

PODNEBNE RAZMERE V SVETU V LETIH 2019 IN 2020

GLOBAL CLIMATE CONDITIONS IN 2019 AND 2020

Tanja Cegnar

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

Povzetek

Na svetovni ravni je bilo leto 2019 1,1 °C toplejše od predindustrijske dobe, leto 2020 pa 1,25 °C. Zadnjih šest let, vključno z letom 2020, je bilo šest najtoplejših let. Raven toplogrednih plinov v ozračju je tudi v letih 2019 in 2020 naraščala. Zaradi neobičajnih meteoroloških razmer je bila ozonska luknja nad Antarktiko leta 2019 podpovprečna, leta 2020 pa ponovno med obsežnejšimi; spomladi 2020 je presenetila rekordna ozonska luknja nad Arktiko. Morska gladina je še naprej naraščala, ledeniki so se krčili. Razsežnost arktičnega morskega ledu je bila septembra 2020 druga najmanjša. V obeh letih so bili intenzivni vročinski valovi. Sezona orkanov nad severnim Atlantikom je bila leta 2020 zelo dejavna.

Abstract

The global mean temperature for 2019 was 1.1°C and for 2020 1.25°C above preindustrial levels. 2020 was one of the three warmest years on record. The past six years, including 2020, have been the six warmest years on record. Levels of greenhouse gases continued to increase. In 2019 the ozone hole above the Antarctic was below the long-term mean and dissipated earlier than usual, but in 2020 the ozone hole regained intensity, and was also surprisingly intense above the Arctic reaching the record intensity. The sea level continued to rise. The Arctic sea-ice extent in September 2020 was the second lowest on record. In 2019, heatwaves combined with long periods of drought were linked to wildfires of unprecedented size in Australia and in Siberia and other Arctic regions. Intense heatwaves also occurred in 2020. The 2020 North Atlantic hurricane season was exceptionally active.

Uvod

Spremljanje svetovnega podnebja že več desetletij ni le strokovna tema, temveč tudi politična, saj je UNFCCC (UNFCCC 2016), ena izmed treh tako imenovanih Rio konvencij, namenjena mednarodnemu sodelovanju, da bi se omejilo segrevanje zemeljske površine zaradi naraščajoče ravni toplogrednih plinov v ozračju. Z rabo fosilnih goriv ljudje povzročamo izpuste toplogrednih plinov v ozračje. Naraščanje povprečne svetovne temperature povzroča tudi druge spremembe v podnebnem sistemu, kar je spoznano kot ena izmed največjih groženj v sodobnem času (WMO, 2021).

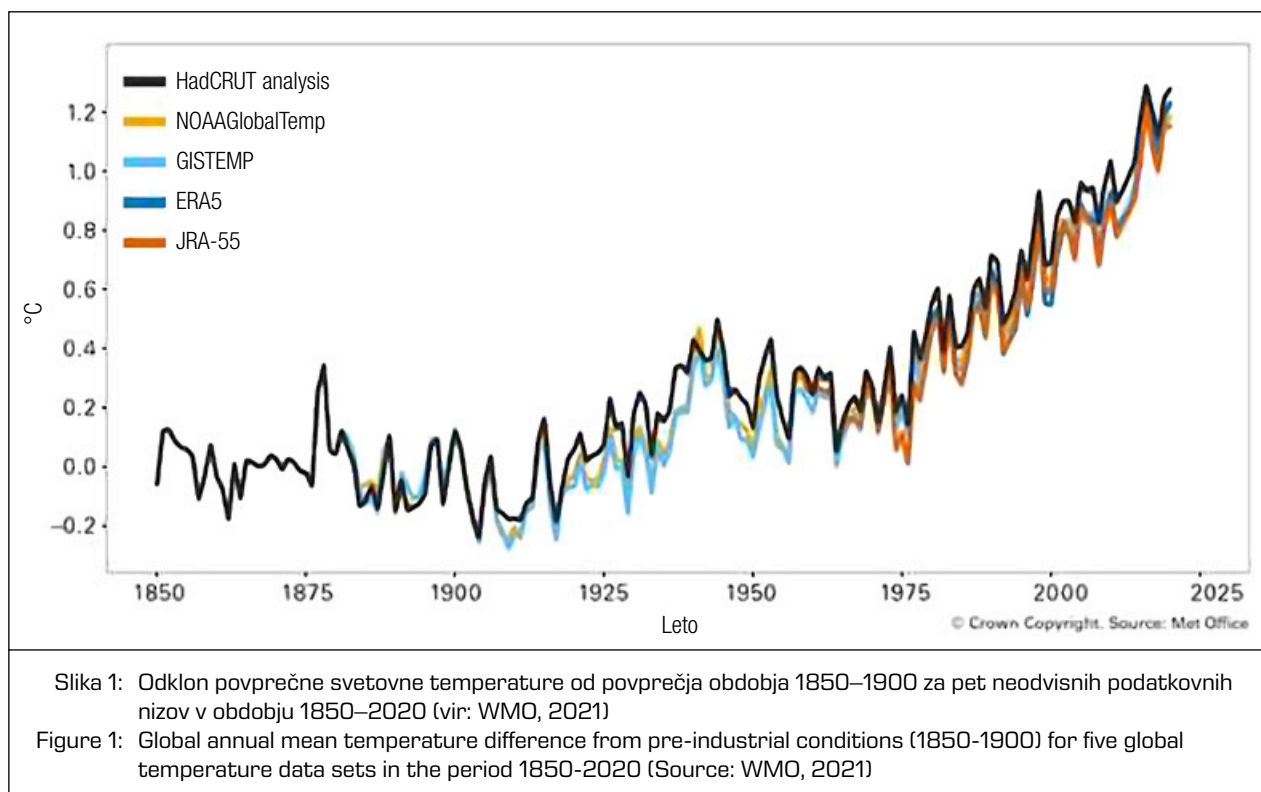
Spremljanje svetovnih podnebnih razmer opozarja na spremembe, ki se že dogajajo, in potrebo po takojšnjem ukrepanju na področju zmanjševanja izpustov toplogrednih plinov ter prilagajanju na spreminjajoče se podnebje. V reviji Ujma že več let spremljamo svetovne podnebne razmere (Vertačnik, 2013, 2014 in 2015 ter Cegnar, 2017, 2018 in 2019).

Viri podatkov in primerjalna obdobja

Pri prikazih povprečnih temperaturnih razmer po mesecih v letih 2019 in 2020 se naslanjamo predvsem na

podatke, ki jih je objavil Evropski center za srednjeročno napoved vremena (v nadaljevanju ECMWF) v okviru projekta Copernicus – storitve na temo podnebnih sprememb (Copernicus, 2020, 2021), in na poročilo Svetovne meteorološke organizacije (v nadaljevanju SMO) o stanju svetovnega podnebja leta 2019 (WMO, 2020) in 2020 (WMO, 2021), ki povzemata ugotovitve velikih podnebnih centrov v svetu in nekaterih mednarodnih organizacij.

V podnebnih analizah za oceno razmer uporabljamo primerjavo z dolgoletnim povprečjem. Za državne meteorološke službe velja priporočilo Svetovne meteorološke organizacije, ki priporoča obdobje 1981–2010 za vsakodnevne podnebne analize, povprečje tega obdobja označujemo kot normalo. 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 podnebja v predindustrijski dobi. Za opis predindustrijskih razmer uporabljajo povprečje obdobja 1850–1900. Če želimo globalne temperaturne razmere primerjati z razmerami v predindustrijski dobi, moramo odklonom od obdobja 1981–2010, ki ga uporabljamo v vsakodnevni podnebnih analizah, prišteti 0,63 °C (Copernicus, 2021). Uporaba različnih primerjalnih obdobj ne vpliva



na razvrščanje let po temperaturi in na izračunane trende ogrevanja.

Izračuni velikih ustanov za spremljanje podnebja se med seboj nekoliko razlikujejo zaradi različnega obravnavanja območij s pomanjkljivimi ali manjkajočimi podatki (slika 1). Razlike nastajajo predvsem zaradi različnega obravnavanja polarnih in oceanskih območij, ki so z meritvami slabo pokrita. Kljub omenjenim razlikam pa so ocene vseh svetovnih podnebnih centrov enotne (WMO, 2021, Copernicus, 2021) glede rekordno toplega leta 2016, stopnje ogrevanja v obdobju od poznih 70. let naprej in o trajno nadpovprečno toplih letih od leta 2001 naprej.

Temperaturne razmere

Na svetovni ravni je bilo **leto 2019** za 0,59 °C toplejše od normale oziroma povprečja obdobja 1981–2010 (WMO, 2020) in je tretje najtoplejše. Najtoplejše ostaja leto 2016, ko je bilo dolgoletno povprečje preseženo za 0,63 °C. Drugo najtoplejše je **leto 2020** z odklonom 0,62 °C. V primerjavi s predindustrijsko dobro (obdobje 1850–1900) je bilo leto 2019 toplejše za $1,1 \pm 0,1$ °C, leto 2020 pa za 1,25 °C.

Med območji z nadpovprečno letno temperaturo so **leto 2019** izstopali Arktika, predvsem Aljaska, severovzhod Kanade in osrednji del severne Sibirije (slika 2a). Skoraj vsa Evropa je imela letno temperaturo nad normalo, opazno nadpovprečno toplo je bilo leto tudi na Bližnjem vzhodu, v južni Afriki, Avstraliji in delih

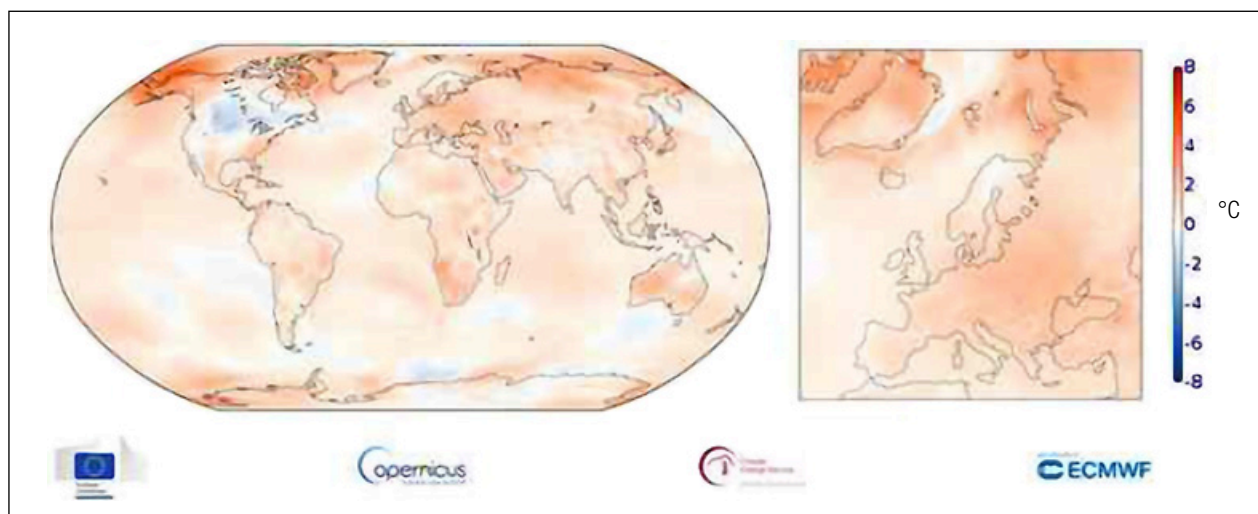
Antarktike. Od konca 70. let minulega stoletja je trend ogrevanja na svetovni ravni 0,18 °C na desetletje (WMO; 2020).

Povprečna temperatura **leta 2020** je bila znatno nad normalo nad večjim delom Sibirije in nad morjem severno od nje (slika 2b), nadpovprečna nad skoraj vso Evropo, bolj nad severnim in vzhodnim delom celine. Čeprav je bila večina kopnega in oceanov toplejša od normale, je bilo tudi nekaj območij kopnega hladnejših, med njimi sta najbolj sta izstopali zahodna Kanada in severna Indija, pod normalo je bila povprečna temperatura tudi nad vzhodnim tropskim Tihim oceanom, severnim Atlantikom zahodno od Irske in nad nekaterimi območji oceanov na južni polobli.

Povprečna temperatura leta 2019 je bila na evropski ravni 1,2 °C nad normalo. Leta 2020 je bila 1,6 °C nad normalo in tako najvišja do zdaj. Drugo najtoplejše leto v Evropi je 2019, ki je bilo le nekoliko toplejše od let 2015, 2014 in 2018.

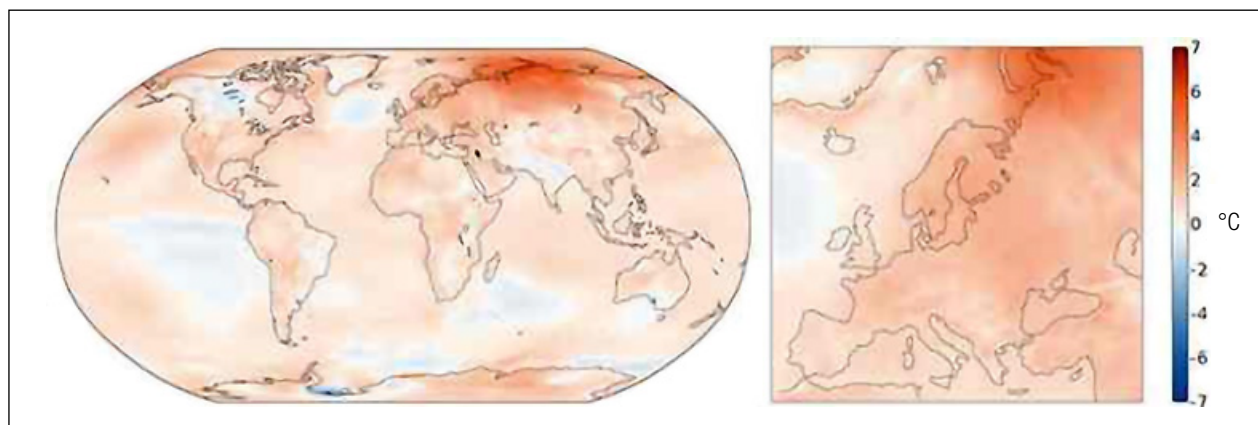
V nadaljevanju na kratko povzemamo podatke ECMWF (ECMWF, 2020) o povprečni svetovni in evropski temperaturi po mesecih (slika 4a). Podatki tega centra segajo v preteklost do začetka leta 1979. Primerjave so narejene s povprečji obdobja 1981–2010 za ustrezne mesece (slika 3).

Januarja 2019 je bila povprečna svetovna temperatura 0,4 °C nad normalo. Izstopalo je nenavadno toplo vreme v Avstraliji, kjer je bil januar najtoplejši mesec, odkar hranijo podatke, in mediji so poročali o



Slika 2a: Odklon povprečne temperature leta 2019 od povprečja obdobja 1981–2010 (vir: ECMWF, Copernicus Climate Change Service, 2021)

Figure 2a: Surface mean air temperature anomaly for 2019 relative to the average for the period 1981-2010 (Source: ECMWF, Copernicus Climate Change Service, 2021)



Slika 2b: Odklon povprečne temperature leta 2020 od povprečja obdobja 1981–2010 (vir: ECMWF, Copernicus Climate Change Service, 2021)

Figure 2b: Surface mean air temperature anomaly for 2020 relative to the average for the period 1981-2010 (Source: ECMWF, Copernicus Climate Change Service, 2021)

več preglavicah zaradi vročine. Med območja z nadpovprečno temperaturo so spadali tudi Bližnji vzhod, Turkmenistan, Uzbekistan, Kazahstan, večji del Sibirije, vzhodna Mongolija, severovzhodna Kitajska, deli Aljaske in zahodna Kanada. Neobičajno hladno je bilo v osrednji Kanadi. Kljub zelo mrzlemu vremenu ob koncu meseca na severu osrednjega dela in severozahodu ZDA, januar v celoti v ZDA ni bil hladnejši kot sicer.

V Evropi je bila povprečna temperatura blizu ali le nekoliko nad normalo, odklon za celino je bil 0,2 °C. Z večjim negativnim odklonom je izstopala severna Švedska, kjer se je temperatura devet dni zapored ponoči spustila pod -30 °C. Prvo polovico januarja je zaznamovalo izjemno obilno sneženje na severni strani alpskega grebena. Nadpovprečna je bila januarska temperatura nad Svalbardom in vzhodno od Nove Zemlje ter nad celinskim delom Rusije.

Februar 2019 je bil na svetovni ravni 0,47 °C toplejši od normale. S pozitivnim temperaturnim odklonom je izstopal večji del Aljaske in najvzhodnejši del Sibirije ter od tam morje proti severu. Nadpovprečno toplo je bilo na območju od osrednje severne Sibirije do severovzhodne Kitajske, na jugovzhodu ZDA, v zahodni Avstraliji in delih Antarktike. Opazno hladneje kot običajno je bilo v zahodni Kanadi, podpovprečna je bila februar-ska temperatura v vzhodni Kanadi in na severozahodu ZDA. Hladneje kot običajno je bilo tudi na območju od Urala do osrednje Azije, v večjem delu severovzhodne Sibirije, jugovzhodni Kitajski, severozahodni Afriki, na območju Afganistana, Antarktičnem polotoku in zaradi padavin tudi na severovzhodu Avstralije.

Na evropski ravni je bil februar 2,75 °C toplejši kot običajno. Odklon je bil še posebno velik v zahodni Rusiji in južni Finski. Proti koncu februarja so marsikje v Evropi

imeli zelo, ponekod celo rekordno, toplo vreme za februar. Hladneje kot običajno je bilo ob Uralu, manjšem delu severne Norveške ter severozahodno od pasu med vzhodno Grenlandijo in Svalbardom.

Na svetovni ravni je bil **marec** 2019 0,67 °C toplejši kot normalno. Z nadpovprečno temperaturo so izstopali Aljaska in severozahod Kanade ter osrednja Sibirija. Opazno je bilo dolgoletno povprečje preseženo tudi v Kazahstanu, Mongoliji in na severovzhodu Kitajske. V Avstraliji je bil marec 2019 rekordno topel, največji odklon nad dolgoletnim povprečjem je bil v državi Zahodna Avstralija. Pomembno topleje kot običajno je bilo v večjem delu južne Afrike. Nekaj °C topleje kot običajno je bilo ponekod v okolici Antarktike, na tej celini so se izmenjevala nadpovprečno topla in hladna območja. Opazno hladneje kot običajno je bilo na jugozahodu Kanade, v osrednjem delu ZDA, nad večjim delom Grenlandije in od tam proti vzhodu na območju z nadpovprečno veliko morskega ledu. Več drugih območij je bilo nekoliko hladnejših kot običajno.

Na Evropski ravni je bil marec 1,7 °C toplejši kot običajno. Največji presežek je bil na vzhodu celine, kjer je ponekod odklon presegel 3 °C. Nekoliko hladneje kot sicer je bilo ponekod na severu Norveške, Švedske in Finske. V Evropi je bilo dvanajstmesečno obdobje od aprila 2018 do marca 2019 najtoplejše do takrat.

Na svetovni ravni je bil **april** 2019 0,62 °C toplejši kot normalno. Z nadpovprečno velikim pozitivnim odklonom so izstopali Grenlandija, Svalbard, Nova zemlja in vzhodna Sibirija, tudi v osrednji Aziji in na jugu Afrike je bilo občutno topleje kot običajno. Za dolgoletnim povprečjem je aprilska temperatura zaostajala na zahodnih kanadskih otokih, v vzhodni Kanadi, delih Bližnjega vzhoda, zahodni Afriki in delih Antarktike.

V evropskem povprečju je bil april 1 °C toplejši kot normalno. Presežek je bil največji nad srednjo, vzhodno in severno Evropo. Toplo vreme je povečalo nevarnost požarov v naravnem okolju, ki so bili nadpovprečno pogosti na Švedskem in v Veliki Britaniji. Hladneje kot običajno je bilo na večjem delu Iberskega polotoka, v jugovzhodni Grčiji ter zahodno in južno od Črnega morja.

Na svetovni ravni je bil **maj** 2019 0,52 °C toplejši kot običajno. Presežek nad dolgoletnim povprečjem je bil velik nad večjim delom Grenlandije, nad Baffinovimi in Ellesmerskimi otoki. Nad Grenlandijo je bil masni obrat iz pridobivanja v izgubljanje ledene mase zgodnejši kot običajno. Tudi v okolici Antarktike so bila območja z izrazito nadpovprečno majsko temperaturo, med njimi je izstopalo Weddellovo morje, manj pa Rossovo morje. Opazno nad povprečjem je bila temperatura tudi nad Aljasko, skrajnim zahodom Kanade, jugovzhodnimi ZDA, na severozahodu in jugozahodu Afrike, daleč na zahodu in vzhodu Azije. Za dolgoletnim povprečjem je

majska temperatura opazno zaostajala na območju, ki je segalo od jugozahoda ZDA nad vzhodno Kanado, nad osrednjo Azijo do delov Antarktike.

Evropska povprečna temperatura je bila enaka majskemu povprečju obdobja 1981–2010. Maj je bil na Portugalskem in nad večjim delom Španije ter na vzhodu Evrope nadpovprečno topel. Hladneje kot običajno je bilo v širokem osrednjem pasu vse od severa do juga celine.

Svetovno povprečje **junijske** temperature je bilo najvišje do takrat, normala je bila presežena za 0,54 °C. Močno je povprečna junijska temperatura preseгла dolgoletno povprečje na Baffinovem otočju, na severu Sibirije in delih Antarktike. Občutno topleje je bilo tudi na Grenlandiji, Aljaski in v delih Južne Amerike, Afrike in Azije. Indijo in Pakistan je v začetku junija zajel izrazit vročinski val, ki mu je sledil začetek monsuna. Najbolj je povprečna junijska temperatura zaostajala za običajno na večjem delu Antarktike. Opazno hladneje kot navadno je bilo nad večino zahodne Rusije, v delih vzhodne Azije in v delu Kanade.

V evropskem povprečju je bil junij za 2,34 °C toplejši od normale in najtoplejši junij do takrat. Drugi najtoplejši junij je bil leta 1999, z odklonom 1,36 °C nad normalo. Nad večino Evrope je bilo topleje kot normalno, največji presežek je bil v osrednjem in delu vzhodne Evrope. Sredi meseca je bilo rekordno toplo na vzhodu Evrope. Med 25. in 29. junijem je bil v zahodni Evropi kratek, a rekorden vročinski val s povprečno dnevno temperaturo do 10 °C nad normalno. V mesečnem povprečju je bilo hladneje kot navadno na zahodu Iberskega polotoka, delu Britanskega otočja in na območju iznad Urala do skrajnega severa Skandinavije.

Julij 2019 je običajno najtoplejši mesec v svetovnem povprečju. Na svetovni ravni je bil julij 0,56 °C toplejši od normale in tako najtoplejši do takrat. Dolgoletno povprečje julijske temperature je bilo občutno preseženo na Aljaski, nad Baffinovim otokom, na Grenlandiji, v delih Sibirije, državah osrednje Azije, Iranu, večini ZDA, vzhodni Kanadi in večjem delu Antarktike. Večinoma sta bili tudi Afrika in Avstralija toplejši kot navadno. Območja s temperaturami pod povprečjem 1981–2010 so bila v osrednji zahodni Kanadi in delu Azije ter na območju Weddellovega morja in od tam nad delom Antarktike. Ker se je iz junija v julij nadaljevalo suho in nadpovprečno toplo vreme, je bilo tudi julija veliko požarov na vzhodu Rusije in Aljaski.

V evropskem povprečju je bil julij le 0,1 °C toplejši od normale, vendar so bile krajevne razlike velike. Zahodna Evropa, izjema je jugozahodni del Iberskega polotoka, je bila nadpovprečno topla, predvsem zaradi kratkega, a zelo intenzivnega vročinskega vala v zadnjem tednu julija, ko je bila v številnih mestih na zahodu Evrope izmerjena rekordno visoka temperatura. Vzhodni del

celine je bil večinoma hladnejši, kot je navadno julija, predvsem na severovzhodu je bil negativni odklon velik.

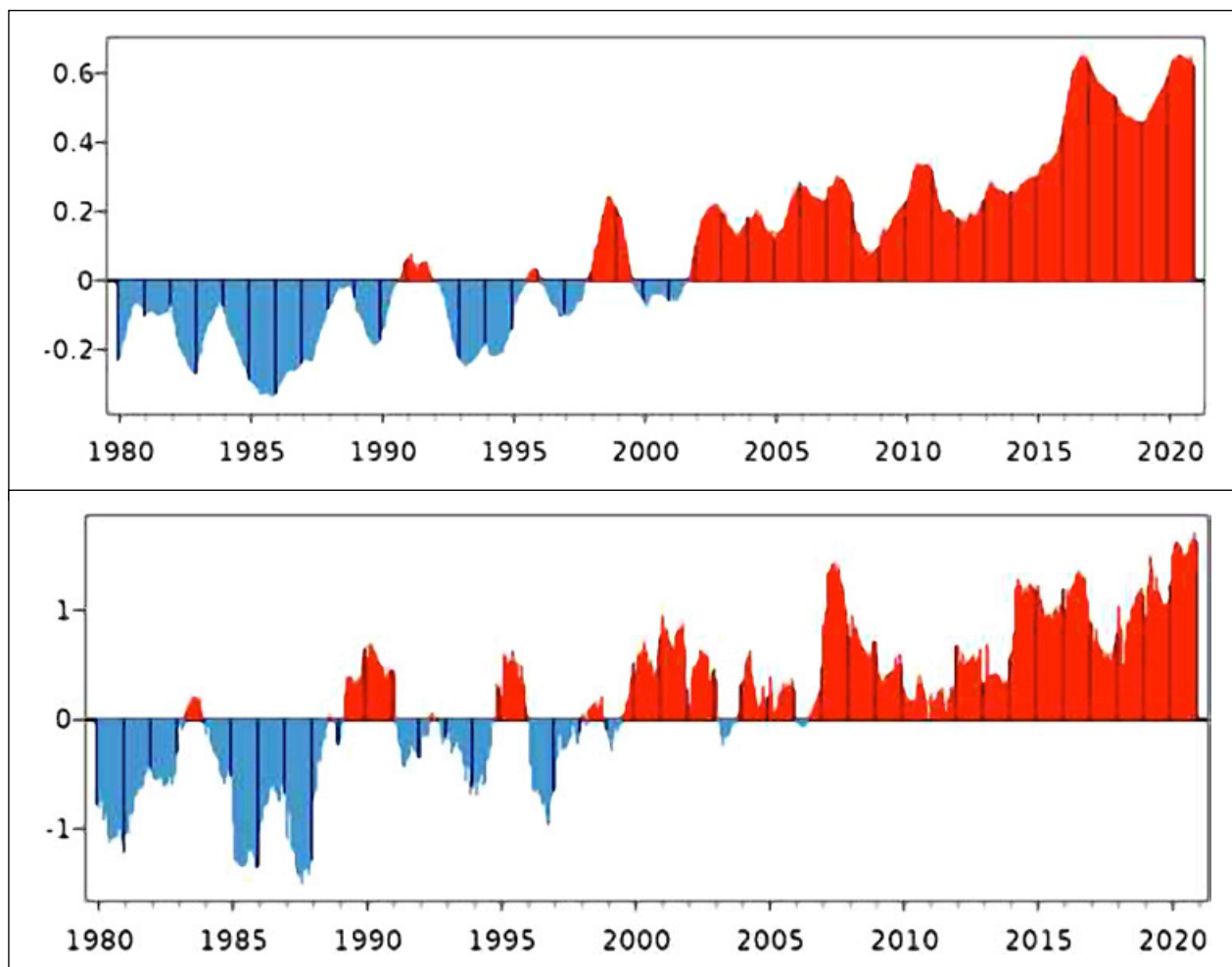
V svetovnem merilu je bil **avgust** 2019 0,53 °C toplejši od normale. Občutno so normalno avgustovsko temperaturo presegli v velikem delu severne Sibirije, nad severovzhodno Kanado, Baffinovim otokom in severno Grenlandijo. Druga območja s temperaturo nad normalo so bila na jugu ZDA in v Mehiki, osrednji Aziji, severnem Čilu, južni Afriki in zahodno od Antarktičnega polotoka. Znatno pod dolgoletnim povprečjem je bila temperatura nad osrednjim delom ZDA, večjimi območji Kanade, nad jugovzhodno Rusijo, večjimi območji Avstralije in osrednje Antarktike. Tudi v Sahelu in severni Afriki je bila povprečna avgustovska temperatura podpovprečna, ob tem pa je bilo padavin nadpovprečno veliko.

Avgust je bil v evropskem povprečju 0,9 °C toplejši od normale. Največji temperaturni presežek je bil nad

vzhodno in jugovzhodno Evropo. Hladneje kot normalno je bilo na zahodu Portugalske in na območju na severovzhodu, ki se je raztezalo nad Rusijo.

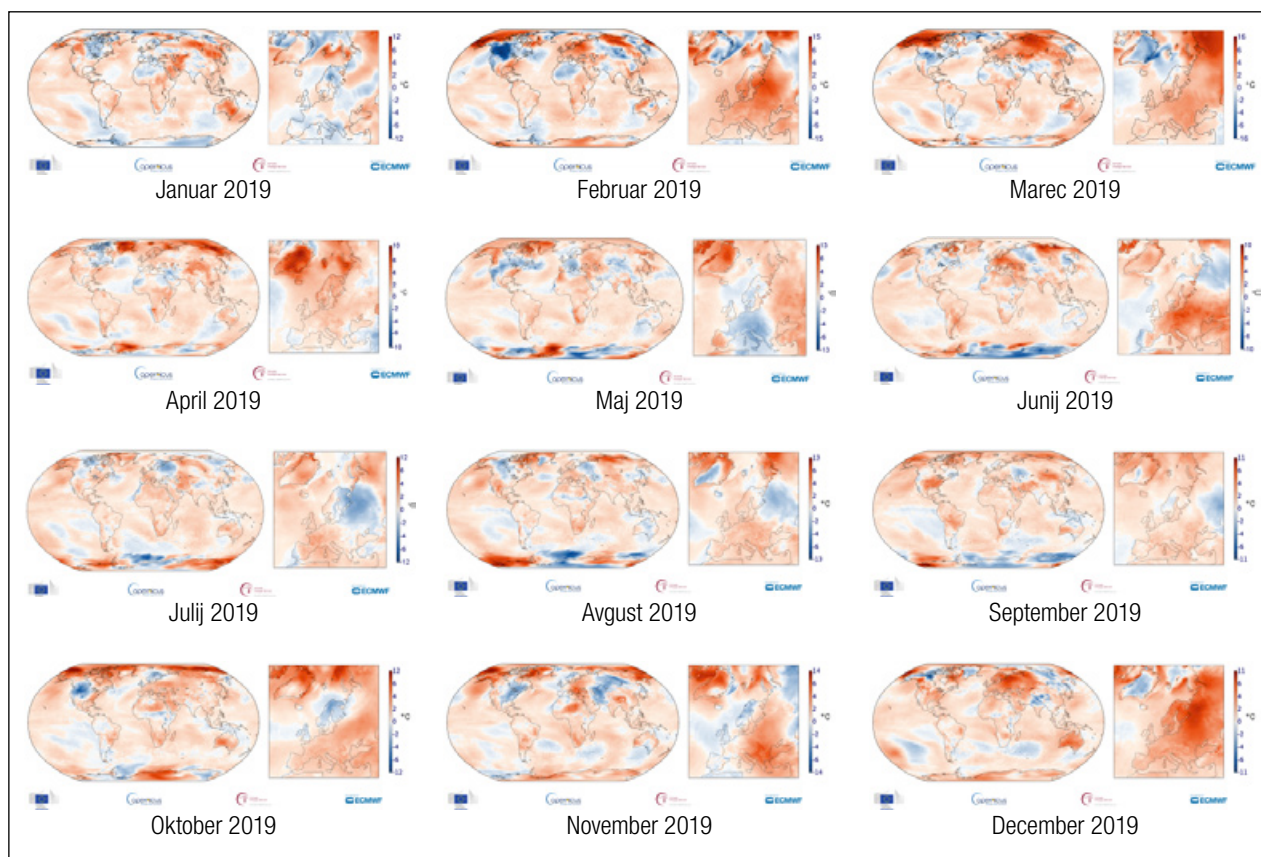
Poletje 2019 v Evropi so krojili rekordno tople junij, skoraj povprečen julij in nadpovprečno tople avgust. Povprečje treh poletnih mesecev na evropski ravni je bilo 1,1 °C nad normalo.

September 2019 je bil na svetovni ravni 0,57 °C toplejši od normale in tako do takrat najtoplejši september v nizu podatkov. Občutno so normalno septembrsko temperaturo presegli v osrednjem in vzhodnem delu ZDA, v Iranu, Afganistanu, Mongoliji in na severu Kitajske, v srednji Južni Ameriki, južni Afriki, jugozahodni Avstraliji in zahodni Antarktiki. Znatno pod dolgoletnim povprečjem je bila temperatura nad jugozahodno Rusijo in v delih Antarktike, ponekod v osrednji Aziji ter delu Antarktike.



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, vključno z letom 2020. (vir: ECMWF, Copernicus Climate Change Service)

Figure 3: Running twelve-month averages of global and European mean surface air temperature anomalies relative to 1981–2010, based on monthly values from January 1979 to December 2020. The darker coloured bars are the averages for each of the calendar years from 1979 to 2020 (Source: ERA-Interim, Credit: ECMWF, Copernicus Climate Change Service)



Slika 4: Odklon temperature po mesecih leta 2019 od ustreznega mesečnega povprečja obdobja 1981–2010 (vir: Copernicus, Evropski center za srednjeročno napoved vremena, storitve s področja podnebnih sprememb, 2021)
 Figure 4: Surface air temperature anomalies for the months of 2019 relative to the corresponding monthly average for the period 1981–2010 (Source: ERA-Interim, ECMWF Copernicus Climate Change Service, 2021)

Evropsko povprečje temperature je za 0,7 °C presežlo normalo. Največji temperaturni presežek je bil nad južno in jugovzhodno Evropo. Podpovprečna je bila septembrska temperatura nad večino Norveške in Švedske ter na skrajnem vzhodu celine. V pretežnem delu Evrope je bilo manj padavin kot običajno.

Na svetovni ravni je bil **oktober** 2019 0,69 °C toplejši kot normalno in tako najtoplejši oktober do takrat, vendar le za 0,01 °C toplejši od oktobra 2015, ki je drugi najtoplejši oktober, in za 0,09 °C toplejši od oktobra 2017, ki je tretji najtoplejši. Občutno so normalno oktobrsko temperaturo presegli v delih Arktike, na vzhodu ZDA in Kanade, Bližnjem vzhodu, v večjem delu severne Afrike in Rusiji. Znatno pod dolgoletnim povprečjem je bila temperatura v večjem delu zahodnih ZDA in Kanade. Prav tako je temperatura zaostajala za normalno v delih Afrike in Antarktike, manj pa tudi ponekod drugje.

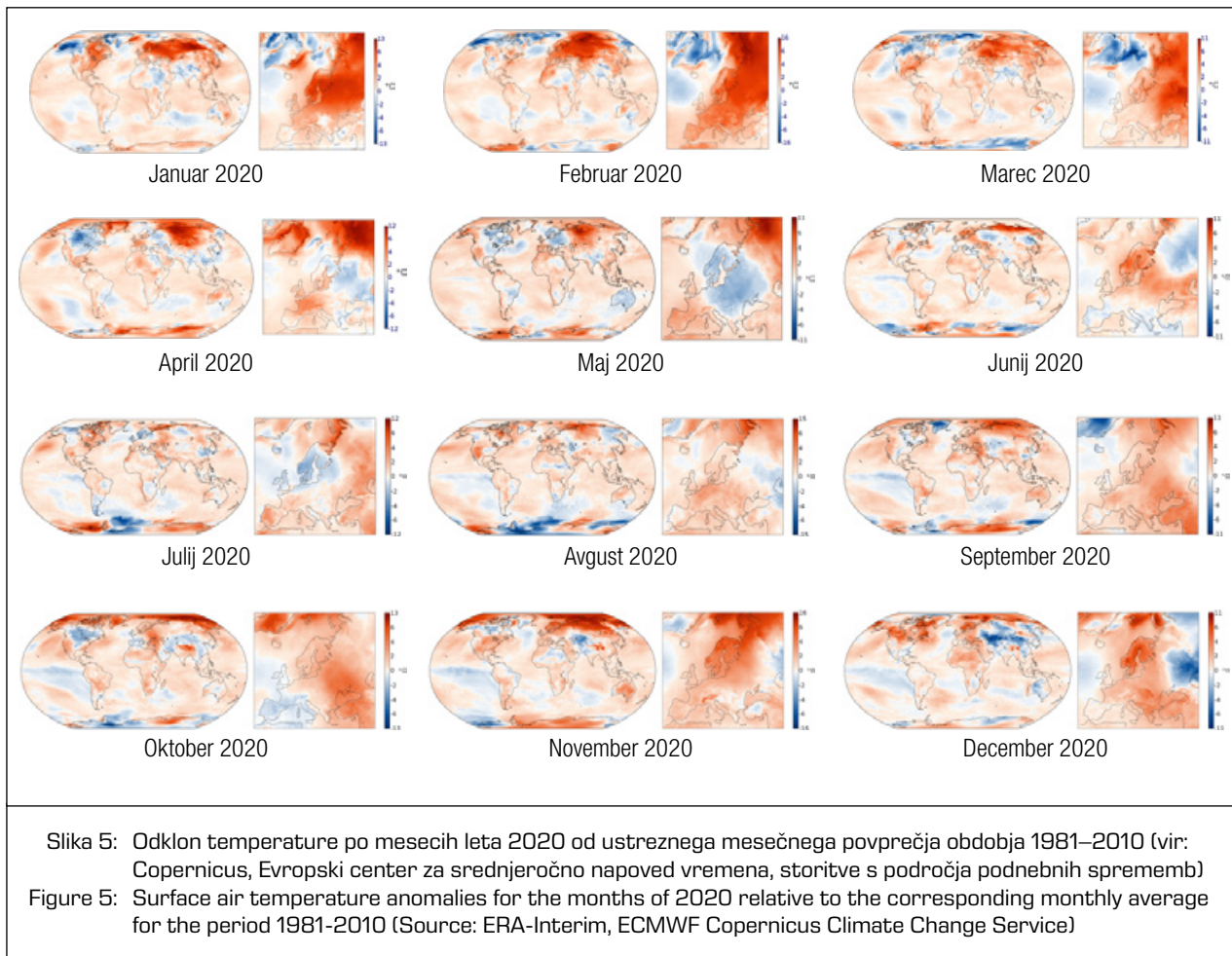
Na evropski ravni je bil 1,1 °C toplejši kot normalno. Največji temperaturni presežek je bil nad vzhodno in jugovzhodno Evropo. Podpovprečna je bila oktobrsko temperatura nad večino severozahodne in severne Evrope.

Na svetovni ravni je bil **november** 2019 eden izmed treh najtoplejših, normalo je presegel za 0,64 °C, kar

je enako novembru 2016, s katerim si delita prvo mesto do takrat najtoplejših novembrov. Le za 0,02 °C hladnejši je bil november 2015. Topleje kot normalno je bilo nad večino Arktike, zahodnim delom ZDA in Kanade, večjim delom severne Afrike, južno in vzhodno Azijo ter Tibetansko planoto. Nadpovprečno toplo je bilo tudi v osrednjem delu Južne Amerike, v južni Afriki, zahodni Avstraliji in večini Antarktike. Hladneje kot normalno je bilo na območju, ki obsega vzhodni del ZDA in Kanade ter osrednjo Azijo od Sibirije do iranske obale. Manjši negativni odklon je bil tudi na nekaterih drugih območjih.

Na evropski ravni je bil november 1,5 °C toplejši od normale, že večkrat v preteklosti je bil november v evropskem povprečju toplejši, z visoko povprečno temperaturo sta najbolj izstopala novembra 2015 (odklon 2,3 °C) in 2009 (odklon 2,2 °C). Povprečna temperatura je bila v srednji in vzhodni Evropi nad normalo, največji temperaturni presežek je bil nad jugovzhodnim delom celine. Podpovprečna je bila novembrska temperatura nad večino zahodne Evrope.

Skupno povprečje **jesenskih** mesecev septembra, oktobra in novembra 2019 na evropski ravni je bilo 1,1 °C nad normalo, toplejše so bile jeseni leta 2006, 2015



in 2018. Meteorološka jesen 2019 je bila toplejša kot normalno predvsem nad večjim delom vzhodne Evrope, na zahodu Aljaske, skrajnem severu vzhodne Kanade, severu Grenlandije, severu osrednje Sibirije, v južni Afriki in jugozahodni Avstraliji. Pod dolgoletnim povprečjem je bila novembrska temperatura nad večino Irske, Združenega kraljestva in Skandinavije. Tudi vzhodno od Kaspijskega morja, na severu ZDA in v južni Kanadi je bilo hladneje kot normalno.

Na svetovni ravni je bil **december** 2019 0,74 °C toplejši od normale, kar je enako kot decembra 2015. Z nadpovprečno visoko temperaturo je decembra izstopala tudi Avstralija, kjer je večmesečna suša in vetrovno poletno vreme pripomoglo k intenzivnim in obsežnim požarom. Občutno pod normalo je bila povprečna decembrska temperatura v večjem delu Aljaske, na severozahodu Kanade, Grenlandiji in v vzhodni Sibiriji. O hladnejšem kot običajnem decembru so poročali tudi v Tibetu, Pakistanu in na severu Indije.

V evropskem merilu je bil 3,2 °C toplejši kot normalno in tako najtoplejši v nizu podatkov. Največji temperaturni presežek je bil nad vzhodnim delom celine. Neobičajno topel je bil december v Moskvi, kjer ni bilo naravne snežne odeje. Občutno topleje kot normalno je bilo tudi na severu Finske.

Povprečna temperatura leta 2019 je bila na evropski ravni 1,2 °C nad normalo in do takrat najvišja, nekoliko je presegla povprečno letno temperaturo v letih 2014, 2015 in 2018. Najtoplejše dvanajstmesečno obdobje v Evropi je bilo od aprila 2018 do marca 2019, ko je bila povprečna temperatura 1,5 °C nad normalo.

V zadnjih 40 letih opazamo naraščajoč trend v trajanju sončnega obsevanja v vsej Evropi (Copernicus, 2020). Leto 2019 je bilo na evropski ravni najbolj sončno vsaj od leta 1983, nekoliko je preseglo osončenost iz leta 2015. Največji presežek sončnega vremena je bil na območju iznad severne Francije nad srednjo in večino vzhodne Evrope.

Ogroženost s požari v naravnem okolju je bila v Evropi leta 2019 blizu povprečja, na severu Evrope nekoliko nad povprečjem, na jugu Evrope pa je bilo požarov v naravi najmanj od leta 2003, odkar imamo primerljiv niz podatkov.

V Evropi se je suša pokazala junija 2019, vplivala je na vegetacijo, najbolj opazno v severni Nemčiji, vendar tudi na zahodu celine in na območju Baltika ter v Skandinaviji. Razmere so se normalizirale jeseni.

Pretoki rek so bili v Evropi dve tretjini leta 2019 pod normalo. Najnižji so bili spomladi in od sredine poletja

do zgodnje jeseni, najbolj opazno v srednji Evropi. Zadržana dva meseca so se v zahodni Evropi dvignili na visoke pretoke, nizki pa so ostali v vzhodnem delu celine.

Po mesečnih biltenih projekta Copernikus (Copernicus, 2021) povzemamo tudi podnebne značilnosti leta 2020. Mesečni odkloni od normale so na sliki 5.

Na svetovni ravni je bil **januar** 2020 0,77 °C toplejši od normale; drugi in tretji najtoplejši sta januarja 2016 in 2017 (Copernicus, 2021). Le februarja in marca 2016 je bil odklon glede na ustrezno mesečno povprečje večji. Nadpovprečno visoka je bila povprečna januarska temperatura nad večino Rusije. Nadpovprečno toplej je bil januar v večjem delu ZDA in v vzhodni Kanadi, na Japonskem in v delu vzhodne Kitajske ter jugovzhodne Azije, delu Avstralije in delih Antarktike. Opazno nižja kot normalno je bila januarska temperatura na Aljaski in na severozahodu Kanade ter nad Baffinovim otokom in otokom Ellesmere na severovzhodu Kanade.

V Evropi je bila povprečna temperatura 3,1 °C višja kot normalno, to je bil do zdaj najtoplejši januar v Evropi. Povprečna januarska temperatura je bila v pretežnem delu Evrope nad normalno, največji temperaturni presežek je bil na severu in vzhodu v pasu od Norveške nad Rusijo, kjer je odklon v več krajih presegel 6 °C. Na Norveškem je bil januar 2020 drugi najtoplejši januar od leta 1900, že kmalu v začetku meseca pa se je temperatura povzpela za januar rekordno visoko. V osrednji in južni Finski je bil januar rekordno toplej vsaj od leta 1961 naprej.

Na svetovni ravni je bil **februar** 2020 0,8 °C toplejši od februarskega povprečja v obdobju 1981–2010 in tako drugi najtoplejši februar; le februarja 2016 je bil za 0,1 °C toplejši. Velika večina Evrope, Sibirije, osrednje Azije in zahodne Antarktike je bila občutno toplejša kot normalno. Med nadpovprečno toplimi območji so izstopali Iran, Afganistan, osrednja Azija, večina Kitajske, severozahodna Afrika, manjša območja z nadpovprečno temperaturo so bila tudi v zahodni Avstraliji, Severni in Južni Ameriki ter osrednji in južni Afriki.

V Evropi je bila povprečna temperatura februarja 2020 3,9 °C višja kot običajno, to je bil do zdaj drugi najtoplejši februar v Evropi, najtoplejši v Evropi ostaja februar 1990, ki je bil 4,5 °C toplejši kot normalno. Februarja 2020 je bila večina Evrope bolj namočena kot običajno, Veliko Britanijo so zajele obsežne poplave in februar je bil v tej državi rekordno namočen. Le južni deli celine so bili bolj suhi kot normalno.

Zima 2019/20 je bila v Evropi daleč najtoplejša v nizu podatkov, bila je 3,4 °C toplejša od normale in za 1,4 °C toplejša od do zdaj najtoplejše zime 2015/16. Povprečna temperatura je najbolj presegla normalno na severu in vzhodu Evrope.

Na svetovni ravni je bil **marec** 2020 0,68 °C toplejši od normale in 0,14 °C hladnejši od marca 2016, ki je najtoplejši marec. Z velikim presežkom je izstopal del Ukrajine in Rusije. Območje z nadpovprečno marčevsko temperaturo se je iznad vzhodne Evrope nadaljevalo nad celotno Rusijo in številne azijske države ter nad zahodno in severno obalo Aljaske. Znatno nad normalo je bila povprečna temperatura tudi nad Mehiko, južnim in vzhodnim delom ZDA, nad delom Južne Amerike, osrednjo in severno Afriko, nad zahodno Avstralijo, Rossovo ledeno ploščo in Antarktičnim polotokom. Precej pod normalo je bila temperatura nad severno in zahodno Kanado, Grenlandijo in Vzhodno Antarktiko.

V Evropi je bila povprečna temperatura skoraj 2 °C višja kot normalno in 0,6 °C nižja od do zdaj najtoplejšega marca, ki je bil leta 2014. Marec 2020 je bil šesti najtoplejši marec v obdobju od leta 1979 naprej.

Na svetovni ravni je bil **april** 2020 0,7 °C toplejši od normale in 0,01 °C hladnejši od aprila 2016, ki je najtoplejši april, april 2019 je tretji najtoplejši april. Precej nad normalo je bila temperatura nad večino Sibirije, v severni in obalnem delu osrednje Grenlandije, delih Antarktike, na obalah Aljaske in nad Arktičnim oceanom. Velik pozitivni odklon je bil tudi v Mehiki, delih osrednje in severozahodne Afrike ter zahodne Avstralije. Precej pod normalo je bila temperatura v osrednji Kanadi.

V Evropi je bila povprečna temperatura le za 0,6 °C višja od normale. V Franciji je bil april od leta 1900 le dvakrat toplejši. O znatnem temperaturnem presežku nad normalo so poročali tudi v Švici. Drugod po Evropi so bile temperaturne razmere manj izstopajoče. Na vzhodu celine je bilo večinoma hladneje kot normalno.

Na svetovni ravni je bil **maj** 2020 0,63 °C toplejši od normale in je do zdaj najtoplejši maj v razpoložljivem nizu podatkov, bil je 0,05 °C toplejši od maja 2016, ki je drugi najtoplejši maj, in za 0,09 °C toplejši od maja 2017, ki je tretji najtoplejši maj. Izrazito višja kot normalno je bila temperatura v delu Sibirije (odklon je dosegel do 10 °C). Občutno topleje je bilo tudi na zahodu Aljaske, vzdolž Andov na meji med Čilom in Argentino ter na območjih zahodne in vzhodne Antarktike. Z nadpovprečno temperaturo so izstopala območja na zahodu Severne Amerike, na severu in jugu Južne Amerike, na severozahodu, v osrednji in jugozahodni Afriki ter jugovzhodni Aziji. Območja s podpovprečno temperaturo so bila na večjem delu osrednje in vzhodne Kanade, na vzhodu ZDA, južni Braziliji, delih južne Azije in Avstralije.

V Evropi je bila povprečna temperatura le za 0,3 °C nižja kot normalno. Najtoplejši je bil maj 2018, ki je bil 2,5 °C toplejši od normale. Na jugozahodu in daleč na severovzhodu Evrope je bilo občutno topleje. Zaradi prevladujočega območja visokega zračnega tlaka nad Britanskim otočjem in severozahodnega zračnega toka nad srednjo Evropo je bilo občutno hladneje kot normalno.

na velikem območju, ki je segalo iznad Skandinavije nad Balkan in od tam na območje severno od Črnega morja.

Pomlad 2020 je zaznamoval velik pozitiven odklon povprečne temperature v Sibiriji, na nekaterih območjih je odklon 10 °C. Na rekah Ob in Jenisej so poročali o zgodnjem taljenju ledu. Nadpovprečno toplo, a ne tako izstopajoče, je bilo na Arktiki. Hladneje kot normalno je bilo na severu Kanade in okolici Svalbarda. V Južni Ameriki, Afriki in na Antarktiki je bilo večinoma topleje kot običajno.

V Evropi je bilo topleje kot normalno na zahodu, jugu in skrajnem vzhodu. Blizu normale je bila povprečna temperatura v Skandinaviji in osrednji Evropi. V Franciji je bila pomlad 2020 druga najtoplejša, odkar sistematično spremljajo temperaturo.

Na svetovni ravni je bil **junij 2020** 0,53 °C toplejši od normale in za manj kot 0,01 °C hladnejši od junija 2019, ki je najtoplejši junij v razpoložljivem nizu podatkov. Sibiriska Arktika je bila najtoplejša, odkar imamo podatke o tamkajšnji temperaturi. Razmeroma hladno za junij je bilo na otoku Sahalin, kjer je prevladoval vzhodni zračni tok. Na Antarktiki so se izmenjevala območja s temperaturo nad in pod normalo. Nad normalo je bila temperatura nad osrednjim delom ZDA in južno ter severovzhodno Kanado. Večinoma nadpovprečno toplo je bilo tudi v večini Afrike, na Bližnjem vzhodu, Kitajskem, v Južni Ameriki in Avstraliji. Hladneje kot normalno je bilo na severu Indije.

V Evropi je bila povprečna temperatura enaka kot junija 1999, normalo je presegla za 1,3 °C, kar je drugi največji presežek. Najtoplejši je bil junij 2019 s presežkom 2,3 °C. Pod vplivom območja visokega zračnega tlaka je bilo nadpovprečno toplo v Skandinaviji in velikem delu vzhodne Evrope. Na Norveškem je bil junij drugi najtoplejši v nizu podatkov od leta 1900. Med nekaj najtoplejših se je junij uvrstil tudi na Švedskem. Jug Evrope je bil večinoma hladnejši kot normalno. Občutno pod normalo je bila povprečna junijska temperatura na vzhodu evropskega dela Rusije in v zahodni Sibiriji.

Na svetovni ravni je bil **julij 2020** 0,49 °C toplejši od normale in tretji najtoplejši julij v razpoložljivem nizu podatkov. Nadpovprečno toplo je bilo v vzhodni Kanadi in jugozahodnem delu ZDA, na Bližnjem vzhodu in od tam proti severu do Arktike. Nad normalo je bila povprečna julijska temperatura tudi vzhodno in jugovzhodno od Bajkalskega jezera ter v zahodni Avstraliji. Julijska temperatura je bila pod normalo na severu Aljaske, na skrajnem severozahodu Kanade, južni Argentini in Čilu ter na območju, ki je iznad Kitajske segalo nad Japonsko.

V Evropi je bila povprečna temperatura le 0,2 °C nad normalo. Najtoplejši je bil julij 2010, ki je bil 2,1 °C toplejši od povprečja obdobja 1981–2010. Predvsem na

jugu Norveške in osrednji Švedski je bilo hladneje kot normalno. Južni del Evrope je bil večinoma toplejši kot normalno, z velikim odklonom sta izstopali Portugalska in zahodna Španija. Izrazito nadpovprečno toplo območje se je od tam nadaljevalo nad severozahodno Afriko. Krajša zelo vroča epizoda je bila v zahodni Evropi ob koncu meseca.

Na svetovni ravni je bil **avgust 2020** 0,44 °C toplejši od normale in četrti najtoplejši avgust v razpoložljivem nizu podatkov. Nenavadno toplo je bilo na severozahodu Sibirije in Morju Laptevov ter Vzhodnosibirskem morju. Tudi v Hudsonovem in Baffinovem zalivu ter na severovzhodu Grenlandije je bilo topleje kot normalno. Rekordno toplo je bilo na jugozahodu ZDA in severozahodu Mehike. V Dolini smrti v Kaliforniji je temperatura dosegla rekordnih 54,4 °C, kar je svetovni avgustovski temperaturni rekord. Opazno topleje kot normalno je bilo na severozahodu Afrike, v Kongu, Iranu in od tam proti vzhodu nad Kitajsko in Japonsko, nadpovprečno toplo je bilo tudi na zahodu Avstralije. Nadpovprečna je bila temperatura severovzhodnega Tihega oceana, vendar je bil odklon manjši kot julija. Pod normalo je bila avgustovska temperatura v Sudanu in vzhodni Sibiriji ter okolici Kaspijskega morja.

V Evropi je bila povprečna temperatura 1,1 °C nad normalo. Najtoplejši avgusti v Evropi so bili leta 2003, 2010 in 2015, bili so 1,3 °C toplejši od normale. V Franciji je bil tokratni avgust tretji najtoplejši v nizu podatkov, ki sega v leto 1900. Na zahodu in v osrednjem delu celine je bil daljši vročinski val v prvi polovici meseca. Nekoliko hladneje kot normalno je bilo na Portugalskem, v delih Španije, zahodni Rusiji, nad večjim delom Barentsovega morja in od tam proti severu.

Poletje je zaznamovala nenavadno visoka temperatura na severu Sibirije. Nad normalo je bila povprečna poletna temperatura nad Arktiko, vendar je bilo na severu Aljaske in severozahodu Kanade hladneje kot normalno. Večina Evrope je bila nadpovprečno topla, a so bila v preteklosti poletja v Evropi tudi toplejša.

Evropska povprečna poletna temperatura je bila 0,9 °C nad normalo, kar je opazno manj od povprečne temperature v poletjih 2003, 2010, 2018 in 2019. Le malo višja je bila povprečna temperatura poletja 2016. Najtoplejše poletje v evropskem povprečju je bilo leta 2018, ko je povprečna temperatura presegla normalo za 1,4 °C. Vročinski valovi proti koncu julija in v začetnem delu avgusta so nad zahodno in osrednjo Evropo prinesli več toplotno zelo obremenilnih dni. Po pogostosti zelo velike toplotne obremenitve je izstopala južna polovica Iberskega polotoka.

Na svetovni ravni je bil **september 2020** 0,63 °C toplejši od normale in najtoplejši september v razpoložljivem nizu podatkov; bil je za 0,05 °C toplejši od septembra 2019, ki je zdaj drugi najtoplejši september v

razpoložljivem nizu podatkov. Za september nenavadno toplo je bilo v severni Sibiriji. Tudi celotno Arktično morje je bilo nadpovprečno toplo. Nenavadno hladno je bilo na Grenlandiji, predvsem na severu. Izjemno toplo je bilo na Bližnjem vzhodu. O novih rekordno visokih izmerjenih temperaturah so poročali v Turčiji, Izraelu in Jordaniji. V Izraelu je bil september najtoplejši do zdaj, dolžina in intenzivnost vročinskega vala v Jordaniji sta bili izjemni. Precej nad normalo je bila povprečna septembrska temperatura v delu severne Afrike in Tibetu. Nadaljevalo se je nadpovprečno toplo obdobje na zahodu Severne Amerike. Rekordno visoko se je temperatura proti koncu meseca povzpela v Paragvaju in južni Braziliji. V Avstraliji je bil tokratni september drugi najtoplejši v nizu podatkov. V tropskem delu vzhodnega Tihega oceana se je nadaljeval razvoj pojava la niña.

V Evropi je bil september 2020 najtoplejši do zdaj. Povprečna temperatura je bila 1,8 °C nad normalo in 0,2 °C višja kot septembra 2018, ki je drugi najtoplejši september. Največji odkloni so bili v državah v okolici Črnega morja. Z nadpovprečno temperaturo so izstopali tudi zahodni Balkan, Francija in države ob Baltiku. V Franciji je bilo sredi meseca za september rekordno toplo.

Oktober 2020 je bil na svetovni ravni 0,62 °C toplejši od normale in tretji najtoplejši za oktobra 2015 in 2019. Zahodni del ZDA je bil še naprej občutno toplejši kot normalno. O vročinskih valovih so poročali v Paragvaju, Boliviji, južni Braziliji, Namibiji in drugih državah na jugu Afrike. Nadpovprečna je bila temperatura nad večino Afrike. Temperatura je občutno presegala normalo v državah okoli in severno od Črnega morja ter na območju Svalbarda. Opazno hladneje kot normalno je bilo na območju Italije in Alp ter od tam proti zahodu. Povprečna temperatura je znatno presegla normalo na več območjih znotraj arktičnega kroga. Zlasti je izstopalo območje, ki se je začelo vzhodno od Svalbarda in segalo nad morje severno od Sibirije, Beaufortovo morje in severno Aljasko ter severozahodno Kanado. Podpovprečna je bila oktobrska temperatura nad vzhodnim tropskim delom Tihega oceana, kjer se je razvijal pojav la niña.

V Evropi je bila povprečna temperatura 1,6 °C višja od normale in najvišja do zdaj. Predvsem na območju Alp in na severu celine je bila temperatura opazno višja od normale.

November 2020 je bil na svetovni ravni 0,77 °C toplejši od normale in najtoplejši november v razpoložljivem nizu podatkov. Precej nad normalo je bila novembrska temperatura nad večino Sibirije, Arktičnim oceanom s priobalnimi morji, nad zahodno in severno Aljasko ter skrajnim severozahodom Kanade. Opazno nad normalo je bila temperatura tudi nad Tibetansko planoto in vzhodno Antarktiko. V Avstraliji kot celoti je bil november rekordno topel, poročali so tudi o vročinskih valovih. Nadpovprečno toplo je bilo v zahodni, osrednji in južni Afriki. Nadpovprečno topel je bil november v krajih

vzhodno od Andov na območju, ki je segalo iznad Peruja nad Patagonijo. Nad večino ZDA in južno Kanado je bila temperatura nad normalo, še posebej na Floridi, v Novi Mehiki in Arizoni. Podpovprečna je bila novembrska temperatura nad vzhodnim tropskim delom Tihega oceana, kjer se je razvil pojav la niña.

V Evropi je bila povprečna temperatura 2,2 °C višja od normale in skupaj z novembrom 2009 druga najvišja do zdaj. Za 0,2 °C toplejši je bil november leta 2015. Predvsem na območju Alp in na severu celine je bila temperatura opazno višja od normale. Na Norveškem so izenačili novembrski rekord, na Švedskem in Finskem je bil november rekordno topel.

Povprečna **jesenska** temperatura v Evropi je bila najvišja do zdaj in je normalo presegla za 1,9 °C. Druga najtoplejša jesen je bila leta 2006, bila je 0,4 °C hladnejša kot tokrat.

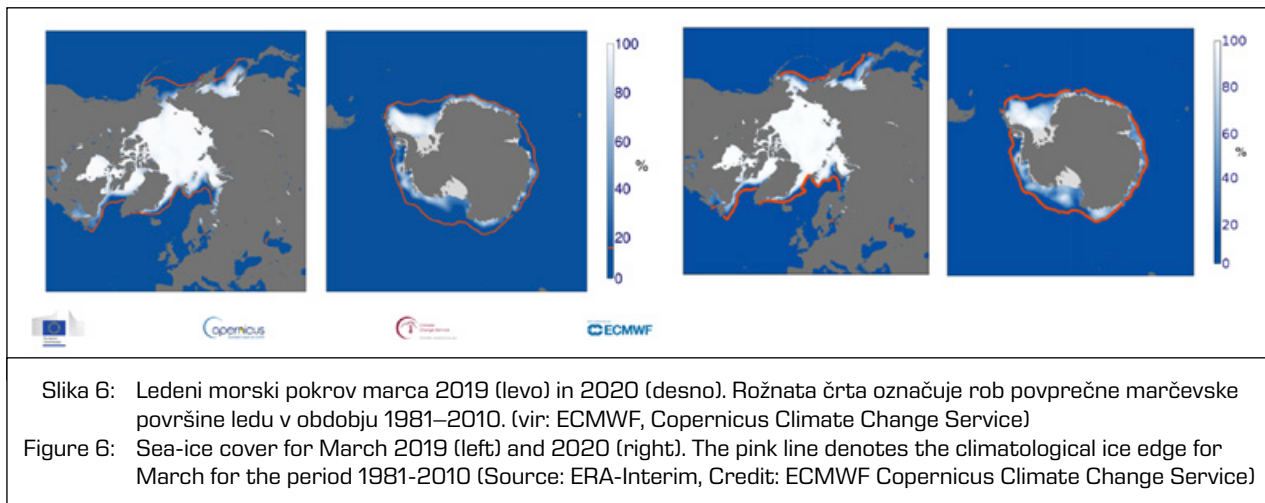
December 2020 je bil na svetovni ravni 0,43 °C toplejši od normale in šesti najtoplejši december v razpoložljivem nizu podatkov. Povprečna decembrska temperatura je znatno presegla normalo v večjem delu Kanade in Grenlandije, Barentsovim, Karskim in Čukotskim morjem, prav tako je bila temperatura nadpovprečna severno od sibirske obale in na Tibetanski planoti. Nadpovprečno toplo je bilo na severu Afrike, Bližnjem vzhodu in delih Antarktike. Pod normalo je bila decembrska temperatura nad vzhodnim tropskim delom Tihega oceana, kjer je vztrajal pojav la niña. V osrednji Aziji je bilo hladneje kot normalno, od tam je območje z negativnim odklonom od normale segalo nad Kitajsko ter severno in zahodno nad Rusijo. Tudi v večini Avstralije, Arktičnega oceana severno od Grenlandije in na delih Antarktike je bilo hladneje kot normalno.

V Evropi je bila povprečna temperatura 2,3 °C višja od normale in peta najvišja do zdaj. Precej hladneje kot normalno je bilo v jugozahodni Rusiji. Precej nad normalo je bila temperatura na Norveškem, Švedskem in Finskem. Tudi na Balkanu je bil december občutno toplejši kot normalno.

Povprečna oblačnost v Evropi je bila **leta 2020** rekordno nizka (Copernicus, 2021), k čemur je najbolj prispevalo obdobje od januarja do maja.

V evropskem povprečju je trajanje sončnega obsevanja leta 2020 doseglo nov rekord, in sicer 86 ur nad normalo. V zadnjih štirih desetletjih je trend pozitiven.

Leto 2020 je bilo v Evropi najtoplejše leto in vsaj za 0,4 °C toplejše od drugih najtoplejših let v zadnjem desetletju. Tudi zima in jesen sta bili najtoplejši do zdaj, še posebno pomemben je bil zimski rekord, in sicer za več kot 3,4 °C nad normalo in približno 1,4 °C nad prejšnjo najtoplejšo zimo. Največji odkloni jeseni in pozimi so bili na severovzhodu in vzhodu Evrope. Pozimi je bila najvišja in



najnižja temperatura v severovzhodni Evropi od 6 °C in 9 °C nad normalo.

V Evropi kot celoti je bila požarna ogroženost blizu normale, vendar je bila pozimi in spomladi predvsem na Balkanu in v vzhodni Evropi nad normalo. Požarno onesnaženje zraka je bilo pod normalo, saj je bilo poletni malo požarov, ki največ prispevajo k onesnaženju.

Poleti in novembra je bilo več epizod izjemno toplega vremena, pojavljale so se na različnih območjih. Junija je bilo v Skandinaviji in vzhodni Evropi zelo toplo. Avgusta je vročinski val zajel dele zahodne Evrope, izjemno tople so bile noči. V začetku novembra so bili v Skandinaviji izmerjeni temperaturni rekordi. Število poletnih dni z visoko stopnjo vročinske obremenitve se po vsej Evropi povečuje. Kljub temu vročinski valovi leta 2020 v zadnjih letih niso bili tako intenzivni, razširjeni ali dolgoživi kot v preteklosti.

Število zimskih dni s hladnim stresom se je v severni Evropi zmanjšalo. Pozimi 2020 je območje zmerne hladnega stresa seglo manj daleč na jug in zahod kot normalno.

Kriosfera

Leta 2019 (slika 6) je grenlandski ledeni pokrov utrpel rekordno taljenje, približno 96 odstotkov površine je bilo vsaj enkrat v fazi taljenja. Masa ledu nad Grenlandijo je dosegla najnižjo vrednost v nizu opazovanj, upadla je za 320 Gt pod povprečje obdobja 1981–2010 (Copernicus, 2020). Podpovprečna količina zapadlega snega in zgodnji začetek taljenja sta prispevala k zgodnji izpostavljenosti ledu, kar je pospešilo taljenje, saj ima led manjšo odbojnost za sončne žarke kot svež sneg.

Ledeniki v svetu in Evropi izgubljajo maso. V svetu so ledeniki od leta 1961 izgubili 9625 Gt ledu, kar je povzročilo dvig oceanov za skoraj 3 cm (Copernicus, 2020). V zdajšnjih razmerah taljenje ledenikov v svetu prispeva

skoraj 1 mm višjo gladino morja na leto. V Evropi največ prispeva taljenje robnih ledenikov na Grenlandiji, ledenikov na Svalbardu in Islandiji. Drugi ledeniki v Evropi so razmeroma majhni in njihov prispevek k dvigu morske gladine je majhen.

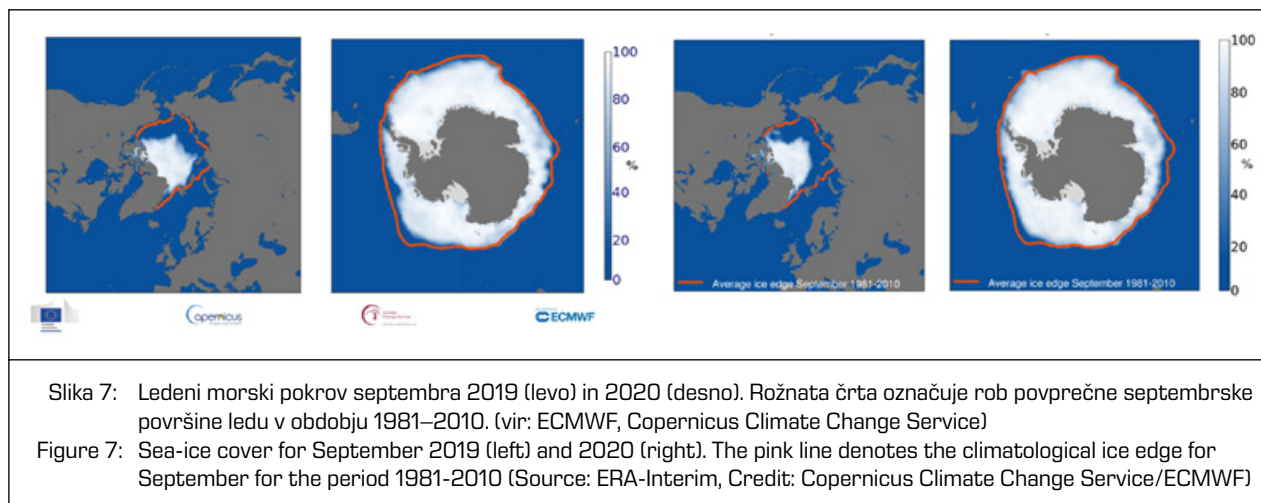
Površina morskega ledu na Arktiki se je opazno zmanjšala od leta 1979. Trend krčenja je opazen v vseh mesecih, še posebej pa septembra, ki sovpada z letnim minimumom. Najhitrejše krčenje je bilo v začetku tega stoletja.

Izpostavimo le meseca marec in september, ki navadno sovpadata z najmanjšo in največjo razsežnostjo morskega ledu na polarnih območjih.

Marca 2019 je morski led prekrival manjše območje kot normalno tako na severnem kot tudi na južnem polarnem območju (Copernicus, 2020). Antarktični morski led je bil drugi najskromnejši od leta 1979, ko so začeli sistematično spremljati razsežnost morskega ledu. Manjše je bilo ledeno območje nad zunanjim Weddellovim in nad Rossovim morjem. Nadpovprečno veliko je bilo morskega ledu na nekaterih obalnih območjih vzdolž atlantskega sektorja Vzhodne Antarktike. Nad Arktiko je bil ledeni pokrov še posebej skromen nad Beringovim morjem, njegov rob je bil severneje kot običajno tako na atlantski kot tudi na tihomorski strani.

Septembra 2019 (slika 7) je bila površina morskega ledu na Arktiki 4,2 milijone km², kar je 2,4 milijona km² manj kot v septembrskem povprečju obdobja 1981–2010 in 36 % manj kot normalno. Tako je bila površina ledu tretja najmanjša v nizu podatkov, ki se začne leta 1979. Antarktični morski led se je raztezal nad 18,2 milijonov km², kar je 0,2 milijonov km² oziroma 0,9 odstotka pod septembrskim povprečjem obdobja 1981–2010.

Marca 2020 (slika 6) je bila površina morskega ledu na Arktiki 14,6 milijonov km², kar je 0,9 milijona km² oziroma 6 odstotkov pod normalo (Copernicus, 2021). To je le malo več kot februarja 2020, saj je Arktični led



dosegel maksimum v dnevih na začetku marca. Površina je bila marca 2020 večja kot v zadnjih petih marcih in podobna kot marca 2014.

Večina osrednje Arktike je marca prekrita z ledom, zato so odkloni opazni predvsem na obrobju. Negativni odkloni so bili na večjem delu atlantskega sektorja, vključno z Labradorским morjem, Grenlandskim morjem in vzdolž severozahodne obale Rusije ter nad Baltikom. Izjema sta bila zahod in vzhod otočja Svalbard, kjer je bilo več morskega ledu kot normalno.

Nad Arktiko prevladuje negativen trend, ki je očiteno po letu 2000 (slika 8). Opazen je tako pri največji kot tudi pri najmanjši letni razsežnosti ledenega pokrova. Površina arktičnega morskega ledu je navadno največja marca, včasih pa je največja površina dosežena že februarja. Najmanjša površina morskega ledu je navadno septembra, včasih pa je minimum dosežen že avgusta. Krčenje arktičnega ledenega pokrova ni enakomerno, temveč je najbolj očitno na robovih.

Površina antarktičnega morskega ledu je bila **marca 2020** 4,0 milijone km², kar je 0,3 milijona km² oziroma 8 odstotkov manj kot normalno (slika 9). To je več kot v marcih zadnjih treh let. Nadpovprečno veliko morskega ledu je bilo na vzhodu Weddellovega morja, nad večino obalnih območij zahodne Antarktike, predvsem nad Amundsenovim morjem in vzhodnim Rossovim morjem.

Najmanjša maksimalna površina je bila opažena na Arktiki februarja 2015, na Antarktiki pa septembra 1990.

Površina antarktičnega morskega ledu **septembra 2020** je bila 18,7 milijonov km², kar je 0,3 milijona km² oziroma 1,8 odstotka več kot normalno. To je bil prvi septembrski pozitiven odklon po letu 2014. Na obrobju ledenega pokrova je tesna povezava med odkloni od normale v temperaturi in prisotnosti ledu.

Spremembe v površini antarktičnega morskega ledu so med letom večje kot na Arktiki, vendar ni jasnega

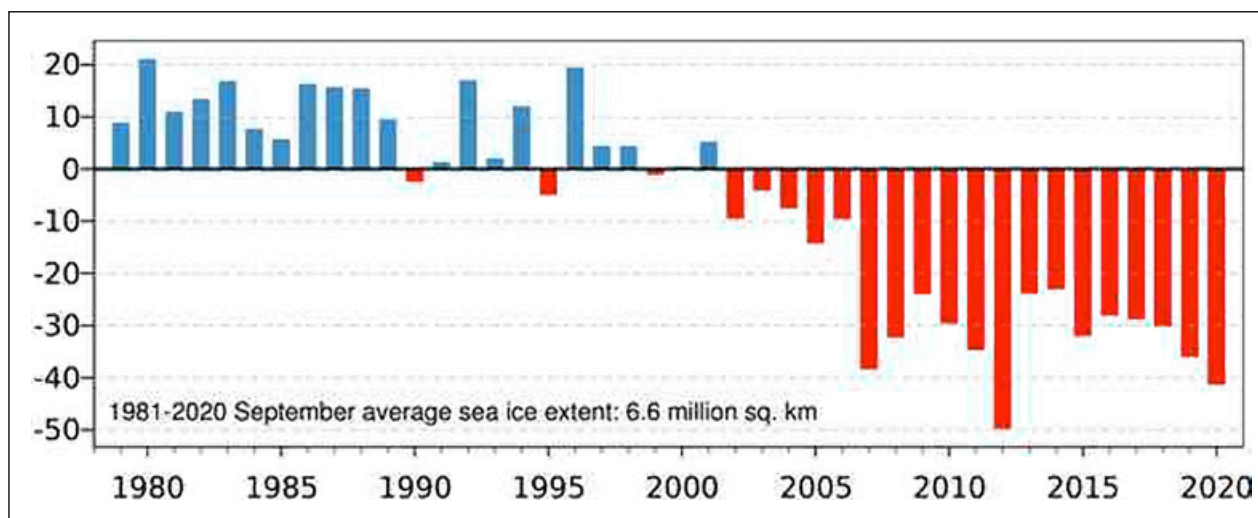
dolgoletnega trenda. Obdobja z nadpovprečno veliko morskega ledu so bila v letih od 2007 do 2009 in od 2013 do 2015. Zadnja štiri leta pa je morski led tudi okoli Antarktike pod dolgoletnim povprečjem, zadnjih nekaj mesecev je površina spet bližje normale. September je navadno mesec z največjo površino morskega ledu, zgodilo pa se je že, da je bilo največ morskega ledu oktobra oziroma avgusta.

Septembra 2020 je bila površina morskega ledu na Arktiki 3,9 milijona km², kar je 2,7 milijona km² oziroma 41 odstotkov pod septembrskim povprečjem in od začetka primerljivih meritev druga najmanjša. Najmanjša je bila septembrska površina morskega ledu leta 2012. Brez morskega ledu je bilo območje severno od Svalbarda pa vse do Čukotskega morja. Največji odklon od normale je bil severno do Karskega morja in Morja Laptevov, kjer je bila tudi temperatura opazno nad normalo. Severna morska pot je bila brez ledu že tretji mesec zapored. Le v osrednjem delu Arktike so bile razmere normalne.

Morski led na obeh polarnih območjih ima pomembno vlogo v podnebnem sistemu. Nanj vplivajo temperatura zraka in vode, veter in morski tokovi. Prisotnost morskega ledu ima velik vpliv na vodo pod njim in zrak nad njim. Zmanjšanje ledenega morskega pokrova omogoči večjo absorpcijo sončnih žarkov v oceanu in več dolgotrajnega sevanja iz oceanu v ozračje, kar lahko vodi k dodatni izgubi morskega ledu. Ta povratna zanka je glavni vzrok pospešenega segrevanja severnega polarnega območja v primerjavi s preostalim svetom. Ledeni pokrov je občutljiv pokazatelj podnebnih sprememb na polarnih območjih, ki bodo lahko imele dolgoročne posledice na podnebje tudi zunaj polarnega območja.

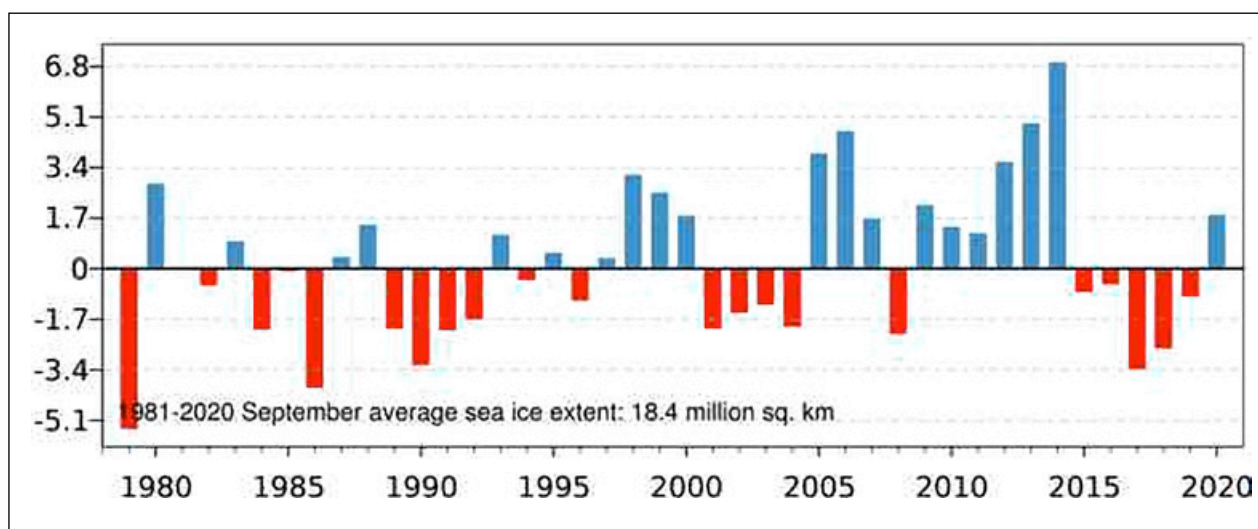
Ozonska plast nad Antarktiko

Antarktična ozonska plast se je v 70. letih prejšnjega stoletja počasi stanjšala, največji primanjkljaj je bil opažen v začetku 80. let. Leta 1987 je mednarodna



Slika 8: Odklon septembrskega arktičnega morskega ledu glede na septembrsko normalo v obdobju 1979–2020, izražen v odstotkih septembrskega povprečja obdobja 1981–2010 (vir: ERA5, Copernicus, ECMWF)

Figure 8: Time series of monthly mean Arctic sea ice extent anomalies for all September months from 1979 to 2020. The anomalies are expressed as a percentage of the September average for the period 1981–2010 (Data source: ERA5, Credit: Copernicus Climate Change Service/ECMWF)



Slika 9: Odklon septembrskega antarktičnega morskega ledu v obdobju 1979–2020 glede na septembrsko povprečje obdobja 1981–2010, izražen v odstotkih (vir: ERA5, Copernicus, ECMWF)

Figure 9: Time series of monthly mean Antarctic sea ice extent anomalies for all September months from 1979 to 2020. The anomalies are expressed as a percentage of the September average for the period 1981–2010 (Data source: ERA5, Credit: Copernicus Climate Change Service/ECMWF)

skupnost podpisala Montrealski protokol o snoveh, ki uničujejo ozonsko plast. V ozračju je količina ozonu škodljivih snovi, ki smo jih v ozračje spustili ljudje, naraščala do preloma tisočletja. Od takrat koncentracija teh snovi počasi upada, vendar je še dovolj visoka, da povzroča pomembno izgubo ozona. Ozonska luknja nad Antarktiko se bo v prihodnjih desetletjih predvidoma postopoma manjšala, ozonska plast naj bi predvidoma dosegla raven iz leta 1980 okoli leta 2070.

Raba halonov in CFC-jev je bila z Montrealskim protokolom in njegovimi dopolnili ukinjena, a njihove koncentracije spremljamo zaradi škodljivega vpliva na zaščitno

ozonsko plast. Zadnji podatki kažejo na upočasnitev upadanja ravni CFC-11 po letu 2012 zaradi izpustov v vzhodni Aziji. Zaradi dolge življenjske dobe bodo ostali v ozračju še več desetletij. V ozračju je še vedno dovolj ozonu škodljivih snovi, da lahko povzročijo pojav ozonske luknje nad Antarktiko med avgustom in decembrom (SMO, 2020). Razlike v velikosti in trajanju ozonske luknje med leti so predvsem posledica meteoroloških razmer.

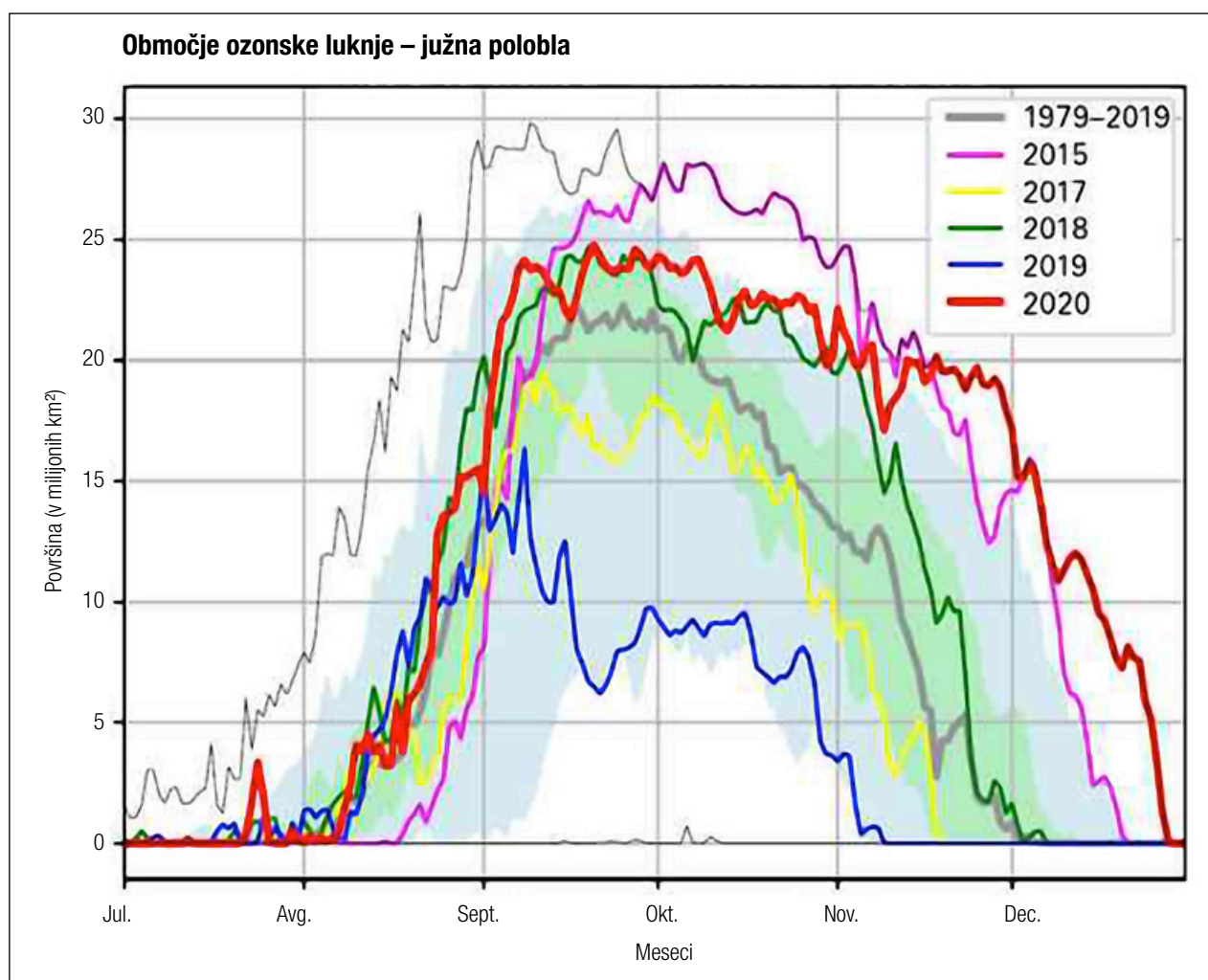
Razmere visoko nad Antarktiko so bile septembra 2019 nenavadne (slika 10). Ozonska luknja se je začela razvijati avgusta in dosegla največji razmah 8. septembra, raztezala se je na 16,4 milijona km². Meritve so pokazale,

da tokrat ni bilo območja, kjer bi zaščitni ozonski plašč povsem izginil. Nadaljnje širjenje ozonske luknje je zausstavila oslabeitev polarnega vrtnca in toplejše stratosfere nad Antarktiko zaradi nenadnega stratosferskega segrevanja. V letih z normalnim vremenskim razvojem bi se ozonska luknja septembra in v začetku oktobra še širila. Za primerjavo podatek, da je bila površina ozonske luknje 9. septembra 2000 kar 29,9 milijona km².

Leta 2019 je bilo tretjič v zadnjih 40 letih, da so vremenske razmere povzročile toplejšo stratosfero, ki je omejevala izginjanje ozona. Na višini približno 20 km je bila temperatura septembra okoli 16 °C višja kot normalno, kar je najvišja temperatura v 40-letnem nizu podatkov. Središče oslabiljenega polarnega vrtnca je bilo glede na običajno lego premaknjeno stran od južnega zemeljskega

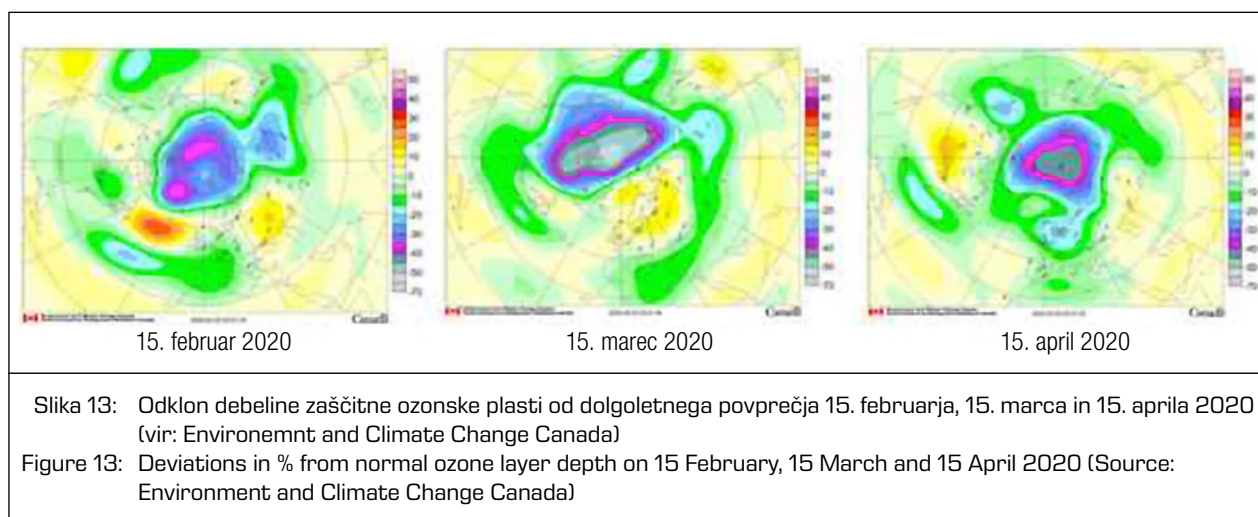
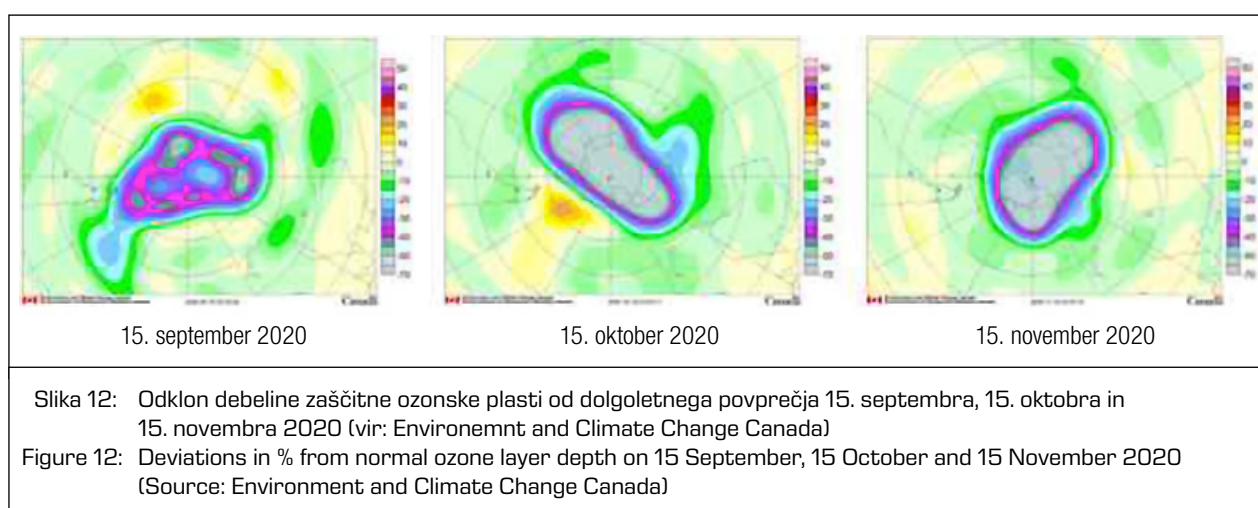
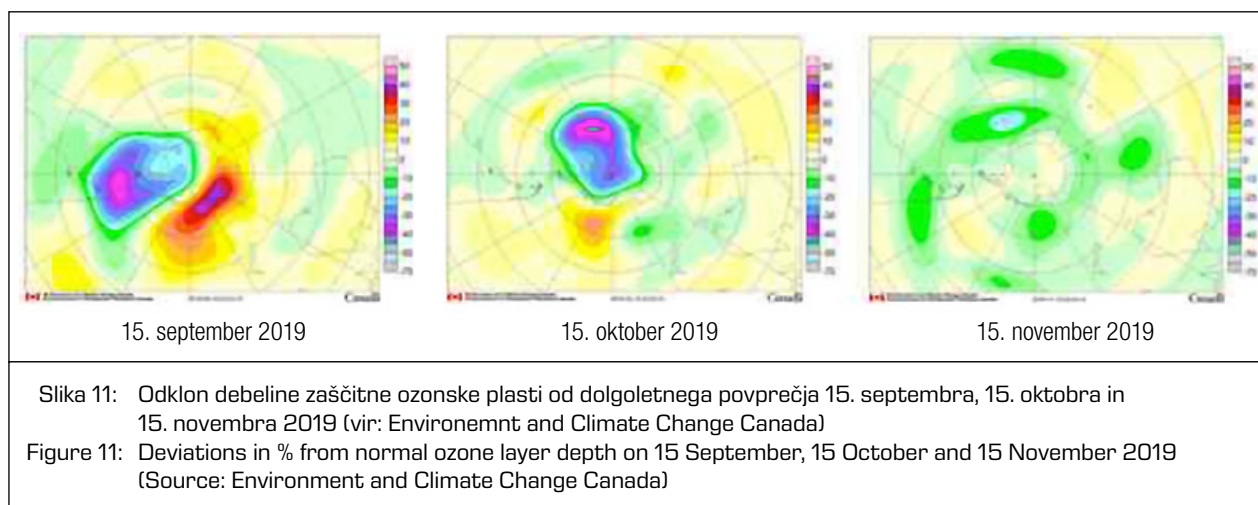
pola, vetrovni stržen je bil znatno oslabiljen in zrak se je lahko spuščal v spodnjo stratosfero, kjer ozon izginja. Spuščanje zraka je ogrelo spodnjo stratosfero, zato je bilo manj stratosferskih oblakov, ki so bili tudi manj obstojni. Prav stratosferski oblaki pa so odločilni za proces izginjanja ozona. Poleg tega je z ozonom bogat zrak na južni polobli pritekal nad Antarktiko. Podobni vremenski vzorci so bili opaženi tudi septembra 1988 in 2002, ko je bila ozonska luknja prav tako majhna.

Povsem drugačne so bile razmere leta 2020 (slika 10). Ozonska luknja je začela nastajati podobno počasi kot v zadnjih letih, dosegla razmeroma veliko površino septembra in oktobra, a najbolj izjemno je bilo njeno trajanje, saj je bila njena površina v drugi polovici novembra in decembra med največjimi do zdaj (slika 10).



Slika 10: 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 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 in 2020 ter povprečje obdobja 1979–2019. Svetlo zeleno je območje med 10. in 90. percentilom, svetlo modro je območje med 30. in 70. percentilom. Tanka črna črta označuje največji opaženi dnevni obseg ozonske luknje v dolgoletnem obdobju spremljanja tega pojava. (WMO, 2021)

Figure 10: Area (millions of km²) where the total ozone column is less than 220 Dobson units. 2020 is shown in red, and the most recent years are shown for comparison as indicated by the legend. The thick grey line is the 1979–2019 average. The blue shaded area represents the 30th to 70th percentiles, and the green shaded area represents the 10th and 90th percentiles for the period 1979–2019. The thin black lines show the maximum and minimum values for each day in the 1979–2019 period (Source: WMO 2021)



Na slikah 11, 12 in 13 je prikazan razvoj ozonske luknje nad Antarktiko v letih 2019 in 2020.

Veliko presenečenje je bil nastanek rekordno velike ozonske luknje spomladi 2020 nad Arktiko. Razvijati se je začela februarja, največjo površino je dosegla marca, a tudi aprila je še zavzemala razmeroma veliko površino. Maja so se razmere vrnile v normalo.

Polarni vrtinec je bil močan in je preprečeval mešanje zraka, bogatega z ozonom, z nižjih geografskih širin. Temperatura v vrtincu je bila nizka in je omogočila nastanek velikega območja s stratosferskimi oblaki, ki so potrebni za razgradnjo ozona v kemičnih reakcijah ob prisotnosti UV sončnih žarkov. Stopnja uničenja ozona je presegla tisto iz leta 2011. Satelitske meritve so pokazale znižanje ozona na 205 Dobsonovih enot

(DU), pred tem so bile najnižje vrednosti nad Arktiko nad 240 DU, kar potrjuje rekordno oslabitev zaščitne ozonske plasti nad Arktiko.

O pomenu zaščitne ozonske plasti za življenje na zemeljskem površju smo že pisali tudi v Ujmi (Cegnar, 2019).

Padavine

Nenavadno suho je bilo leto 2019 v primerjavi s povprečjem obdobja 1981–2010 v Avstraliji in zahodni Indoneziji ter sosednjih državah. Tudi na jugu Afrike, v Srednji Ameriki in delih Južne Amerike so bile padavine daleč pod normalo. Nenavadno obilne so bile padavine v osrednjem delu ZDA, na severu Kanade, severu Rusije, jugozahodni Aziji, severu Kitajske in na vzhodu Afrike. Velik primanjkljaj padavin je bil junija v Indiji, ker je zamujalo monsunsko deževje. Toda v naslednjih mesecih so bile padavine razen na severovzhodu Indije nad normalo.

Padavine so bile v evropskem povprečju na letni ravni blizu normale, vendar z velikimi razlikami med regijami. V srednji Evropi se je poleti razvila suša. Zadnje tri mesece leta so bile padavine obilne na atlantski in sredozemski obali Evrope. V Italiji je bil november rekordno namočen, v Franciji je bil tretji najbolj moker november od leta 1959, v Avstriji tretji najbolj moker od leta 1858. Tudi oktober in december sta bila obilno namočena, vendar so bila območja z obilnimi padavinami manjša kot novembra.

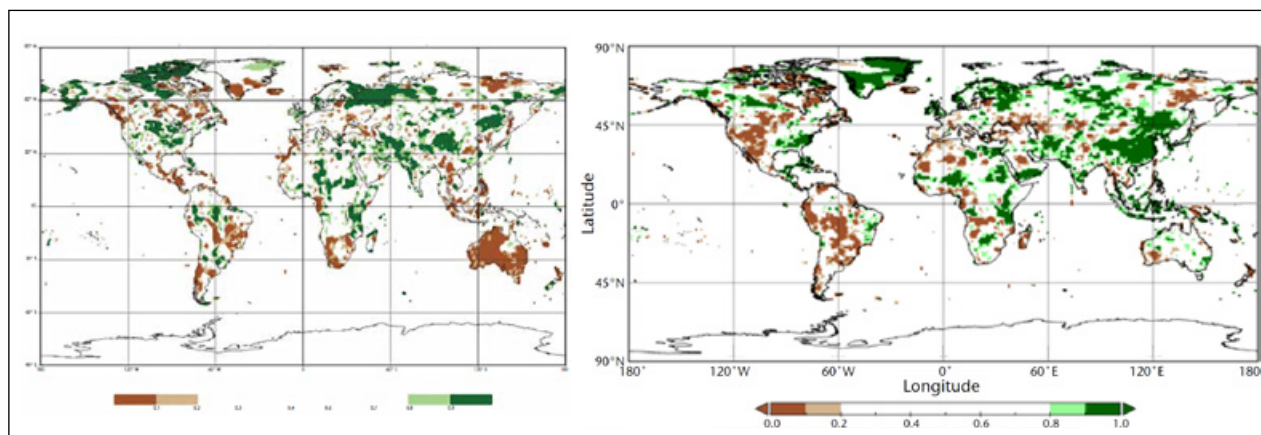
Pretoki rek so bili v Evropi dve tretjini leta pod normalo. Najnižji so bili spomladi in od sredine poletja do zgodnje jeseni, najbolj opazno v srednji Evropi. Zadnja dva meseca so se v zahodni Evropi dvignili na visoke pretoke, nizki pa so ostali v vzhodnem delu celine.

Leto 2020 je bilo v delih zahodne Evrope in v pasu, ki se je širil iznad vzhodne Evrope na večje območje Azije, bolj suho od povprečja (slika 14). Na območjih Severne Amerike so bile sušne razmere ugodne za širjenje in krepitev številnih požarov. Številna območja južne poloble so bila tudi bolj suha od normale, vendar so padavine presegle normalo na območju, ki je segalo iznad južnega Arabskega polotoka proti vzhodu nad Azijo. Prav tako je bilo bolj mokro v delih Kanade, ZDA, Avstralije in južne Brazilije.

Leta 2020 je bila skupna letna količina padavin na vplivnem območju monsunu v Severni Ameriki, Afriki, jugovzhodni Aziji in Jugozahodni Aziji nenavadno velika (slika 14), enako tudi ekstremne dnevne vsote, izražene kot 95. percentil dnevni vsot. Afriški monsun se je razširil severneje na območje Sahela kot običajno. Monsunska sezonska vsota v Indiji je bila 109 odstotkov normale in tretja največja za letoma 1994 in 2019. Vzhodna Azija je imela neobičajno visoko letno vsoto in ekstremne dnevne količine padavin.

Padavine v Evropi so bile leta 2020 blizu normale in ni opaziti pomembnega trenda. Največ preseganje normale je bilo februarja, najmanj pa novembra. Mokra zima je prešla v suho pomlad v severozahodni Evropi. V zahodni celinski Evropi so bile od pomladi do jeseni prisotne trajne suhe razmere. Poleti so bile nadpovprečne padavine v pasu od Jadranskega morja do baltskih držav.

Neurje Alex je v začetku oktobra 2020 v Veliki Britaniji, Bretanji in južnih Alpah podrlo številne enodnevne rekordne padavine, izjemno obilne so bile padavine predvsem v francoskih in italijanskih Alpah. Neurje Alex je povzročilo narasle vodotoke v večjem delu zahodne Evrope, kar je ponekod povzročilo uničujoče poplave.



Slika 14: Letne padavine leta 2019 (levo) in 2020 (desno), izražene kot percentil obdobja 1951–2010, najbolj sušna območja so označena z rjavo barvo, najbolj namočena pa z zeleno. (vir: WMO, 2020 in 2021)

Figure 14: Annual total precipitation in 2019 (left) and 2020 (right), expressed as a percentile of the 1951–2010 reference period, for areas that would have been in the driest 20% (brown) and wettest 20% of years during the reference period, with darker shades of brown and green indicating the driest and wettest 10%, respectively (Source: WMO, 2020 in 2021)

Oceani

Morska gladina se je v obdobju od leta 1993 do 2020 v svetovnem povprečju dvigala za $3,3 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ na leto, skupaj v obdobju za 8 cm. Regionalni trendi se lahko od globalnega trenda razlikujejo zaradi geofizikalnih procesov. V Evropi je trend od 2 do 4 mm dviga na leto (ECMWF, 2020).

Majhen upad med poletjem 2020 na severni polobli je bil povezan z razmerami la niña v tropskem Tihem oceanu. Med obdobji izrazite la niñe, kot je bila konec leta 2020 in leta 2011, se spremenijo vzorci padavin in prenašajo vodo od oceana na tropska porečja, kar zmanjšuje povprečno globalno gladino morja. Nasprotno opazimo v času pojava el niño. Leta 2020 so k začasnemu umirjanju globalnega naraščanja morske gladine prispevale tudi izjemne padavine v afriškem Sahelu in drugih regijah, dokler poplavne vode niso počasi našle poti nazaj na morje. Konec leta 2020 se je povprečna svetovna gladina morja spet dvignila.

Gladina morij se viša predvsem zaradi taljenja ledu, vključno z ledenim pokrovom Grenlandije in Antarktike, ter zaradi širjenja oceanske vode zaradi segrevanja. V obdobju 2005–2015 je segrevanje vode prispevalo nekaj nad tretjino dviga morske gladine. Večino preostalega dviga pripisujemo taljenju ledu. Taljenje ledu nad Grenlandijo in Antarktiko je v obdobju 1992–2017 prispevalo k dvigu morske gladine okoli 2 cm.

Skrb zbujajoče je tudi zakisljevanje oceanov (WMO, 2020, 2021). V desetletju 2009–2018 so oceani vežali okoli 23 odstotkov letnih izpustov CO_2 , kar je blažilo podnebne spremembe. Vendar so povišane ravni CO_2 v ozračju spremenile kemijo oceanov, saj CO_2 reagira z morsko vodo in znižuje njen pH ter veča kislost. Zakisljevanje zmanjšuje sposobnost nekaterih morskih organizmov za kalcifikacijo in posledično zmanjšuje možnost rasti in razmnoževanja. Meritve na odprtem oceanu v zadnjih desetletjih kažejo na znižanje povprečnega pH za 0,017 do 0,027 pH enot od poznih 80. let prejšnjega stoletja. V obalnih območjih je stopnjo zakisljevanja težko določiti, saj se prepleta vrsta različnih dejavnikov.

Tako meritve kot tudi modeli kažejo na upadanje kisika v morjih in izlivih rek ter napol zaprtih morjih. Meritve kažejo na različno stopnjo izgube kisika v oceanih, največji upad je opazen na severni polobli. Nižja raven kisika, ogrevanje in zakisljevanje bodo v prihodnje ogrožali raznolikost, sestavo in številčnost morskega življa (SMO, 2020). Po podatkih Medvladne oceanografske komisije Unesca (UNESCO-IOC) se je od sredine prejšnjega stoletja svetovna zaloga kisika v oceanu zmanjšala za 1 do 2 odstotka.

Toplota, ki jo zadržujejo oceani, je glavni pokazatelj sprememb zaradi povišane ravni toplogrednih plinov

v ozračju, saj je glavna dodatna toplota uskladiščena v oceanih. Večja toplotna zaloga v oceanih vpliva ne le na dvig morske gladine, temveč tudi na morske tokove in posredno na premikanja neurij. Prav tako vpliva na morski led. Veča se stratifikacija oceanske vode, skupaj z zakisljevanjem in manjšo vsebnostjo kisika vodi v spremembe ekosistemov in biotske raznolikosti. Količina uskladiščene toplote v plasti do 700 m in 2000 m globoko narašča.

Kot pri vročinskih valovih na kopnem lahko opazujemo tudi povišano temperaturo površinske plasti oceanov. To stanje se imenuje morski vročinski val, ki ima lahko posledice za morsko življenje in odvisne skupnosti. Na približno petini svetovnih oceanov je bil leta 2020 opazen morski vročinski val vsaj kakšen dan v letu, kar je primerljivo z letom 2019, vendar manj kot najvišji odstotek leta 2016, in sicer 23 odstotkov.

Oceani so zelo pomemben dejavnik v podnebnem sistemu. Temperatura na površju se spreminja razmeroma počasi, kar nam omogoča razumevanje in včasih napovedovanje spreminjanja vremenskih vzorcev nad kopnim v sezonski skali. Leta 2019 sta bila bistvena el niño-južna oscilacija in dipol na Indijskem oceanu.

El niño-južna oscilacija je najpomembnejši dejavnik medletne spremenljivosti vremenskih vzorcev na svetovni ravni. Leto 2019 se je začelo z nevtralnimi ali šibkimi razmerami, kar pa ni vplivalo na razmere v ozračju do februarja. Razmere na meji za pojav el niño so nato vztrajale do sredine leta.

Dipol na Indijskem oceanu je bil v začetku leta rahlo pozitiven in se je okrepil od maja do oktobra ter postal eden izmed najizrazitejših od leta 1960, oslabel je proti koncu leta. Vplival je na sušne razmere v Indoneziji in Avstraliji ter na poznejši umik jugozahodnega indijskega monsuna in proti koncu leta na močnejše padavine na vzhodu Afrike, kar je prispevalo k zaostrovanju humanitarne krize v Afriškem rogu.

Leta 2020 so arktična oscilacija, sprva el niño in pozneje la niña, vplivali na vremenske in podnebne razmere v različnih delih sveta. Oscilacija indijskega oceana, ki je imela bistveno vlogo leta 2019, pa je bila večino leta 2020 nevtralna. Z dvigom povprečne temperature je leta 2020 najbolj izstopala Arktika. Od sredine 80. let se arktično površje segreva vsaj dvakrat tako hitro kot svetovno povprečje, ob tem se območje morskega ledu in grenlandska ledena plošča ter ledeniki krčijo, temperatura permafrosta pa narašča. To ima potencialno velike posledice ne le za arktične ekosisteme, temveč tudi za svetovno podnebje prek različnih povratnih zank. Leta 2020 je Arktika izstopala kot območje z največjim temperaturnim odklonom od normale. Nenavadno razmere so se kazale na ledu, v nadpovprečni temperaturi in požarih v naravnem okolju. Nenavadno močna arktična oscilacija je na začetku leta vplivala na

nadpovprečno temperaturo v Evropi in Aziji ter pod-povprečno temperaturo na Aljaski. Ta temperaturni vzorec je nato vztrajal večji del leta.

Toplogredni plini v ozračju

Vsebnost toplogrednih plinov v ozračju narašča. Leta 2019 (uradnih globalnih podatkov za leto 2020 še ni na razpolago) je povprečna koncentracija CO₂ znašala 410,5 ppm, metana 1877 ppb in dušikovega oksida 332 ppb; oziroma v enakem zaporedje 148 odstotkov, 260 odstotkov in 123 odstotkov predindustrijske ravni (WMO 2021). Čeprav bodo podatki o svetovni ravni leta 2020 dosegljivi šele pozno leta 2021, podatki s posameznih merilnih mest kažejo na nenehno naraščanje. Primerljivo visoko raven bi našli le pred milijoni let. Ukrepi za zajezitev širjenja pandemije covid-19 bodo le nekoliko upočasnili letno rast ravni ogljikovega dioksida v ozračju. Sprotne meritve na observatoriju Mauna Loa in Cape Grim kažejo, da ravni toplogrednih plinov naraščajo tudi leta 2020 (WMO, 2021).

Cilj Pariškega dogovora iz leta 2015 je omejiti ogrevanje na svetovni ravni pod 2 °C glede na predindustrijsko dobo, zaželeno pa je omejiti dvig le na 1,5 °C, a ta cilj se vse bolj odmika. Od sredine 70. let prejšnjega stoletja temperatura nad kopnim narašča približno dvakrat hitreje kot nad oceani.

Izjemni dogodki in podnebni vplivi

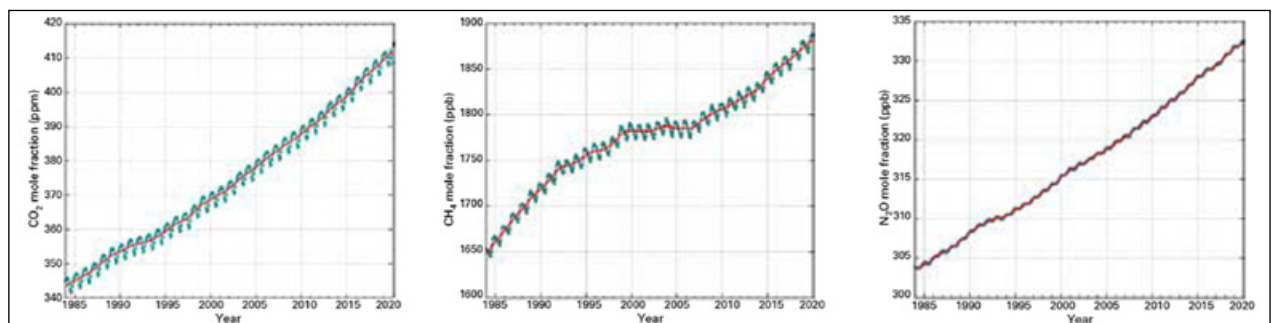
V Evropi je bilo v zadnji tretjini februarja 2019 območje visokega zračnega tlaka nad zahodno Evropo, od juga je pritekal tople zrak, oblakov skoraj ni bilo, zato je bilo veliko sončnega vremena, v več državah so izmerili rekordno visoko temperaturo za februar. Zima je v večini Evrope minila brez neobičajno mrzlega vremena.

Število dni z veliko toplotno obremenitvijo narašča tako na severni kot južni polobli. Večina celinske Evrope je imela obdobja zelo velike toplotne obremenitve, vključno z območji, kjer navadno ni tako vroče. Med najizrazitejšimi vročinskimi valovi leta 2019 sta bila dva vročinska valova v Evropi (konec junija in konec julija). Prvi je zajel večino zahodne Evrope in bil najizrazitejši v južni Franciji, kjer so 28. junija izmerili 46,0 °C, kar je 1,9 °C nad prejšnjim rekordom. Drugi je bil obširnejši, doseženih je bilo nekaj državnih temperaturnih rekordov, v Nemčiji 42,6 °C, na Nizozemskem 40,7 °C, v Belgiji 41,8 °C, v Luksemburgu 40,8 °C in v Veliki Britaniji 38,7 °C. Vročina je segala tudi na sever celine, v Helsinkih so izmerili rekordnih 33,2 °C. Na nekaterih merilnih postajah so prejšnje rekordne temperature presegle za več kot 2 °C, na primer v Parizu je temperatura dosegla 42,6 °C.

Na Japonskem sta bila dva vročinska valova. Prvi je bil precej nenavadno že konec maja, na otoku Hokaido je temperatura dosegla 39,5 °C. Drugi val vročine je bil julija, imel je večje zdravstvene posledice od prvega, najbolj je prizadel gosto naseljeno območje Honšu.

Avstralija je imela izjemno vroče poletje 2018–2019. Povprečna poletna temperatura je bila rekordno visoka in je prejšnji rekord preseгла za skoraj 1 °C, januar pa je bil najtoplejši mesec do zdaj. Najbolj je bil prizadet Novi Južni Wales. Vročina je bila dolgotrajna in temperatura je segla rekordno visoko, v kraju Adelaide so izmerili 46,6 °C. Rekordna vročina je segala tudi nad Novo Zelandijo, v Hamiltonu so izmerili 32,9 °C. Na severu južnega otoka so divjali požari v naravnem okolju. Vročina se je v Avstralijo vrnila decembra in december je bil rekordno tople. V Nullarbor Roadhouse so 18. decembra izmerili najvišjo temperaturo v Avstraliji od leta 1998, in sicer 49,9 °C.

Z vročinskim valom so se spopadali tudi na jugu Južne Amerike konec januarja in v začetku februarja. Na Bližnjem vzhodu vročina ni bila tako izrazita kot v nekaj predhodnih letih, v Izraelu so julija izmerili rekordnih 49,9 °C, kar je najvišja temperatura v Izraelu



Slika 15: Svetovna raven CO₂ (v ppm), CH₄ in N₂O (oba v ppb) v obdobju 1984–2019. Rdeča črta je mesečno povprečje brez sezonskega nihanja. (vir: <https://gaw.kishou.go.jp/publications/bulletin>)

Figure 15: Globally averaged CO₂, CH₄ and N₂O mole fraction from 1984 to 2019. The red line is the monthly mean with the seasonal variation removed; the blue dots and line depict the monthly averages (Source: <https://gaw.kishou.go.jp/publications/bulletin>)

vsaj po letu 1942. Ekstremno vroče je bilo v Indiji maja in zgodaj junija, na letališču v New Delhiju so namerili 48,0 °C.

Ekstremen mrz je bil manj pogost kot v preteklosti. Pozimi je val hladnega zraka zajel osrednji del Severne Amerike. Začel se je konec januarja, nadaljeval se je v mrzel februar in zgodnji marec tako na osrednji strani ZDA kot Kanade. Povprečna februarska temperatura je ponekod zastajala za normalo za več kot 15 °C. Rekordno mrzel je bil februar tudi na več območjih zahodne Kanade, vključno z Vancouvrom. Neobičajno hladna je bila prva polovica leta na delu vzhodne Kanade.

Valovi hladnega zraka in zgodnje sneženje so zajeli zahod in osrednji del Severne Amerike konec septembra in konec oktobra. Rekordno nizka oktobrska temperatura je bila v nekaj zveznih državah na severu in zahodu, na jugu ZDA pa so imeli rekordno visoko oktobrsko temperaturo. Močno sneženje je sredi oktobra povzročilo težave v Manitobi v Kanadi. Prva polovica novembra je bila neobičajno hladna v delu severnih ZDA in južne Kanade.

Zimsko in spomladansko sneženje v Alpah je bilo obilno, nad 3 m snega je zapadlo v avstrijskih Alpah med 4. in 15. januarjem. V Alpah z bogato snežno odejo so bili pogosti snežni plazovi.

Na svetovni ravni je bila sezona tropskih ciklonov nadpovprečna. Na severni polobli je bilo leta 2019 72 tropskih ciklonov, dolgoletno povprečje je 59. Na južni polobli je bila sezona 2018/19 tudi nadpovprečna s 27 cikloni, kar je največ po sezoni 2008/09. Posebej je izstopal severni Indijski ocean, kjer je bila akumulirana ciklonska energija rekordna. Fani je bil najmočnejši ciklon po letu 2013, ki je dosegel Indijo. Kyarr je bil oktobra najmočnejši ciklon v Arabskem morju, vendar ni dosegel kopnega.

Sezona v južnem Indijskem oceanu je bila z 18 cikloni zelo aktivna, 13 jih je doseglo jakost orkana, kar je enako rekordnemu številu. Idai je dosegel Mozambik marca, bil je eden izmed najmočnejših, ki so dosegli kopno na vzhodni obali Afrike. Poleg Mozambika je prizadel tudi Zimbabve. Poročali so o 900 žrtvah, kar je največ zaradi ciklonov na južni polobli v zadnjih 100 letih. Aprila je ciklon Kenneth povzročil manjšo škodo na severu Mozambika, ki je manj poseljen.

Eden izmed najmočnejših tropskih ciklonov Dorian, ki je dosegel kategorijo 5, je septembra pustošil po Bahamih, izjemen je bil ne le po hitrosti vetra, temveč tudi po počasnem premikanju. Na Bahamskem otočju je zahteval 60 žrtev in povzročil ogromno škodo. Iznad Bahamov je nadaljeval pot nad vzhodno obalo ZDA in kanadsko provinco Nova Škotska. Vzhodno mejo Teksasa je z obilnim deževjem prizadela tropska nevihta

Imelda. Število tropskih ciklonov nad severnim Atlantikom je bilo nadpovprečno, a število tistih, ki so dosegli jakost orkana, je bilo blizu normale.

Tajfun Hagibis je oktobra kopno dosegel zahodno od Tokia, z obilnimi padavinami je povzročil poplave. Na vznožju gore Fuji je v enem dnevu padlo 922,5 mm dežja. Poročali so o vsaj 96 žrtvah. Septembra je tajfun Faxai pustošil v Chiba prefekturi.

Na Kitajskem je škodo povzročal Lekima in povzročil poplave in veliko gospodarsko škodo, bil je peti najmočnejši tajfun, ki je dosegel Kitajsko od leta 1949.

Suša je prizadela veliko delov jugovzhodne Azije in jugozahodnega Tihega oceana. V Indoneziji je bila huda suša od sredine leta. V Singapurju so bile padavine rekordno skromne v obdobju od julija do septembra. Huda suša je prizadela tudi povodje Mekonga, gladina reke je bila v drugi polovici leta marsikje blizu rekordnega minimuma za drugo polovico leta.

Suša v Avstraliji se je leta 2019 še okrepila, november in december sta bila rekordno suha. Letne padavine so bile na celinski ravni rekordno skromne.

Padavinsko obdobje 2018/19 je bilo skromno v velikem delu južne Afrike. A marca in aprila so nekatere države poročale o poplavih. Sušno je bilo tudi marsikje v Srednji Ameriki. Gladina jezer v Panami je v prvi polovici leta tako upadla, da je motila nemoteno delovanje Panamskega prekopa. V drugi polovici leta so se razmere normalizirale. Honduras, Gvatemala, Nikaragva in El Salvador so trpeli sušo do obilnega deževja oktobra. Nenavadno sušno je bilo tudi v osrednjem delu Čila.

Že drugo leto zapored je bilo poletje sušno v delih zahodne in srednje Evrope. Zima je bila sušna v zahodnem Sredozemlju.

Požari v naravnem okolju se navezujejo na vroče in sušno vreme. Leto 2019 je bilo po obsežnosti požarov podpovprečno na območju zahodne severne Amerike. Nadpovprečno veliko je bilo požarov v Sibiriji in Aljaski, gorelo je celo ponekod na arktičnem območju, kjer so bili požari v preteklosti izjemno redki.

Izjemni so bili v drugi polovici leta 2019 požari v Avstraliji, ki so spremljali sušo, vročino in močan veter. Poročali so o 33 žrtvah in ogromni materialni škodi. Januarja in februarja je gorelo v Tasmaniji, kjer so bili požari v preteklosti redki. Obsežni požari so bili tudi v Indoneziji, dim in onesnaženost pa niso bili tako hudi kot ob požarih leta 2015. Obsežni požari so bili tudi v Amazoniji, največ jih je bilo avgusta.

Omenimo drugo najvišjo plimo po letu 1966 v Benetkah, ki je segla 1,85 cm nad normalo.

Leta 2020 so zelo obsežne poplave zajele veliko afriških območij, med njimi od marca do maja večji del Velikega afriškega roga po podobno mokri sezoni oktober–december 2019. Poplave so bile obsežne v številnih delih, najbolj prizadeta sta bila Sudan in Kenija. Številna afriška jezera in reke so dosegle rekordno visok vodostaj.

V Indiji je bil eden izmed dveh najbolj deževnih monsunov od leta 1994. Močan dež, poplave in plazovi pa so prizadeli tudi sosednje države. Izdatno deževje v povodju reke Jangce na Kitajskem je povzročilo obsežne poplave in postavilo na preizkušnjo jez Treh sotesk.

Dele zahodne Japonske so poplave prizadele julija, v delih jugovzhodne Azije so bile obsežne poplave oktobra in novembra. Najhuje je bil prizadet osrednji Vietnam, kjer se je monsunsko deževje združilo z osmimi tropskimi cikloni. Poplave so se razširile tudi v Kambodžo. Januarja so poplave prizadele Indonezijo in Brazilijo, v slednji je močno deževalo tudi marca. V Kongu in Ruandi so bile poplave aprila in maja, v Jemnu julija.

Huda suša je prizadela številna območja v notranjosti Južne Amerike, najbolj prizadeti so bili severna Argentina, Urugvaj, Paragvaj in zahodna obmejna območja Brazilije. Večina provinc severne Argentine je imela enega od petih najsušnejših let. Nivo rek v Paragvaju je bil tako nizek, da je oviral rečni promet. Sušno je bilo tudi v Peruju v začetku leta.

Septembra in v začetku oktobra je večino celinske Brazilije zajel vročinski val, temperatura je 5. oktobra dosegla 44,6 °C. V Argentini, Braziliji in Paragvaju so bili v drugi polovici leta številni požari v naravnem okolju.

Leto 2020 je bilo v Rusiji 3,2 °C toplejše od normale, v delih severne Sibirije pa kar za 6 °C ali celo več. Vročina je dosegla vrhunec konec junija, ko so v Verhoyansku 20. junija izmerili 38,0 °C, kar je najvišja znana temperatura kjer koli severno od polarnega kroga. Neobičajno toplo je bilo tudi v Eureki v Kanadi in na Svalbardu. Na Finskem je bilo leto 2020 najtoplejše do zdaj.

Številni izjemno obsežni so bili požari v Kaliforniji in Koloradu pozno poleti in jeseni, prispevali so k največjemu pogorelemu območju v ZDA v zadnjih 20 letih. Obsežne sušne razmere so se nadaljevale v zahodni polovici ZDA. Trimesečno obdobje od julija do septembra je bilo najbolj vroče in najbolj suho na jugozahodu ZDA, najbolj suho je bilo leto v Nevadi in Utahu. Več požarov so strele zanetile sredi avgusta v obalnem delu Kalifornije. Požari so najbolj prizadeli Kalifornijo in zahodni Utah.

V Dolini smrti je 16. avgusta temperatura dosegla 54,4 °C, kar je najvišja izmerjena temperatura na svetu v zadnjih 80 letih.

Večji požari, ki so v vzhodni Avstraliji pustošili že leta 2019, so se polegile šele ob deževju v začetku februarja

2020. Leta 2020 je bilo nekaj epizod hude vročine, na zahodu Sydneyja je temperatura januarja dosegla 48,9 °C, v Canberri 44,0 °C. Dele jugovzhodne Avstralije je v začetku leta 2020 zajelo močno onesnaženje z dimom. Številne postaje na Novi Zelandiji so poročale o najdaljšem suhem obdobju med koncem decembra 2019 in koncem februarja 2020.

Močan vročinski val je prizadel Karibe in Mehiko aprila, na Kubi so poročali o temperaturnem rekordu. Zelo vroče je bilo v delu Karibov tudi septembra.

Sušne razmere so spomladi in poleti prizadele dele severne osrednje Evrope, vendar manj izrazito kot leta 2018 ali 2019. Avgusta je bil močan vročinski val v zahodni Evropi, a ne tako izrazit kot leta 2019. V začetku septembra je vročina zajela vzhodno Sredozemlje, v Jeruzalemu (42,7 °C) in Eilat (48,9 °C) so izmerili rekordno visoko temperaturo. Na Bližnjem vzhodu je bil vročinski val julija.

Poleti je bilo zelo vroče v delu vzhodne Azije. Na Japonskem so izenačili rekordno visoko temperaturo. Vročinski val je bil zelo obremenilen tudi v Hongkongu.

Novo Fundlandijo (WMO, 2021) je snežno neurje zajelo 17. in 18. januarja. Drugi teden septembra je obilno sneženje zajelo Kolorado. Oktobra je zelo hladen zrak zajel osrednje ZDA. Na skrajnem severu Evrope je bila snežna odeja izjemno debela. V drugi polovici decembra je ponekod na Japonskem obilno snežilo.

Število tropskih ciklonov po vsem svetu je bilo leta 2020 nadpovprečno z 98 poimenovanimi tropskimi nevihtami na severni polobli leta 2020 in sezoni 2019/2020 na južni polobli. Severnoatlantska regija je bila zelo dejavna s 30 tropskimi cikloni, kar presega dvakratnik dolgoletnega povprečja in presega rekord iz leta 2005. Na večini drugih območij so bile razmere blizu povprečja. Dvanajst tropskih neurij je doseglo kopno v ZDA, od tega pet v Louisiani; najbolj uničujoč je bil orkan 4. stopnje Laura, ki je pred tem pustošil po Haitiju in Dominikanski republikli. V Srednji Ameriki sta pustošila orkana Eta v začetku novembra in sredi novembra Iota, ki je dosegel jakost 5. stopnje. Večjo škodo sta povzročila tudi orkana Isaija in Sally.

Majski ciklon Amphan je bil najdražji tropski ciklon v Severnoindijskem oceanu. Dosegel je kategorijo 5 nad Bengalskim zalivom. Novembra je ciklon Gati prizadel severovzhodno Somalijo. V jugozahodnem Tihem oceanu sta bila dva ciklona kategorije 5. Prvi je bil ciklon Harold aprila. Decembra je bil ciklon Yasa eden najintenzivnejših ciklonov v jugozahodnem Tihem oceanu z najmanjšim sredinskim tlakom 899 hPa. V začetku novembra je Filipine zajel tajfun Goni, ki mu je čez teden dni sledil Vamco. Dva tropska ciklona, Mayask in Haishen, sta dosegla Korejski polotok zgodaj septembra in povzročila obsežne poplave. Osem tropskih neurij

je doseglo Vietnam v manj kot petih tednih oktobra in novembra, kar je povzročilo obsežne poplave. Ciklon Diane je na Madagaskarju pustošil januarja, tropska nevihta Amanda pa maja v Gvatemali in Salvadorju.

Eden najdražjih izjemnih dogodkov (WMO, 2021) leta 2020 je bilo hitro gibanje nevihtne linije, ki je potovala prek srednjega zahoda ZDA 10. avgusta, segala je od Južne Dakote do Ohia, najbolj prizadeta je bila Iowa. Sezona tornadov v ZDA je bila podpovprečna.

Številni močni izventropski cikloni so februarja prizadeli severno, osrednjo in zahodno Evropo. Najpomembnejša nevihta v tem obdobju je bila Ciara, znana tudi kot Sabine in Elsa, ki se je prek severozahodne Evrope pomikala 10. in 11. februarja. Veter je povzročal škodo na območju iznad Irske nad Švedsko in Poljsko ter Italijo. Oktobra je neurje Alex z močnim vetrom in obilnem dežjem povzročalo škodo v Franciji, 24-urne padavine so v Franciji presegle 600 mm, v Italiji 500 mm. Obilne padavine so zajele tudi Švico. V vseh treh državah so obilne padavine povzročile poplave. Sredozemski ciklon Medicane se je razvil sredi septembra, prizadel je obalni del Libije in jugozahodno Grčijo.

Sklepne misli

Leta 2021 je SMO izdala že 27. letni pregled podnebnih razmer v preteklem letu. Tudi tokrat se pri izbiri vsebine ni omejila le na podajanje vremenskih in podnebnih značilnosti, temveč je vključenih več vsebin, ki opozarjajo na učinke podnebnih odklonov in sprememb. Tako poleg meteorologov naslavljajo tudi odločevalce in politike, kar poudarjata v svojih uvodnih besedah tako generalni sekretar WMO Peteri Taalas kot tudi ZN generalni sekretar A. Guterres (WMO, 2020 in 2021).

Seveda podnebne spremembe niso edino zelo pereče okoljsko vprašanje, prav tako velika so tudi izguba biotske raznovrstnosti, degradacija tal in odpadki. Med seboj se okoljska vprašanja prepletajo in pogosto krepijo, zato morajo biti ukrepi in politike usklajeni in dobro podkrepiljeni z interdisciplinarnimi informacijami.

V povezavi s podnebnimi spremembami se na svetovni ravni predvsem izpostavlja blaženje, torej potreba po zmanjševanju izpustov toplogrednih plinov. Stanje izpustov leta 2020 je bilo daleč od ciljev Pariškega sporazuma. Poročilo Medvladnega panela za podnebne spremembe s sporočilom, da je dvig povprečne svetovne temperature s temeljitimi ukrepi še mogoče omejiti na 1,5 °C (IPCC, 2018), ni doseglo zelenega učinka. Gibanje mladih, ki jih je predvsem pritegnila mlada švedska aktivistka Greta Thunberg, je bilo sicer zelo odmevno v medijih in tudi v najvišjih mednarodnih političnih krogih, a rešitev, kako ukrepati, ni ponujalo. Zahteve niso dovolj, iskati je treba rešitve v smeri učinkovitejše rabe energije in trajnostnega razvoja, vendar jih je ob intenzivni

globalizaciji in nenehnem naraščanju svetovnega prebivalstva, ki mu je vzor razvoja potrošniški model družbe, težko najti in verjetno skoraj nemogoče na hitro udejanjiti. Bosta leti 2020 in 2021 z do zdaj največjo zdravstveno krizo prinesli na tem področju preboj?

K motivaciji za ukrepanje za zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov prispevajo raziskave, kako podnebne spremembe vplivajo na pogostost in intenzivnost vremenskih in podnebnih ekstremov, saj so prav izjemni dogodki tisti, ki povzročijo največ škode in tudi žrtev. Po letu 2000 je vse več takih študij. Najpogosteje primerjajo opis dejanskega dogodka s simulacijo dogodka z matematično-fizikalnim modelom stanja ozračja brez prispevka človekove dejavnosti. Že več kot desetletje izhaja posebna publikacija "Explaining extreme events" v Bulletin of the American Meteorological Society (AMS, 2020), namenjena izključno razčlenitvi izjemnih dogodkov z vidika prispevka povišane ravni toplogrednih plinov v ozračju. Rezultati študij potrjujejo, da človek s svojim delovanjem povečuje tveganje za nekatere vrste izjemnih dogodkov, predvsem tistih v povezavi s povišano temperaturo ozračja.

Večina analiziranih dogodkov ni izbrana naključno, temveč so dogodki z velikimi učinki. Seveda učinki posameznega ekstremnega dogodka niso odvisni le od intenzitete in trajanja dogodka, temveč še od več drugih dejavnikov. Osnovno poznavanje fizike poveže višjo temperaturo z višjo gladino morja in večjim izhlapevanjem v ozračje. Težje je povezati povišano raven toplogrednih plinov s spremenjenimi vzorci gibanja v ozračju, zato je velika večina študij osredotočena na vročinske valove, precej manj pa na suše in poplave. Za večino dogodkov se je izkazalo, da so verjetnejši ali intenzivnejši zaradi podnebnih sprememb, ki so posledica povišane ravni toplogrednih plinov, toda vpliv njihove povišane ravni na izbrani izjemni dogodek še zdaleč ne pomeni, da je povzročila dogodek. Za vse ekstremne dogodke pač ne moremo kriviti podnebnih sprememb, izjemni dogodki so bili tudi v preteklosti. Naravna spremenljivost bo še vedno odločilno vplivala na intenziteto in pogostost ekstremnih dogodkov. Zato je bistvenega pomena, da se prilagajamo na spreminjajoče se podnebne razmere in krepimo odpornost in sposobnost hitrega ukrepanja ob takih pojavih.

V najmanj razvitih državah sredstev za krepitev odpornosti in služb za ukrepanje ob izrednih vremenskih dogodkih močno primanjkuje. Pogosto so neprijaznim podnebnim in vremenskim razmeram pridruženi še drugi dejavniki, kot so konflikti in nestabilne politične razmere, ki še bolj omejujejo sposobnost odzivanja. V poročilu SMO za leto 2019 izpostavlja Afriški rog, ki ga je leta 2019 prizadelo več vremenskih in podnebnih dogodkov in eno izmed hujših pustošenj kobilic, leta 2020 so se razmere na tem območju še slabšale.

S podnebjem povezani dogodki predstavljajo tveganje za človeštvo z vplivi na zdravje, prek varne oskrbe s

hrano in vodo, varnosti, gospodarstva, infrastrukture in biotske raznovrstnosti. Podnebne spremembe vplivajo na več ekosistemskih storitev in sezonske vzorce uporabe naravnih virov, pa tudi na razporeditev virov po regijah in državah.

Vplivi na zdravje vključujejo bolezni, povezane z vročino, in smrti, poškodbe in izgubo življenj ob neurjih in poplavah, bolezni, ki jih prenašajo žuželke in voda, poslabšanje srčno-žilnih in bolezni dihal zaradi onesnaženega zraka, stres in duševne travme zaradi razseljevanja kot tudi izgubo sredstev za preživetje in premoženje. Spremembe podnebnih razmer so olajšale prenos denge, katere pojavnost se je v zadnjih desetletjih močno narasla. Spremembe podnebja vplivajo na gozdove in travnije ter kmetijstvo. Poleg konfliktov, negotovosti in zastoja gospodarskega razvoja so izjemni vremenski dogodki med glavnimi dejavniki ponovnega širjenja lakote, kar nas oddaljuje od ciljev za trajnostni razvoj, v katerih je izkoreninjenje lakote predvideno do leta 2030.

Agenda 2030 za trajnostni razvoj določa skupni načrt za mir in blaginjo ljudi in planeta, zdaj in v prihodnosti. V njenem središču je sklop ciljev trajnostnega razvoja, ki izpostavljajo, da mora biti izkoreninjenje revščine tesno povezano s strategijami za izboljšanje zdravja in izobraževanja, z zmanjšanjem neenakosti in spodbuditvijo gospodarske rasti, hkrati pa se je treba spoprijeti

s podnebnimi spremembami in si prizadevati za ohranjanje oceanov in gozdov. Toda doseganje teh ciljev ogrožajo podnebne spremembe. Segrevanje ozračja vpliva na izgubo vrst in ekosistemov, kar lahko povzroči zmanjšanje kmetijskih in ribolovnih donosov, posledično pa sproža prehransko negotovost. Ekstremne vremenske in podnebne razmere lahko povečajo zdravstvena tveganja, škodijo infrastrukturi in vodijo do pomanjkanja vode. Te grožnje v povezavi z drugimi dejavniki lahko vodijo do konfliktov in ogrožajo stabilnost.

Če se je v začetku tega stoletja zdelo, da se je segrevanje zemeljske površine upočasnilo, od leta 2015 ponovno opažamo hitrejše naraščanje povprečne svetovne temperature. 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 pojava el niño (Cegnar 2018). Leta 2018 so strokovnjaki še ponujali možnost omejitev dviga temperature na 1,5 °C, a tudi leta 2020 še nismo dočakali konkretnih ukrepov za omejitev dviga svetovne temperature.

Viri in literatura

- AMS, 2020. Explaining extreme events of 2018 from a Climate Perspective. Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society, Vol 101, No. 1.
- Cegnar, T., 2017. Podnebne razmere v svetu leta 2016. *Ujma* 31, 8–15.
- Cegnar, T., 2018. Podnebne razmere v svetu leta 2017. *Ujma* 32, 8–21.
- Cegnar, T., 2019. Podnebne razmere v svetu leta 2018. *Ujma* 33, 8–23.
- Copernicus, Climate Change Service, 2020. European State of the Climate 2019. <https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019>.
- Copernicus, Climate Change Service, 2021. European State of the Climate 2020. <https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2020>.
- Copernicus, Climate Change Service, 2021. <https://climate.copernicus.eu/climate-bulletins>.
- IPCC, 2018. Special report: Global Warming of 1.5 °. Summary for Policymakers. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>.
- 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.
- Vertačnik, G., 2013. Podnebne razmere v svetu leta 2012. *Ujma* 26, 10–19.
- Vertačnik, G., 2014. Podnebne razmere v svetu leta 2013. *Ujma* 27, 10–20.
- Vertačnik, G., 2015. Podnebne razmere v svetu leta 2014. *Ujma* 28, 10–19.
- 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.
- WMO, 2020. WMO Greenhouse Gas Bulletin. 2019, No. 15. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10100.
- WMO, 2020. WMO Statement on the state of the Global Climate in 2019. WMO-No. 1248. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10211.