračunov vseh petih podatkovnih nizov. Reanalize projekta EU Copernicus (ECMWF, 2018), ki teče na Evropskem centru za srednjeročno napoved vremena in uporablja za primerjavo podatke ERA-Interim reanalize, omogočajo upoštevanje razmer tudi na območjih s slabšo pokritostjo z meritvami – predvsem Arktike.

V posameznih podatkovnih nizih je bilo leto 2017 po oceni dveh centrov drugo najtoplejše, po ocenah preostalih treh centrov pa tretje najtoplejše. Razlike v ocenah so predvsem posledica načina, po katerem analizirajo podatkovno slabo pokrita območja, med katerimi je tudi Arktika, ki se najhitreje segreva. Razlika v povprečni temperaturi med letoma 2015 in 2017 je tako majhna, da je negotovost ocene večja od razlike. Razporeditev desetih najtoplejših let na svetovni ravni po odklonu glede na primerjalno obdobje smo zbrali v preglednici 1. Odklon nad povprečjem obdobja 1951–1980 se po ocenah različnih svetovnih centrov nekoliko razlikuje (slika 1).

Svetovna raven temperature je bila opazno nad dolgotnim povprečjem čez vse leto. Največji odkloni so bili zgodaj v letu, prvi trije meseci leta so bili vsaj za $0,5 \text{ °C}$ toplejši od povprečja obdobja 1981–2010, marca je bil odklon celo $0,64 \text{ °C}$. V nadaljevanju leta so bili odkloni med $0,3 \text{ °C}$ in $0,5 \text{ °C}$, najmanjši odklon je bil junija, in sicer $0,34 \text{ °C}$.

Kazalniki podnebnih sprememb

Seveda se podnebne spremembe ne kažejo le z naraščanjem svetovne povprečne temperature, v preglednici 2 smo zbrali nekaj ključnih kazalnikov spreminjanja svetovnega podnebnega sistema.

Gladina morja je še naprej naraščala, prav tako raven toplogrednih plinov v ozračju. Letna povprečna koncentracija CO_2 v ozračju je že leta 2015 dosegla rekordnih 400 ppm, v letu 2016 in 2017 pa je še naraščala. Kriosfera se je še naprej krčila, enako arktični in antarktični morski led.

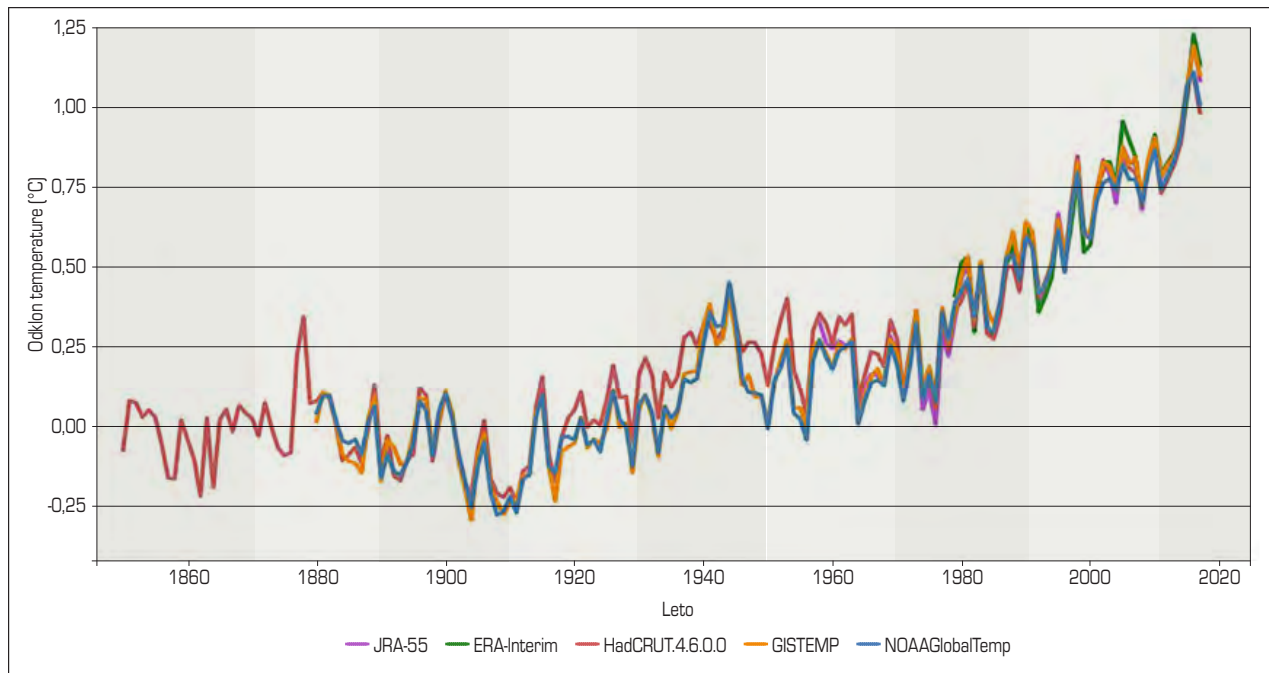
Tveganje zaradi z vročinskimi valovi povezanimi boleznimi se vztrajno povečuje. Približno 30 % svetovnega prebivalstva zdaj živi v podnebnih razmerah, kjer visoka temperatura ogroža življenja vsaj 20 dni na leto.

Izstopali so aktivna orkanska sezona na Atlantiku, velike monsunske poplave na indijski podcelini, nadaljevanje hude suše na delih vzhodne Afrike. Zaradi tega je bilo leta 2017 dokumentirano z največ vremenskimi in podnebnimi dogodki povezanih gospodarskih izgub. Po oceni Svetovnega gospodarskega foruma (WMO 2018) ekstremni vremenski dogodki še vedno ostajajo najpomembnejše tveganje, s katerimi se sooča človeštvo, tako glede na verjetnost kot na vpliv.

Leto	Odklon v °C glede na povprečje obdobja 1981–2010
2016	0,56
2017	0,46
2015	0,45
2014	0,30
2010	0,28
2005	0,27
2013	0,24
2006	0,22
2009	0,21
1998	0,21

Preglednica 1: Najtoplejša leta na svetovni ravni (WMO, 2018)

Table 1: The world's warmest years on record (WMO, 2018)



Slika 1: Potek povprečne svetovne temperature po podatkih petih svetovnih raziskovalnih centrov glede na povprečje obdobja 1850–1990: JRA-55 – Japonska meteorološka agencija, ERA-interim – Evropski center za srednjeročno napoved vremena, HadCRUT.4.6.0.0 – Meteorološka služba Združenega kraljestva – Hadleyjevo središče za podnebne napovedi in raziskave, GISTEMP – Nacionalna zrakoplovna in vesoljska uprava in NOAA GlobalTemp – Nacionalna uprava za oceane in ozračje (WMO, 2018)

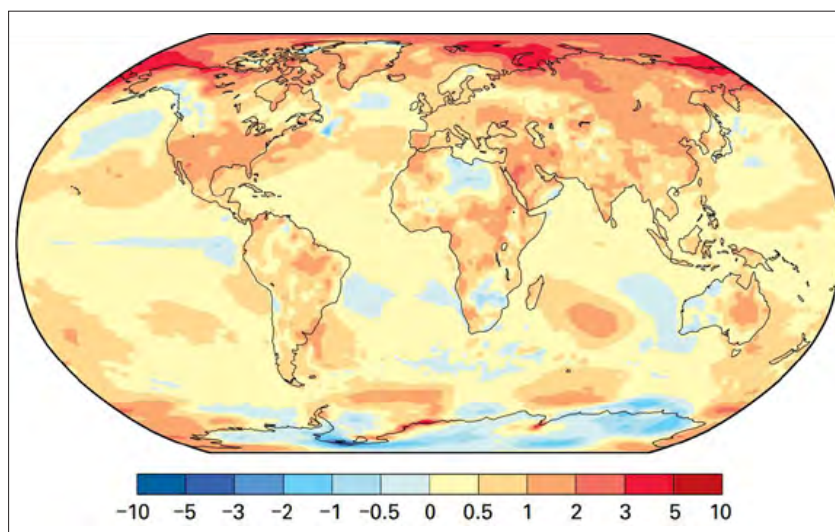
Figure 1: Global mean temperature anomalies, with respect to the 1850-1990 baseline for the five global datasets: JRA-55 – Japan Meteorological Agency, ERA-Interim – ECMWF, HadCRUT.4.6.0.0 – Met Office Hadley Centre and Climate Research Unit, GISTEMP – NASA, and NOAA GlobalTemp – NOAA (WMO, 2018)

Prostorska in mesečna spremenljivost odklona povprečne temperature

Nadpovprečno topla območja v letu 2017 so bila zelo obširna, kopna območja izven Antarktike, ki so bila hladnejša od primerjalnega obdobja, so bila del zahodne Kanade in manjši del Avstralije. Reanalize kažejo na podpovprečno letno temperaturo tudi v delih Afrike, kjer pa so meritve redke.

Presežek nad 1 °C nad dolgoletnim povprečjem je bil na višjih območjih azijskega dela Rusije, Mongolije in severne Kitajske. Podobno velik je bil presežek povprečne letne temperature tudi na severozahodu Kanade in na Aljaski, južni polovici ZDA in delih severne Mehike, pa tudi na delu vzhodne Avstralije.

Največji presežek, nad 2 °C, je bil visoko na severu, predvsem v vzhodni Rusiji in na severozahodu Severne Amerike. Nekatera obalna območja so bila deležna vpliva zmanjšanega obsega morskega ledu (npr. Svalbard), kjer je bila povprečna letna temperatura kar 4 °C nad dolgoletnim povprečjem.



Slika 2: Odklon povprečne letne temperature zemeljskega površja od povprečja obdobja 1981–2010 (WMO, 2018)

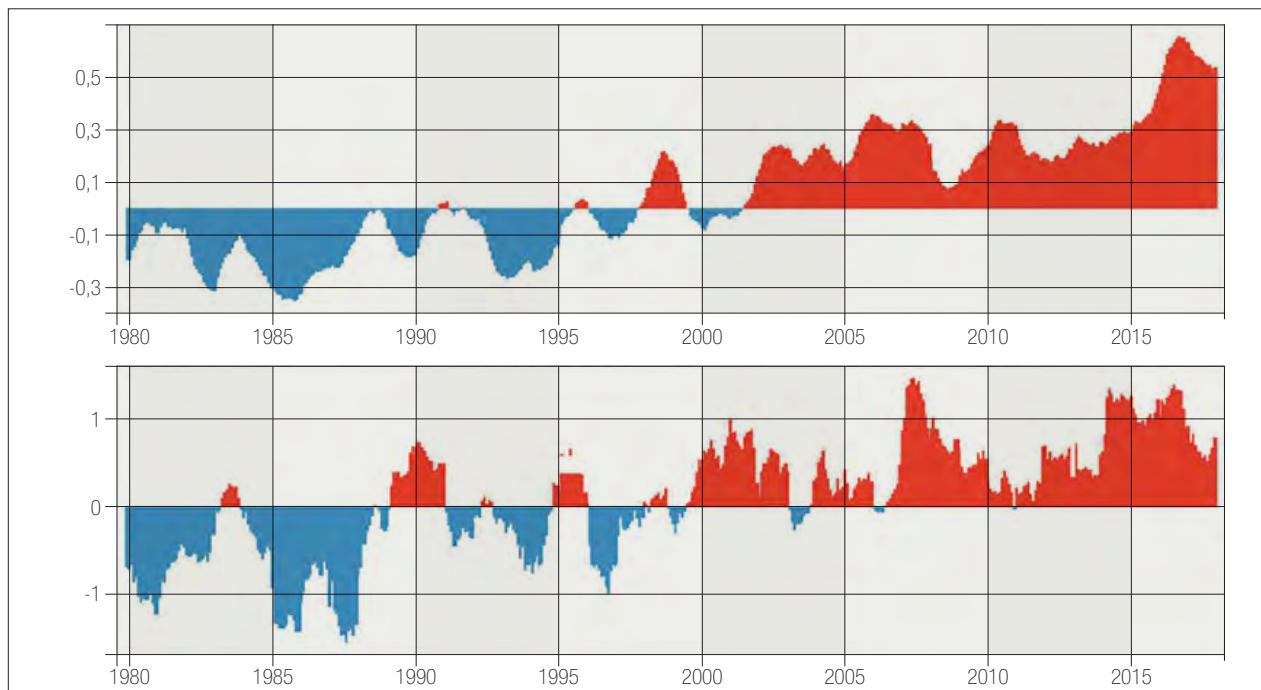
Figure 2: Surface-air temperature anomaly for 2017, with respect to the 1981-2010 average (WMO, 2018)

Kazalnik	Obdobje	Vrednost	Uvrščenost
Odklon povprečne svetovne temperature glede na povprečje obdobja 1981–2010	2017, letno povprečje	0,46	Druga najvišja v nizu podatkov
Svetovna raven CO ₂	2016*, letno povprečje	403,3 ppm	Najvišja v nizu podatkov
Svetovno povprečje spremembe nivoja morske gladine glede na leto 1993	2017, december	8,0 cm	Najvišja v nizu podatkov
Razsežnost poletnega minimuma arktičnega morskega ledu	2017, september	4,64 milijona km ²	Osma najnižja v nizu podatkov

*Podatki za povprečje na svetovni ravni v letu 2017 še niso objavljeni.

Preglednica 2: Vrednosti ključnih podnebnih kazalnikov (WMO, 2018)

Table 2: Values of key climate indicators (WMO, 2018)



Slika 3: Drseče dvanajstmesečno povprečje odklona svetovne (zgoraj) in evropske (spodaj) temperature v primerjavi s povprečjem obdobja 1981–2010. Temneje so obarvana povprečja za koledarsko leto (vir: Copernicus, Evropski center za srednjeročno napoved vremena na osnovi podatkovnega niza ERA-Interim).

Figure 3: Running twelve-month averages of global-mean and European-mean surface air temperature anomalies relative to 1981-2010, based on monthly values from January 1979 to December 2017. The darker coloured bars are the averages for each of the calendar years from 1979 to 2016. Source: ERA-Interim (Credit: ECMWF Copernicus Climate Change Service)

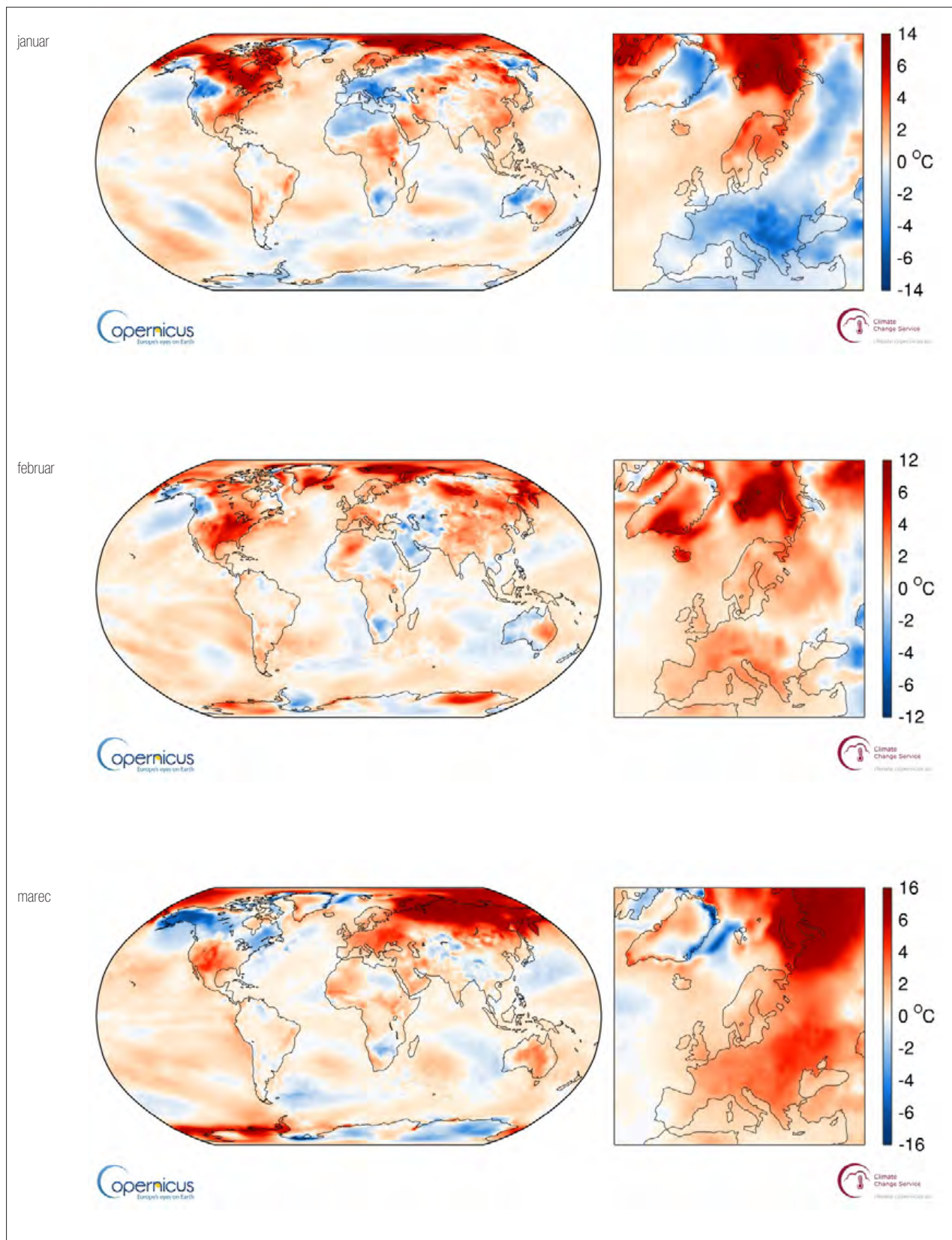
Čeprav je bila večina zemeljske površine nadpovprečno topla, je bilo malo območij, kjer je bilo leto 2017 rekordno toplo. Na državni ravni je bilo leto 2017 med 47 državami, ki poročajo o državni povprečni temperaturi, najtoplejše le v Argentini, na Mauriciusu, v Mehiki, Španiji

in Urugvaju. Azijski del Rusije je bil tudi najtoplejši doslej, v Ruski Federaciji pa je bilo leto 2017 četrto najtoplejše. Temperatura v Afriki je bila rekordna v mesecih maj, junij, julij in september. Prikazi odklona povprečne mesečne temperature v letu 2017 so na sliki 4.

Celina	Odklon glede na povprečje 1981–2010 v °C	Uvrščenost leta 2017	Doslej najvišja vrednost
Severna Amerika	0,84	6	1,32 (2016)
Južna Amerika	0,54	2	0,69 (2015)
Evropa	0,73	5	1,18 (2014)
Afrika	0,54	4	0,83 (2010)
Azija	0,88	3	0,92 (2015)
Oceanija	0,51	6	0,73 (2013)

Preglednica 3: Temperaturni odklon po celinah v letu 2017 (WMO, 2018)

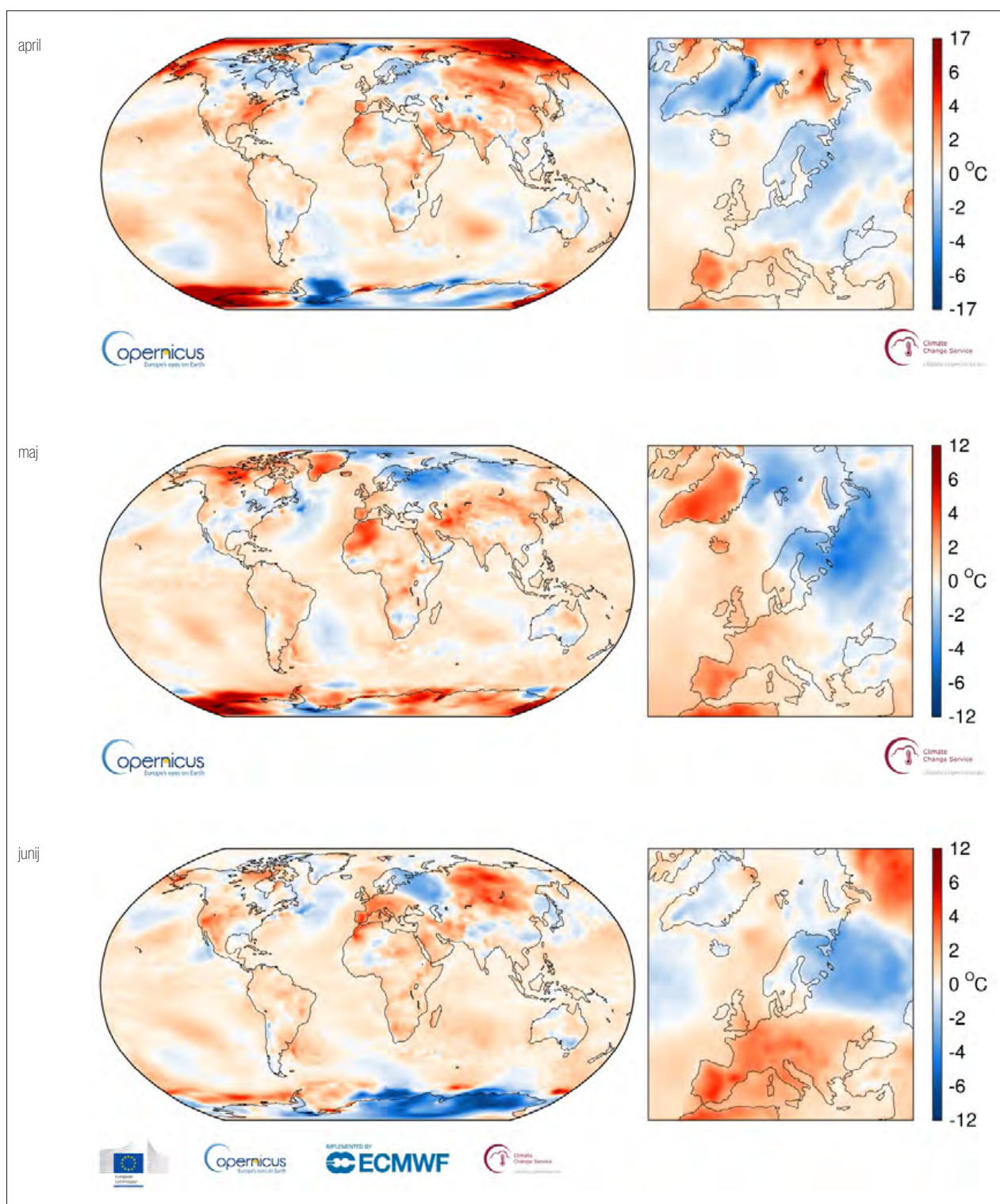
Table 3: Continental temperature anomalies in 2017 (WMO, 2018)



Ker ogrevanje zemeljske površine ni enakomerno in najvpliva naravna spremenljivost, smo v preglednici 3 zbrali podatke o odklonu povprečne temperature v letu 2017 po celinah. Na vseh celinah se je povprečna temperatura leta 2017 uvrstila med šest najvišjih. V Južni Ameriki je bilo leto 2017 drugo najtoplejše, v Aziji tretje, v Afriki četrto, v Evropi peto, v Severni Ameriki in Oceaniji šesto.

Padavine

V letu 2017 je bilo manj območij z izrazitimi odkloni v padavinah, kot smo jim bili priča v letih 2015 in 2016, ko je vremenske vzorce močno krojil vpliv el niña. Največje območje s padavinami nad 90-tim percentilom v letu 2017 je bilo na severovzhodu Evrope. Segalo je od severa

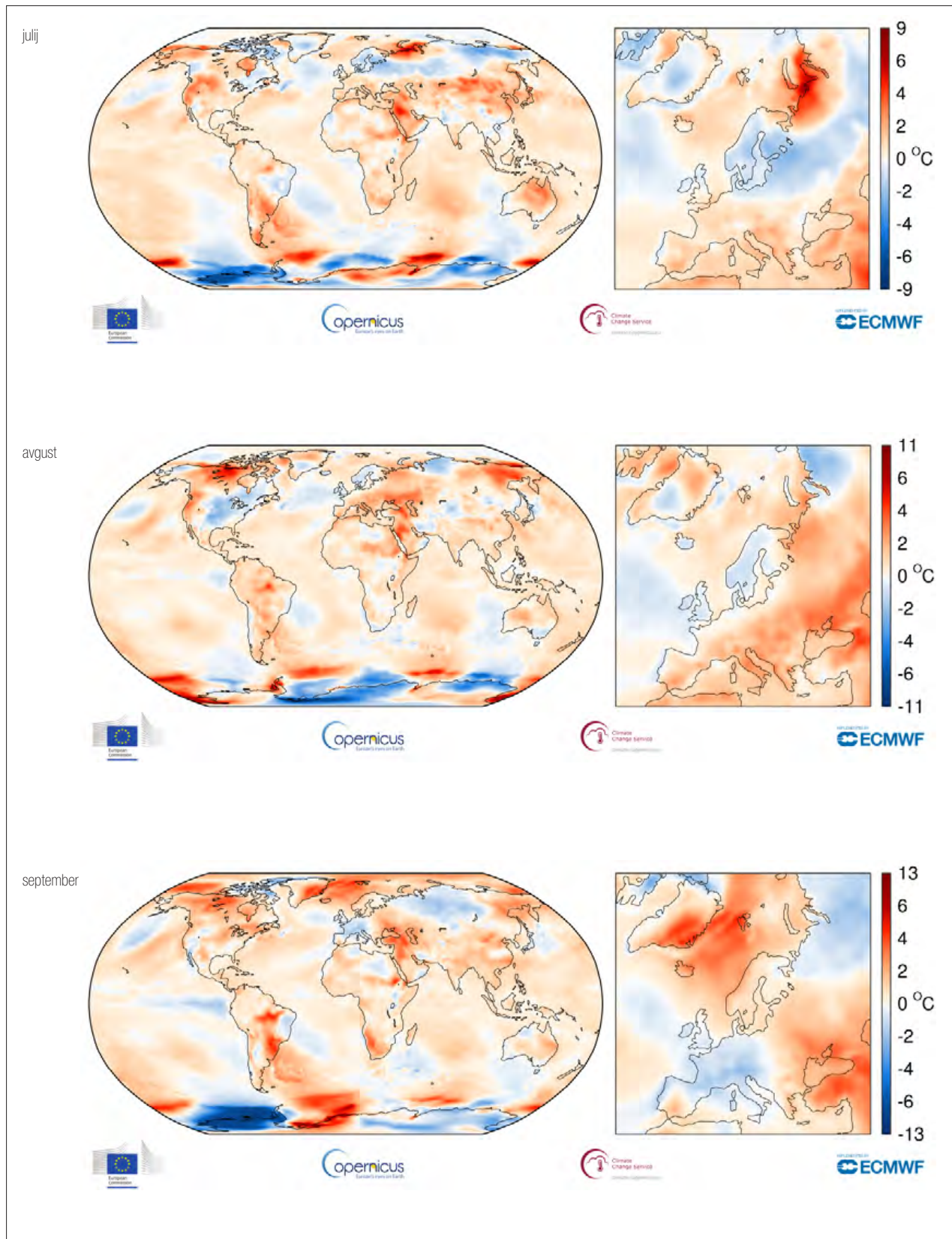


Slika 4: Odklon temperature po mesecih leta 2017 od ustreznega mesečnega povprečja obdobja 1981–2010 (vir: Copernicus, Evropski center za srednjeročno napoved vremena, storitve s področja podnebnih sprememb)

Figure 4: Surface air temperature anomalies for months in 2017 relative to the corresponding monthly average for the period 1981–2010. Source: ERA-Interim (Credit: ECMWF Copernicus Climate Change Service).

evropskega dela Rusije na zahod preko severne Nemčije in južne Norveške. Evropski del Rusije je bil v letu 2017 drugi najbolj namočen. Jesen je bila posebej mokra na območju Baltika, tako Estonija kot Latvija sta beležili najbolj mokro jesen, odkar imajo podatke. Na Tajskem je bilo leto 2017 najbolj mokro doslej, državno povprečje padavin je dolgoletno povprečje preseгло za 27 %.

Sušno, s padavinami pod 10-tim percentilom dolgoletnega povprečja, je bilo na delu območja Sredozemlja, od tam je sušno območje segalo nad Iran. Državno letno povprečje padavin na Portugalskem je bilo le 60 % tistega v dolgoletnem povprečju, kar leto 2017 uvršča med štiri najbolj sušna od leta 1931. Obdobje april–december je bilo najbolj suho obdobje v 87-letnem zapisu. (NOAA, 2018). Sušno je

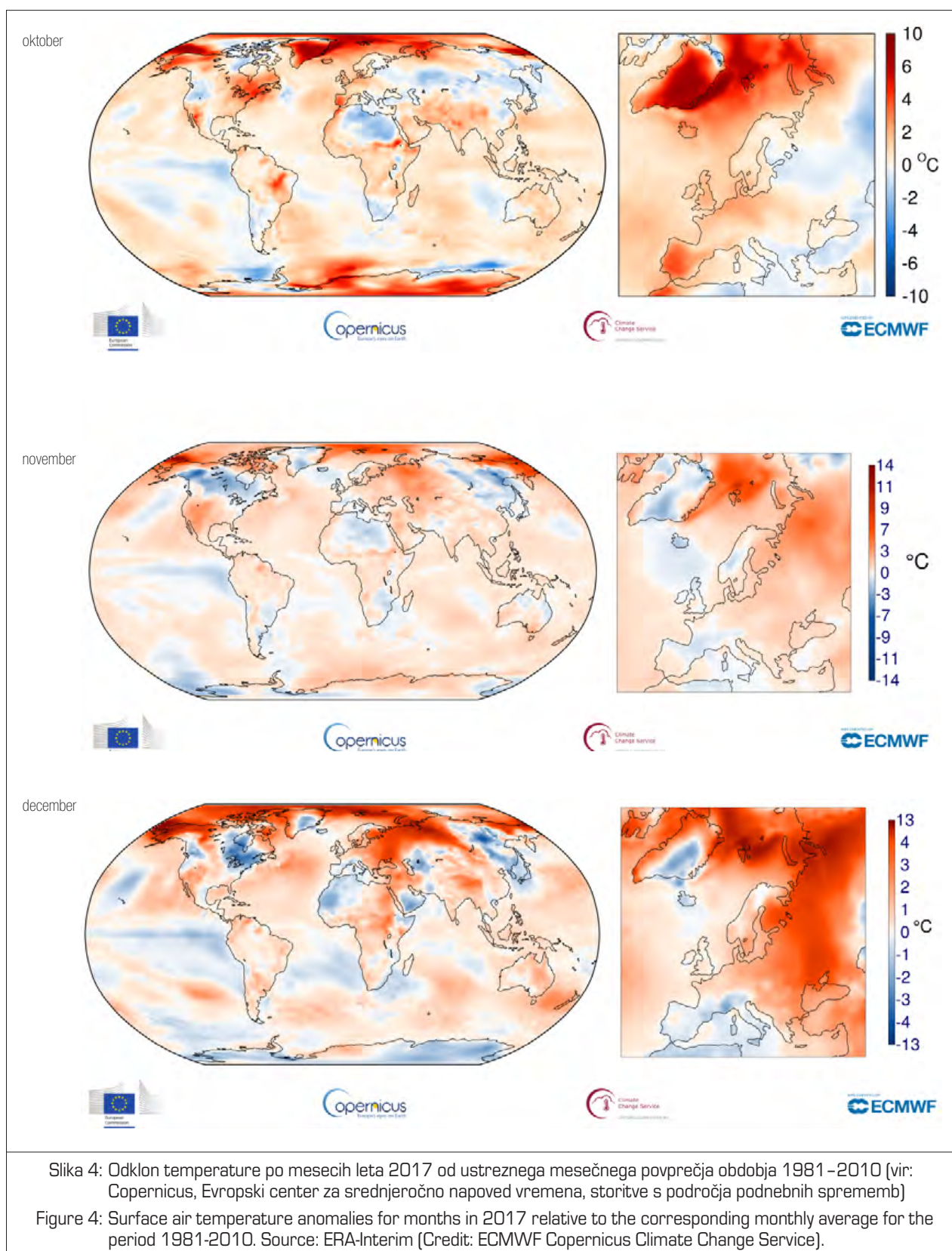


bilo od Italije proti zahodu nad Portugalsko in severozahodno Afriko, s sušo so se spopadali tudi na jugozahodu Afrike, pomanjkanje padavin so čutili od vzhodne Turčije do zahodnega Irana, na jugu je sušno območje segalo do Izraela.

monsun tudi v Sahelu, lokano močnejše padavine pa so povzročile poplave v Nigeriji. Marec 2017 je bil zelo moker v Dominikanski republiki, dolgoletno povprečje so padavine presegle za 96 %, na več merilnih mestih so dosegli marčevski rekord.

Na indijski podcelini je bil monsun blizu običajnega, seveda z nekaj manjšimi lokalnimi izjemami, blizu običajnega je bil

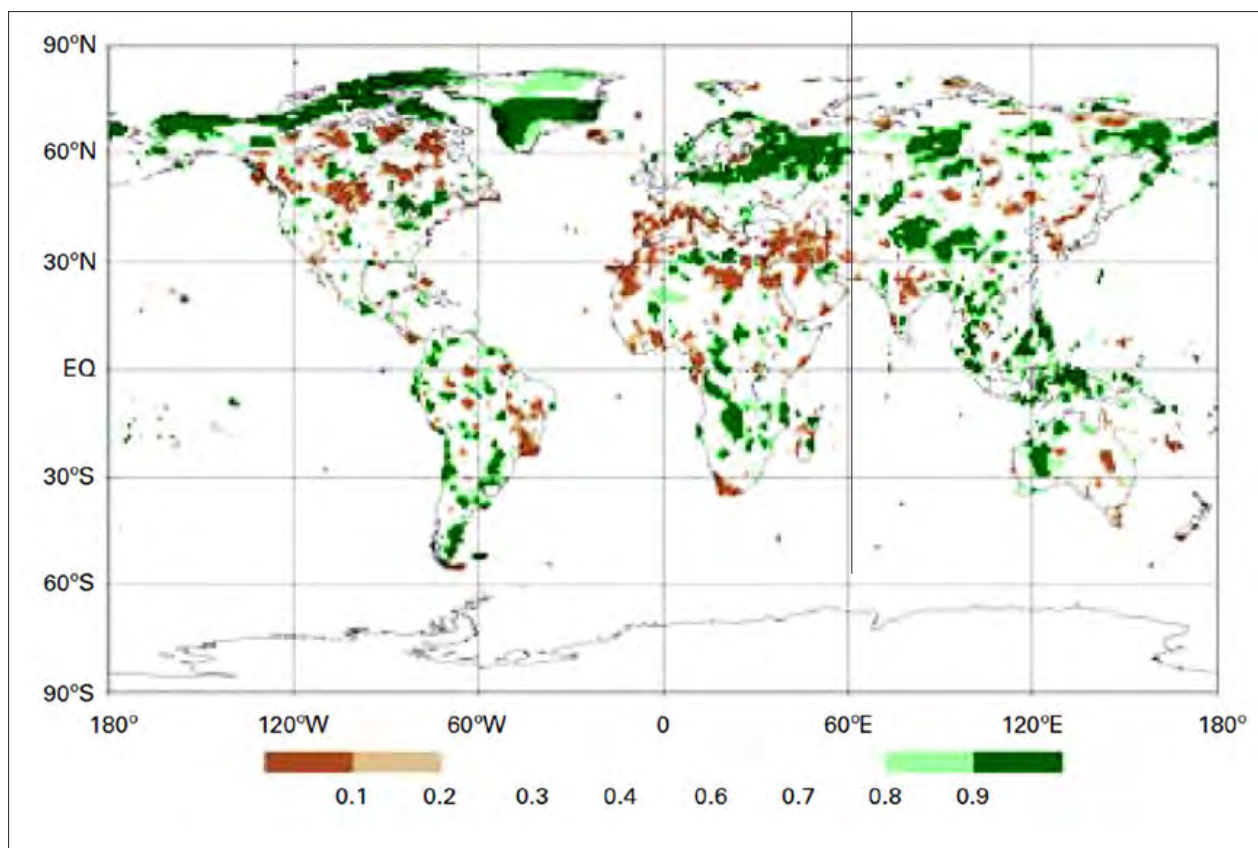
Večina zahodne polovice Avstralije je bila nadpovprečno namočena, vzhodna polovica pa je bila bolj sušna kot



običajno. Povprečna količina padavin v Avstraliji je bila leta 2017 8 % nad povprečjem obdobja 1961–1990.

Začetek leta je bil na Novi Zelandiji bolj namočen kot običajno, saj je bilo več neurij in ciklonov, ki so povzročali močnejše padavine. Severno od Aucklanda je padlo skoraj petkrat več dežja kot v dolgoletnem marčevskem povprečju, kar je na

tem območju najbolj moker marec od začetka zapisov leta 1946. Tudi ciklon Cook (6. in 11. aprila) je povzročil hudourniške padavine in rekordne ali skoraj rekordne padavine. Ob koncu leta so razmere na Novi Zelandiji iz mokrih prešle v sušne in kar nekaj območij je poročalo o najbolj sušnem novembru. V kraju Orari novembra 2017 ni bilo padavin, kar je bilo prvič od začetka meritev v letu 1897.



Slika 5: Letne padavine, prikazane kot percentil povprečja obdobja 1951–2010, najbolj sušna območja so označena z rjavo barvo, najbolj namočena pa z zeleno (WMO, 2018)

Figure 5: Annual total precipitation expressed as a percentile of the 1951-2010 reference period for areas that would have been in the driest 20% (brown) and wettest 20% (green) of years during the reference period, with darker shades of brown and green indicating the driest and wettest 10%, respectively (WMO, 2018)

Ekstratropski ciklon je v zadnjem tednu marca spremljalo veliko dežja v delih Argentine, zabeleženih je bilo več dnevni in mesečnih rekordov. Tajska je poročala o drugem najbolj mokrem obdobju januar–september, medtem ko je Italija poročala o najbolj sušnem obdobju januar–september. Obilne padavine med 29. junijem in 2. julijem so sprožile obširne poplave v delih južne Kitajske, kar je povzročilo 56 smrtnih žrtev in več kot 5 milijard ameriških dolarjev škode. V južni Aziji so bile obilne padavine med 9. in 12. avgustom v delih Bangladeša, Indije in Nepala. V nekaj dneh je v več krajih padla običajna mesečna količina padavin.

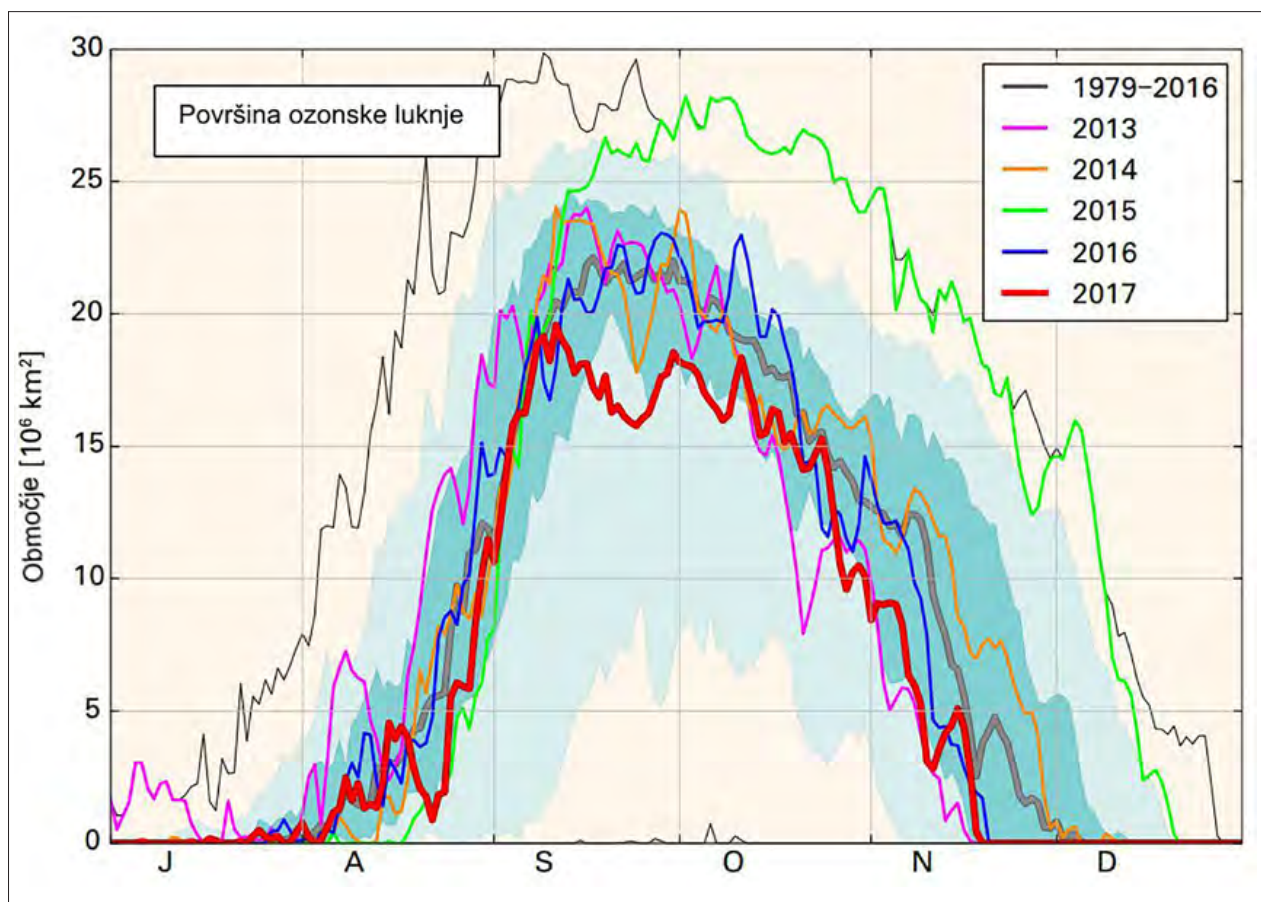
Orkana Irma in Maria sta prizadela Karibe in jugovzhodne ZDA septembra 2017. Maria je povzročila velike uničujoče in hude poplave v Dominiki, Portoriku in ZDA. Maria je bila najmočnejši orkan, ki je prizadel Puerto Rico po orkanu San Felipe II leta 1928.

Koncentracija toplogrednih plinov Kriosfera

Naraščanje ravni toplogrednih plinov v ozračju je glavni dejavnik podnebnih sprememb. Koncentracija v ozračju je rezultat med izpusti v ozračje in ponori v biosferi in oceanih. Na svetovni ravni merijo koncentracijo ogljikovega dioksida (CO₂), methana (CH₄) in dušikovega oksida (N₂O).

Na svetovni ravni bodo številke za leto 2017 znane šele proti koncu leta 2018. Rezultati meritev na nekaterih značilnih lokacijah, kot so Mauna Loa (Havaji) in Cape Grim (Tasmanija), kažejo, da so se ravni CO₂, CH₄ in N₂O v letu 2017 še naprej višale.

Povišanje ravni CO₂ iz leta 2015 v 2016 je bilo večje kot porast iz leta 2014 v leto 2015 in večje kot v povprečju zadnjega desetletja. El niño je prispeval k večjemu povišanju v letu 2016 s povečanjem izpustov na tleh (npr. gozdni požari) in z zmanjšanim ponorom v rastlinju na sušnih območjih. Povišanje CH₄ iz leta 2015 v leto 2016 je bilo nekoliko manjše kot iz leta 2014 v 2015, a večje od povprečja v zadnjem desetletju. Povišanje ravni N₂O iz leta 2015 v 2016 je bilo prav tako nekoliko manjše kot iz leta 2014 v 2015 in manjše od povprečnega naraščanja v zadnjem desetletju (WMO, 2018).



Slika 6: Površina v milijonih km², na kateri je bila zaščitna ozonska plast tanjša od 220 Dobsonovih enot, prikazani so meseci od julija do decembra za leta 2013, 2014, 2015, 2016 in 2017 ter povprečje obdobja 1979–2016 (debelejša siva črta). Tanka črna črta označuje največji opaženi dnevni obseg ozonske luknje v dolgoletnem obdobju spremljanja tega pojava. Temno zelenomodro osenčeno območje predstavlja razpon med 30. in 70. percentilom in svetlo zelenomodro osenčeno območje predstavlja razpon med 10. in 90. percentilom za časovno obdobje 1979–2016. (WMO, 2018)

Figure 6: Area (millions of km²) where the total ozone column is less than 220 Dobson units. 2017 is shown in red. The most recent years are shown for comparison, as indicated by the legend. The smooth, thick grey line is the 1979-2016 average. The dark green-blue shaded area represents the 30th to 70th percentiles and the light green-blue shaded area represents the 10th and 90th percentiles for the time period 1979-2016. The thin black lines show the maximum and minimum values for each day during the 1979-2016 period (WMO, 2018).

na Arktičnem morju je bil 14,42 milijona km², dosežen je bil 7. marca. Bil je najmanjši zimski višek, odkar imamo satelitske podatke, in 0,1 milijona km² pod dosedanjim minimumom v letu 2015. Taljenje spomladi in poleti je bilo počasnejše kot v preteklih letih. Poletni minimum 4,64 milijona km² 13. septembra je bil osmi najnižji in 1,25 milijona km² nad rekordnim minimum iz leta 2012. Počasno zamrzovanje v jeseni je povzročilo, da je bil obseg arktičnega ledu znova blizu rekordno nizkega za december ob koncu leta.

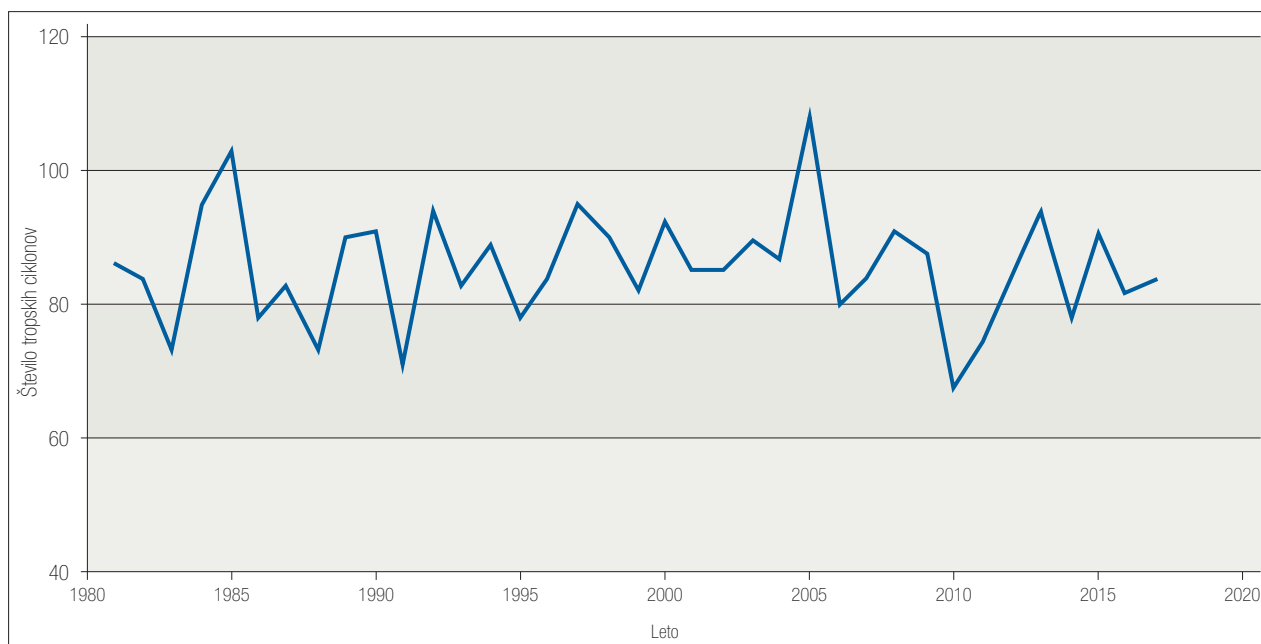
Antarktični morski led je bil blizu ali rekordno nizek vse leto. Poletni minimum 3. marca je bil 2,11 milijona km², kar je 0,18 milijona km² pod prejšnjim rekordom iz leta 1997. Zimski maksimum 18,03 milijona km² 12. oktobra je bil drugi najmanjši za letom 1986.

Celotna masa ledu na Grenladnji se je zaradi obilnih padavin v jeseni 2016 povečala, kljub temu se je masa ledenega pokrova na Grenlandiji od leta 2002 opazno zmanjšala.

Zaščitna ozonska plast

Učinkovitost Montrealskega protokola (UNEP, 2015) pri omejevanju uporabe ozonu škodljivih snovi je omogočila, da se je pojav ozonske luknje ustalil in ne opazimo več pomembnega trenda po letu 1998. Dolgoživi ozonu škodljivi plini bodo ostali v ozračju še več desetletij in povzročali občasno prostorsko omejeno tanjšanje in izginjanje zaščitne ozonske plasti. Velikost ozonske luknje se iz leta v leto spreminja v odvisnosti od meteoroloških razmer. Leta 2017 je bila ozonska luknja nad Antarktiko razmeroma majhna v primerjavi z obsegom v nekaj preteklih desetletjih. Take razmere so bile v veliki meri posledica lokalnih razmer v ozračju in niso kazalnik izrazitejšega negativnega trenda.

Večina indikatorjev ozonske luknje kaže na šibak negativen trend v zadnjih dvajsetih letih. Dnevna razsežnost ozonske luknje je dosegla maksimalno razsežnost 19,6 milijona km² 11. septembra. Prvi del sezone do



Slika 7: Število tropskih ciklonov v svetu po letih (WMO, 2018)

Figure 7: Total number of tropical cyclones globally, by year (WMO, 2018)

drugega tedna septembra je bil razvoj podoben kot v povprečju obdobja 1979–2016.

Polarni vrtnec je postal nestabilen in elipsaste oblike v tretjem tednu septembra. Na območju južno od 60° geografske širine se je temperatura dvignila za 5 do 7 °C nad dolgoletno povprečje. Rezultat je bilo hitro krčenje ozonske luknje, šele konec septembra se je ponovno nekoliko povečala. Povprečna površina ozonske luknje na višku sezone, to je med 7. septembrom in 13. oktobrom, je bila 17,4 milijona km², kar je najmanj od leta 2002 (12,0 milijona km²) in manj kot leta 2012. Povprečna razsežnost v 30-tih zaporednih dnevih največjega obsega je bila 17,5 milijona km², kar je najnižja vrednost od leta 2002 (15,5 milijona km²) in nekaj manj kot v letu 2012 (18,9 milijona km²).

Ekstremni dogodki

Ekstremni vremenski dogodki vsako leto povzročijo veliko gospodarsko škodo in človeške žrtve, tako je bilo tudi leta 2017.

Ekstremni dogodki imajo veliko posledic, med njimi naj omenim človeške žrtve, zdravstvene posledice, ekonomsko škodo in selitve prebivalstva. So tudi glavni dejavnik, ki vpliva na medletno nihanje kmetijske proizvodnje.

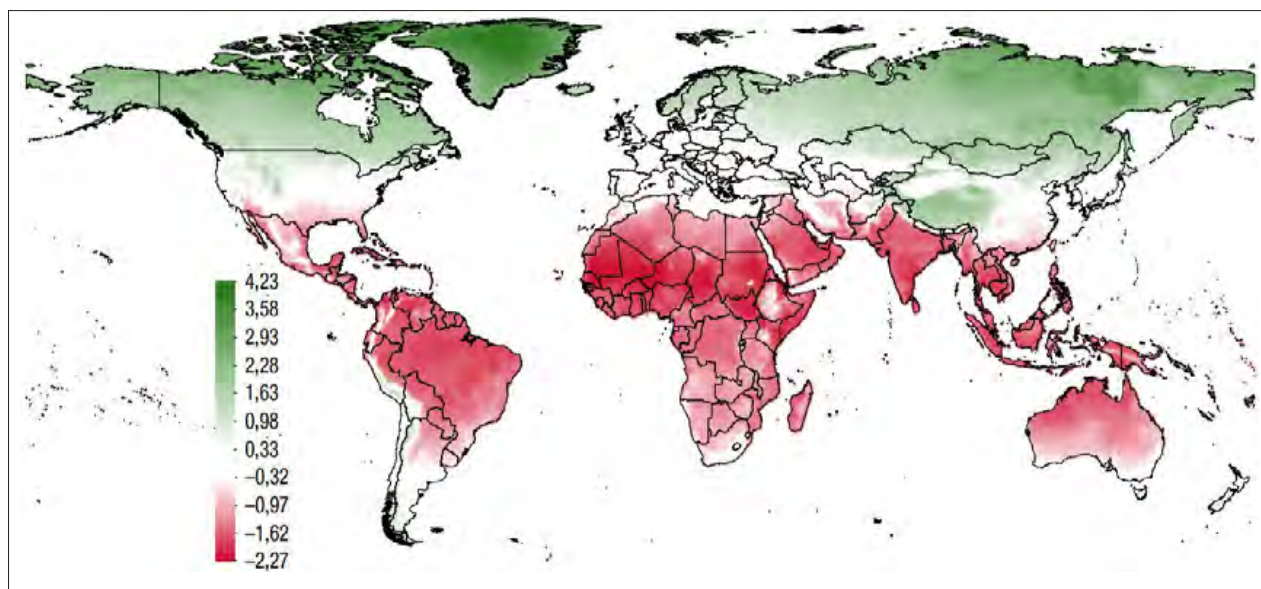
Bilo je 84 tropskih ciklonov, kar je blizu dolgoletnega povprečja. Zelo dejavno dogajanje na severnem Atlantiku je bilo protiutež povprečni ali celo podpovprečni sezoni drugod po svetu. V severnem Atlantiku je nastalo 17 imenovanih neurij. Severovzhod in severozahod Tihega oceana je beležil običajno število ciklonov. Sezona

2016/17 je bila na južni polobli podpovprečna, še posebej v prvi polovici sezone, le v Avstraliji so se približali povprečju.

Severnoatlantska sezona orkanov je bila zelo burna. Trije izjemno uničujoči orkani so se v hitrem zaporedju razvili pozno avgusta in septembra na severnem Atlantiku. Harvey je dosegel celino na jugu Teksasa z močjo 4. stopnje in ostal skoraj na mestu na območju Hustona več dni. Ob tem so bile padavine izjemno obilne. Na območju mesta Huston je padlo od 900 do 1200 mm dežja (NOAA, 2018). Študije so to intenziteto padavin povezale z naraščanjem toplogrednih plinov v ozračju. Harveyu je sledila Irma v začetku septembra in nato Maria sredi septembra. Irma je povzročila ogromno škode na številnih karibskih otokih, pustošila je po severni obali Kube, kot orkan 4. stopnje je dosegla jugozahodno Florido. Orkan Maria je bil prvi, ki je z jakostjo 5. stopnje dosegel Dominico, s 4. stopnjo je Maria desegla Puerto Rico.

Vsi trije omenjeni orkani so bili v ZDA uvrščeni med pet najbolj uničujočih (skupaj s Katrino in Sandy). Irma in Maria sta povzročili ogromno škodo tudi izven ZDA. Med pomembnejše orkane na Atlantiku spadata še Nate (veliko škodo je povzročil v Kostariki in Nikaragvi) ter Ofelia, ki je postala najbolj vzhodni orkan z jakostjo 3. stopnje, že oslabela v izventropsko neurje je povzročila škodo tudi na Irskem. Veter na njenem obrobju je okreplil požare na Portugalskem.

Na severozahodnem Tihem oceanu je bilo malo močnih ciklonov, je pa nekaj sistemov povzročilo škodo predvsem s poplavami. Tajfun Tembin je zahteval vsaj 129 žrtev na otoku Mindanao predvsem s poplavami. Dva ciklona, od tega en neimenovan,



Slika 8: Vpliv povišanja temperature za 1 °C na bruto družbeni proizvod na prebivalca (WMO, 2018)

Figure 8: The effect of a 1°C increase in temperature on real per capita output at the grid level. (Sources: Natural Earth; ScapeToad; United Nations World Population Prospects: The 2015 Revision; World Bank Group Cartography Unit; and IMF staff calculations), (WMO, 2018)

drugi pa Damrey, sta oktobra in novembra prizadela Vietnam. Tajfun Hato je avgusta prizadel Hong Kong in Makao ter del Kitajske; to je bil najmočnejši tajfun, ki je prizadel Makao v zadnjih 50 letih. V severnem Indijskem oceanu sta ciklona Mora in Ockhi najbolj prizadela Sri Lanko.

V letu 2017 je bilo predvsem spomaldi in poleti več močnih neurij v srednji in vzhodni Evropi. Prvič po letu 2011 je bila sezona tornadov v ZDA nadpovprečna, s 1406 tornadi so dolgoletno povprečje 1991–2010 preseгли za 12 %.

Med odmevnejšimi vremensko pogojenimi nesrečami je bil plaz v Sieri Leone, v katerem je življenje izgubilo vsaj 500 ljudi. Plaz se je sprožil po izredno obilnem deževju. Vsaj 273 žrtev je zahteval plaz v južni Kolumbiji. Med monsunsko sezono so bile poplave tudi na Indijski podcelini.

Suša iz leta 2016 se je marsikje v vzhodni Afriki nadaljevala tudi v leto 2017. Suša se je leta 2017 stopnjevala v delu Južne Afrike. Suša je prizadela dele sredozemske regije in dele srednje Evrope. O suši so poročali tudi v srednji Severni Ameriki in na meji s Kanado.

Vse pogostejše so tudi študije izrednih vremenskih in podnebnih dogodkov, ki ocenijo prispevek podnebnih sprememb k intenzivnosti dogodka in tako neizpodbitno dokazujejo, da se podnebne spremembe ne kažejo le v naraščajočem trendu povprečne svetovne temperature, ampak tudi v intenzivnejših in pogostejših izrednih vremenskih in podnebnih dogodkih. Najizrazitejša je povezava med pogostejšimi, daljšimi in intenzivnejšimi vročinskimi valovi in podnebnimi spremembami (IPCC, 2013).

Oceani

Razmere v oceanih pomembno vplivajo na podnebne vzorce, zato prav tako pozorno kot spremljamo temperaturo zemeljskega površja, spremljamo tudi skladiščenje toplote v oceanih. Toplota, ki jo vsebujejo oceani, je v letu 2017 dosegla novo rekordno vrednost (WMO, 2018), v plasti do globine 700 m je bilo nakopičenih 158,1 zeta-joulov, kar je 6,9 zeta-joulov več kot v doslej rekordnem letu 2015.

Kljub temu pa je bila predvsem zaradi odsotnosti pojava el niño svetovna povprečna temperatura morske površine v letu 2017 nekoliko pod tisto v letih 2015 in 2016, a kljub temu tretja najvišja doslej. Najpomembnejši odklon je bil na zahodnem tropskem Tihem oceanu in zahodnem ter osrednjem subtropskem južnem Indijskem oceanu. Na teh območjih je bila temperatura površine morja 0,5 do 1,0 °C nad povprečjem obdobja 1981–2010, ponekod v Indijskem oceanu je odklon presegel 1,0 °C (WMO, 2018).

Temperatura je bila nekoliko pod dolgoletnim povprečjem nad večino vzhodnega Indijskega oceana in osrednjim ter vzhodnim ekvatorialnim Tihim oceanom, kar kaže na šibko la niño, ki se je razvila proti koncu leta. Tudi del južnega Atlantika je bil nekoliko hladnejši kot običajno. Območje hladnih voda v severovzhodnem Atlantiku južno od Islandije je bilo manj izrazito kot v preteklih letih.

Svetovno povprečje višine morske gladine je bilo razmeroma stabilno v letu 2016 in začetku 2017 zaradi začasnega vpliva pojava 2015/2016 el niño, v začetku leta 2016 je bil višek dviganja, v letu 2017 se je hitrost dviganja morske gladine vrnila k dolgoletnemu povprečnemu trendu in od sredine 2017 se morska gladina ponovno dviga.

Zakisljevanje oceanov

Oceani vsrkajo do 30 % antropogenih letnih izpustov CO₂ v ozračje in tako blažijo vpliv izpustov na podnebje. Vendar ima to resne ekološke posledice, saj CO₂ reagira z morskovo vodo in povzroča upadanje pH morske vode in spremembe v kemiji karbonatov v morski vodi. To vpliva na lupine in ogrodje organizmov v morju (korale, ki sestavljajo koralne grebene, in školjke). Na posameznih območjih proces pospešujejo še nekateri drugi procesi v oceanu.

V zadnjih desetih letih so študije pokazale (WMO, 2018), da zakisljevanje oceanov neposredno vpliva na stanje koralnih grebenov, na kalcifikacijo in preživetje nekaterih organizmov. Vpliv se prenaša navzgor po prehranski verigi in ima lahko posledice za obalno gospodarstvo. Poleg tega se vplivi ogrevanja oceanov in spremembe stratifikacije lahko združijo z zakisljevanjem, pomanjkanjem kisika in vplivi, kot je pretiran izlov rib ter onesnaženje.

Trend zakisljevanja je konsistenten. Od poznih 80-tih let minulega stoletja pH morske vode pada in se je znižal z 8,10 v zgodnjih 80-tih letih na vrednosti med 8,04 in 8,09 v zadnjih petih letih.

Temperaturni ekstremi

Izraziti vročinski valovi so prizadeli tako severno kot južno poloblo. V južnem delu Južne Amerike so poročali o vročinskih valovih poleti 2016/17. Vročina je takrat prizadela tudi Patagonijo. V zadnji tretjini januarja so mnoge postaje v Čilu poročale o rekordno visoki temperaturi. Poletje je bilo zelo vroče tudi v vzhodni Avstraliji, kjer so v začetku druge tretjine januarja številne postaje poročale o rekordno visoki temperaturi.

Konec maja je bilo zelo vroče na jugozahodu Azije, v Turbatu je temperatura 28. maja dosegla 54 °C, kar je pakistanski rekord in izenačen azijski rekord. Več vročinskih valov je zajelo območje Sredozemlja. O izraziti vročini so poročali tudi na jugozahodu ZDA in vzhodu Kitajske.

Januarja je bilo neobičajno mrzlo v srednji in jugovzhodni Evropi. Več držav je poročalo, da januar ni bil tako mrzel že od leta 1987. Mesečno povprečje je zaostajalo za dolgoletnim januarskim povprečjem za več kot 5 °C. Snežilo je tudi ponekod v višjih predelih alžirske Sahare. Med 20. in 21. aprilom je mrzel val s sneženjem najbolj prizadel Moldavijo, a tudi več drugih držav na Balkanu, Švico, Ukrajino, Avstrijo in Romunijo, ta dogodek je prizadel tudi Slovenijo.

Julija je zelo mrzel val dosegel Argentino; jugovzhodno Avstralijo pa je mrzel val dosegel prve dni julija. Konec leta je zelo mrzel val zajel severovzhod ZDA in vzhodno Kanado, mrzlo je trajal dva tedna.

Gospodarske posledice

naraščanja povprečne

temperature na svetovni ravni

Gospodarski obeti, ki jih je oktobra 2017 objavil Mednarodni monetarni sklad (IMF), kažejo, da ima zvišanje temperature neenakomeren makroekonomski učinek (WMO, 2018). Neželeni posledice so zgoščene v regijah z relativno vročim podnebjem, kjer je nesorazmerno veliko število držav z nizkim dohodkom. V teh državah zvišanje temperature znižuje dohodek na prebivalca tako kratkoročno kot srednjeročno z zmanjšanjem kmetijske proizvodnje, zmanjšanjem produktivnosti vročini izpostavljenih delavcev in upočasnjuje naložbe ter ogroža zdravje.

Analiza potrjuje obstoj statistično pomembnega nelinearnega učinka temperature na gospodarsko rast na prebivalca. V državah z visoko povprečno temperaturo povišanje temperature duši gospodarski razvoj, prav nasproten je učinek v znatno hladnejšem okolju.

Države, katerih gospodarstva naj bi bila najbolj prizadeta zaradi zvišanja temperature, proizvedejo le okoli 20 % svetovnega BDP (podatek za leto 2016), vendar tam prebiva 60 % svetovnega prebivalstva, predvideno pa je, da bo do konca stoletja tam živelo več kot 75 % svetovnega prebivalstva. Svetovna meteorološka organizacija je to oceno povzela po World Economic Outlook iz leta 2017, ki ga je objavil Mednarodni monetarni sklad (<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2017/09/19/world-economic-outlook-october-2017>).

Sklepne misli

V letu 2017 se je nadaljeval trend ogrevanja spodnjih plasti zemeljskega ozračja. Čeprav se je v začetku tega stoletja zdelo, da se je ogrevanje zemeljske površine upočasnilo, od leta 2015 spet opažamo hitrejša naraščanja povprečne svetovne temperature. Mednarodni ukrepi za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov v ozračje so še vedno premalo učinkoviti, da bi upočasnili segrevanje zemeljskega površja in ga omejili na politično še sprejemljivi 2 °C ali celo na 1,5 °C, za kar si prizadeva UNFCCC. Za leto 2012 smo v svetovnem merilu še lahko trdili, da ni bilo izjemnih razmer glede višine padavin ali temperature zraka pri tleh (Vertačnik, 2013). Leto 2013 je bilo skladno in pričakovano z globalnim segrevanjem med najtoplejšimi v zadnjih sto letih (Vertačnik, 2014). Tudi leto 2014 je po temperaturi zraka in morja izstopalo glede na dolgoletne meritve, vremenske ujme glede na prejšnja leta pa niso bile posebno izrazite (Vertačnik, 2015). Sledilo je rekordno toplo leto 2016 (Cegnar 2017), leto 2017 pa je najtoplejše leto brez pojave el niño.

Tudi leta 2017 smo bili priča številnim podnebnim odklonom, ki so povzročili doslej največjo škodo zaradi vremenskih in podnebnih ekstremnih dogodkov, ogrozili poljedelstvo in prehransko varnost, terjali veliko preveč človeških življenj in sprožili ali zaostriili že obstoječo humanitarno krizo (WMO, 2018). Žal projekcije za prihodnja desetletja niso obetavne. Vloga posameznika v prizadevanjih za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov je sicer pomembna, a glavno vlogo v tovrstnih prizadevanjih, vključno z zmanjševanjem onesnaževanja in omejevanjem nebrzdanega izkoriščanja naravnih virov, morajo složno prevzeti politiki vseh držav sveta.

Viri in literatura

1. Cegnar, T., 2017. Podnebne razmere v svetu leta 2016. Ujma 31, 8–15, http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article_2017.html
2. ECMWF, Copernicus Climate Change Service, 2018. <https://climate.copernicus.eu/resources/data-analysis/average-surface-air-temperature-analysis/monthly-maps/december-2017>
3. IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical science Basis. Summary SPM for Policymakers, stran 7, https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf
4. NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration NCEI, 2018. State of the Climate, Global Analysis – Annual 2017: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2017>
5. UNEP, Ozone Secretariat, 2015. Synthesis of the 2014 Reports of the Scientific, Environmental Effects, and Technology & Economic Assessment Panels of the Montreal Protocol. http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/SynthesisReport2014.pdf
6. UNFCCC, 2016. First steps to a safer future: Introducing The United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php
7. Vertačnik, G., 2013. Podnebne razmere v svetu leta 2012. Ujma 26, 10–19, http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article_2012.html
8. Vertačnik, G., 2014. Podnebne razmere v svetu leta 2013. Ujma 27, 10–20, http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article_2013.html
9. Vertačnik, G., 2015. Podnebne razmere v svetu leta 2014. Ujma 28, 10–19, http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article_2014.html
10. WMO, 2018. WMO Statement on the state of the Global Climate in 2017. WMO-No.1212, https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=4453