

PODNEBNE RAZMERE V SVETU LETA 2009

Global climate conditions in 2009

Gregor Vertačnik * UDK 551.582(497.4)"2009"

Povzetek
Leto 2009 je bilo po izračunih vodilnih ustanov za spremljanje podnebnih razmer med najtoplejšimi v zadnjih 100 letih. K visoki letni temperaturi je znatno prispeval vse močnejši el ninjo v drugi polovici leta. Vročinski valovi so večkrat prizadeli Avstralijo, dele Evrope in ZDA pa je ob začetku in koncu leta zajel hud mraz. Več snežnih neurij je prizadelo Veliko Britanijo in ZDA, Teksas, Mehiko in Kitajsko pa suša. Indeks arktičnega nihanja je decembra dosegel ekstremno nizko vrednost.

Abstract
Based on calculations of leading institutions for climate monitoring, 2009 was one of the warmest years recorded in the past 100 years. High annual temperatures can be partly attributed to the El Niño phenomenon that intensified in the second half of the year. Heat waves affected Australia several times, while parts of Europe and the USA experienced very low temperatures at the beginning and end of the year. Texas, Mexico and China suffered severe drought conditions. The arctic oscillation index plummeted to extremely low values in December.

Uvod

V luči antropogene podnebne spremembe postaja spremljanje podnebnih razmer vse pomembnejše ne le za strokovno, temveč tudi za širšo javnost. Svetovna središča, ki se ukvarjajo s spremljanjem podnebja, na svetovnem spletu redno objavljajo rezultate svojega dela. Ta članek temelji zlasti na izračunih in poročilih svetovnih središč za spremljanje podnebja. V prvem delu prispevka so predstavljene splošne podnebne razmere, v nadaljevanju so podrobneje opisani nekateri izredni vremenski dogodki. Podrobneje o vetrovih in obilnih padavinah v tej številki pišeta Renato Bertalanic in Peter Frantar.

Temperatura

Svetovno povprečje

Med najpomembnejše kazalnike svetovnega podnebja spada povprečna temperatura zraka pri tleh. V svetovnem merilu tri ustanove redno izračunavajo temperaturno statistiko: Goddardov inštitut za vesoljske raziskave (Goddard Institute for Space Studies, GISS) v okviru NASE, Državno središče za podnebne podatke (National Climatic Data Center, NCDC) v okviru NOAA (ameriška Državna administracija za oceane in ozračje) in britanski Oddelek za raziskave podnebja (Climate Research Unit, CRU) skupaj s Hadleyjevim središčem za podnebne napovedi in raziskave. Poleg tega temperaturo ozračja pri tleh merijo tudi sateliti. Pri Univerzi Alabame v Huntsvillu (University of Alabama in Hunt-

sville, UAH) in Sistemih za daljinsko zaznavanje (Remote Sensing Systems, RSS) redno analizirajo satelitske izmerke ter izračunavajo svetovno in regionalna temperaturna povprečja ter odklone. Zaradi fizikalnih omejitev pa satelitske meritve niso popolnoma primerljive z izmerki prizemnih meteoroloških postaj in drugih inštrumentov.

Izračuni GISS kažejo, da je bilo preteklo leto drugo najtoplejše od leta 1880 naprej, temperaturni odklon je glede na obdobje 1951–1980 znašal 0,57 °C. NCDC je za leto 2009 izračunal temperaturni odklon 0,56 °C glede na referenčno obdobje 1901–2000. Leto 2009 se na njihovi lestvici uvršča na šesto mesto v zadnjih 130 letih. Tudi po izračunih CRU (HadCRUT3v) je bilo preteklo leto z odklonom 0,43 °C glede na obdobje 1961–1990 šesto najtoplejše od začetka meritev. Analiza satelitskih meritev, ki sta jo opravila RSS in UAH, uvršča leto 2009 z odklonom 0,26 °C glede na obdobje 1979–1998 na sedmo mesto po začetku meritev leta 1979. Če primerjamo izračune omenjenih ustanov glede na enotno referenčno obdobje zadnjih 30 let (1980–2009), dobimo presenetljivo podoben letni temperaturni odklon (preglednica 1). Opaznejše razlike so le pri mesečnih vrednostih.

Navidezno veliko razhajanje pri uvrstitvi leta 2009 na lestvico najtoplejših let lahko razložimo z različnim naborom meritev in različno metodo izračuna. Ker se najtoplejša leta, razen leta 1998 pri satelitskih meritvah medsebojno razlikujejo kvečjemu za desetinko stopinje Celzija, to močno vpliva na vrstni red najtoplejših let. Zato lahko z večjo gotovostjo zaključimo zgolj to, da je bilo leto 2009 med najtoplejšimi v zadnjih stotih letih.

* Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova c. 1 b, Ljubljana, gregor.vertacnik@gov.si

Mesec	NCDC	CRU	UAH	RSS
Januar	0,12	0,12	0,13	0,22
Februar	0,09	0,10	0,15	0,14
Marec	0,10	0,11	0,10	0,10
April	0,20	0,16	0,04	0,09
Maj	0,16	0,17	0,04	0,01
Junij	0,24	0,25	-0,01	0,01
Julij	0,22	0,24	0,36	0,30
Avgust	0,26	0,27	0,18	0,18
September	0,30	0,22	0,40	0,37
Oktober	0,23	0,21	0,25	0,19
November	0,26	0,23	0,41	0,24
December	0,13	0,18	0,19	0,17
Leto	0,19	0,19	0,19	0,17

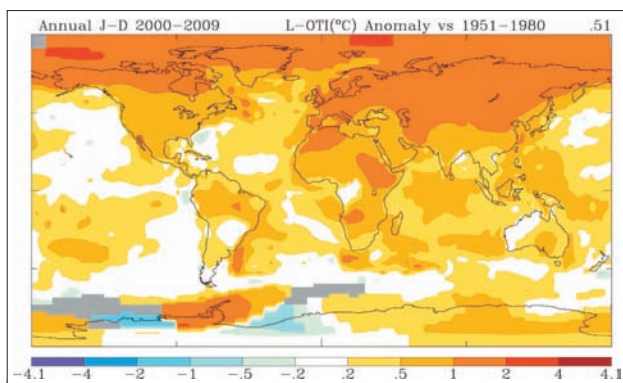
Preglednica 1: Primerjava mesečnih odklonov svetovne temperature [°C] leta 2009 glede na obdobje 1980–2009 (viri podatkov: NCDC, ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/monthly.land_ocean.90S.90N.df_1901-2000mean.dat; CRU, http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/hadcrut3vgl.txt; UAH, http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/t2lt/uahncdc.lt; RSS, http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/rss_monthly_msu_amsu_channel_tlt_anomalies_land_and_ocean.txt)

Table 1: Comparison of global monthly temperature anomaly [°C] in 2009 with respect to the reference period 1980–2009. (data source: NCDC, ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/monthly.land_ocean.90S.90N.df_1901-2000mean.dat; CRU, http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/hadcrut3vgl.txt; UAH, http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/t2lt/uahncdc.lt; RSS, http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/rss_monthly_msu_amsu_channel_tlt_anomalies_land_and_ocean.txt)

Desetletno obdobje 2000–2009 je bilo najtoplejše od začetka sistematičnih meritev. Glede na obdobje 1951–1980 se je najbolj ogrelo v zmernih in visokih severnih geografskih širinah ter na Antarktičnem polotoku. V Južnem oceanu in delu Tihega oceana so temperaturne razmere ostale praktično nespremenjene (slika 1). Zemeljsko površje se je od leta 1880 do danes ogrelo za okoli 0,8 °C.

Časovna in krajevna porazdelitev odklonov

Velik pozitivni temperaturni odklon je bil januarja marsikje v Evraziji in Severni Ameriki. Februarja je bilo izrazito pretoplo v pasu od Sahela prek Arabskega polotoka do vzhodne Evrope in Kitajske. Nasprotno je Sibirijo oklepal še hujši mraz kot običajno. Marca je bilo v zahodni Aziji nenavadno toplo, v Kanadi pa precej hladno. Večji del Evrope in vsa vzhodna Azija sta bila aprila deležna nadpov-



Slika 1: Odklon povprečne temperature zraka pri tleh v obdobju 2000–2009 glede na obdobje 1951–1980 [vir: NASA GISS, http://www.giss.nasa.gov/research/news/20100121/10year.gif]

Figure 1: Mean surface air temperature anomaly for the period 2000–2009 with respect to the reference period 1951–1980 [source: NASA GISS, http://www.giss.nasa.gov/research/news/20100121/10year.gif]

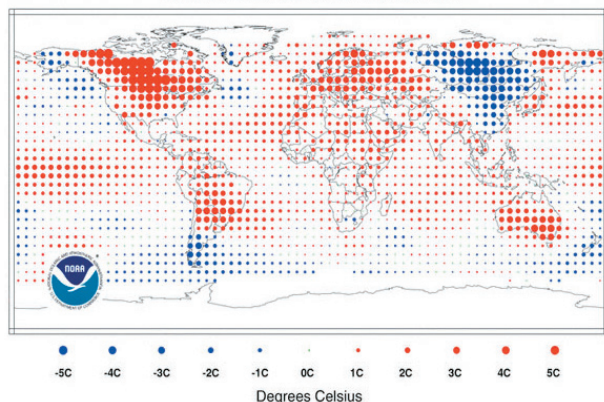
prečno toplega vremena. Maja je Kanado zajel pozni mraz, na jugu sosednje Grenlandije pa so bile že poletne temperature. Junija in julija so sicer v večjem delu sveta prevladovale glede na 20. stoletje nadpovprečno visoke temperature, a le redko kje je bil odklon zelo izrazit. V Avstraliji se je z zelo toplim avgustom končala tudi sicer premila zima. September je postregel z izjemno visokimi temperaturami v Kanadi, delu ZDA in deloma tudi v Evropi ter severni Aziji. Zimsko vreme se je v ZDA z zelo hladnim oktobrom začelo zelo zgodaj, zato pa so bili skrajni severozahod ameriške celine ter številna območja Azije in severne Afrike deležni toplega oziroma vročega jesenskega vremena. Mrzlemu oktobru je marsikje v ZDA sledil zelo mil november, ko je bilo nenavadno toplo tudi v Kanadi (slika 2). Zimski mraz je, bolj kot navadno, pritisnil v Sibiriji, Mongoliji in deloma na Kitajskem. December je bil mesec izjemnih temperaturnih odklonov na severni polobli. Na eni strani nenavadno visoke temperature v pasu od severovzhodne Sibirije prek Aljasko do Grenlandije in na drugi strani hud mraz v večjem delu Rusije. Znatno nadpovprečno toplo je bilo sicer tudi v pasu od zahodne Afrike do Kitajske (slika 2).

Ekstremni temperaturni dogodki

Avstralijo so leta 2009 vremensko najbolj zaznamovali izjemni vročinski valovi. Poletna vročina je dosegla vrhunec konec januarja in v začetku februarja. V Melbournu se je živo srebro povzpelo do rekordnih 46,4 °C, ponekod se je ogrelo celo nad 48 °C (Hopetoun 48,8 °C). Celu na Tasmaniji so namerili do 42,2 °C. Žgoči vročini so se pridružili številni gozdni požari, ki so opustošili večja območja na jugovzhodu države in zahtevali 200 življenj (slika 3). Ob koncu avgusta oziroma ob koncu avstralske zime je neobičajen vročinski val zajel notranjost države; ponekod se je ogrelo skoraj do 40 °C. Novembra je dolg vročinski val zajel osrednjo in jugovzhodno Avstra-

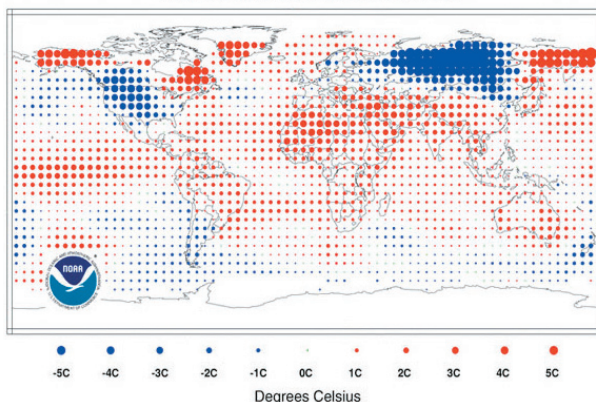
Temperature Anomalies November 2009

(with respect to a 1971-2000 base period)
National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



Temperature Anomalies December 2009

(with respect to a 1971-2000 base period)
National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



Slika 2: Odklon povprečne temperature novembra in decembra 2009 (vir: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2009/cmb-prod-global-2009.html>)

Figure 2: Mean monthly temperature anomaly in November and December 2009 (source: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2009/cmb-prod-global-2009.html>)



Slika 3: Požari v jugovzhodni Avstraliji 30. januarja 2009 [avtorske pravice: NASA's Earth Observatory, <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=36861>]

Figure 3: Fires in southeast Australia on 30 January 2009 (credit: NASA's Earth Observatory, <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=36861>)

lijo, v Adelaidu je bil rekordno dolg niz osmih zaporednih dni z najvišjo dnevno temperaturo nad 35 °C.

V začetku januarja je Združeno kraljestvo zajel precej hud mraz. Temperatura zraka je padla nekaj stopinj pod ničlo, najnižjo temperaturo, -12,3 °C, so 7. januarja izmerili v Buntingfordu. Hud mraz je v začetku leta zajel Poljsko in Nemčijo, na Saškem so 6. januarja izmerili do -28 °C. Val polarnega zraka je prizadel tudi Italijo, Španijo in Francijo. Nekaj dni pozneje, 16. in 17. januarja, so se po prodoru arktičnega zraka ponekod v ZDA temperature spustile rekordno nizko; na postaji Big Black River v zvezni državi Maine so namerili -45,3 °C. Prvi teden februarja je tudi Florido zajelo mrzlo vreme, v Tallahasseeju se je ohladilo do rekordnih -10,0 °C. Junija je mrzlo vreme s temperaturami pod ničlo poškodovalo posevke v zahodni Kanadi, še posebno v Manitobi; v Winnipegu so 6. junija izmerili

-4,6 °C. Sredi decembra se je v večjem delu Evrope obsežnemu sneženju pridružil tudi mraz. V francoskem Dijonu se je v noči z 19. na 20. december ohladilo na -18,7 °C, ponekod v Alpah in pri nas je temperatura padla pod -20 °C, v madžarskem kraju Szecsény ob slovaški meji pa je bilo 21. decembra celo -25,5 °C. Decembra je izjemno hud mraz večkrat zajel zlasti osrednjo Sibirijo. V kraju Kislok se je temperatura pogosto spustila pod -50 °C, 27. decembra so izmerili celo -53,1 °C.

Padavine

Splošne razmere po svetu

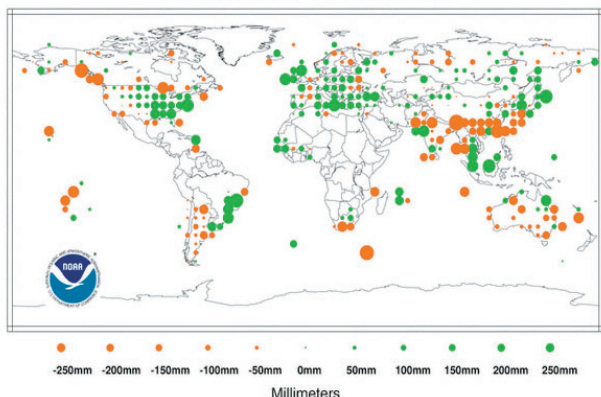
Leta 2009 so nadpovprečno višino padavin izmerili na vzhodu ZDA, v večjem delu Evrope, jugu Brazilije ter ponekod v južni in vzhodni Aziji. Najizrazitejše pomanjkanje padavin je bilo med drugim v zahodni Kanadi ter na številnih območjih južne Azije (slika 4).

Snežna neurja

Od 26. do 28. januarja je neurje s snegom in dežjem, ki je zmrzoval, povzročilo veliko težav v pasu od južnih Velikih planjav do vzhoda ZDA. Zlasti močno je bil prizadet Kentucky, kjer je neposredno ali posredno zaradi neurja umrlo 24 ljudi, 700.000 prebivalcev pa je ostalo brez električne energije. V začetku februarja je Veliko Britanijo zajelo obilno sneženje, najboljše po februarju 1991. Ponekod so namerili več kot 20 cm debelo snežno odejo. Obilneje je snežilo tudi v obdobju od 17. do 22. decembra, marsikje so namerili več kot 10 cm snega. Sredi oktobra je snežilo v ameriških zveznih državah Pensilvanija in New York, zapadlo je do 25 cm snega, marsikje so imeli najzgodnejšo snežno odejo od začetka meritev.

Precipitation Anomalies Jan-Dec 2009

(with respect to a 1961-1990 base period)
National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



Slika 4: Odklon v višini padavin leta 2009 od letnega povprečja obdobja 1961 – 1990 na nekaterih meteoroloških postajah po svetu (vir: NCDC, <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2009/cmb-prod-global-2009.html>)

Figure 4: Annual precipitation values anomaly in 2009 with respect to the reference period 1961 – 1990 at some meteorological stations around the globe (source: NCDC, <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2009/cmb-prod-global-2009.html>)

Suše in peščeni viharji

Z zmerno do hudo sušo so se januarja in februarja spopadali ponekod v Tibetu, zlasti pa v nekaterih vzhodnih kitajskih provincah. Suša je prizadela več kot štiri milijone prebivalcev in ogrozila več kot 100.000 km² kmetijskih površin. Maja je huda suša zajela severovzhod Kitajske. Že v zimi 2008/09 je jug Teksasa zajela huda suša. Spomladi se je suša nadaljevala, poletna vročina pa je še poslabšala razmere in povzročila veliko škodo v kmetijstvu. Septembra in oktobra so se z obilnejšim dežjem razmere večinoma umirile. Suša je julija in avgusta zajela tudi precejšen del Mehike. Poginilo je več kakor 50.000 glav živine, 70.000 km² obdelovalnih površin je bilo močno prizadetih, številni vodni zbiralniki so bili manj kakor do polovice napolnjeni.

Dne 23. septembra se je nebo nad predelom jugovzhodne Avstralije obarvalo v puščavsko rdečo barvo. Močan veter je iz notranjosti države dvignil približno 5000 ton prahu in ga del odložil tudi na največje avstralsko mesto. V Sydneyju je koncentracija prašnih delcev velikosti pod 10 mikronov za več kot 20-krat presegla dovoljeno mejo, zato so imeli nekateri težave z dihanjem. Močan peščeni vihar je 25. decembra južnokorejski Seul ovil v rumenkasto meglico. Peščeni viharji so sicer v tem letnem času v Južni Koreji zelo redki, najpogostejši so v spomladanskih mesecih.

El ninjo

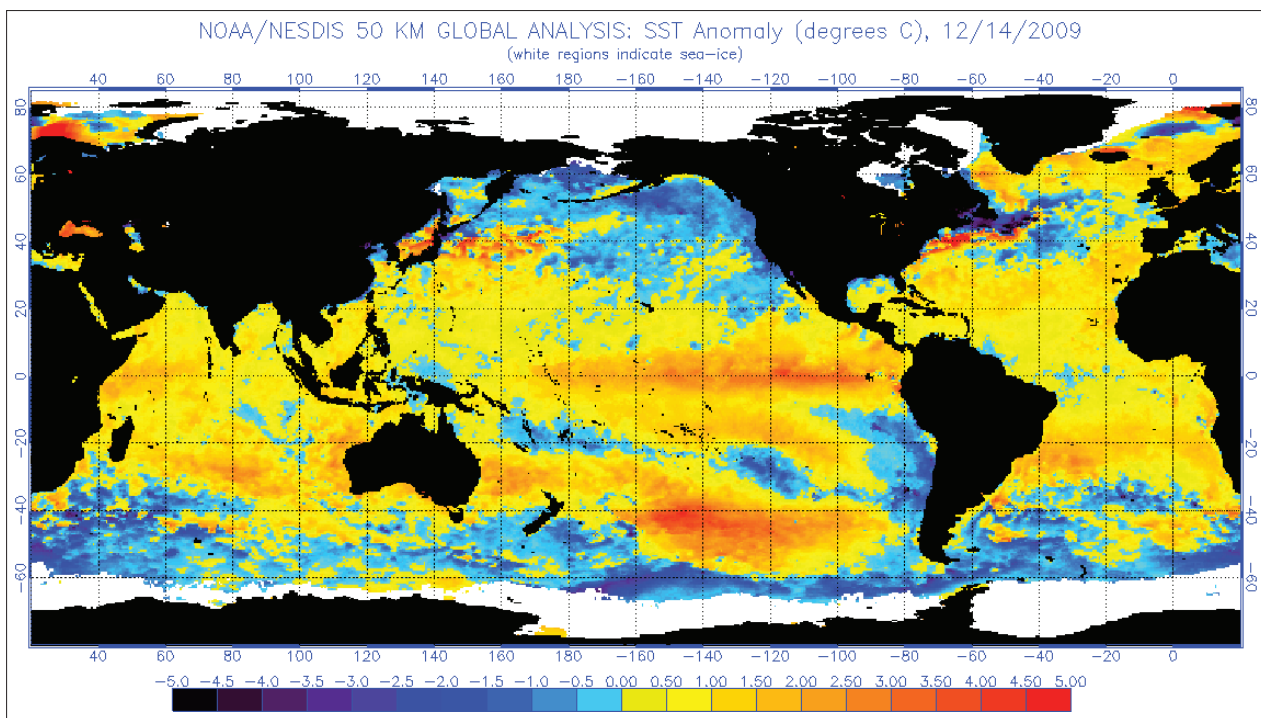
Po podatkih ameriškega Središča za napovedi podnebja (Climate Prediction Center, CPC) se je ekvatorialni predel vzhodnega Tihega oceana po nekoliko prenizkih temperaturah v začetku leta sredi leta občutno ogrel. Poleti je nastopil šibek el ninjo, ki se je do konca leta okrepil. Povprečni temperaturni odklon na morski gladini je na območju el ninjo 3.4 v trimesečju november 2009 – januar 2010 dosegel 1,8 °C (slika 5). Po tem merilu je bil el ninjo po moči znatno močnejši kot prejšnji (2006/07), a precej šibkejši od najmočnejšega v zadnjih desetletjih (1997/98). Pojav el ninjo je podrobneje opisan v članku Podnebne razmere v svetu leta 2007, Ujma, letnik 2008.

Indeks arktičnega nihanja

Pri študiju vzorcev polja zračnega pritiska na območju velikosti celine ali oceana si meteorologi in klimatologi pomagajo z različnimi indeksi. Razmere nad Arktiko in okolico opisuje tako imenovani indeks arktičnega nihanja (indeks AO). Ta indeks opisuje stopnjo podobnosti izbranega polja geopotencialne višine¹ s poljem, ki pojasni največji delež spremenljivosti nad Arktiko in okolico. To specifično polje lahko v grobem opišemo s podpovprečno (glede na krajevno klimatološko povprečje) višino geopotencialne ploskve nad osrednjo Arktiko, Grenlandijo in delom severnega Atlantika, medtem ko je geopotencialna višina nad severnim Tihim oceanom in delom severnega Atlantika ter Evrope nadpovprečna (slika 6). Vrednost indeksa narašča z vse močnejšim vzorcem opisanega polja v izbranih razmerah. V negativni fazi AO je prostorska razporeditev anomalij geopotencialne višine v izbranih razmerah obrnjena.

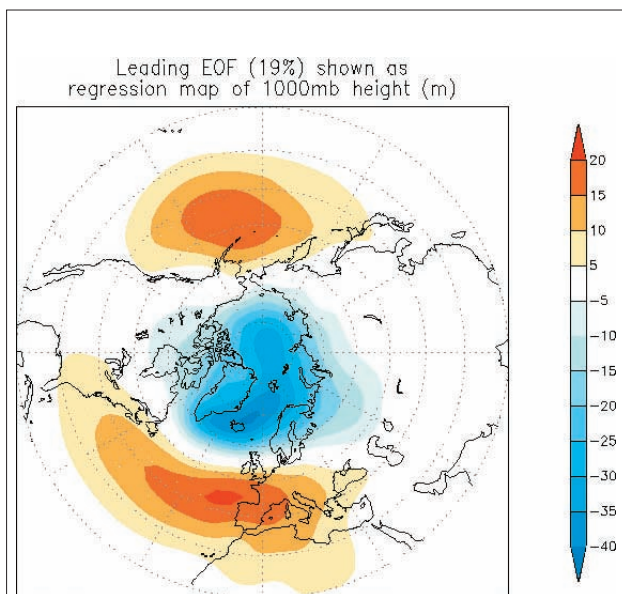
Vrednost indeksa AO je prek prostorskega vzorca geopotencialne višine oziroma zračnega pritiska pri tleh močno povezana s splošnimi vetrovi srednjih in visokih severnih geografskih širin. Decembra 2009 je indeks dosegel izjemno nizko vrednost -3,4 (slika 7), kar je pomenilo oslABLJENE zahodne vetrove na območju arktičnega kroga. Oslabitev teh vetrov navadno sovpadе z vdorom mrzle polarne zračne mase proti ZDA in Evropi, kar se je tudi tokrat zgodilo. Nasprotno je v severni Afriki, na Bližnjem vzhodu, na Grenlandiji in v vzhodni Kanadi pogosto nenavadno toplo. Nazadnje je indeks AO na mesečni ravni dosegel podobno nizko vrednost davnega februarja 1986 [-2,9] in januarja 1985 [-2,8], ko je večji del Evrope zajel hud mraz. Močno negativna faza indeksa AO decembra 2009 se je nadaljevala v prvih dveh mesecih leta 2010 in dosegla celo najnižjo raven od leta 1950 naprej.

¹ Geopotencialna višina je nadmorska višina, nekoliko popravljena zaradi različne težnosti na različnih delih zemeljske oble. V meteorologiji se pogosto uporablja namesto zračnega pritiska, pri čemer interpretacija meteoroloških kart ostane praktično enaka (nizki geopotencialni višini na primer ustreza nizek zračni pritisk). Indeks AO temelji na polju geopotencialne višine ploskve, kjer zračni pritisk znaša 1000 hPa.



Slika 5: Odklon površinske temperature oceanov [°C] 14. decembra 2009 od dolgoletnega povprečja. Pas močno nadpovprečnih temperatur od Ekvadorja do osrednjega Tihega oceana kaže na zmeren do močan el ninjo. (vir: NOAA, http://www.osdpd.noaa.gov/ml/ocean/sst/anomaly_2009.html)

Figure 5: Sea surface temperature anomaly on 14 December 2009 (°C). A zone of abnormally warm ocean surface extends from Ecuador to the middle of the Pacific Ocean, thus indicating a moderate to strong El Niño event. [source: NOAA, http://www.osdpd.noaa.gov/ml/ocean/sst/anomaly_2009.html]

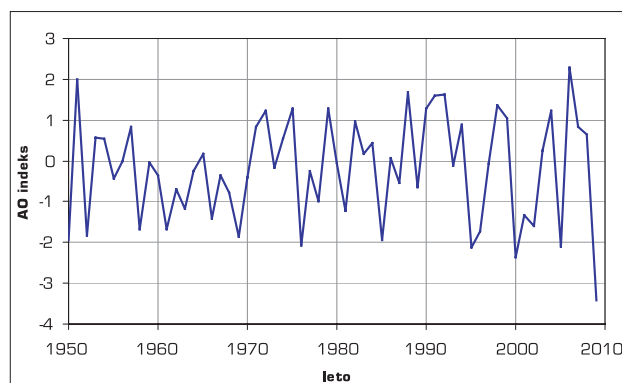


Slika 6: Osnovni vzorec anomalije geopotencialne višine polja pritiska na 1000 hPa, na podlagi katerega se izračuna indeks AO (vir: CPC, http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/loading.html)

Figure 6: Primary mode of geopotential height anomaly at 1000 hPa level, which is used to calculate the AO index [source: CPC, http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/loading.html]

Sklepne misli

Skladno s svetovnim segrevanjem ozračja in el ninjom v drugi polovici leta je bilo leto 2009 med najtoplejšimi v zgodovini obsežnih meteoroloških meritev. Kot vsako leto so določeni predeli sveta zaradi vremenskih ujm utrpeli veliko škodo in smrtne žrtve. Tokrat lahko, med



Slika 7: Povprečna decembrska vrednost indeksa AO v letih 1950–2009 (vir podatkov: http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/monthly.ao.index.b50.current.ascii.table)

Figure 7: Mean December AO index for the period between 1950 and 2009 [data source: http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/monthly.ao.index.b50.current.ascii.table]

drugim, izpostavimo izjemne vročinske valove v Avstraliji, hudo sušo v Mehiki, Teksasu in na Kitajskem, nenavadno mrzlo zimsko vreme v Veliki Britaniji ter januarska neurja v ZDA. Leto 2010 bo po izračunih Meteorološke službe Združenega kraljestva in Univerze East Anglia verjetno najtoplejše v zgodovini meritev – posledica splošnega segrevanja ozračja in učinkov el ninja, ki je vrhunec dosegel na prehodu iz leta 2009 v leto 2010.

Viri in literatura

1. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.
2. http://nsidc.org/arcticmet/patterns/arctic_oscillation.html.
3. http://nsidc.org/news/press/20091005_minimumpr.html.
4. <http://www.bom.gov.au/>.
5. <http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/>.
6. http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf (dosegljivo 16. 3. 2010).
7. http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao_index.html.
8. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>.
9. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/>.
10. <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20100121/>.
11. <http://www.metoffice.gov.uk>.
12. <http://www.mherrera.org/records.htm>.
13. <http://www.ncdc.noaa.gov/climate-monitoring/index.php>.
14. <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/msu.html>.
15. <http://www.ogimet.com/>.