

Izvješće SMO o stanju globalne klime u 2013. godini



World
Meteorological
Organization

Weather - Climate - Water

WMO-No. 1130

©Svjetska meteorološka organizacija (SMO), 2014.

SMO pridržava prava objave u tiskanom, elektroničkom i bilo kojem drugom obliku, na bilo kojem jeziku. Kratki izvatci iz SMO publikacija smiju se umnožavati bez autorizacije samo pod uvjetom da je jasno naveden izvor. Korrespondenciju s uredništvom i zahtjeve za objavu, umnožavanje ili prijevod ove publikacije, bilo djelomično ili u cijelosti, treba uputiti na:

Chair, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Tel.: +41(0) 22 730 84 03
Fax: +41(0) 22 730 80 40
E-mail: Publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-11130-

SMO, u suradnji sa svojim članicama, počela je objavljivati godišnja izvješća o stanju globalne klime 1993. godine. Ova publikacija izdana je u suradnji sa Hadley Centre of the UK Meteorological Office, UK; the Climatic Research Unit (CRU), Sveučilište East Anglia, UK; the Climate Prediction Center (CPC), the National Climatic Data Center (NCDC), the National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS), the National Hurricane Center (NHC) and the National Weather Service (NWS) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), SAD; the Goddard Institute for Space Studies (GISS) kojim upravlja National Aeronautics and Space Administration (NASA), SAD; the Japan Meteorological Agency (JMA), Japan; the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), UK; the Global Precipitation Climatology Centre (GPCC), Njemačka; the Global Snow Laboratory, Rutgers University, SAD; the National Snow and Ice Data Center (NSIDC), SAD; the Colorado Center for Astrodynamics Research, Sveučilište Colorado-Boulder, SAD; the Polar Science Center, Sveučilište Washington, SAD; the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Marine and Atmospheric Research, Australija; i Vienna University of Technology, Austria. Ostali suradnici: nacionalne meteorološke i hidrološke službe ili odgovarajuće institucije za klimu Argentine, Armenije, Australije, Bjelorusije, Bosne i Hercegovine, Brazila, Bugarske, Kanade, Kine, Cipra, Češke, Danske, Estonije, Fidžija, Finske, Francuske, Njemačke, Gvineje, Mađarske, Islanda, Indije, Irana, Izraela, Japana, Jordana, Kenije, Letonije, Litve, Luksemburga, Malte, Meksika, Crne Gore, Maroka, Nigerije, Norveške, Pakistana, Portugala, Moldavije, Rumunjske, Ruske Federacije, Srbije, Slovačke, Slovenije, Južnoafričke Republike, Španjolske, Švedske, Tajlanda, Tunisa, Turške, Ukrajine, Ujedinjenog Kraljevstva, Tanzanije i SAD-a. Svoj doprinos dale su i sljedeće organizacije: SMO Regionalna organizacija VI (Europa) Regionalni klimatološki centar za praćenje klime, the African Centre of Meteorological Applications for Development (ACMAD, Niamey), the Hong Kong Observatory (HKO), Hong Kong, Kina, the Australian Research Council (ARC) Centre of Excellence for Climate System Science, Sveučilište Melbourne, Australija te International Research Centre on El Niño (CIIFEN, Guayaquil, Ekvador).

Ilustracija na naslovnicu: Praveen Agrawal/WFP

NAPOMENA

Oznake korištene u publikacijama SMO-a i u ovoj publikaciji prezentiranim materijalima ne predstavljaju stav SMO-a u pogledu pravnog statusa bilo koje države, teritorija, grada ili područja, niti njihovih vlasti, niti njihovih granica.

Navođenje određenih tvrtki ili proizvoda ne podrazumijeva da ih SMO preporuča niti da im daje prednost pred drugima sličnog profila, a koji se ovdje ne spominju i ne oglašavaju.

Nalazi, tumačenja i zaključci navedeni u publikacijama SMO-a pod imenom autora predstavljaju autore i nisu nužno stav SMO-a ili njegovih članica.

Sadržaj

Predgovor	2
Uvod	3
Ključni rezultati	4
Temperature	4
Kiša, snijeg i led	6
Oceani	7
Regionalni naglasci	8
Tropske ciklone	15
Staklenički plinovi i tvari koje ugrožavaju ozonski omotač	17
Glavni vremenski i klimatski događaji diljem svijeta u 2013. godini	19
 Objašnjenje rekordno toplog ljeta 2012./2013. i cijele 2013. godine u Australiji	20

Predgovor

Dramatični utjecaji klimatskih varijacija i klimatskih promjena nastavili su se širom svijeta tijekom 2013. Izvješće SMO-a o stanju globalne klime u 2013. godini pruža pregled globalnih i regionalnih trendova vremenskih prilika i klime tijekom prošle godine, s naglaskom na nekim najvažnijim ekstremnim pojavama.

2013. godina bila je, uz 2007., šesta najtoplja godina otkako se bilježe globalne temperature (od 1850. godine). Premda klimatski uvjeti prirodno variraju od godine do godine, više nema sumnje u postojanje općeg trenda zatopljavanja planeta. Trinaest od četrnaest najtopljih godina otkako postoje službena mjerjenja sve su se dogodile u 21. stoljeću, a svako od posljednja tri desetljeća bilo je toplije od prethodnog, kulminirajući u razdoblju od 2001. do 2010. godine, najtopljem desetljeću otkako postoje službena mjerjenja. Kako je nagašeno u Petom izvješću Međuvladinog panela za klimatske promjene (IPCC), kontinuirano zagrijavanje uzrokovano je rastućim razinama antropogenih stakleničkih plinova u atmosferi.

Danas bolje razumijemo klimatske promjene uzrokovane djelovanjem čovjeka, a klimatološki stručnjaci sada su u stanju sa sve većom sigurnošću utvrditi na koji način tipovi razdioba atmosferskog tlaka i temperatura na makroskali utječu na vremenske prilike. Najpoznatiji od njih je El Niño – južna oscilacija (ENSO) u Tihom oceanu, koja utječe na vremenske prilike širom svijeta putem telekonekcija. Osim ENSO-a i Sjeverno-atlantska oscilacija, Arktička oscilacija, mlazne struje i drugi makrosustavi često mogu dati objašnjenje zbog čega su vremenske prilike vlažnije ili suše, toplije ili hladnije, ili pak zašto ima više oluja od prosjeka.

Vremenska prognoza koja uključuje predviđanje oluja i drugih opasnih pojava, zadnjih je godina postala znatno pouzdanija. Kako smo vidjeli u listopadu 2013. na primjeru pojave koje su pratile ciklonu Phailin, drugu najjaču tropsku ciklonu koja je pogodila Indiju otkako postoje službena mjerjenja, bolje prognoziranje u spremi s državnim djelovanjem u svrhu podizanja razine zaštite i osiguranja skloništa, uvelike smanjuju broj ljudskih žrtava. Ipak, ekstremne pojave još uvijek mogu uzrokovati ljudske žrtve i uništavanje imovine, stoga moramo nastaviti raditi na podizanju razine spremnosti i jačanju sustava ranog upozoravanja, prije svega multidisciplinarnim pristupom u svrhu smanjenja rizika od katastrofa.

Ovo Izvješće oslanja se na podatke dobivene od vođećih istraživačkih institucija te nacionalnih meteoroloških i hidroloških službi zemalja članica SMO-a. Ovaj sažetak objavljen je na svih šest službenih jezika SMO-a kako bi došao do što šire čitalačke publike. Ipak, preporučam zainteresiranim čitateljima da prouče detaljnije izvješće dostupno na web stranici SMO-a.



(M. Jarraud)
Generalni tajnik SMO-a

Uvod

Ovo Izvješće temelji se na podatcima i informacijama dostavljenim od strane članica i partnera SMO-a za 2013. godinu, ocijenjenima u njihovom globalnom i regionalnom kontekstu. Kad god je to bilo moguće, usporedbe su se radile s klimatološkim prosjecima i zapisima (povijesni podatci).

Procjena globalne temperature temelji se na nezavisnim bazama podataka prikupljenim u Met Office Hadley Centre i Climatic Research Unit Sveučilišta East Anglia (HadCRU) oboje u Ujednjrenom Kraljevstvu; the National Climatic Data Center of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NCDC–NOAA), sa sjedištem u SAD-u; Goddard Institute for Space Studies (GISS) kojim upravlja National Aeronautics and Space Administration (NASA), također u SAD-u. Podaci HadCRU sežu od 1850. godine, a podaci NCDC i GISS (kombinirani podaci) od 1880. godine. Za dodatne analize koristile su se i druge baze podataka.

Sadržaj su razvili i međusobno revidirali stručnjaci povezani s raznim međunarodnim i regionalnim klimatološkim institucijama, centrima i programima, sa svjetskih nacionalnih meteoroloških i hidroloških institucija (NMHS), koje su ujedno bile i glavni izvršitelji mjerena i izvor informacija o klimi koji su poslužili kao temelj za izradu ovog dokumenta. Više od 50 NMHS-ova je direktno dostavilo podatke za ovo Izvješće, odazvavši se na poziv SMO-a. I mnogi drugi stavili su na raspolo-

ganje svoje podatke i klimatska izvješća na svojim web stranicama i oni su korišteni kada je to bilo potrebno. Ako je bilo sumnje u navedene činjenice i brojke, prije njihova uključenja u ovo Izvješće, SMO je komunicirala s relevantnim nacionalnim izvorima radi verifikacije navedenih informacija.

Definicija Regija temelji se na regionalnoj strukturi SMO-a, kako slijedi:

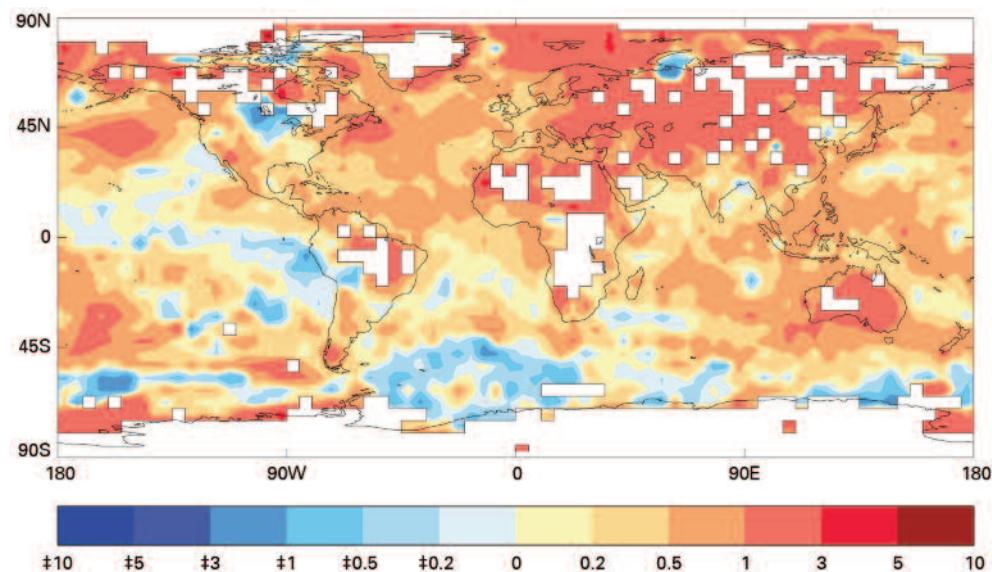
- Afrika (Regija I)
- Azija (Regija II)
- Južna Amerika (Regija III)
- Sjeverna Amerika, Srednja Amerika i Karibi (Regija IV)
- Jugozapadni Pacifik (Regija V)
- Europa (Regija VI)

SMO sustav za praćenje klime koristi osnovne klimatske varijable (ECV) na način kako ih definira Globalni sustav praćenja klime. Otprilike 50 ECV-a predstavljaju temelj za globalna promatranja. Ovo Izvješće uključuje ocjene stanja globalne klime i ekstrema zabilježenih uz primjenu ECV podataka i proizvoda, uključujući temperaturu zraka, oborine, ozon u stratosferi i dugovječne stakleničke plinove (atmosferski ECV-i); snježni pokrivač, kopneni ledeni pokrov i vlažnost tla (zemaljski ECV-i); zatim morski led, podizanje razine mora, površinska temperatura mora i kiselost mora (oceanografski ECV-i).

Ključni rezultati

Slika1. Globalne anomalije prizemne temperature zraka i temperature morske površine ($^{\circ}\text{C}$) za 2013., u usporedbi s prosječnom temperaturom za razdoblje 1961–1990.

(Izvor: Met Office Hadley Center, UK, i Climatic Research Unit, University of East Anglia, UK)



TEMPERATURE

Slika 2. Godišnje anomalije prosječnih temperatura (u usporedbi s višegodišnjim prosjekom 1961–1990.) od 1850. do 2013. Iz Hadley Centre / CRU (HadCRUT4) (crna linija i sivo područje, predstavljaju prosjek i 95% raspon nesigurnosti), NOAA National Climatic Data Center (crveno), i the NASA Goddard Institute for Space Studies (plavo)

(Izvor: Met Office Hadley Centre, UK, i Climatic Research Unit, Sveučilište East Anglia, UK)

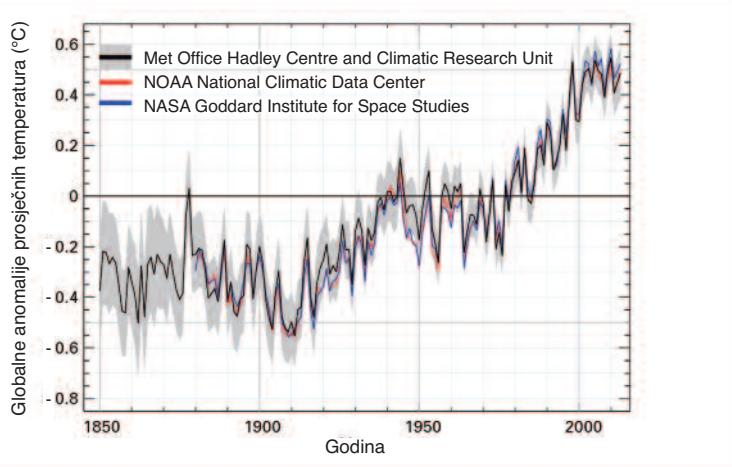
2013. godina bila je, uz 2007., šesta najtoplja godina otkako se bilježe globalne temperature (od 1850. godine). Globalna prosječna prizemna temperatura bila je $0,50^{\circ}\text{C} \pm 0,10^{\circ}\text{C}$ ($0,90^{\circ}\text{F} \pm 0,18^{\circ}\text{F}$) iznad prosjeka u razdoblju 1961.–1990. te $0,03^{\circ}\text{C}$ ($0,05^{\circ}\text{F}$) iznad prosjeka u razdoblju 2001–2010. Protekla je godina također bila toplja i od 2011. i 2012. koje su, pod utjecajem La Niña, bile $0,43^{\circ}\text{C}$ i $0,46^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka.

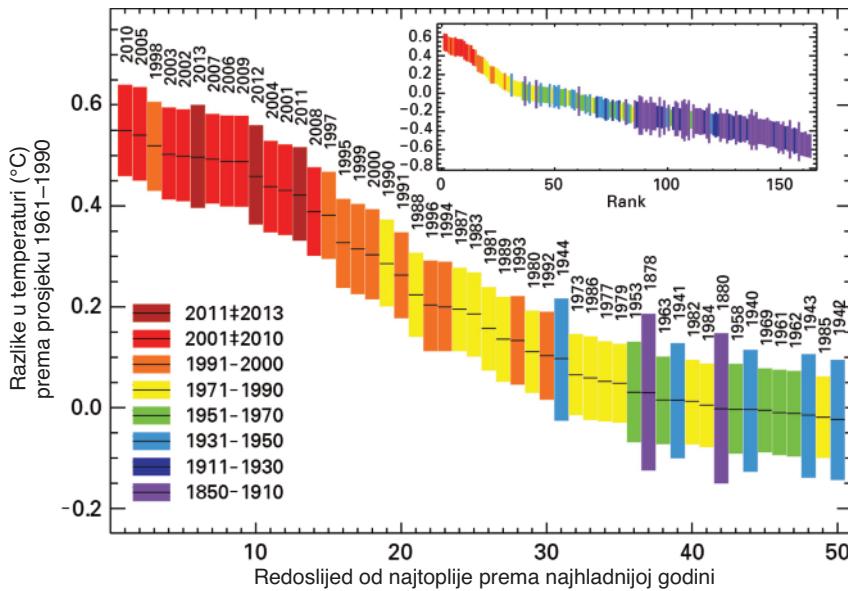
El Niño sa svojim zagrijavajućim utjecajem i La Niña s rashlađujućim utjecajem bili su glavni pokretači prirodne varijabilnosti klimatskog sustava. Međutim, nijedne od ovih pojava nije bilo tijekom 2013. godine, koja je

se ipak našla među 4 najtoplje godine otkako postoje službena mjerena i bez utjecaja ENSO-a. Trinaest od četrnaest najtopljih zabilježenih godina, uključujući 2013., sve su se dogodile u 21. stoljeću. Najtoplje ikada zabilježene bile su 2010. i 2005., nakon čega sledi 1998. El Niño utjecaj bio je dominantan u prvih nekoliko mjeseci 2010. i 1998., dok su se nešto slabiji El Niño utjecaji protegli od 2004. do prve polovice 2005. godine.

Da bi došla do ovih brojki, SMO uzima prosjekte iz triju glavnih baza podataka globalnih temperatura koje se vode zasebno i koje koriste različitu metodologiju. Druge baze podataka daju slične, no ipak nešto drukčije rezultate. Primjerice, odvojena analiza temperatura koju provodi Japanska meteorološka agencija procjenjuje da je 2013. godina bila druga najtoplja otkako postoje službena mjerena. Prema ponovljenoj analizi Europskog centra za srednjoročnu prognozu vremena, 2013. je uz 1998. ocijenjena kao četvrta najtoplja od 1958. godine.

Budući da se sposobnost apsorpcije topline razlikuje iznad kopnenih područja i mora, zrak iznad kopnenih područja brže se zagrijava. Mjerena iznad kopnenih područja širom svijeta pokazala su da je 2013. godine globalna temperatura zraka bila $0,85^{\circ}\text{C} \pm 0,17^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka u odnosu na prosjek za razdoblje 1961–1990., te $0,06^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka u razdoblju 2001–2010., četvrta najviša ikad zabilježena. Vrlo toplo razdoblje u stu-





Slika 3. Globalni redoslijed temperatura na površini zemlje i oceana za najtoplijih 50 godina. Umetnuti dio pokazuje globalni redoslijed površinskih temperatura od 1850. Veličina stupića pokazuje 95%-tnu pouzdanost uz svaku godinu. Vrijednosti su ponderirani prostorni prosjeci za svaku godinu.

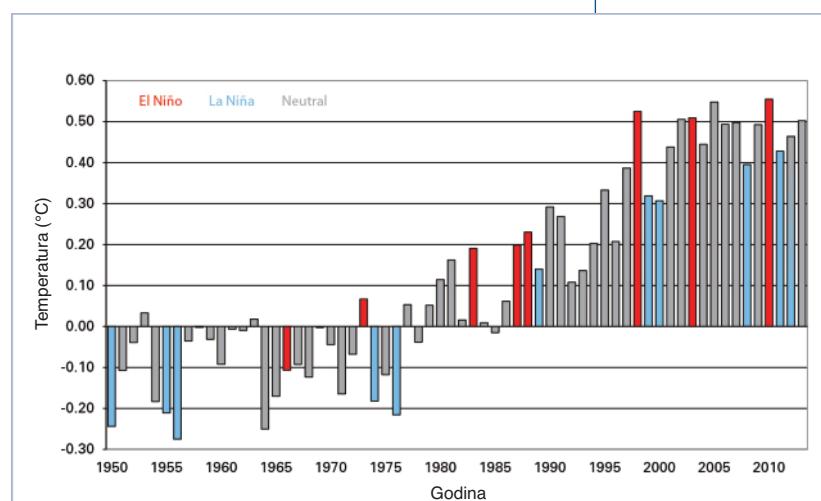
(Izvor: Met Office Hadley Centre, UK i Climatic Research Unit, Sveučilište East Anglia, UK)

denom i prosincu, na drugom mjestu iza 2006., doprinijelo je ovoj anomaliji s visokim temperaturama.

Iznad svjetskih oceana, površinska temperatura 2013. bila je, uz 2004. i 2006., šesta najtoplijia otkako postoje službena mjerena, s $0,35^{\circ}\text{C} \pm 0,07^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka u odnosu na prosjek za razdoblje 1961–1990. godina.

Tipovi vremena na sjevernoj hemisferi početkom 2013. godine dobrim su dijelom bili pod utjecajem Arktičke oscilacije. To je donijelo niže temperature od prosječnih diljem Europe, na jugoistoku SAD-a, na sjeverozapadu Ruske Federacije i u nekim dijelovima Japana. U međuvremenu, područje Akrtika bilo je znatno toplije od prosjeka, zajedno s velikim dijelom središnje i sjeverne Afrike, istočnog Sredozemlja, juga Ruske Federacije te velikog dijela Kine. Ovaj tip toplog Arktika i hladnog kontinenta karakterističan je za negativnu fazu Arktičke oscilacije. U 2013. godini dogodila se najnegativnija Arktička oscilacija za mjesec ožujak otkako postoje službena mjerena. Sličan tip vremena s područjem visokog tlaka iznad Grenlanda i područjem niskog tlaka južnije ponovno se pojavio u kasno proljeće, opet izazvavši prodror hladnog arktičkog zraka u zapadnu i središnju Europu.

Na južnoj hemisferi, ljeto je bilo ekstremno toplo, pri čemu su u siječnju mješevane anomalije temperature u nekim dijelovima Australije dosegnele $+5^{\circ}\text{C}$. Iznimno topli uvjeti nastavili su se i tijekom zime, pa je tako na Novom Zelandu zima bila najtoplijia otkako postoje služ-

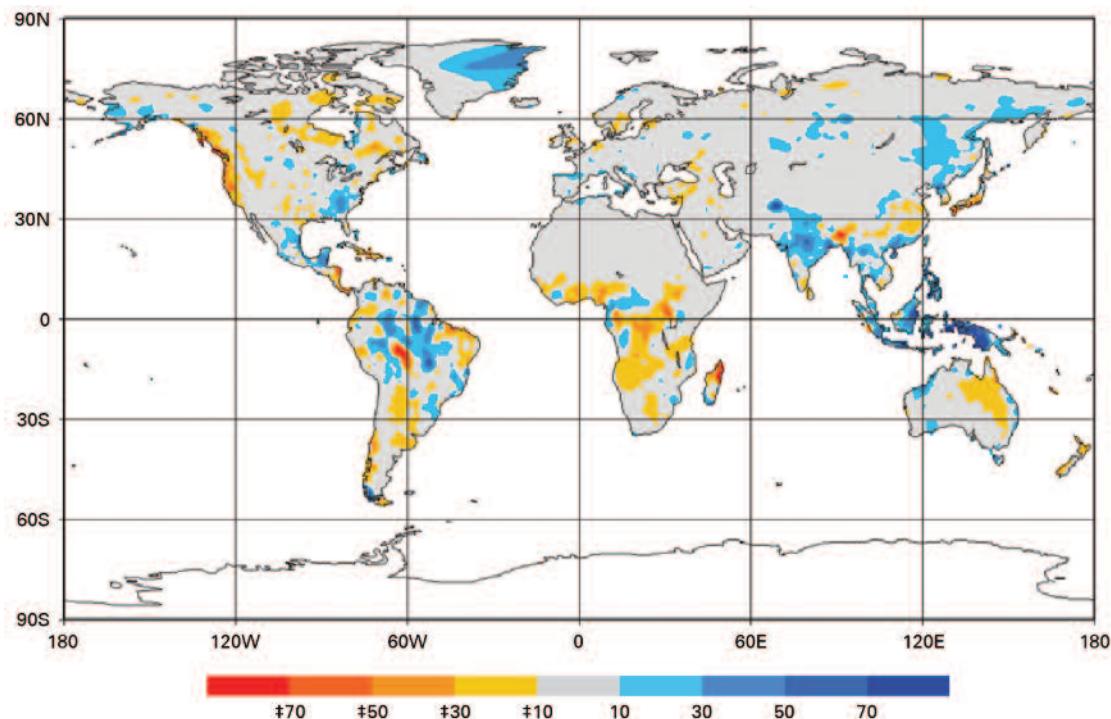


bena mjerena. Početak ljeta 2013./2014. bio je izrazito vruć u dijelovima Južne Amerike, uz nove rekordne temperature u prosincu. Kao rezultat kontinuirane topline tijekom cijele godine u nekim dijelovima južne hemisfere, 2013. godina bila je najtoplijia godina u Australiji otkako postoje službena mjerena, druga najtoplijia u Argentini, treća najtoplijia na Novom Zelandu.

Eksperimentiranje na modelima pokazalo je da je vjerojatnost da se u Australiji dogodi najtoplijie ljeto uvećana čak za pet puta uslijed klimatskih promjena izazvanih djelovanjem čovjeka. (Vidi pripadajući grafikon na str. 21).

Slika 4. Globalne anomalije temperature na površini zemlje i oceana od siječnja do prosinca (u usporedbi s prosjekom 1961-1990.) za razdoblje 1950-2013.; godine koje su počele sa umjerenom ili jakom La Niña prikazane u plavoj boji; godine koje su počele s umjerenim ili jakim El Niño prikazane u crvenoj boji; ostale godine u sivoj boji.

Slika 5. Anomalije godišnjih oborina na globalnim kopnenim područjima za 2013.; na rasteru dimenzija po 1.0-stupanj, a zasnovane na podatcima kišomjera mm/mjesec (usporedba 1951.–2000.)
(Izvor: Global Precipitation Climatology Centre, Deutscher Wetterdienst, Njemačka)



KIŠA, SNIJEG i LED

Globalna količina oborina tijekom 2013. jednaka je prosjeku iz razdoblja 1961–1990. od 1.033 mm, prema podatcima National Oceanic and Atmospheric Administration (USA). Međutim, oborine na regionalnoj razini znatno su odstupale od višegodišnjeg prosjeka 1951–2000. Tako su uvjeti veće vlažnosti od prosječne zabilježeni u većem dijelu Grenlanda, na južnom dijelu arapskog poluotoka, u središnjoj Indiji i zapadnoj Kini. Uvjeti s više sušnih razdoblja od prosjeka zabilježeni su na zapadu SAD-a, većem dijelu sjeverne Kanade, u sjevernom Sibiru i na istočnom kopnenom području Australije.

Zimski snježni pokrivač uvelike je varirao u Sjevernoj Americi tijekom zadnjih nekoliko godina. Tijekom zime 2012./2013., snježni pokrivač protezao se na 500.000 km² iznad prosjeka u razdoblju 1981–2010., što je bio četrnaesti najveći zimski pokrivač na kontinentu otkako postoje službena mjerjenja (od 1966.). U proljeće, u Sjevernoj Americi snježni pokrivač je bio 830.000 km² iznad prosjeka, što je deseti najveći proljetni pokrivač na kontinentu, a najveći od 1997. godine.

U istom razdoblju, snježni pokrivač na Euroazijskom kontinentu bio je za 1,71 milijun km² iznad prosjeka za razdoblje 1981–2010., treći najveći zimski pokrivač ot-

kako postoje službena mjerjenja za ovu regiju i najveći od 2003. godine. U proljeće, snježni pokrivač se znatno smanjio, došavši na 430.000 km² ispod prosjeka i četrnaesti najmanji u svibnju otkako postoje službena mjerjenja.

U svibnju, Euroazijski snježni pokrivač spustio se na 7,3 milijuna km², što je bilo rekordno nisko za taj mjesec.

Daljnji dokaz brzog odgovora arktičke kriosfere na rast temperatura zraka jest da se lipanjski snježni pokrivač na sjevernoj hemisferi trenutno smanjuje brže nego minimalni ljetni morski led na Arktiku, i to brzinom koja nadilazi projekcije klimatskih modela. Snježni pokrivač u lipnju na cijeloj hemisferi bio je drugi najniži ikada zabilježen, veći jedino od rekordno niskoga iz 2012. godine.

Vlažnost tla predstavlja ključnu varijablu za praćenje klimatskog sustava, zbog njezina snažnog utjecaja na izmjenu vode i energije između površine zemlje i atmosfere. Uvjeti velike vlažnosti tla koji su rezultat hidrometeoroloških događaja bili su jako zamjetni te se osjetio njihov utjecaj na poplave u cijelom nizu regija, uključujući i istočne dijelove Ruske Federacije, sjeveroistočnu Kinu, Indiju, Filipine i središnju Europu. S druge strane, anomalije vlažnosti tla ukazivale su na

veću suhoću na južnoj hemisferi, pa su tako u Australiji, Južnoj Americi i južnoj Africi u prvom dijelu godine zabilježene jake suše.

Površina morskog leda na Arktiku dosegnula je svoj godišnji maksimum 15. ožujka s 15,13 mil. km četvornih. Taj je iznos površine leda oko 0,5 mil. km četvornih ispod prosjeka godišnjeg maksimuma u razdoblju od 1981–2010., što je šesti najmanji doseg morskog leda otkako su 1979. uvedena satelitska mjerenja.

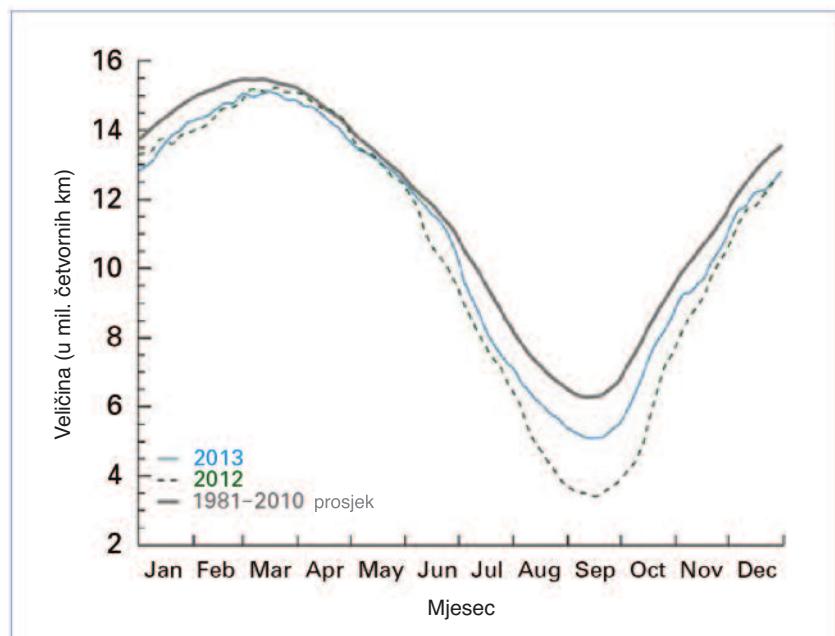
Tijekom razdoblja rasta u 2012./2013., površina morskog leda na Arktiku povećala se za 11,72 mil. km četvornih, što je najveće sezonsko povećanje ikada zabilježeno. Ovakav rast može se objasniti rekordno malom količinom morskog leda u rujnu 2012. godine. Maksimum dosega morskog leda na Arktiku u ožujku smanjio se, uz prosječnu stopu smanjenja od 2,6% u jednom desetljeću.

Drugi način ocjene stanja arktičkog morskog leda jest utvrditi starost leda, ako se uzme u obzir činjenica da je u prvoj godini led najtanji i najpodložnijitopljenju.

Led koji je bio star 4 godine i više smanjio se s 18% u ledenom pokrivaču u ožujku 1984. na 2% u ožujku 2012. Zatim se malo povećao, na 3% u ožujku 2013. U ožujku 1984., 56% leda bio je jednogodišnji led, dok je za vrijeme maksimuma u ožujku 2013. jednogodišnji led činio 78% ukupnog ledenog pokrivača.

Na Arktiku je minimalna količina ledenog morskog pokrivača dosegnuta 13. rujna, s 5,10 mil. km² ili 18% niže od prosječnog minimuma u razdoblju 1981–2010., što je šesti godišnji minimum otkako postoje službena mjerjenja. Svi sedam najnižih površina morskog leda otkako postoji satelitsko mjerjenje zabilježene su u zadnjih 7 godina, počevši od rujna 2007. Doseg morskog leda na Arktiku smanjuje se prosječnom brzinom od 13,7% u deset godina. Ukupna minimalna količina morskog leda, kombiniranim mjerjenjem dosega leda i simuliranim modelima debljine leda, bila je veća u 2013. nego u 2010., 2011. i 2012., ali manja nego 2007. i puno manja od prosjeka u razdoblju 1979–2012.

Veljača je označila kraj sezone topljenja morskog leda na Antarktici u 2013. godini. Godišnji minimum ledene površine dosegnut je na dan 20. veljače, i to 3,68 mil. km četvornih. To je drugi najniži godišnji doseg morskog leda na Antarktici. Također, površina leda na Antarktiku dosegnula je rekordni maksimum drugu godinu



Slika 6. Površina arktičkog morskog leda 2013. u usporedbi s 2012. i prosjekom 1981.–2010.

(Source: National Snow and Ice Data Center, SAD)

za redom. Na dan 1. listopada, to je bilo 19,57 mil. km², što je 2,7% više od prosjeka u razdoblju 1981–2010.

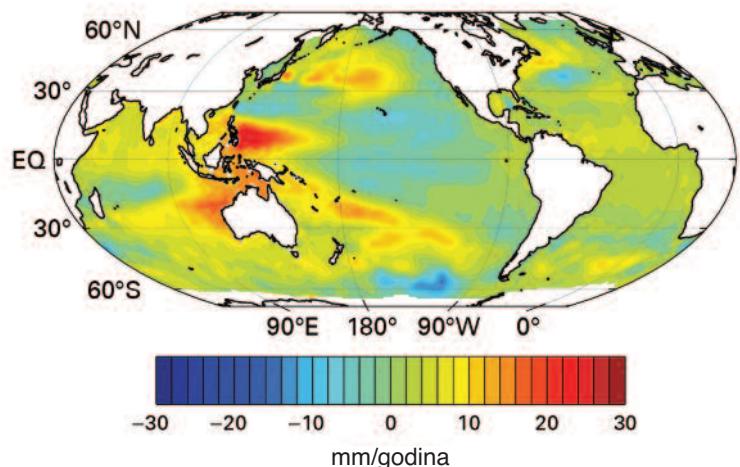
Doseg morskog leda na Antarktici u rujnu povećao se prosječnom brzinom od 11% na 10 godina.

Znanstvenici vjeruju da promjene u atmosferskoj cirkulaciji tijekom zadnja tri desetljeća, koje su oslabile prevladavajuće vjetrove koji cirkuliraju nad Antarktikom, mogu biti čimbenik koji je na to utjecao. Širenje leda također može biti povezano i s promjenom u cirkulaciji oceana te sa stvaranjem hladne slatke vode na površini Južnog oceana, do čega dolazi uslijed povećanja količine oborina i topljenja kopnenog snijega.

Otanjanje na površini grenlandskog ledenog pokrivača bilo je mnogo manje dramatično 2013. godine nego u rekordnoj 2012. godini. Vrhunac se dogodio kasno u srpnju, kada su sateliti otkrili da je došlo do otapanja leda na više od 44% površine. Ovo se dogodilo istovremeno kad i rekordno toplo vrijeme na jugoistočnom Grenlandu (30. srpnja zabilježeno je 25,9°C u gradu Maniitsoq, što je najviša ikad zabilježena temperatura na Grenlandu). Tijekom zadnjeg desetljeća morski se led ubrzano otapa, kao i ledeni pokrivač na Grenlandu.

OCEANI

Ocean djeluje na klimatski sustav poput učinkovitog tampona, upijajući i pohranjujući velike količine viška



Slika 7. Trendovi razine mora u razdoblju 2003.–2013.
(Izvor: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Marine and Atmospheric Research, Australija)

ugljika i topline iz atmosfere. Ocean je apsorbirao otprilike četvrtinu sveukupnog ugljičnog dioksida (CO_2) ispuštenog u atmosferu od početka industrijske revolucije do danas. Ovako apsorbirani CO_2 tvori slabu ugljičnu kiselinu koja zakiseljuje ocean.

Rezultat toga je smanjenje pH oceana za 0,11, što otprilike odgovara 30%-tnom povećanju kiselosti. Povećanje kiselosti već nanosi štetu koraljima, školjkašima i drugim oblicima morskog života.

Unatoč činjenici da se zadnjih godina brzina kojom primerna temperatura zraka raste usporava, toplina i dalje ostaje zarobljena u Zemljinom sustavu i to uglavnom kroz povećani sadržaj topline u oceanu. Oko 93% viška topline zarobljene u Zemljinom sustavu između 1971. i 2010. preuzeli su oceani. Od cca. 1980. do 2000., ocean je nakupio oko 50 zetadžula (10^{21} džula) topline. Od 2000. do 2013. nakupio je još tri puta toliko. Prije 2000., većina topline bila je zarobljena između površine i dubine do 700 m. Od tada, većina topline pohranjena je na dubinama od 700 do 2.000 m. Povećani priljev topline u tim dubinama moguća je posljedica promjena u cirkulaciji u atmosferi i oceanima u tropskom Pacifiku te međudjelovanja s globalnim signalima poput ENSO-a i Pacifičke desetogodišnje oscilacije.

Globalno gledano, razina mora narasla je 19 cm od početka 20. stoljeća, uglavnom zbog toplinskog širenja oceana i otapanja ledenjaka i ledenih kapa. Otkako su 1993. počela mjerjenja, razina mora diže se cca. 2,9–3,2 mm/god. (temeljeno na dvjema zasebnim procje-

nama, svaka s mogućnošću pogreške od $\pm 0,4$ mm/god.), uz određeno variranje od godine do godine.

Taj raspon obuhvaća promatrani rast od 3 mm/god za desetogodišnje razdoblje 2001–2010. što je otprilike dvostruko brže od promatranih trenda 20. stoljeća koji iznosi 1,6 mm/god.

Preliminarne analize pokazuju da je globalna prosječna razina mora dosegnula novi rekord u ožujku. Neka područja globusa bilježe veći rast razine mora od drugih (u nekim se dijelovima čak smanjuje razinu), uslijed lokalnih struja, kretanja tla i zagrijavanja oceana. U regiji Tihog oceana u blizini Filipina zabilježene su neke najviše stope rasta razine mora u zadnjih pedeset godina.

Ovo se pripisuje strašnoj devastaciji u nekim djelovima filipinskog otočja koja se dogodila kad je tajfun Haiyan pogodio ovo područje u studenom i izazvao ogroman plimni val.

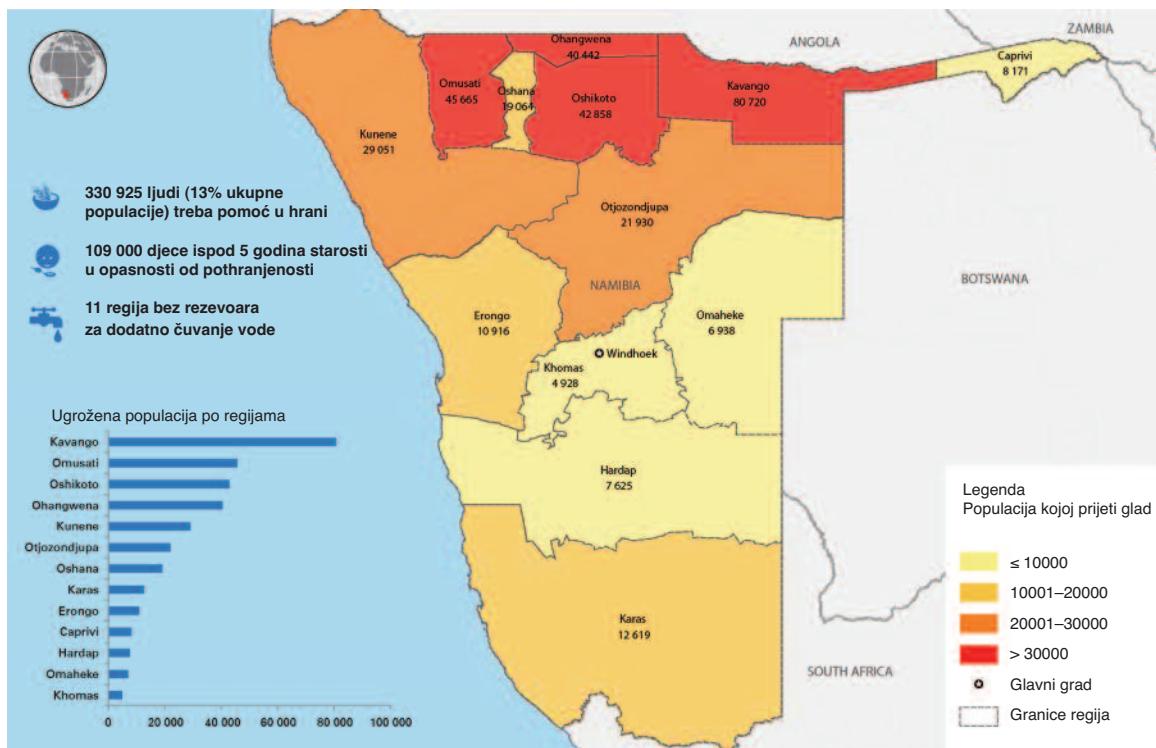
REGIONALNI NAGLACI

AFRIKA

Afrički kontinent bilježi općenito relativno toplu godinu, a 2013. je druga najtoplja otkako postoji službena mjerjenja, nakon 2010. godine. Temperatura u gradu Vioolsdrif, Južna Afrika, 4. ožujka dosegla je $47,3^{\circ}\text{C}$ – to je najviša ikad zabilježena temperatura za ožujak u Africi. U Zapadnoj Africi, temperatura u gradu Navrongo



Žene skupljaju vodu u Chaquelane - iseljeničkom kampu u blizini poplavljenoj gradi Chokwe u južnom Mozambiku.



Slika 8. Na karti je prikazan broj ljudi suočenih s problemom gladi zbog suše u Namibiji u svibnju 2013.
(Izvor: UN Ured za koordinaciju humanitarnih poslova)

u Gani, dosegnula je 43°C dana 6. ožujka, što je najviša ikad izmjerena temperatura u Gani. Nekoliko toplinskih rekorda oborenog je i u Keniji. Proljetne i listopadske temperature u Tunisu bile su $2,2^{\circ}\text{C}$ i 4°C iznad prosjeka, doprinijevši da ovo bude jedna od 10 najtoplijih godina u zemlji od 1950. godine.

Iznadprosječno puno oborina bilo je u sjevernom Maliju i u graničnim područjima u Alžiru. Ispodprosječna količina oborina zabilježena je uzduž Gvinejskog zaljeva, od Obale bjelokosti do Nigerije i u najjužnijim dijelovima Gane, Benina i Toga.

Nakon gotovo tri desetljeća niske razine sezonskih kiša i nakon što dvije godine zaredom uopće nije bilo oborina, Angola i Namibija pretrpjeli su jednu od najgorih suša u zadnjih 30 godina. Procijenjeno je da je oko milijun i pol ljudi u južnoj Angoli suočeno s problemom gladi, te 800.000 u Namibiji. U povijesti nezapamćene suše u razdoblju od svibnja do rujna ugrozile su i otok La Réunion.

U siječnju su Mozambik poharale teške poplave koje su odnijele najmanje 113 života i otjerale 185.000 ljudi iz njihovih domova. Obilne kiše od ožujka do travnja uzrokovale su poplave koje su upropastile usjeve i tisuće ljudi otjerale iz njihovih domova u dijelovima južne

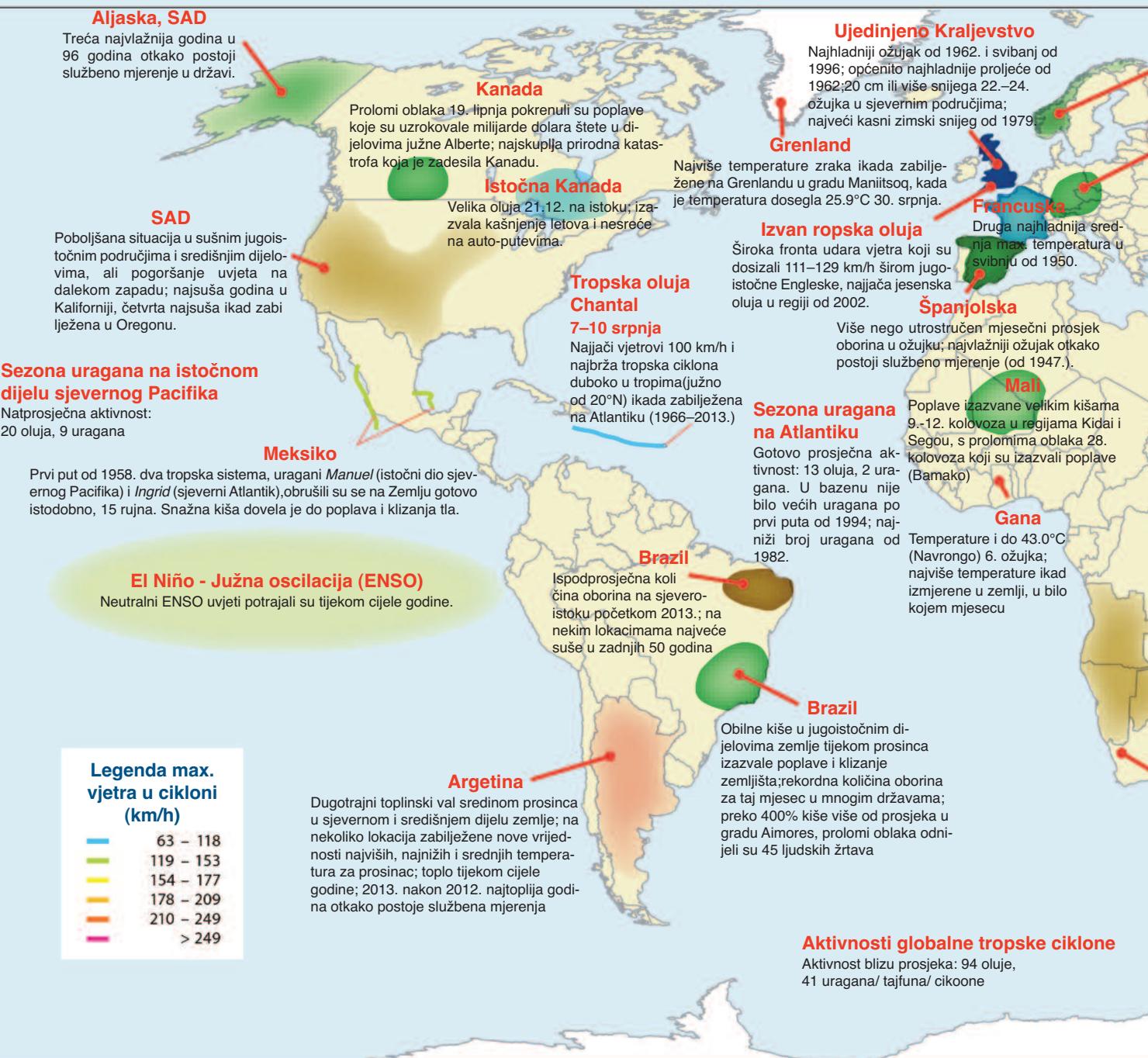
Somalije i istočne Kenije. Obilnih kiša bilo je u kolovozu i u Sudanu, s golemim štetama. 76 osoba izgubilo je život, a ugroženo je bilo oko 500.000 ljudi.

Bamako, Mali, Marakeš i Maroko također su zadesile poplave.

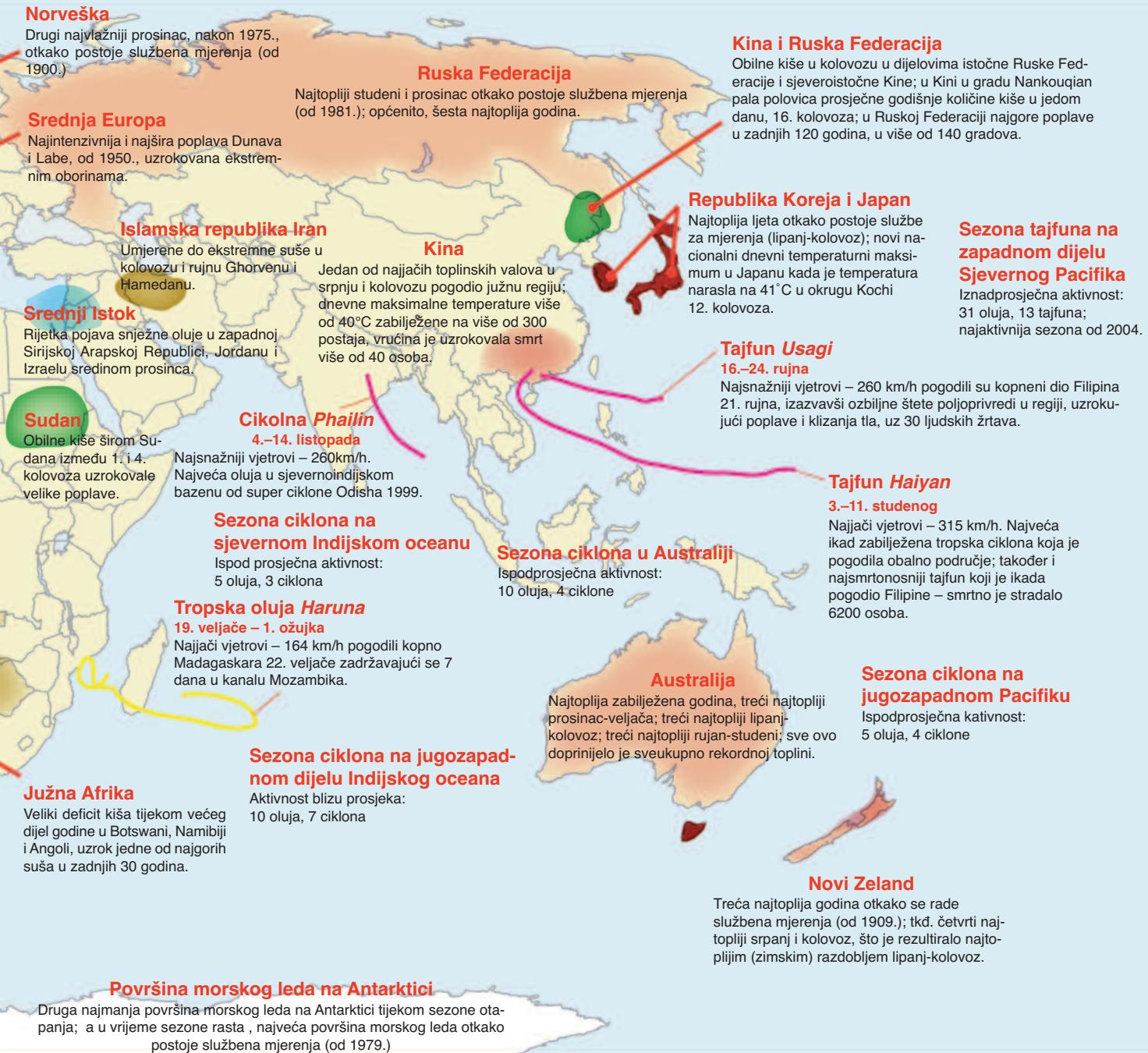
AZIJA

Ljeto je bilo ekstremno vruće u mnogim dijelovima Azije. Japan je primjerice imao najtoplije ljeto otkako postoje službena mjerjenja, uključujući i rekordnih 41°C u gradu Shimanto, pokrajina Kochi, na dan 12. kolovoza. Oboren su mnogi dnevni rekordi temperaturu u Hong Kongu, Kina, u ožujku i travnju, gdje je na nekim lokacijama bilo i do 40°C .

Kina je zabilježila svoju četvrtu najtopliju godinu od početka službenih mjerjenja (od 1961.). Najjači toplinski val od 1951. godine pogodio je južnu Kinu u srpnju i kolovozu, s temperaturama iznad 40°C . U regiji su zabilježene i teške suše. Ugroženo je oko 78 milijuna ljudi i preko 8 milijuna hektara poljoprivrednih površina, s direktnim ekonomskim gubitkom procijenjenim na 77 milijardi dolara.



Slika 9. Značajne klimatske anomalije i pojave u 2013.
(Izvor: National Climatic Data Center, NOAA, SAD)



KATEGORIJA TROPSKE CIKLONE

Uragan, ciklona i tajfun su različiti nazivi za isti vremenski fenomen popraćen proložima oblaka i maksimalnim brzinama vjetra (u blizini središta) iznad 119 km na sat. Na takav vremenski fenomen misli se pod sljedećim nazivima, ovisno o kojoj je regiji riječ:

- Uragan: zapadni dio sjevernog Atlantika, središnji i istočni dio sjevernog Pacifika, Karipsko more i Meksički zaljev;
- Tajfun: zapadni dio sjevernog Pacifika;
- Ciklona: Bengalski zaljev i Arapsko more;
- Jaka tropска ciklona: zapadni dio južnog Pacifika i jugoistočni Indijski ocean;
- Tropska ciklona: jugozapadni Indijski ocean.



Dječak skače u vodenim kanalima kako bi se vrućeg dana rastalio s drugima u gradu Lahore, istočni Pakistan

U Indiji u gradu Nagpur 22. svibnja zabilježen je rekord svih vremena $47,9^{\circ}\text{C}$, dok je u gradu Amritsar zabilježena najveća tamošnja temperatura od 48°C 23. i 24. svibnja.

Više od 2700 ljudi smrtno je stradalo od vrućine. Monsunske kiše na jugozapadu Azije na razini cijele zemlje bile su na razini 106% prosjeka, uz regionalne varijacije. Monsun se rano razvio po cijeloj Indiji i donio sa sobom najgoru poplavu i razaranje u zadnjih 50 godina u regijama blizu indijsko-nepalske granice. Na sjeverozapadu Indije palo je kiše gotovo dvostruko više od lipanjskog prosjeka; tisuće ljudi su smrtno stradale, a još više ih je nestalo.

U Pakistanu je zabilježen najžešći toplinski val zadnjih desetljeća, s temperaturama koje su dosegle 51°C u gradu Larkana, što je najveća svibanjska temperatura u tom gradu od 1998. Upravo paštene su ljetine pamuka i riže, a više od 100 ljudi smrtno je stradalo. Provincije Punjab i Sindh bile su pogodene poplavama uslijed velikih monsunske kiša tijekom većeg dijela kolovoza. Voda je poplavila oko 200.000 km^2 , smrtno je stradalo 250 ljudi, a posljedice je pretrpjelo još 1,5 milijuna ljudi.

Sjeverni dio Istočne Azije imao je hladno razdoblje u vrijeme zimske sezone 2012./2013., povezano s negativnom Arktičkom oscilacijom i blokadama oko istočnog Sibira. Većina Sibira imala je temperature $2 - 3^{\circ}\text{C}$ niže od prosjeka, što je ovu zimu svrstalo među najhladnije zime 21. stoljeća.

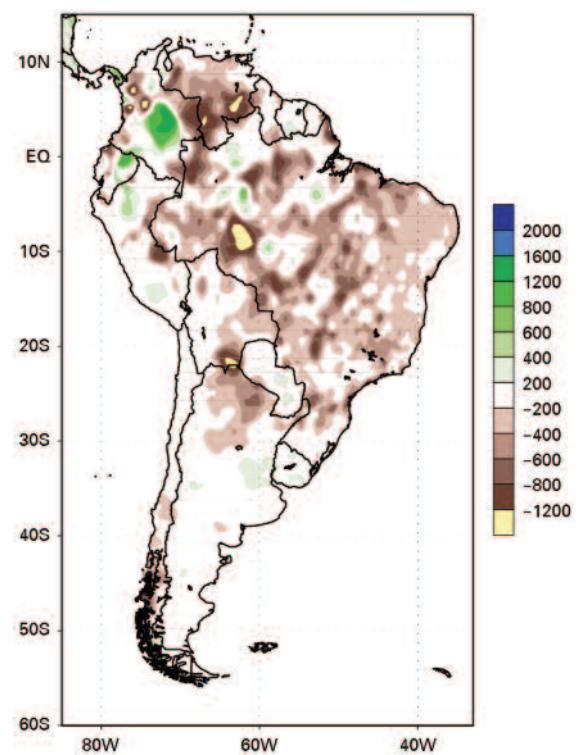
Slika 10. Oborinske anomalije iznad Južne Amerike za vrijeme aktivne sezone monsuna, rujan 2012.–svibanj 2013. (Izvori: NOAA Climate Prediction Center, SAD, Instituto Nacional de Meteorología i Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Brazil)

Od kraja srpnja do sredine kolovoza, neuobičajeno obilne kiše padale su uz rijeku Amur, prirodnu granicu između Kine i Ruske Federacije. Bazeni uz rijeke Songhuaijiang i Liaohe na sjeveroistoku Kine pretrpjeli su najveće poplave od 1998. Velike poplave zabilježene su i na istoku ruske Federacije. Više od 140 gradova pogodjeno je najgorim poplavama u zadnjih 120 godina.

JUŽNA AMERIKA

Temperature u Južnoj Americi bile su iznadprosječne u većem dijelu kontinenta, uz iznimku nekih ograničenih područja u južnom Brazilu te sjevernim, središnjim i zapadnim dijelovima Južne Amerike, gdje su temperature bile ispodprosječne. Toplo razdoblje listopad-prosinac, uključujući i najtoplij i kada zabilježen prosinac, doprinijeli su tome da ovo bude druga najtoplijia godina u Argentini otkako se provode službena mjerjenja (od 1961.), iza rekordno tople 2012. godine. U prosincu, najizraženiji toplinski val od 1987. pogodio je središnju i sjevernu Argentinu.

Sjeveroistok Brazila pogodile su najveće suše u zadnjih 50 godina. Ovo je uslijedilo nakon desetljeća 2001.–2010., kada su veliki dijelovi amazonskog bazena isku-



sili dugotrajnu sušu. Brazilska visoravan, koja predstavlja jezgru monsunske Regije Amerike, pretrpjela je najveći deficit oborina otkako se provode službena mjerenja (od 1979.). Šteta je bila veća od 8 milijardi USD.

Na dan 2. travnja u La Plati, Argentina, pao je oko 300 mm kiše u samo tri sata. Prolom oblaka doveo je do bujičnih poplava koje su odnijele preko 50 ljudskih života, čime je ova vremenska nepogoda postala jednom od najgorih te vrste u povijesti Argentine. Mnoge pokrajine u Brazilu također su pretrpjeli ekstremne kišne oborine tijekom prosinca, pa je tako najmanje sedam gradova zabilježilo oborinske rekorde. U jugoistočnom Brazilu, u gradu Aimores pao je četiri puta više kiše od mjesečnog prosjeka.

SJEVERNA AMERIKA, SREDNJA AMERIKA I KARIBI

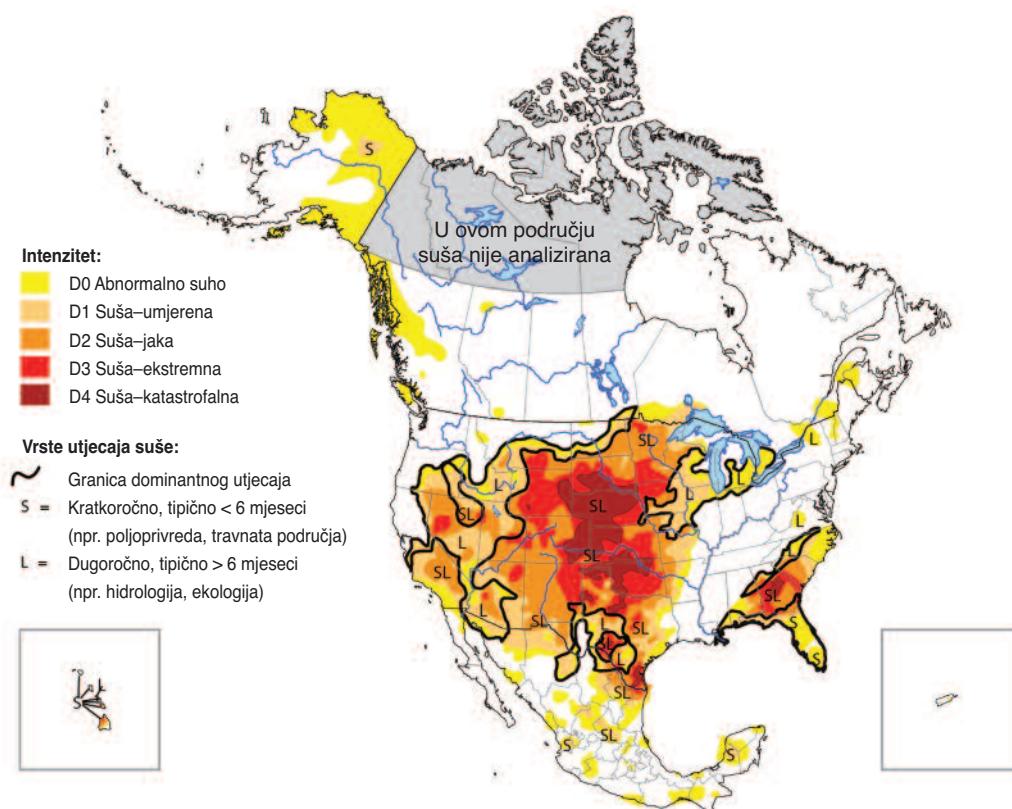
Temperature u većem dijelu Sjeverne Amerike bile su u 2013. iznad prosjeka, no ipak umjereno nego ukupno gledajući 2012. godinu. Zima je bila toplija od prosjeka u Kanadi i SAD-u, iako je proljeće u susjed-

nom SAD-u bilo najhladnije od 1996. Temperature u SAD-u porasle su tijekom ljeta, a relativno toplo je bilo i tijekom rujna.

Ljeto na Aljasci bilo je drugo najtoplje otkako postoje službena mjerjenja, a razdoblje listopad-prosinac bilo je šesto najtoplje. U Meksiku su srpanj i kolovoz bili rekordno topli, a topla je bila i jesen.

U Kanadi, 2013. bila je trinaesta najsušnija godina otako postoje službena mjerjenja. Usprkos tome, prolomi oblaka zadesili su Calgary i ogromna područja južne Alberte u srpnju, prisilivši 100.000 ljudi na evakuaciju i uzrokujući skoro 6 milijardi dolara štete. U susjednom SAD-u godina je bila vlažnija od prosjeka, uz neke geografske varijacije. U dvjema državama, Michiganu i Sjevernoj Dakoti, vlažnost je bila rekordno visoka. Na Aljasci je zabilježena treća najvlažnija godina otkako postoje službena mjerjenja, a najvlažnija u zadnjih 50 godina.

Sušni uvjeti koji su pogodili prostrana područja središnjeg SAD-a u 2012. i na početku 2013. popravili su se u većem dijelu zemlje. Do kraja 2013. u oko 31% zemlje zadržala se suša, nasuprot 61% na početku godine.



Slika 11. Suša u Sjevernoj Americi na početku 2013.
(Izvori: NOAA National Climatic Data Center, u suradnji sa United States Department of Agriculture, the NOAA Climate Prediction Center i National Drought Mitigation Center, SAD; Environment Canada i Agriculture and Agri-Food, Kanada; Comisión Nacional del Agua i Servicio Meteorológico Nacional, Meksiko)

U Kaliforniji je bila najsuša godina otkako postoje službena mjerjenja (od 1985.); u San Franciscu palo je 16% uobičajenih godišnjih oborina od kada su počela lokalna mjerena 1947. Vrlo vrući uvjeti, kombinirani s jakim vjetrovima i sušom, doveli su do najgoreg požara u povijesti Kolorada.

Kontinentalni dio SAD bio je pod udarom kasnih zimskih oluja. U travnju, u Bismarcku, Sjeverna Dakota, palo je 44 cm snijega, što je postavilo novi rekord. Grad Duluth u Minnesoti, te Rapid City u Južnoj Dakoti oba su imala svoje najsnežnije mjesece ikad, s izmjerenih 129 i 109 cm. El Reno, Oklahoma bio je pod udarom posebno snažnog tornada: sa 4,3 km širine bio je to najširi tornado u SAD do sada.

U Karibima, Guadelope arhipelag iskusio je jaku sušu između siječnja i ožujka, pri čemu je nedostatak kiše značajno oštetio usjeve šećerne trske i banana. Martinik je zadesila iznimno snažna kiša u travnju.

JUŽNOZAPADNI PACIFIK

U Australiji, 2013. bila je najtoplja godina od 1910., otkad postoje mjerjenja na nacionalnom nivou, dosegavši $1,20^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka i $0,17^{\circ}\text{C}$ više od prethodnog rekorda 2005. Siječanj je bio najtoplji mjesec ikad zabilježen u zemlji. Ljeto (prosinac – veljača) i jesen (rujan – studeni) bili su najtoplja godišnja doba, dok je zima (lipanj – kolovoz) bila treća najtoplja.

Figure 12. Prikaz prosječnih vrijednosti temperature za Australiju u razdoblju od 1910 do 2013.
(Source: Australian Bureau of Meteorology)

Na dan 7. siječnja dosegnut je dnevni maksimum od $40,30^{\circ}\text{C}$. U gradu Moomba, Južna Australija, temperatura je dosegla $49,6^{\circ}\text{C}$, najvišu zabilježenu u državi od 1960. U gradu Hobart 4. siječnja zabilježena je najviša temperatura svih vremena, $41,8^{\circ}\text{C}$, dok je temperatura u Sydneyju 18. siječnja dosegla $45,8^{\circ}\text{C}$, najvišu otkako postoje službena mjerjenja. U tom istom mjesecu, tropski poremečaj uzrokovao je velike poplave duž većeg dijela istočne obale Queenslanda i sjevernog dijela Novog južnog Walesa. U Queenslandu, gdje je poplava dosegla rekordne razine, smrtno je stradalo pet osoba, a 8000 stanovnika bilo je prisiljeno na evakuaciju.

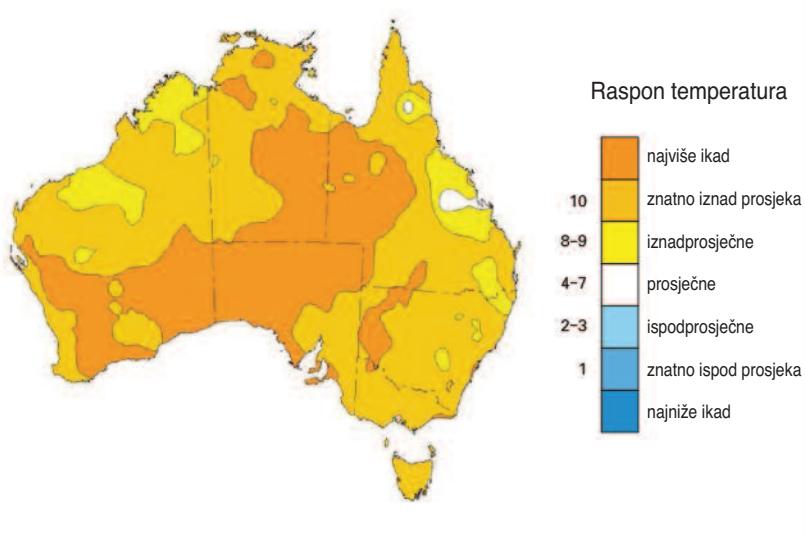
Na Novom Zelandu zima je bila najtoplja otkako postoje službena mjerjenja (od 1909.), te treća najtoplja godina općenito. U sjevernim i istočnim dijelovima zemlje ovo je bila godina s najmanje oborina, dok su u drugim dijelovima zabilježene količine kiše blizu godišnjih rekorda.

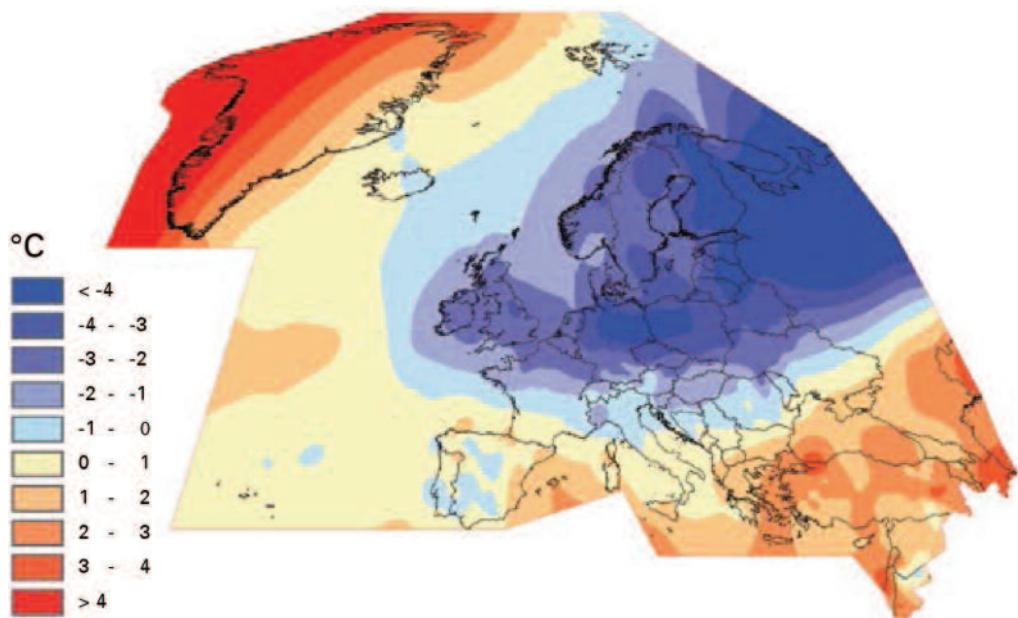
Sušniji uvjeti od uobičajenih od kraja 2012. godine rezultirali su jakom sušom na sjevernom dijelu Otočja Marshall, što je dovelo do nedostatka pitke vode, uništilo ljetinu i dovelo do proglašenja elementarne nepogode. S druge strane, obilna kiša pala je u lipnju na jugu Atuona na Otočju Marquesas u Francuskoj Polineziji. Na tom je području 5. lipnja palo $66,1\text{ mm}$ kiše u roku od sat vremena. Velike kiše koje su uslijedile nakon velike tropske depresije pale su u Novoj Kaledoniji 1.-3. srpnja. U roku od 24 sata palo je 714 mm kiše, što je novi rekord.

EUROPA I SREDNJI ISTOK

2013. godina bila je šesta najtoplja u cijeloj Europi otkako postoje službena mjerjenja. U mnogim regijama sam početak 2013. bio je topliji od prosjeka. Na sjeveroistoku Islanda zabilježeno je najtoplje razdoblje siječanj–veljača otkako postoje službena mjerjenja. U Litvi, veljača je bila za 3°C toplija od prosjeka. Međutim, grad Jungfraujoch u Švicarskoj doživio je svoju najhladniju zimu u zadnjih 40 godina.

Na sjeveru europskog dijela Ruske Federacije, ožujak je bio najhladniji u zadnjih 50 godina, jer su temperature pale za $8-10^{\circ}\text{C}$ ispod prosjeka u nekim krajevima. Francuska, Nizozemska i Ujedinjeno Kraljevstvo imale su najhladnije proljeće zadnjih desetljeća.





Slika 13. Temperaturne anomalije u Europi u ožujku 2013.

(Izvor: Deutscher Wetterdienst, Njemačka)

Na Islandu je zabilježen novi najniži rekord za svibanj kada je temperatura pala na $-21,7^{\circ}\text{C}$ u istočnom kopnenom dijelu. Istovremeno, na zapadnoj obali Grenlanda ožujak je bio rekordno topao, a Norveška i Švedska su imale najtoplijii svibanj otkako postoje službena mjerjenja.

Ljeto je u mnogim evropskim zemljama bilo jako vruće. Portugal je pretrpio najjači lipanjski toplinski val od 1941. Produceni toplinski val u kolovozu je u Austriji doveo do novog državnog rekorda od $40,5^{\circ}\text{C}$. U sloveniji su mnoge mjerne postaje 8. kolovoza zabilježile najviše temperature otkako postoje službena mjerjenja, od kojih su neke bile i iznad 40°C . Istog dana, u Bratislavi, Slovačka, temperatura se popela na $39,4^{\circ}\text{C}$, što je najviša temperatura od početka motrenja 1850. godine.

Početak jeseni također je bio abnormalno topao širom Europe. Neuobičajeno toplo vrijeme zadržalo se i u Ruskoj Federaciji čak i prema kraju 2013. Nakon rekordno toplog studenog s $5,3^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka u razdoblju 1961–1990., i prosinac je bio rekordno topao, sa $4,6^{\circ}\text{C}$ iznad prosjeka. U Moskvi i St. Peterburgu 25. prosinca oboren su dnevni temperaturni rekordi i to za $0,4^{\circ}\text{C}$ odnosno $1,4^{\circ}\text{C}$.

Ekstremno puno oborina u području Alpa te u Austriji, Češkoj, Njemačkoj, Poljskoj i Švicarskoj uzrokovalo je najveće i najšire poplave Dunava i Labe od 1950. godine.

Na pojedinim područjima tako je palo više od 400mm oborine u razdoblju od 29. svibnja do 3. lipnja. U Austriji je zabilježeno najvlažnije razdoblje svibanj-lipanj otkako postoje službena mjerjenja (od 1858.). Neke rijeke dosegle su povijesno najviše vodostaje. U njemačkom gradu Passauu, vodostaj je bio najviši od 1501.

U razdoblju od 10.-15. prosinca, rijetka pojava snježne oluje pogodila je Srednji Istok u Egiptu – snijeg je pao u Kairu prvi put nakon 112 godina. U Sirijskoj Arapskoj Republici, Jordanu i Izraelu pale su neviđene količine snijega. Oluja je bila praćena hladnim vremenom, a 15. prosinca temperatura u gradu Shoubak u Jordanu, pala je na -16°C , najnižu temperaturu ikad zabilježenu u toj zemlji.

Izvantsropska ciklona pogodila je Ujedinjeno Kraljevstvo 28. listopada, što je bila najjača oluja koja je pogodila tu regiju od 2002. U razdoblju 4 - 7. prosinca, izvantsropska ciklona gibala se od zapada prema istoku preko Europe. Olujne plime koje su nakon toga uslijedile, uključujući Ujedinjeno Kraljevstvo i Nizozemsku, bile su najjače u zadnjih 60 godina. U Njemačkoj je razina mora porasla za 4-6 m iznad srednjih vrijednosti, no obrambeni nasipi bili su visoki 8 metara.

TROPSKE CIKLONE

Globalno gledano, tijekom 2013. bile su 94 oluje (s brzinama vjetra 63 km/h ili više).

Broj oluja bio je veći nego 2012. (84 oluje), 2011. (74 oluje) i 2010. (67 oluja, što je najmanje u modernoj eri satelitskog praćenja). Međutim, treba naglasiti da ukupan broj oluja nije nužno u korelaciji s brojem oluja koje su pogodile naseljena kopnena područja.

Bazen Atlantskog oceana pogodilo je 13 imenovanih oluja, što je tek nešto više od prosjeka u razdoblju 1981–2010. (12 oluja), no ispod nedavnog desetogodišnjeg razdoblja 2001.-2010. sa 15 oluja godišnje. Niti jedna oluja nije bila velike snage (s brzinama vjetra od 178 km/h). Snaga i trajanje sezonskih uragana izmjerena je s 33% prosjeka, što je najniža vrijednost od 1994.

U 2013., na istočnom području bazena Sjevernog Pacifika zabilježena je iznadprosječna aktivnost uragana. Bilo je ukupno 20 oluja, s tim da se njih 9 razvilo u uragan, a 1 od njih (Raymond) se razvio u veliki uragan. Dva uragana iz dvaju odvojenih bazena (Ingrid iz Sjevernog Atlantika i Manuel iz istočnog dijela Sjevernog Pacifika) pogodili su Meksiko gotovo istovremeno 15. rujna. Ova neuobičajena pojava koja se nije dogodila od 1958. u pokrajini Guerrero otjerala je desetke tisuća ljudi i uništila 22.000 njihovih domova.

U zapadnom dijelu bazena Sjevernog Pacifika zabilježena je ukupno 31 oluja, što je iznad prosjeka razdoblja 1981-2010. (26 oluja), te puno iznad prosjeka nedavnog desetogodišnjeg razdoblja 2001–2010. (23 oluje). Time se ovo razdoblje može definirati kao najaktivnije od 2004. godine. Od navedenih oluja, 13 njih se razvilo u tajfun. Tajfun Usagi (Odette) bio je jedna od globalno najjačih ciklona koje su nastale u 2013. godini, s 10-minutnim brzinama vjetra koje su dosezale 204 km/h. U studenom, tajfun Haiyan (na Filipinima nazvan Yolanda) postao je jedna od najjačih oluja koja je ikada pogodila obalno područje bilo gdje na globusu, s max. 10-min. brzinama vjetra koje su dosezale 230 km/h. Haiyan je uzrokovao znatne štete po cijeloj jugoistočnoj Aziji, no Filipini su ipak najteže poharani. Plimni val od 5-6 m zabilježen je u gusto naseljenom području Tacloban i na otocima Samar i Leyte. Šteta uzrokovana neposredno od plimnog vala i kasnijih poplava bila je najgora u zadnjih nekoliko desetljeća, s više od 6200 ljudskih žrtava i još 14 milijuna ugroženih, prema izvješću UN Ureda za koordinaciju humanitarnih aktivnosti.

Filipinsko Vijeće za upravljanje rizikom od katastrofa procijenilo je da šteta premašuje 850 milijuna USD i to samo u toj državi.



NASA

U bazenu sjevernog Indijskog oceana zabilježena je sezona nešto iznad prosjeka, s pet oluja (u usporedbi s razdobljem 1981–2010. kada ih je bilo četiri). Tri od tih pet oluja razvile su se u vrlo jake ciklonske oluje (Phailin, Lehari Madi). 11 milijuna stanovnika u pokrajinama Odisha i Andhra Pradesh moralo je biti evakuirano pred nadolazećom olujom Phailin, što je bila jedna od najvećih evakuacija u povijesti Indije.

Deset tropskih oluja zabilježeno je u jugozapadnom području bazena Indijskog oceana tijekom sezone tropskih ciklona 2012./2013. Ovo je blizu dugoročnog prosjeka u razdoblju 1981–2010. i 2001–2010. sa po devet tropskih oluja. Sedam od tih oluja razvilo se u tropski ciklon, što je dosta iznad prosjeka od četiri.

U australskom bazenu zabilježena je gotovo prosječna sezona ciklona 2013./2013., s deset tropskih oluja, u usporedbi s prosjekom od jedanaest u razdoblju 1981.–2010. Od njih su četiri prerasle u jake tropske ciklone. Najjača ciklona sezone bila je Rusty, s finansijskim posljedicama koje su premašile 100 milijuna USD.

U jugozapadnom području bazena Tihog oceana, sezona tropskih ciklona 2012./2013. bila je prilično ispod prosjeka s pet imenovanih tropskih oluja, u usporedbi s razdobljem 1981–2010. kada ih je bilo prosječno dvanaest i s razdobljem 2001–2010. kada ih je bilo prosječno deset. Četiri su se razvile u jake tropske ciklone, što je blizu prosjeka iz razdoblja 1981–2010. Jaka tropska ciklona Evan bila je najjača u sezoni, odnijela je 10

ljudskih života i uzrokovala štetu od preko 300 milijuna USD samo na Fidžiju i Samo.

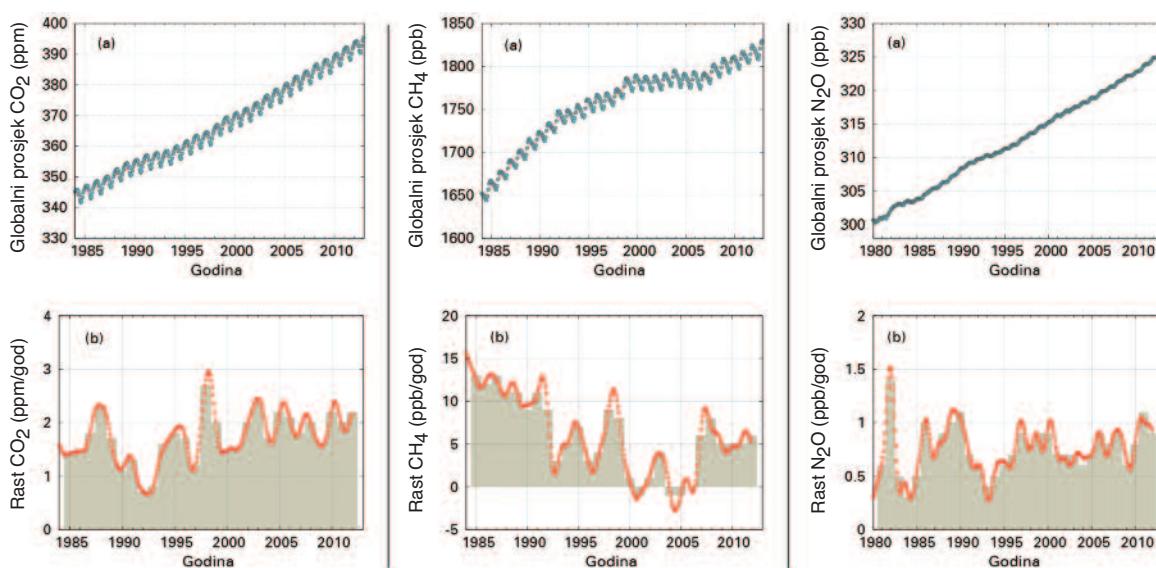
STAKLENIČKI PLINOVCI I TVARI KOJE UGROŽAVAJU OZONSKI OMOTAĆ

Izvješća iz Programa globalnog nadziranja atmosfere SMO-a govore da su razine ugljik-dioksida (CO_2), metana (CH_4) i didušikovog oksida (N_2O) u atmosferi dosegle nove najviše vrijednosti u 2012. Podatci za 2013. još nisu obrađeni. Globalni prosjeci razine CO_2 dosegli su 393.1 ± 0.13 čestica na milijun (ppm), što je 41% iznad vrijednosti iz vremena prije industrijalizacije (prije 1750.). U svibnju 2013., prvi put otkako se provode mjerjenja, dnevne razine CO_2 prešle su psihološku granicu od 400 ppm, na nekoliko mjernih postaja izvan Arktika (razine CO_2 dosežu maksimum u proljeće na sjevernoj hemisferi, prije no što bujanje vegetacije i drugi procesi počnu apsorbirati CO_2).

Atmosferske koncentracije CH_4 dosegle su novu najvišu vrijednost od 1.819 ± 1 čestica na milijadu (ppb) u 2012., ili 160% više nego u predindustrijsko doba.

Koncentracije N_2O dosegle su 325.1 ± 0.1 ppb, što je za 20% više nego u predindustrijsko doba.

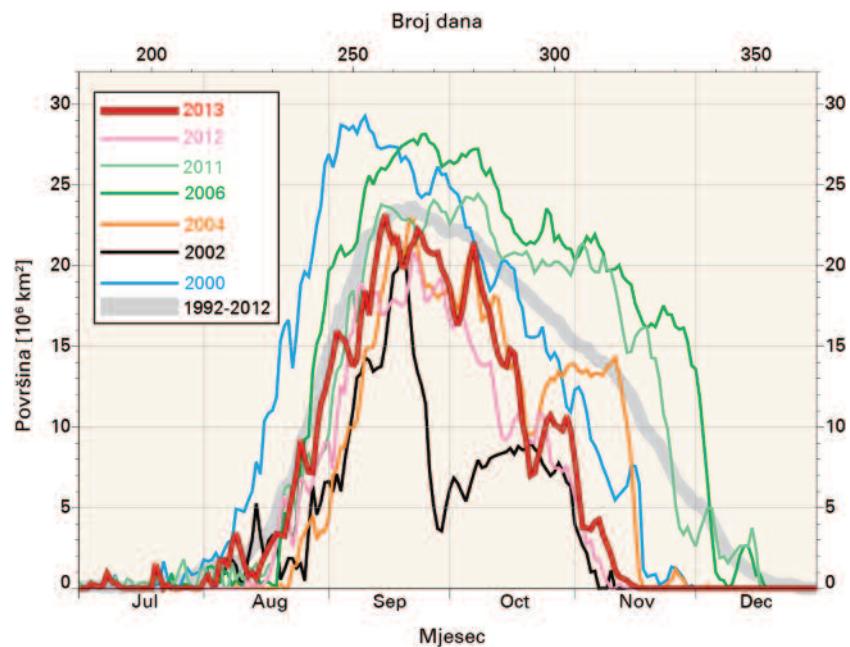
Kao rezultat toga, NOAA godišnji indeks stakleničkih plinova za 2012. bio je 1,32, što predstavlja povećanje od 32% radijacijskog signala (u usporedbi s 1750.) svih dugovječnih stakleničkih plinova od 1990. Rastuće kon-



Slika 14.
Lijevo: Globalni prosjek CO_2 molarna frakcija (a) i brzina rasta (b) od 1984. do 2012. Godišnji prosjek brzine rasta prikazan je kao stupić u (b).
Sredina: Globalni prosjek CH_4 molarna frakcija (a) i njezina brzina rasta (b) od 1984. do 2012. Godišnji prosjek brzine rasta prikazan je kao stupić u (b).
Desno : Globalni prosjek N_2O molarna frakcija (a) i njezina brzina rasta (b) od 1980. do 2012. Godišnji prosjek rasta prikazan je kao stupić u (b).

Slika15. Dnevna površina (u mil. km²) ozonske rupe na Antarktici za 2013. u usporedbi s dva prethodna mjerenja (2012. i 2011). Grafikon pokriva razdoblje od 01.07. do 31.12. Za usporedbu su prikazane i dvije godine u kojima je ozonska rupa bila nešto manja (2004. i 2002.). Prikazane su i dvije godine s najvećim zabilježenim ozonskim rupama (2000. i 2006.). Debelu sivu liniju predstavlja dnevni prosjek površine ozonske rupe u razdoblju 1992.-2012.

Grafikon je izrađen u SMO, na temelju podataka multisenzorske reanalize (MSR) Royal Netherlands Meteorological Institute do 2008. i na podatcima GOME-2 EUMETSAT-Metop-satelitea od 2009. Više informacija o zbirci podataka MSR na <http://www.atmos-chem-phys.net/10/11277/2010/acp-10-11277-2010.pdf>.



centracije stakleničkih plinova glavni su pokretač recentnih klimatskih promjena.

Iako se, sukladno Montrealskom protokolu, postupno prestaje s uporabom freona, halona i drugih štetnih kemijskih tvari koje ugrožavaju ozonski omotač, ovi se plinovi mogu godinama zadržati u atmosferi. Oni ugrožavaju ozonski omotač u stratosferi koji štiti život

na Zemlji. Ozonska rupa na Antarktici tako doprinosi promjenama u tipovima vjetrova i regionalne klime na Antarktici. Ozonska rupa na Antarktici dosegnula je maksimum od 23,1 mil. km² na dan 15. rujna te 24 mil. km² na dan 16. rujna. Ovo je više od maksimalne sezonske vrijednosti zabilježene 2010. i 2012., no ipak je nešto manje od 24,4 mil. km², koliko je iznosio sezonski maksimum u 2011.

GLAVNI VREMENSKI I KLIMATSKI DOGAĐAJI DILJEM SVIJETA U 2013. GODINI

- Tajfun Haiyan (Yolanda), jedna od najjačih oluja koja je ikada pogodila obalno područje, opustošila je dijelove središnjih Filipina.
- Prizemne temperature zraka na kopnu južne hemisfere bile su vrlo visoke, što je posvuda rezultiralo toplinskim valovima; Australija je zabilježila rekordno toplu godinu, Argentina drugu najtopliju, a Novi Zeland treću najtopliju.
- Ledeni polarni zrak dosegao je dijelove Europe i jugoistoka SAD-a.
- Jake suše pogodile su Angolu, Botsvanu i Namibiju.
- Jake monsunske kiše uzrokovale su poplave na indijsko-nepalskoj granici.
- Obilne kiše i poplave pogodile su sjeveroistok Kine i istočni dio Ruske Federacije
- Velike količine oborina i poplava pogodile su Sudan i Somaliju.
- Jaka suša pogodila je južnu Kinu.
- Sjeveroistok Brazila pogodila je jaka suša u zadnjih 50 godina.
- Najširi ikada zabilježen tornado pogodio El Reno, Oklahoma, SAD
- Ekstremne količine oborina dovele su do velikih poplava u Alpama, Austriji, Češkoj, Njemačkoj i Švicarskoj
- Neviđeni snijeg u Izraelu, Jordanu i Sirijskoj Arapskoj Republici
- Izvan-tropska oluja s vjetrom pogodila nekoliko zemalja na zapadu i istoku Europe
- Koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi dosegle rekordno visoke razine
- Globalni oceani dosegli nove rekordno visoke razine mora
- Doseg morskog leda na Antarktici dosegao dnevni maksimum.

Objašnjenje rekordno toplog ljeta 2012./2013. i cijele 2013. godine u Australiji

Sophie C Lewis i David J Karoly, ARC Centre of Excellence for Climate System Science, Sveučilište Melbourne, Australija

VAŽNOST ZNANSTVENOG OBJAŠNJENJA

2012. godine Program istraživanja svjetske klime (World Climate Research Programme - WCRP), sponzoriran od strane SMO-a, Međuvladina komisija za oceane UN-ove obrazovne, znanstvene i kulturne organizacije te Međunarodno vijeće za znanost, identificirali su šest velikih izazova za istraživačku zajednicu koja se bavi izučavanjem klime. Predviđanje i objašnjenje ekstremnih pojava jedan je od tih velikih šest izazova. Ekstremne klimatske pojave koje imaju velik utjecaj na društvo, u fizičkom i ekonomskom smislu, traže brza i uvjerljiva znanstvena objašnjenja.

Unutar istraživačke zajednice koja se bavi klimatskim pitanjima, danas su sve veće mogućnosti razumijevanja kompleksnih čimbenika pod utjecajem čovjeka koji dovode do specifičnih ekstremnih vremenskih prilika i klimatskih pojava. Nedavne analize pokazale su kako su učinci prirodne varijacije vremenskih i klimatskih prilika odigrali ključnu ulogu u pogledu snage i nastanka mnogih ekstremnih pojava. Međutim, za neke od tih pojava analize su otkrile uvjerljive dokaze da su promjene klime izazvane djelovanjem čovjeka, zbog emisije plinova koji zarobljavaju toplinu, također doprinijele njihovu nastanku. Razumijevanje utjecaja na takve pojave pomaže nam da bolje razumijemo kako se i zašto ekstremne pojave mijenjaju. Osim toga, izračun promjene vjerojatnosti određene ekstremne pojave pruža nam mogućnost kvantificiranja utjecaja klimatskih promjena na takve pojave.

U ljetu 2012./2013. u Australiji je prosječna prizemna temperatura zraka bila najviša otkako postoje službena mjerena (od 1910.). Osim za ljetu, rekordi temperature obarani su i na dnevnoj i mjesечноj ljestvici. Kasnije tijekom 2013., novi nacionalni rekordi za 12-mjesečno razdoblje postignuti su tri mjeseca zaredom: za razdoblje koje završava u kolovozu, zatim u rujnu i opet u listopadu. Na kraju, novi rekord za kalendarsku godinu dosegnut je krajem 2013.

Čimbenici koji su doprinijeli ovim rekordima australskih temperatura za 2013., uključujući i klimatske promjene izazvane djelovanjem čovjeka te prirodnu varijabilnost uslijed djelovanja južne oscilacije (El Niño-ENSO),

istraženi su uz primjenu niza simulacija pomoću klimatskih modela. Korištenjem 9 najsvremenijih globalnih klimatskih modela koji su sudjelovali u WCRP projektu – fazi 5 – usporedba dvojnih modela, istražene su promjene vjerojatnosti ekstremnih temperatura u Australiji uslijed djelovanja čovjeka. Tih devet modela dobro simuliraju vjerojatnost distribucije prosječnih ljetnih temperatura i prosječnih 12-mjesečnih temperatura od 1910. godine u Australiji.

Vjerojatnost pojave vrućeg ljeta u Australiji izračunata je za eksperimentiranje na modelu uz uključenje utjecaja čovjeka (promjene u koncentracijama stakleničkih plinova, aerosola i ozona u atmosferi) i prirodnih uzroka (promjene u sunčevom zračenju, emisije uslijed vulkanskih erupcija). Sve to uspoređeno je s rezultatima paralelne serije eksperimenta koji su uključivali samo prirodne uzroke. Usporedba pokazuje da je klimatska promjena izazvana djelovanjem čovjeka znatno povećala vjerojatnost pojave obaranja toplinskih rekorda u ljetu 2013. u Australiji. Kada se ljudski utjecaj uključio u simulaciju s modelom, vjerojatnost za pojavu vrlo visokih ljetnih temperatura širom Australije, kao što je bio slučaj 2013., povećala se najmanje za pet puta. Ovakva ekstremna ljeta u Australiji postaju još češća u simulacijama s dalnjim globalnim zatopljavanjem.

Nedavno rekordno australsko ljetu bilo je važno i stoga što se dogodilo dok su ENSO uvjeti bili neutralni prema slaboj La Niñi. Naime, ovakvi uvjeti tipično proizvode niže temperature u cijeloj Australiji. Prije 2013., šest od osam najtopljih ljeta u Australiji dogodilo se u godinama kada je vladao El Niño, no prirodne ENSO varijacije ne daju prikladno objašnjenje rekordnih temperatura u 2013.

Istim znanstvenim pristupom temeljenim na modelima, izrađena je preliminarna analiza prosječne prostorne temperature ovog područja za kalendarsku 2013. godinu.

Ista je pokazala da uzroci izazvani djelovanjem čovjeka vrtoglavo povećavaju vjerojatnost pojavljivanja novog temperaturnog rekorda. U eksperimentima s modelom, doslovce je nemoguće postići tako visoku temperaturu temeljeno samo na prirodnim klimatskim varijacijama. Prilikom simulacija uz uključenje samo prirodnih uzroka, niti u jednoj od 13.000 godina koje su

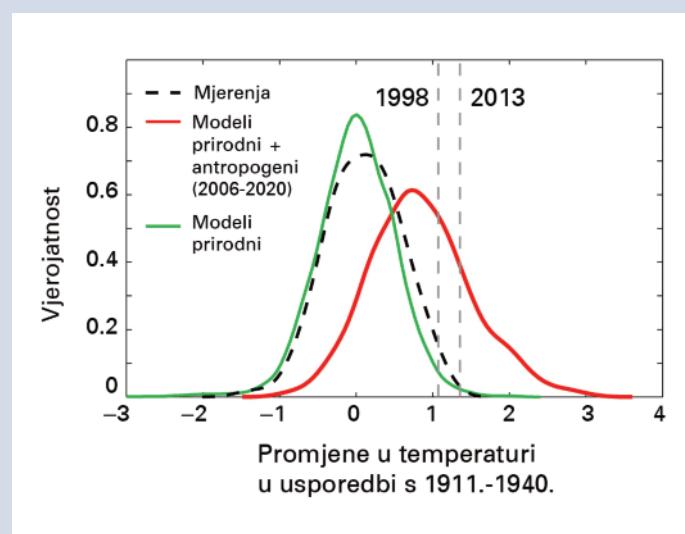
poslužile kao modeli za analizu nije nadmašena pretvodna najtoplja godina u Australiji, zabilježena 2005. godine. Nasuprot tome, u simulacijama za razdoblje 2006.-2020. koje uključuju i prirodne i ljudski uvjetovane uzroke promjena, takvi se rekordi događaju približno jednom u 10 godina.

Zaključno, usporedba simulacija na klimatskim modelima uz uključenje ljudskog čimbenika i bez njega pokazala je da je vjerojatnost rekordno toplog ljeta 2013. u Australiji bila pet puta veća kao rezultat utjecaja čovjeka na klimu, te da bi rekordno topla kalendarska godina 2013. bila doslovce nemoguća bez utjecaja čovjeka u smislu stakleničkih plinova koji zarobljavaju toplinu. To zorno govori u prilog tome da klimatske pro-

mjene uvelike povećavaju vjerojatnost nekih ekstremnih pojava.

Objašnjenje pojave rekordno toplog ljeta 2013. u Australiji i rekordno tople kalendarske godine 2013. posljedicama djelovanja čovjeka

– Sophie C Lewis David J Karoly, ARC Centre of Excellence for Climate System Science, Sveučilište Melbourne, Australija; prilagođeno iz članka: “Anthropogenic contributions to Australia’s record summer temperatures of 2013”, Geophysical Research Letters, 40(14): 3705–3709 (28 July 2013), dostupno na <http://onlinelibrarywileycom/doi/101002/grl50673/abstract>



Funkcija vjerojatnosti za anomalije ljetnih temperatura u Australiji (u usporedbi sa 1910-1040.) za mjerena (iscrtkana crna linija, za sve godine); simulacije na modelima uzimajući u obzir samo prirodne uzroke (zelena linija, za sve godine); i simulacije s modelima uzimajući u obzir i antropogene i prirodne uzroke (crvena linija, prikazane godine 2006-2020). Okomite iscrtkane linije prikazuju izmjerene anomalije temperature u 2013. za ljeto 2012./2013. u Australiji i drugo najtoplje zabilježeno ljeto (1997./1998.).

Za više informacija molimo kontaktirajte:

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix–P.O.Box 2300–CH1211 Geneva 2 – Switzerland

Ured za komunikaciju i odnose s javnošću:

Tel.: +41(0) 22 730 83 14/15 Fax:+41(0) 22 730 80 27

E-mail:cpa@wmo.int

www.wmo.int