

PODNEBNE RAZMERE V SVETU LETA 2010

Climate Conditions in the World in 2010

Gregor Vertačnik * UDK 551.583(4)"2010"

Povzetek Abstract

Podnebne razmere so bile leta 2010 nenavadno pestre. Splošna cirkulacija v ozračju je bila marsikje dalj časa izjemna, zato smo bili priča številnim vremenskim ekstremom. Leto se je začelo z izrazitim el ninjom in končalo z izrazito la ninjo. V spominu nam bosta najbolj ostala dva izjemna dogodka, rekordna poletna vročina v Rusiji in katastrofalne poplave v Pakistanu. Masna bilanca grenlandskega ledenega pokrova je dosegla najnižjo vrednost od začetka obsežnejših meritev.

Climate conditions in 2010 were unusually varied. In many places, the general atmospheric flow was extreme for a longer period of time, thus causing numerous weather extremes. The year started with a pronounced El Niño phase and ended with a pronounced La Niña. The most memorable events were a record-breaking summer heatwave in Russia and catastrophic floods in Pakistan. The mass balance of the Greenland ice sheet reached its minimum value since the beginning of more extensive measurements.

Uvod

V lanski številki Ujme smo podrobneje opisali meritve svetovne temperature, v letošnji se bomo posvetili splošni cirkulaciji v ozračju. Nenavadni vzorci kroženja v ozračju so namreč glavni vzrok za ekstremne podnebne razmere in številne vremenske katastrofe leta 2010. Opisali bomo nekatere kazalce splošnega vremenskega dogajanja in njihov vpliv na podnebne razmere na nekaterih območjih sveta. Pregled podnebnih razmer bomo sklenili z masno bilanco ledenega pokrova Grenlandije, saj med glaciologi in klimatologi zaradi nepričakovano hitrega taljenja zbuja vse večjo skrb. Kot je postala navada v zadnjih letih, so opisi močnih vetrov in obilnih padavin podani v posebnih člankih.

Temperaturne in padavinske razmere

Temperatura

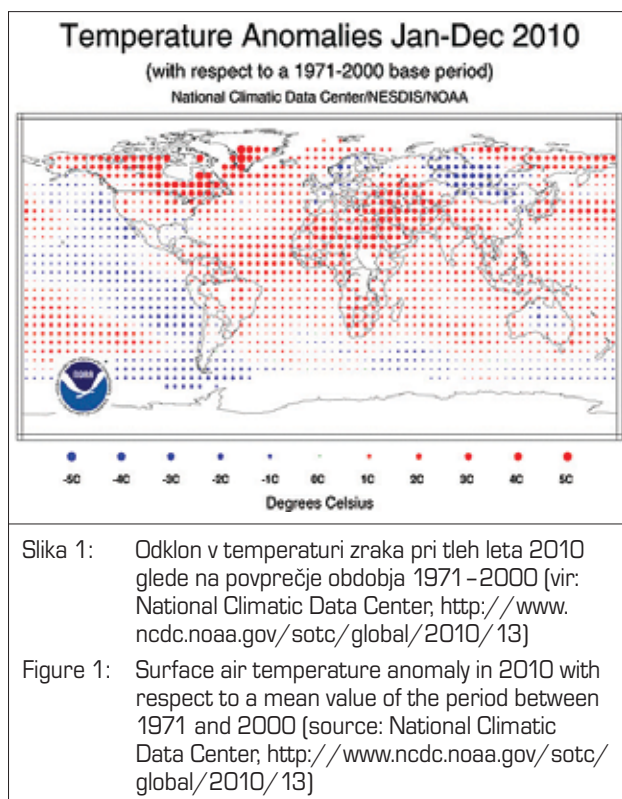
Po podatkih svetovnih središč za izračun povprečne temperature zraka pri tleh je bilo leto 2010 med tremi najtoplejšimi v več kot stoletnem nizu meritev. Temperaturni odklon je glede na obdobje 1961 – 1990 dosegel okoli $+0,53\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar je podobno doslej najtoplejšima letoma 1998 in 2005 (slika 1). Po podatkih ameriškega Državnega središča za podnebne podatke (National Climatic Data Center) je bilo leto na severni polobli rekordno

toplo in na južni šesto najtoplejše v nizu meritev. Zaradi učinka zmernega do močnega el ninja je bil temperaturni odklon na začetku leta nekoliko višji, z nastopom in krepitvijo la ninje v drugi polovici leta pa se je zmanjšal.

Temperaturno najbolj izstopajoče je bilo to leto v Kanadi in deloma na Grenlandiji. Pomlad je bila v Kanadi z odklonom $+4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ glede na obdobje 1951 – 1980 daleč najtoplejša od leta 1948. Sledila sta tretje najtoplejše poletje in druga najtoplejša jesen. Leto 2010 je bilo za $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ toplejše od referenčne vrednosti in najtoplejše doslej. Vročinski valovi so sredi leta pretresali dežele v pasu od Sahare prek Bližnjega vzhoda do Kitajske. V pakistanskem kraju Mohenjo-Daro se je živo srebro 26. maja dvignilo do rekordnih $53,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podobno vroče je bilo v Kuvajtu ($52,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), Iraku in Savdski Arabiji ($52\text{ }^{\circ}\text{C}$), tudi v nekaterih drugih državah so izmerili državne rekorde. Tudi v vzhodnem delu Evrope so vročinski valovi marsikje pognali temperaturo rekordno visoko: na Cipru so namerili $46,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, v Ukrajini $42\text{ }^{\circ}\text{C}$, v Belorusiji $38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ in na Finskem $37,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Japonska in Kitajska sta doživeli najtoplejše poletje v zadnjih desetletjih.

Največ nevšečnosti, škode in tudi smrtnih žrtev pa je dolgotrajna vročina povzročila v zahodnem delu Rusije. Prvi močnejši vročinski val je pritisnil ob koncu junija. V kraju Aleksandrov-Gaj ob kazahstanski meji, severno od Kaspijskega morja, je tri dni zapored živo srebro preseгло $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na začetku julija je bila vročina bolj ali manj omejena na Kazahstan in Kavkaz, a kmalu se je začela več kot mesec dni trajajoča agonija v večjem delu zahodne Rusije (slika 2). 11. julija so v Jaskulu, južno od Volgograda, namerili $44\text{ }^{\circ}\text{C}$! V severozahodnem delu Rusije je vročina julija večkrat popustila, južno od Moskve pa ji ni bilo videti konca. Približno po 23. juliju je postalo neznosno, huda

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



vročina je občasno segla celo do Belega morja in Finske na severu. V Moskvi je osem dni zapored maksimalna dnevna temperatura prekoračila mejo 35 °C, višek je bil

dosežen 29. julija. Po jutru z najnižjo temperaturo 26 °C je sledil afriško vroč dan, živo srebro se je ustavilo šele pri 38,2 °C. Povprečna julijska temperatura zraka je v Moskvi dosegla 26 °C, skoraj 7 °C nad povprečjem obdobja 1981–2010. Na začetku avgusta je izjemna vročina zajela tudi druge dele vzhodne Evrope, zlasti Ukrajino – tudi tam so izmerili več kot 40 °C. Sredi meseca je od severozahoda vročina vendarle popustila. Ob koncu avgusta in na začetku septembra je skrajni jug Rusije in Kazahstana zajel še en kratkotrajen, izrazit vročinski val.

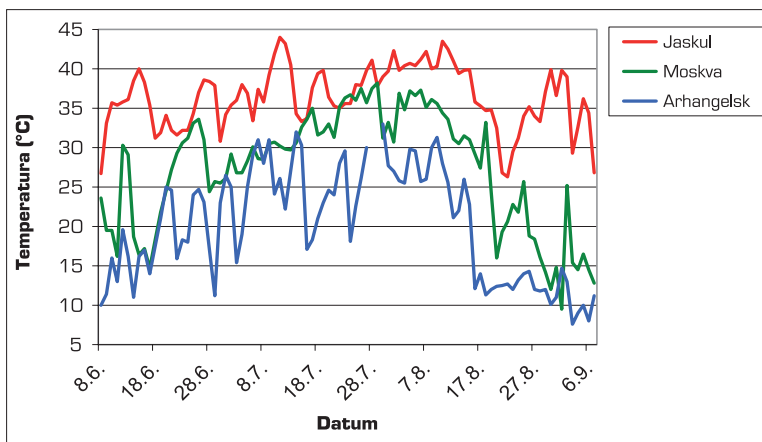
Izjemno vroče poletje v zahodni Rusiji je bilo posledica dolgotrajnega stacionarnega anticiklona in pozitivne povratne zanke. Sončno vreme v anticiklonu je krepilo sušo, suša je zvišala temperaturo, ta pa je omogočila vztrajanje anticiklona – »lepega« vremenja. Prispevek podnebnih sprememb je bil tokrat najverjetneje stranskega pomena, a Rusija bi lahko zaradi nadaljnega splošnega segrevanja v naslednjih desetletjih doživela še precej hujšo vročino.

O mrazu so novembra in decembra poročali predvsem iz ZDA in z britanskega otočja, nenavadno mrzlo pa je bilo tudi marsikje drugod po Evropi in v osrednjem delu Rusije. Po obilnem sneženju konec novembra je v Veliki Britaniji pritisnil mraz. V Walesu se je 27. novembra temperatura zraka spustila 18 stopinj pod ničlo. V Severni Irski so 18. decembra namerili rekordnih –18 °C. Združeno kraljestvo je doživelo najhladnejši december v

Dogodek	Trajanje	Opis
vročinski valovi v Rusiji, Aziji in Evropi	spomladi in poleti	več kot 15.000 mrtvih, številni požari in velika izguba pridelka žit v Rusiji
eno izmed najtoplejših let	leto 2010	podobno toplo kot 1998 in 2005, okoli 0,53 °C nad povprečjem obdobja 1961–1990
poplave v Pakistanu	konec julija, avgust	nenavadno zahodna lega azijskega monsuna, več kot 1600 mrtvih, 20 milijonov prizadetih, petina države pod vodo
prehod iz el ninja v la ninjo	od sredine do pozne pomladi	padec površinske temperature morja v območju el ninjo 3,4 za 2 °C v štirih mesecih; samo v letih 1973, 1983 in 1998 večji medletni skok
negativna faza arktičnega nihanja	januar in februar	povprečna vrednost AO indeksa v februarju –4,3, mesečni rekord v obdobju 1950–2010; močni prodori arktične zračne mase v zmernih severnih širinah
suša v Braziliji	proti koncu leta	severna in zahodna Amazonija, najnižji vodostaj Ria Negra v Manausu v več kot 100 letih
izjemno revna sezona orkanov v SV delu Tihga oceana	15. maj–30. november	osem viharjev, od tega trije orkani
rekordni umik snežne odeje na severni polobli	od januarja do junija	šesti največji obseg v januarju v obdobju 1967–2010, najmanjši doslej v maju in juniju
minimalni obseg arktičnega ledu	sredina septembra	tretji najmanjši obseg v zgodovini satelitskih meritev – 4,6 milijona km ² , 1,78 milijona km ² pod povprečjem obdobja 1979–2009; prvič v moderni zgodovini istočasno brez ledu severna morska pot in severozahodni prehod
suša na Kitajskem	prva polovica leta	prizadetih več kot 60 milijonov ljudi na jugu in v osrednjem delu Kitajske, zlasti v provinci Junan; škode za več milijard dolarjev

Preglednica 1: Najpomembnejši podnebni in vremenski dogodki leta 2010 (večinoma povzeto po <http://www.ncdc.noaa.gov/special-reports/global-top-ten-2010.html>)

Table 1: Top ten global weather/climate events of 2010. (mainly based on: <http://www.ncdc.noaa.gov/special-reports/global-top-ten-2010.html>)



Slika 2:

Časovni potek najvišje dnevne temperature zraka v Jaskulu (46°11' N), Moskvi (55°50' N) in Arhangelsku (64°30' N) od 8. junija do 7. septembra 2010. Podatka za Arhangelsk 28. in 29. julija manjkata. (vir: <http://www.ogimet.com/gsocd.phtml.en#indic>)

Figure 2:

Time course of daily maximum air temperature in Jaskulu (46°11' N), Moscow (55°50' N) and Archangelsk (64°30' N) from 8 June to 7 September, 2010 [source: <http://www.ogimet.com/gsocd.phtml.en#indic>]

zadnjih 100 letih. Odklon je glede na referenčno obdobje 1971–2000 dosegel $-5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Od leta 1910 je bilo hladnejših le pet mesecev.

Padavine

Minulo leto je bilo po izračunih NCDC globalno gledano najbolj namočeno od leta 1900, povprečno je padlo okoli 50 mm dežja več od dolgoletnega povprečja (slika 3). Tako kot vsako leto so bili padavinski odkloni izrazito nenakomerno porazdeljeni – posamezni predeli so zaznali znaten primanjkljaj, spet drugi preobilne padavine.

Najmočnejše poplave so doživeli v Pakistanu ob koncu julija in avgusta. V mestu Pešavar so 29. julija v 24 urah namerili kar 274 mm dežja, kar sta dve tretjini običajne letne vrednosti. Od junija do avgusta je v večjem delu dr-

žave padlo od 200 do 400 odstotkov običajnih padavin. Rezultat silovitega monsunskega deževja je bil več kot 1600 mrtvih, petina države pod vodo in škoda v višini približno 15 milijard dolarjev.

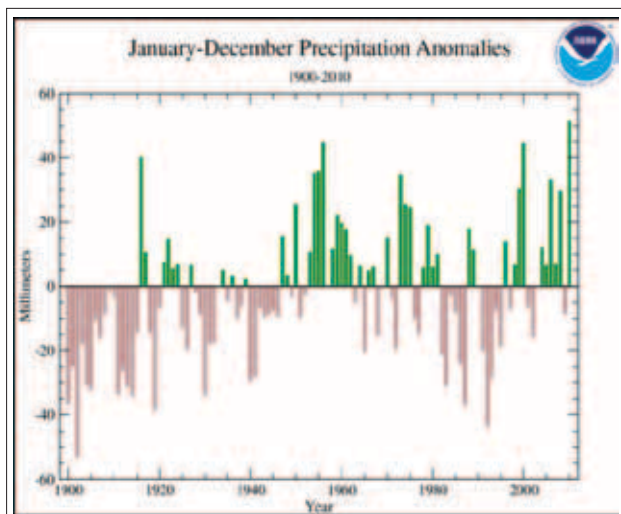
Ob koncu leta so obsežnejše poplave prizadele vzhodni del Avstralije, saj je bila jesen rekordno mokra, sledil je še bolj moker december – na obalnih območjih Queenslanda je padlo tudi več kot 800 mm dežja. Največ dežja v 24 urah so izmerili na postaji Corsis, 304 mm. Ekstremno deževje na začetku leta 2011 je poplave spremenilo v državno katastrofo – o tem bomo obširneje poročali v naslednji številki Ujme.

Splošno kroženje v ozračju

El ninjo – južno nihanje

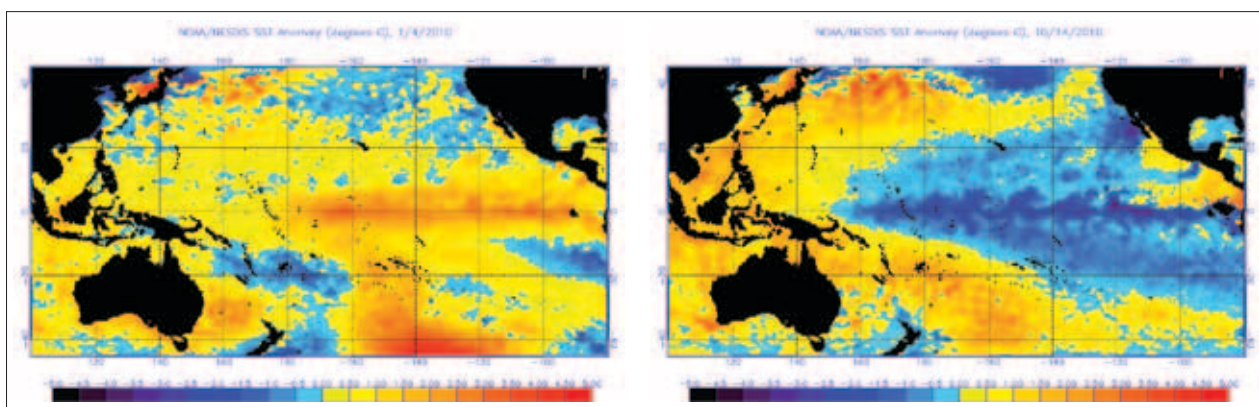
Številna območja po svetu, zlasti tropski pas, je leta 2010 najbolj zaznamovalo dogajanje v vzhodnem ekvatorialnem Tihem oceanu. Pozitivna faza večletnega nihanja v ozračju in morju, imenovana el ninjo, se je s konca leta 2009 nadaljevala prvih nekaj mesecev naslednjega leta. Spomladi in poleti se je zgornji sloj oceana močno ohladil in tako smo proti koncu leta beležili močno negativno fazo, la ninjo. Na območju el ninjo 3.4, ki se razteza do 5° severno in južno od ekvatorja v pasu od 120° do 170° zahodne geografske širine, je temperaturni odklon z začetnih približno $+1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ do konca leta upadel na približno $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (slika 4).

Spremenjen vremensko-oceanski režim v polperiodičnem nihanju el ninjo–la ninja zaznavno vpliva na pogostost vremenskih dogodkov na številnih območjih sveta. V času el ninja se od obale Ekvadorja daleč proti zahodu razteza območje nadpovprečno toplega površinskega sloja morja in spodnjega dela ozračja. Zračni pritisk pri tleh nad zahodnim tropskim Pacifikom naraste, nad vzhodnim pade. Nad tem območjem oslabijo splošni vzhodni vetrovi v spodnjem delu troposfere in zahodniki tik pod tropopavzo (slika 5). V skrajno izrazitem primeru lahko splošni vetrovi skoraj ponehajo. Sloj tople površinske vode se med krepijijo el ninja odebeli, zato se tam gladina morja nekoliko dvigne. Vremenske posledice el



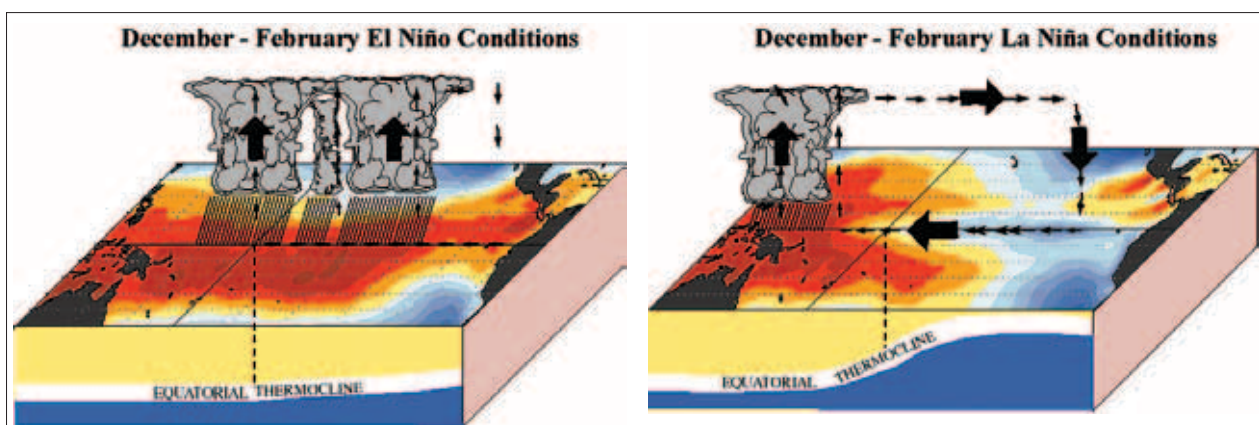
Slika 3: Odklon globalnih povprečnih padavin v letni višini padavin v obdobju 1900–2010 glede na povprečje obdobja 1961–1990 (vir: National Climatic Data Center, <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2010/13>)

Figure 3: Global average annual precipitation anomaly in 2010 with respect to a mean value of the period between 1961–1990 [source: National Climatic Data Center, <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2010/13>]



Slika 4: Odklon v površinski temperaturi morja v Tihem oceanu v obdobju el ninja (4. januar 2010, levo) in la ninje (14. oktober 2010, desno) od povprečja obdobja 1985–1998 [vir: NOAA, http://www.osdpc.noaa.gov/ml/ocean/sst/anomaly_2010.html]

Figure 4: Sea surface temperature anomaly in the Pacific Ocean during the El Niño (4 January 2010, left) and La Niña phase (14 October 2010, right). Reference period is 1985–1998. [source: NOAA, http://www.osdpc.noaa.gov/ml/ocean/sst/anomaly_2010.html]



Slika 5: Shema vremensko-oceanskega vzorca v obdobju zimskega el ninja (levo) in zimске la ninje (desno) [vir: Climate Prediction Center, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/enso_cycle.shtml]

Figure 5: Scheme of weather-ocean pattern during the winter time El Niño phase (left) and the wintertime La Niña phase (right) [source: Climate Prediction Center, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/enso_cycle.shtml]

ninja so raznovrstne. Številne predele zahodnega roba Tihlega oceana zajame suša, v Indokini, na Japonskem in v zahodni Kanadi je zima mila. Več padavin kot običajno je v osrednjem in vzhodnem ekvatorialnem pacifiškem pasu in pozimi na jugu ZDA. Večji del Evrazije pa ne občuti zaznavnih sprememb v pogostosti vremenskih vzorcev.

Med nasprotno fazo, la ninjo, se Walkerjeva cirkulacija nad tropskimi predeli okrepi – vzhodniki pri tleh in zahodniki v višinah postanejo močnejši (slika 5). Površinski sloj tople vode nad ekvatorialnim vzhodnim Pacifikom se stanjša, zato morska gladina upade. Večji dotok hladne globokomorske vodne mase, bogate s hranili, ugodno vpliva na morski živelj na tem območju. Spremembe v vremenskih razmerah po svetu so večinoma nasprotno kot v fazi el ninjo.

Obe fazi tipično trajata od 9 do 12 mesecev; nastopita od junija do avgusta, od decembra do aprila dosežeta

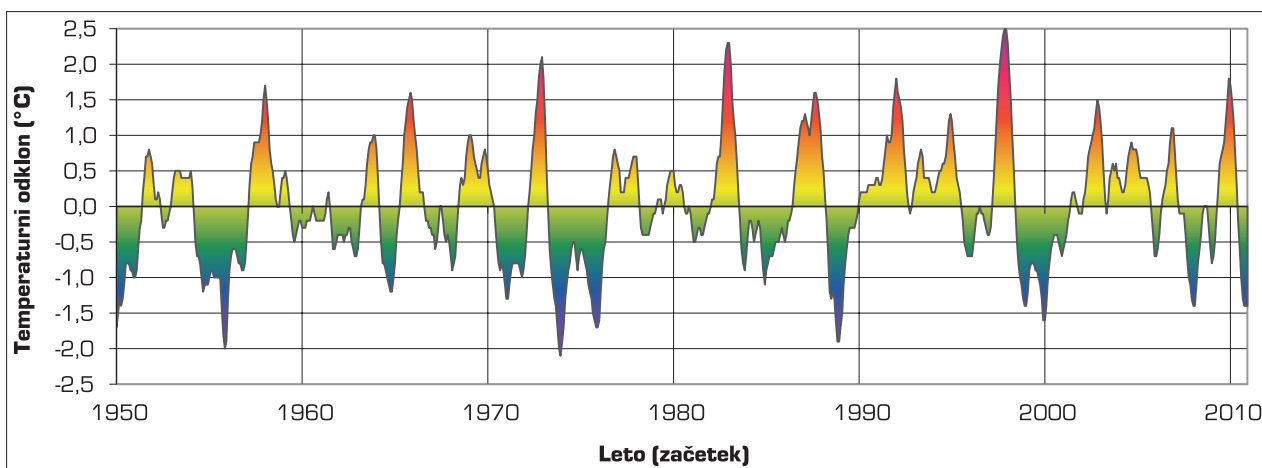
višek in od maja do julija oslabita. V nekaterih primerih lahko enaka faza traja tudi dve leti ali več. Enaka faza se ponovi povprečno v treh do petih letih (slika 6).

Opisano nihanje nad Tihim oceanom lahko ovrednotimo z različnimi kazalci. Med temi sta najpogostejša temperaturni odklon v območju el ninjo 3.4 in razlika v zračnem pritisku med Darwinom v severni Avstraliji in Tahitijem v Francoski Polineziji.

Nihanje el ninjo–la ninja je morda najpomembnejši element podnebne spremenljivosti oziroma določene mere nestabilnosti podnebnega sistema.

Severnoatlantsko nihanje

Med pomembnejšimi kazalci splošne cirkulacije v ozračju je indeks severnoatlantskega nihanja (NAO). Osnovni



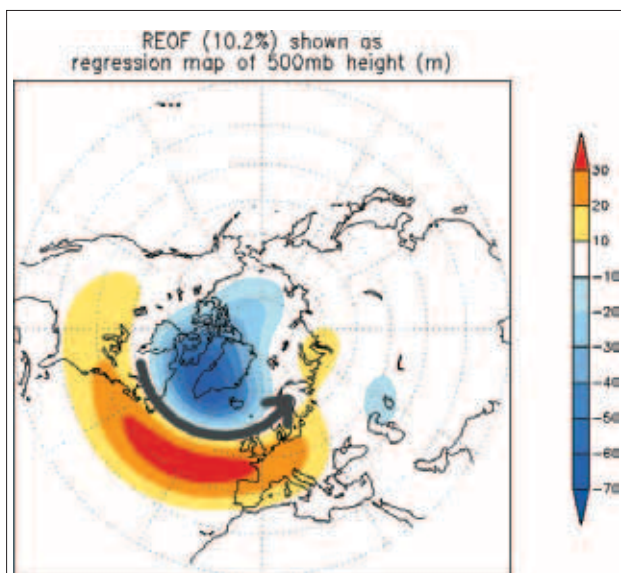
Slika 6: Časovni potek odklona povprečne temperature morja na območju el ninjo 3.4 v obdobju 1950–2010. Predstavljeno je trimesečno drseče povprečje. (vir podatkov: Climate Prediction Center, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)

Figure 6: Time course of mean surface temperature anomaly in the area of El Niño 3.4 in the period between 1950–2010. The moving average of three months is shown. (data source: Climate Prediction Center, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)

vzorec, s katerim merimo to nihanje, predstavlja pod-povprečno višino ploskve z zračnim pritiskom 500 hPa na območju Grenlandije in severne Afrike ter pas nad-povprečne višine omenjene ploskve od ZDA do srednje Evrope (slika 7). Ker je običajno nad širšim območjem Islandije nižji zračni pritisk (islandski ciklon), nad Azori pa višji (azorski anticiklon), opisani vzorec ustreza okreplje-

nemu zahodnemu zračnemu toku nad delom severnega Atlantika in Evropo.

Vse mesece leta 2010 je prevladovala negativna vrednost NAO-indeksa, predvsem februarja, maja, novembra in decembra. Letno povprečje od leta 1950 še ni bilo na tako nizki ravni. Časovni potek v obdobju preteklih 61 let razkriva večinoma negativne vrednosti v začetnih letih, nato postopno naraščanje do viška v začetku 90. let. V zadnjih 15 letih so letne vrednosti nihale okoli ničle, medtem ko je leto 2010 močno izstopalo (slika 8).



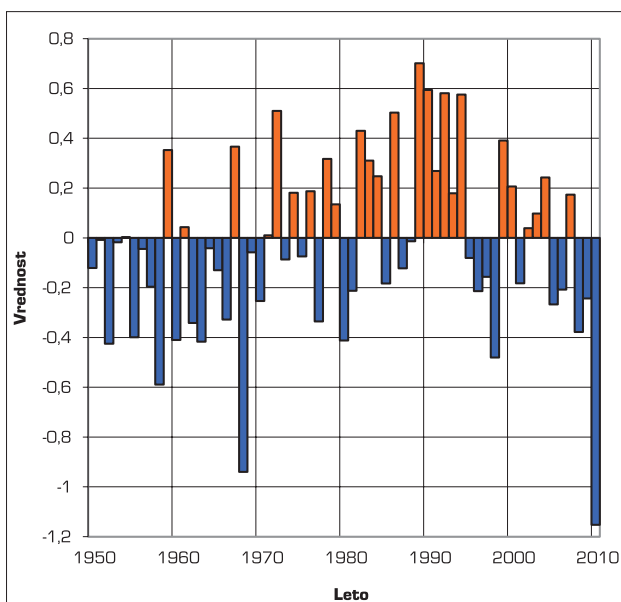
Slika 7: Osnovni vzorec severnoatlantskega nihanja – pozitivna faza pripadajočega indeksa. S sivo puščico je prikazana okrepitev zahodnega zračnega toka. (prirejeno po: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao_loading.html)

Figure 7: The basic pattern of the North Atlantic Oscillation – positive phase of the NAO index. Gray arrow represents strengthened westerly's. (adopted from: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao_loading.html)

Arktično in antarktično nihanje

Hkrati z nenavadnim vremenskim vzorcem nad severnim Atlantikom so tudi nad Arktiko v zimskih mesecih vladale nenavadne razmere. Indeks arktičnega nihanja, ki smo ga opisali v prejšnji številki Ujme, je februarja dosegel rekordno negativno povprečno mesečno vrednost od leta 1950, $-4,3$. Od marca do novembra se je indeks večinoma gibal v mejah običajnih vrednosti, ob koncu leta pa je ponovno padel globoko pod ničlo, decembrsko povprečje je bilo $-2,6$. Negativne vrednosti v splošnem sovpadajo z oslabiljenim polarnim vrtincem oziroma nadpovprečno visokim zračnim pritiskom nad Arktičnim oceanom, Grenlandijo in skrajnim severom Evrope. Takšna situacija je v zimskih mesecih pogosto povezana z vdorom arktične zračne mase daleč proti jugu in z razmeroma milim vremenom na skrajnem severu. Januarja, februarja in decembra je bilo tako nad Kanado, osrednjo Arktiko in Grenlandijo večinoma znatno pretoplo. Nasprotno je nad delom ZDA in v pasu od Evrope do osrednje Sibirije prevladovalo sorazmerno mrzlo vreme (slika 9).

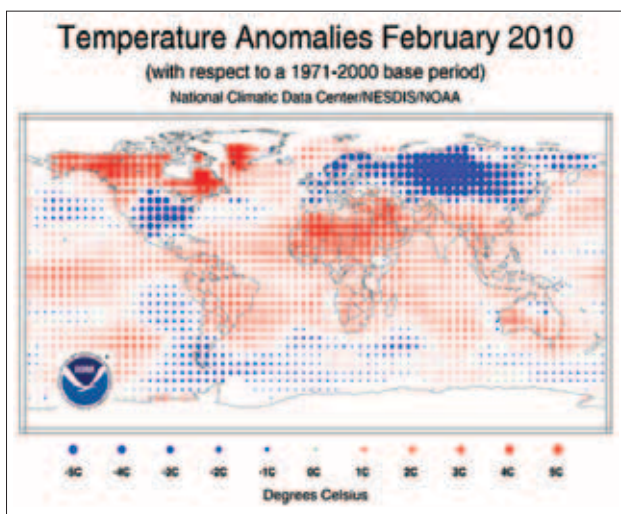
Zanimivo je bilo vremensko dogajanje tudi na nasprotni strani sveta, na Antarktiki. Meteorologi splošno cirkulacijo zračnega toka nad tem delom zemeljske oble opi-



Slika 8: Časovni potek letnih vrednosti NAO-indeksa v obdobju 1950–2010 (vir podatkov: Climate Prediction Center; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/norm.ao.monthly.b5001.current.ascii.table>)

Figure 8: Time line of annual NAO index values in the period of 1950-2010 (data source: Climate Prediction Center; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/norm.ao.monthly.b5001.current.ascii.table>)

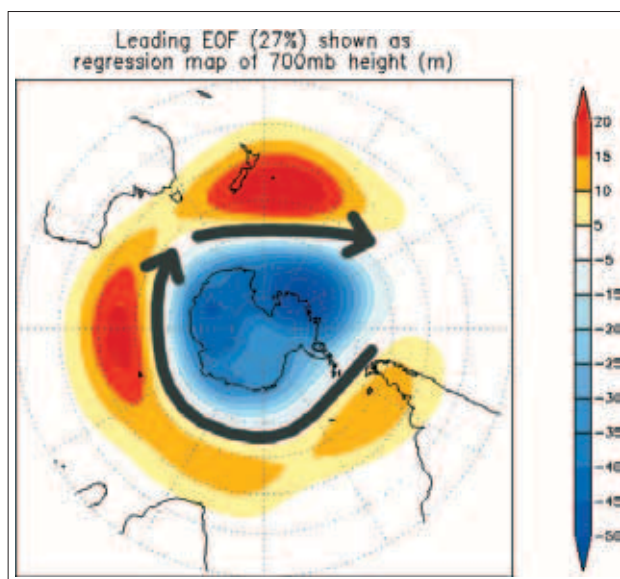
šejo z indeksom antarktičnega nihanja. Osnovni vzorec tega nihanja je podoben kot na Arktiki – izrazit ciklonalni vrtinec nad osrednjim delom, ki ga obkroža območje nadpovprečno visokega zračnega pritiska na približno



Slika 9: Odklon v temperaturi zraka pri tleh februarja 2010 glede na povprečje obdobja 1971–2000 (vir: National Climatic Data Center; <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2010/13>)

Figure 9: Surface air temperature anomaly in February 2010 with respect to a mean value of the period between 1971 and 2000 (source: National Climatic Data Center; <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2010/13>)

40°–50° južne geografske širine (slika 10). To predstavlja pozitivno fazo, v kateri je zahodni zračni tok okrog obal antarktične celice in nad območjem obdajajočega morsklega ledu močnejši kot običajno. Na začetku leta je prevladovala negativna faza, nato je indeks postopno prehajal na pozitivno stran. Od maja do novembra je močno prevladovala pozitivna faza. Močnejši zahodni vetrovi nad morjem imajo znaten vpliv na nastajanje in obseg morsklega ledu. V antarktični meteorološki jeseni in zimi, od marca do avgusta, se obseg ledu vsako leto močno poveča. Zahodni vetrovi zaradi Coriolisove sile odnašajo ledene plošče proč od obale proti ekvatorju. Med nastajajočimi vrzelmi vseskozi nastaja nov led, zato so okrepljeni zahodniki ugodni za izrazito velik obseg ledu – to se je zgodilo tudi leta 2010 (slika 11).

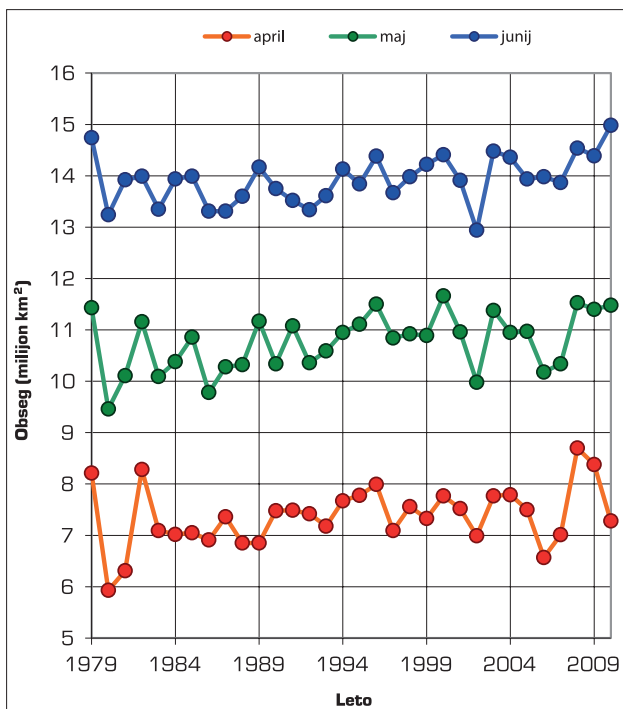


Slika 10: Osnovni vzorec antarktičnega nihanja – pozitivna faza pripadajočega indeksa. S sivimi puščicama je prikazana okrepitev zahodnega zračnega toka. (prirejeno po: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/aao/aao.loading.shtml)

Figure 10: The basic pattern of Antarctic Oscillation – positive phase of the AAO index. Gray arrows represent strengthened westerly's. (adopted from: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/aao/aao.loading.shtml)

Grenlandski ledeni pokrov

Med pomembne kazalce podnebne segrevanja klimatologi uvrščajo »večna« ledena pokrova Grenlandije in Antarktike. Zanesljive meritve masne bilance so žal na voljo le zadnjih nekaj let, a je mogoče na podlagi drugih, starejših podatkov sklepati o obsežnih spremembah zlasti na grenlandskem ledenem pokrovu. Spreminjanje mase obeh pokrovov se neposredno kaže na dvigu morske gladine. To in prepletenost številnih dejavnikov, ki vplivajo na kopenski led, sta glavna razloga, da znanstveniki vse več pozornosti namenjajo tema dvema ledenima gmotama v bližini obeh tečajev.



Slika 11: Časovni potek v obsegu morskega ledu na Antarktiki aprila, maja in junija v obdobju 1979–2010 [vir podatkov: National Snow and Ice Data Center, ftp://sidads.colorado.edu/DATASETS/NOAA/GO2135/]

Figure 11: Time line of the amount of ice in the Antarctic in April, May and June, from 1979 to 2010 [data source: National Snow and Ice Data Center, ftp://sidads.colorado.edu/DATASETS/NOAA/GO2135/]



Slika 12: Močno taljenje poleti 2010 je na zahodni Grenlandiji razkrilo umazano plast starejšega ledu in za seboj pustilo številna jezera. (avtorske pravice: NASA/GSFC, MODIS Rapid Response, http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=Arctic_r02c02.2010225.terra.250m)

Figure 12: Intensive melting in summer of 2010 in western Greenland unveiled a dirty layer of older ice as well as created numerous melt ponds. (credit: NASA/GSFC, MODIS Rapid Response, http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=Arctic_r02c02.2010225.terra.250m)

Spreminjanje podnebja na nekaterih območjih Grenlandije je jasno vidno z neposrednimi meteorološkimi meritvami in v zadnjih desetletjih tudi satelitskimi. Leto 2010 je bilo v tem pogledu še posebej izstopajoče. Kombinacija mile zime 2009/10 in zelo toplega poletja 2010 je povzročila najmočnejše taljenje ledenega pokrova vsaj od leta 1958. Višja temperatura snežne odeje in površinskega sloja ledenega pokrova kot posledica mile zime je povzročila zgodnejši nastop talilne sezone. Toplo poletje je razkrilo umazano površje starejšega ledu, kar je zaradi povečane absorpcije sončnega sevanja še dodatno okrepilo taljenje in zvišalo temperaturo zraka.

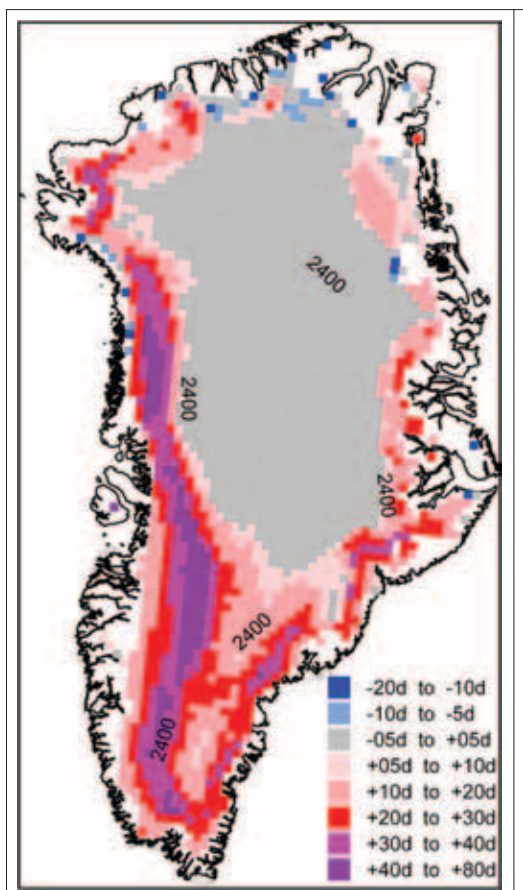
Površina in trajanje talilne sezone sta bila rekordna vsaj od začetka satelitskih meritev leta 1978. Površina s talečim se ledom je za 38 % preseгла povprečje obdobja 1979–2007. Še posebej izrazito je bilo taljenje na zahodnem in južnem delu ledenega pokrova, kjer je satelit v pasu nadmorskih višin od 1200 m do 2400 m zaznal tudi več kot nadpovprečnih 50 dni taljenja (sliki 12 in 13).

Dramatične podnebne spremembe na Grenlandiji se kažejo tudi na ledenikih, ki odvajajo led s kopnega proti morju – vidimo jih kot ledene gore, ki se lomijo z ledeniškega čela. Poletje 2010 je bila največja pozornost namenjena severnemu ledeniku Petermann, saj je na začetku avgu-

sta nenadoma izgubil kar 290 km² površine (slika 14). V obdobju 2000–2010 so največji ledeniki, ki se iztekajo v morje, izgubili skupno kar 1535 km² površine. Dolgoletne meritve kažejo, da se izgube stopnjujejo.

Zadnja leta grenlandski ledeni pokrov kaže občutno negativno masno bilanco – redilna sezona je leto za letom »šibkejša« od talilne. V hidrološkem letu, ki je trajalo od septembra 2009 do avgusta 2010, je bila površinska masna bilanca približno –300 milijard ton. Pretvorjeno v prostornino to pomeni približno 300 km³. V tej številki pa ni zajeta izguba ledu v obliki ledenih gora. Celotna prostornina ledenega pokrova sicer znaša skoraj 3 milijone km³, 10.000-krat več od omenjene letne izgube. A kot kaže, postajajo težnje masne bilance vse bolj negativne. V bližnji prihodnosti bo tako ves svet čutil posledice taljenja grenlandskega ledu – gladina morja se bo postopoma in vztrajno dvigala.

Positivna povratna zanka, ki povezuje obnašanje ledu, temperaturo zraka, tal in morja ter albedo površja, je na Arktiki zelo pomembna, saj razloži izjemno hitro segrevanje, ki smo mu priča v zadnjih desetletjih. Taka povratna zanka je skupaj s snegom na severni polobli pomemben dejavnik v ciklu ledenih in medledenih dob zadnjega milijona let. Astronomski dejavniki so namreč sami po sebi nezadostni za razlago opaženih podnebnih sprememb v



Slika 13:

Razlika v trajanju talilne sezone (dnevi) poleti 2010 v primerjavi s povprečjem obdobja 1979–2007. Za nazornejšo predstavo taljenja na večjih nadmorskih višinah južne Grenlandije je prikazana tudi izohipsa 2400 m. (vir: Arctic Report Card: Update for 2010, <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/greenland.html>)

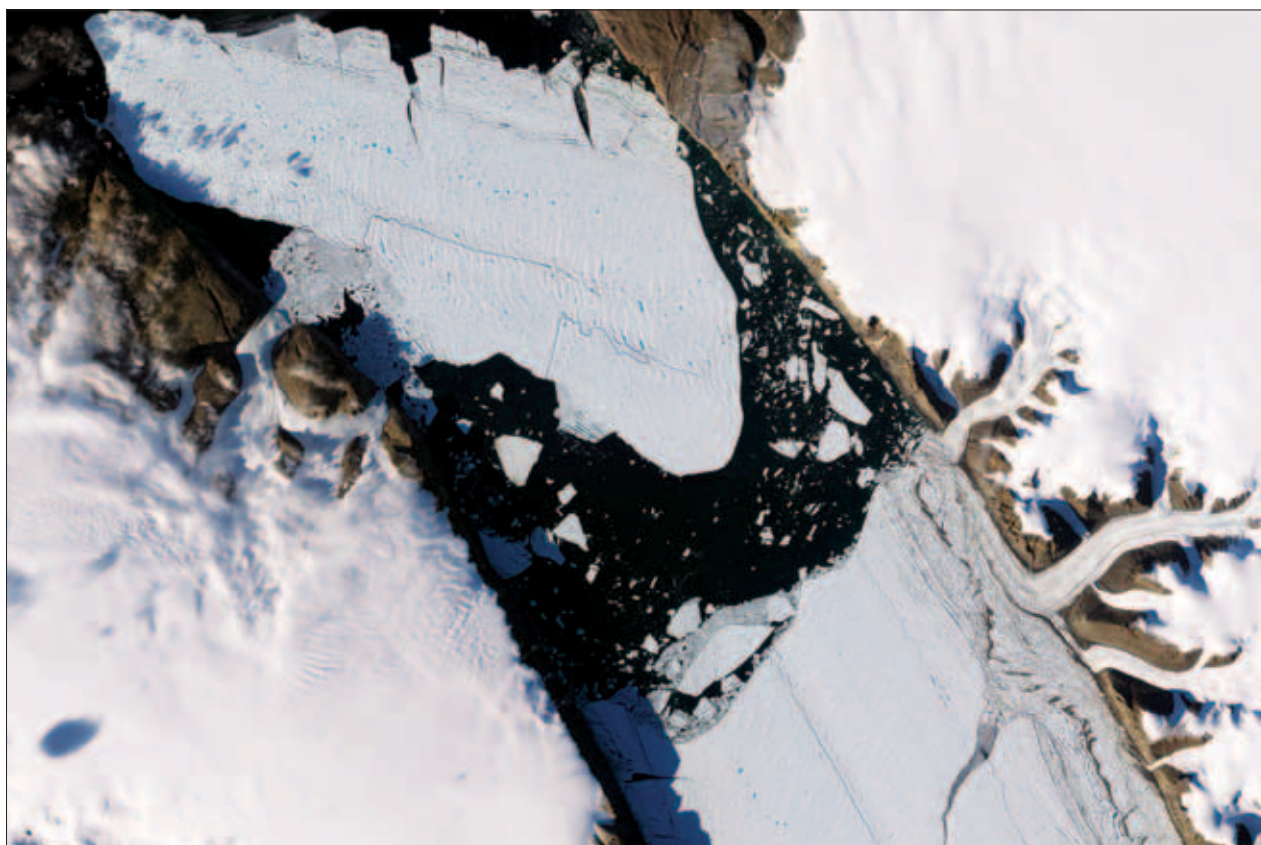
Figure 13:

Difference (days) in the duration of the melting season in the summer of 2010 compared to the 1979–2007 mean. The 2400 m elevation contour is included to illustrate melting on higher elevations of southern Greenland. (source: Arctic Report Card: Update for 2010, <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/greenland.html>)

tem obdobju, imajo pa ključno vlogo pri sprožitvi prehoda iz ledeno v medledeno dobo in obratno.

Sklepne misli

Že odkar človek načrtno beleži vremenske in podnebne razmere, smo bili vsako leto priča takim in drugačnim vremenskim katastrofam. Številne študije pa kažejo, da je v zadnjih desetletjih na pogostost vremenskih katastrof začelo opazno vplivati globalno segrevanje. Leto 2010 v tem pogledu verjetno ni nobena izjema. Podnebne spremembe, ki so posledica človekovega vpliva na podnebni sistem, postajajo v zadnjih desetletjih v marsikaterem pogledu vse bolj očitne. Zlasti opazno je spreminjanje povprečnih razmer na regionalni in svetovni ravni. Ne-



Slika 14: Velika ledena gora, ki se je 5. avgusta 2010 odlomila od ledenika Petermann. (vir: NASA Earth Observatory, <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=45306>)

Figure 14: Large iceberg that calved off the Petermann glacier on 5 August 2010 (source: NASA Earth Observatory, <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=45306>)

kateri nevarni, škodni vremenski pojavi, npr. močni nalive in vročinski valovi, bodo ob nadaljevanju globalnega segrevanja vse pogostejši in močnejši. Na drugi strani bosta hud mrz in sneg vse redkejši pojav. Da bi se izognili premnogim nepotrebnim žrtvam in gmotni škodi, bo moralo človeštvo čim prej in čim temeljiteje zmanjšati svoj vpliv na podnebni sistem. Sočasno s tem se bomo morali prilagoditi spremenjenim podnebnim in tudi drugim razmeram v okolju.

Viri in literatura

1. Bureau of Meteorology. Časovni potek ENSO, 7. 3. 2011. <http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml>.
2. Bureau of Meteorology. The Recent Climate - Reports and summaries, 7. 3. 2011. <http://www.bom.gov.au/climate/current/index.shtml>.
3. Climate Prediction Center. El nino/La nina, 7. 3. 2011. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/.
4. Climate Prediction Center. Teleconnections, 7. 3. 2011. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/teleconnections.shtml.
5. Environment Canada. Climate Trends and Variations Bulletins, 7. 3. 2011. <http://www.ec.gc.ca/adsc-cmda/default.asp?lang=En&n=4A21B114-1>.
6. Extreme temperatures around the world, 7. 3. 2011. <http://www.mherrera.org/temp.htm>
7. Hoerling, M., 2010. The Russian Heat Wave of 2010. Dosegljivo na: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/csi/moscow2010/>.
8. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. What Caused the Ice Ages and Other Important Climate Changes Before the Industrial Era? Dosegljivo na: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-6-1.html.
9. Japan Meteorological Agency, 2010. Japan hit by the hottest summer in more than 100 years. Dosegljivo na: http://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/news/press_20100910.pdf.
10. Met Office, 2011. Record cold December 2010. Dosegljivo na: <http://www.metoffice.gov.uk/news/releases/archive/2011/cold-dec>.
11. Min, S. K., Zhang, X., Zwiers, F. W., Hegerl, G. C., 2011. Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*, 470, 378-381, doi:10.1038/nature09763. Dosegljivo na <http://www.nature.com/nature/journal/v470/n7334/full/nature09763.html>.
12. NASA Goddard Institute for Space Studies, 2010. How Warm Was Summer 2010? Dosegljivo na: <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20100930/>.
13. NASA Goddard Institute for Space Studies. GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), 7. 3. 2011. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.
14. National Climate Centre, Bureau of Meteorology, 2011. Frequent heavy rain events in late 2010/early 2011 lead to widespread flooding across eastern Australia. Special Climate Statement. Dosegljivo na: <http://www.bom.gov.au/climate/current/statements/scs24b.pdf>.
15. National Climatic Data Center. Climate Monitoring, 7. 3. 2011. <http://www.ncdc.noaa.gov/climate-monitoring/index.php>.
16. National Snow and Ice Data Center. Arctic Sea Ice News and Analysis, 7. 3. 2011. <http://nsidc.org/arcticseaicenews/>.
17. Ogimet, 7. 3. 2011. <http://www.ogimet.com>.
18. Pall, P., Aina, T., Stone, D. A., Stott, P. A., Nozawa, T., Hilberts, A. G. J., Lohmann, D., Allen, M. R., 2011. Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn 2000. *Nature*, 470, 382-385, doi:10.1038/nature09762. Dosegljivo na: <http://www.nature.com/nature/journal/v470/n7334/full/nature09762.html>.
19. Richter-Menge, J. in Overland, J. E., Eds., 2010. Arctic Report Card 2010. Dosegljivo na: <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard>.
20. Slovensko meteorološko društvo, 2011. Stališče SMD o podnebnih spremembah. *Vetrnica*, 3, str. 4-29. Dosegljivo na: http://www.meteo-drustvo.si/data/upload/Stalisce_net.pdf.
21. The Copenhagen Diagnosis, 2009. Updating the world on the Latest Climate Science. Allison, I., Bindoff, N. L., Bindschadler, R. A., Cox, P. M., de Noblet, N., England, M. H., Francis, J. E., Gruber, N., Haywood, A. M., Karoly, D. J., Kaser, G., Le Quéré, C., Lenton, T. M., Mann, M. E., McNeil, B. I., Pitman, A. J., Rahmstorf, S., Rignot, E., Schellhuber, H. J., Schneider, S. H., Sherwood, S. C., Somerville, R. C. J., Steffen, K., Steig, E. J., Visbeck, M., Weaver, A. J. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC), Sydney, Australia, 60 str. Dosegljivo na: <http://www.copenhagendiagnosis.org/>.
22. Vertačnik, G., 2011. Podnebne novice. *Vetrnica*, 3, str. 30-37. Dosegljivo na: http://www.meteo-drustvo.si/data/upload/Vetrnica_311_pod_drobnogledom.pdf.
23. Wetterzentrale. Reanalyze meterološkega modela NCEP, 7. 3. 2011. <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsrea2eur.html>.
24. Wikipedia. Sezona orkanov 2010 v Tihem oceanu, 7. 3. 2011. http://en.wikipedia.org/wiki/2010_Pacific_hurricane_season.
25. World Meteorological Organization, 2011. Press Release No. 906: 2010 equals record for world's warmest year. Dosegljivo na: http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_906_en.html.