

PODNEBNE RAZMERE V SVETU LETA 2011

Climate Conditions in the World in 2011

Gregor Vertačnik * UDK 551.582(100)"2011"

Povzetek Abstract

Leto 2011 na svetovni ravni ni bilo med najtoplejšimi v zadnjem obdobju, zato pa na kopnem drugo najbolj namočeno. Številne države so prizadele uničujoče poplave, med temi so bile najhujše jesenske poplave na Tajskem. Vzhod Afrike, Mehiko in jug Združenih držav Amerike je pestila dolgotrajna suša, ki se ji je v ZDA poletji pridružila še neznosna vročina. Med temperaturnimi ekstremi so ponovno prevladovale visoke temperature, kar je skladno z opaženim trendom izjemnih podnebnih in vremenskih dogodkov v preteklih desetletjih.

On a global scale, the year 2011 was not among the warmest years in the recent period; it was, however, the second wettest. Many countries were affected by devastating floods, the worst being the autumn floods in Thailand. East Africa, Mexico and the Southern United States suffered a long-lasting drought, accompanied by unbearable summer heat in the US. High temperatures again prevailed among the temperature extremes, which is consistent with the observed trend of extreme climate and weather events in recent decades.

Uvod

Pregled podnebnih razmer vsako leto začnemo s predstavitvijo temperaturnih in padavinskih razmer na svetovni ravni. Sledijo opisi izrednih vremenskih in podnebnih razmer, kot so vročinski valovi, nenavadno hud mraz, obilna deževja in suše. V tokratni številki Ujme se bomo posvetili tudi dolgoletnemu trendu izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkov. O močnih vetrovih in vodnih ujmah leta 2011 obširneje pišeta Renato Bertalanich in Peter Frantar v svojih prispevkih.

Temperaturne in padavinske razmere na svetovni ravni

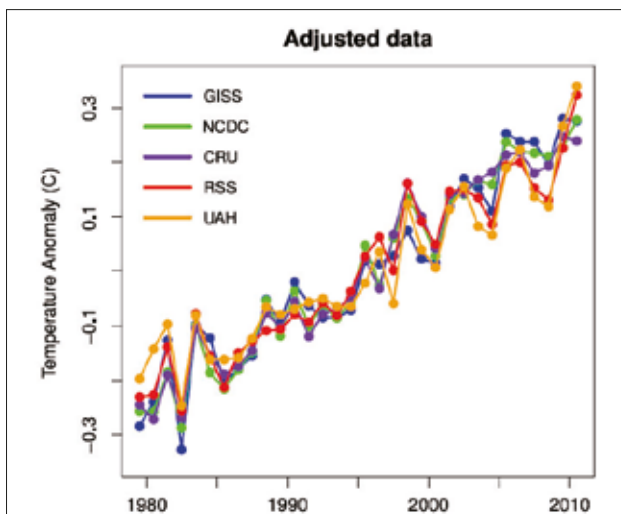
Temperatura pri tleh

Po izračunih NASE je bilo leto 2011 po globalni temperaturi zraka pri tleh deveto najtoplejše od leta 1880. Ameriško državno središče za podnebne podatke (NCDC) ga z odklonom 0,51 °C glede na povprečje 20. stoletja uvršča na enajsto mesto. Po poročanju Svetovne meteorološke organizacije je bilo leto 2011 najtoplejše z izrazito la ninjo v Tihem oceanu. Leto se je začelo z močno la ninjo, ki se je postopoma umirila. Maja je bila temperatura v osrednjem delu Tihega oceana že normalna, jeseni pa je spet nastopila la ninja, a precej šibkejša kot v začetku leta. Podrobnejšo razlago o pojavu la ninja najdete v lanski številki Ujme.

Na prvi pogled je temperatura na globalni ravni v zadnjem desetletju bolj ali manj ustaljena, zato se mnogi sprašujejo o morebitni zaustavitvi globalnega segrevanja. Podrobnejša analiza podatkov na podlagi dejavnikov, ki nosijo levji delež pri letni in večletni spremenljivosti temperature, je pokazala, da se segrevanje zaradi človekovega vpliva nadaljuje. Ob upoštevanju izseva Sonca, ognjeniške dejavnosti (količine aerosolov) in nihanja el ninjo/la ninja je segrevanje v preteklih treh desetletjih stalno in znaša skoraj 0,2 °C/10 let (slika 1). Močnejši ognjeniški izbruhi, kot sta bila Pinatubo leta 1991 in El Chichon leta 1982, lahko za leto ali dve ohladijo spodnji del ozračja in površje Zemlje za nekaj desetink stopinje Celzija. Zmeren do močan el ninjo dvigne temperaturo desetinko ali dve stopinje Celzija nad normalno vrednost, za približno toliko pa se zniža temperatura Zemljinega površja zaradi la ninje. Enajstletni cikel Sončeve aktivnosti ima manjši vpliv; razlika med minimumom in maksimumom se pretvori v zgolj 0,1 °C temperaturne razlike. Leto 2011 je bila Sončeva aktivnost precej povprečna, večjih ognjeniških izbruhov v zadnjih letih ni bilo, a skozi leto je prevladovala la ninja. Kljub vse višji koncentraciji toplogrednih plinov je bilo zaradi la ninje leto 2011 zgolj deveto do enajsto najtoplejše v več kot sto let dolgem nizu meritev. Ob trendu naraščanja globalne temperature bomo novo rekordno vrednost dosegli po vrhuncu naslednjega el ninja, verjetno leta 2013 ali 2014.

Segrevanje ozračja pri tleh od začetka sistematičnih in obsežnejših meritev v drugi polovici 19. stoletja ni bilo ne časovno ne prostorsko enakomerno porazdeljeno po zemeljski obli (slika 2). V zadnjih sto letih je bilo najbolj izrazito na visokih severnih geografskih širinah, kjer se je ogrelo za okoli 2 °C. Najmanj se je ogrelo med povratni-

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



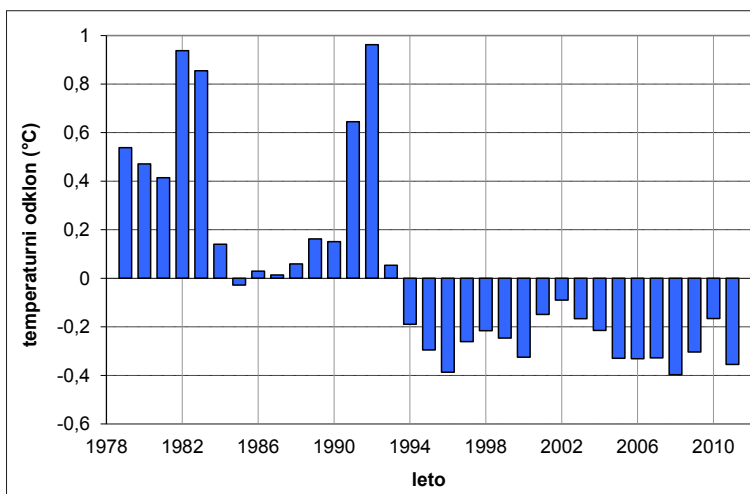
Slika 1: Časovni potek odklona globalne povprečne letne temperature pri tleh ali v spodnjem delu ozračja za različne podatkovne nize za izločenim vplivom Sončevega izseva, količine ognjeniških aerosolov v ozračju in nihanja el ninjo/la ninja. Referenčno obdobje je 1979–2010. (vir: Foster in Rahmstorf, 2011)

Figure 1: Anomaly time series of mean global near-surface or lower troposphere temperature for different datasets. Time series are modified in order to eliminate the influence of total solar irradiance, volcanic aerosols and ENSO variability. Reference period 1979–2010 (Source: Foster and Rahmstorf, 2011).

koma, za okoli šest desetink stopinje Celzija. Morje je s svojo veliko toplotno kapaciteto zaviralo ogrevanje zlasti južne poloble, temperaturni dvig je tam znašal le okoli dve tretjini tistega na severni polobli.

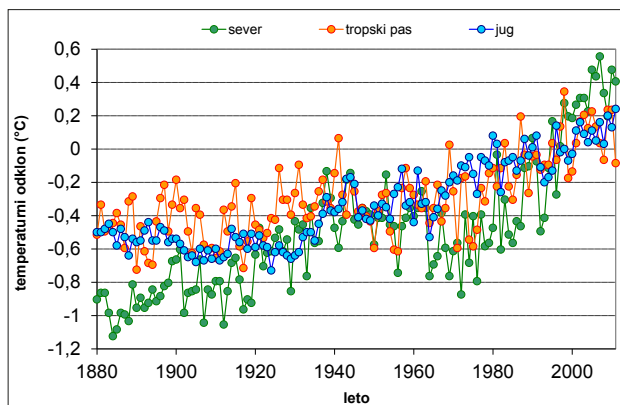
Temperatura v stratosferi

Medtem ko se je troposfera v zadnjih treh desetletjih znatno otoplila, se je spodnja stratosfera (14–22 km visoko) v tem obdobju ohladila, a zadnjih 17 let je temperatura praktično stalna (slika 3). Leto 2011 je bilo



Slika 3: Časovni potek letnega odklona povprečne temperature v stratosferi od 82,5° severne do 82,5° južne geografske širine. Referenčno obdobje je 1981–2010. (vir podatkov: NOAA National Climatic Data Center in Remote Sensing Systems)

Figure 3: Anomaly time series of annual mean stratosphere temperature from 82.5° N to 82.5° S, with the base period of 1981–2010 (Data source: NOAA National Climatic Data Center and Remote Sensing Systems).



Slika 2: Časovni potek odklona temperature pri tleh za obdobje 1880–2011 in tri geografske pasove: severnega (24°–90° N), tropskega (24° S–24° N) in južnega (24°–90° S). Referenčno obdobje je 1981–2010. Najmočnejše se je ogrelo na severnem delu Zemlje, medletna spremenljivost temperature pa je najmanjša na južnem delu Zemlje. (vir podatkov: NASA Goddard Institute for Space Studies, GISS Surface Temperature Analysis)

Figure 2: Anomaly time series of surface temperature for the 1880–2011 period and three latitudinal bands: northern (24°–90° N), tropical (24° S–24° N) and southern (24°–90° S). The base period is 1981–2010. The highest temperature increase was recorded in the northern belt, while the inter-annual temperature variability was the smallest in the southern belt (Data source: NASA Goddard Institute for Space Studies, GISS Surface Temperature Analysis).

z odklonom $-0,41\text{ }^{\circ}\text{C}$ že osemnajsto zapored s podpovprečno temperaturo glede na referenčno obdobje 1981–2010. Od začetka satelitskih meritev konec leta 1978 je bil spodnji sloj stratosfere najtoplejši po izbruhih ognjenikov El Chichon in Pinatubo, ko se je temperatura za dve leti dvignila za okoli pol stopinje Celzija. Splošen negativen trend v daljšem časovnem obdobju je povezan z naraščajočo koncentracijo toplogrednih plinov in tanjšanjem ozonske plasti.

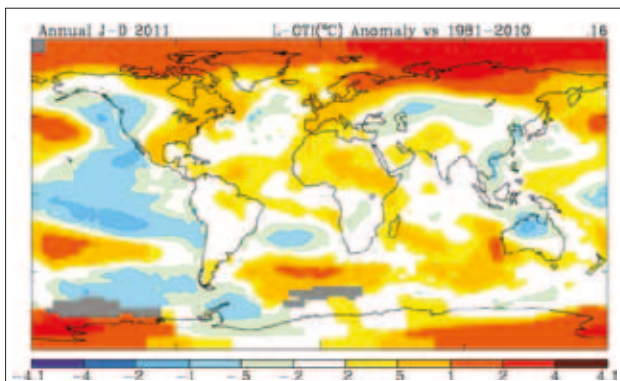
Padavine

Po podatkih NCDC je bilo leto 2011 na kopnem drugo najbolj namočeno, takoj za letom 2010. Povprečno je padlo okoli 46 mm padavin več od povprečja obdobja 1961–1990. S tem se je nadaljeval 14-letni niz prevladujočih mokrih let. Številna območja, na primer Avstralija, jugovzhod Azije, južna Afrika, Brazilija in osrednji del ZDA, so se spopadala s čezmernim dežjem, Teksas, Mehiko, Evropo in jug Kitajske pa je pestilo pomanjkanje vode.

Izredne vremenske in podnebne razmere

Izjemne temperature

Na letni ravni je temperatura najbolj izstopala na severni obali Rusije, vzhodno od Nove dežele (slika 4). Odklon je tam dosegel kar 5 °C, kar je v dobi meritev največ kjer koli in kadar koli v Rusiji. Ruska federacija kot celota je beležila drugo najtoplejše poletje do zdaj. Leto 2011 je



Slika 4: Odklon v povprečni temperaturi zraka pri tleh leta 2011 glede na obdobje 1981–2010 (vir: NASA Goddard Institute for Space Studies, GISS Surface Temperature Analysis)

Figure 4: Surface temperature anomaly in 2011 with respect to the base period of 1981–2010 (Source: NASA Goddard Institute for Space Studies, GISS Surface Temperature Analysis).

bilo najtoplejše leto v dobi meritev za Francijo, Španijo, Švico, Luksemburg in Norveško. Na območju Sahare in Arabskega polotoka kot celote so imeli tretje najtoplejše leto, pri čemer so bila najtoplejša prav zadnja tri leta. Nasprotno je bilo leto 2011 ponekod v notranjosti Avstralije najhladnejše v merilnem obdobju.

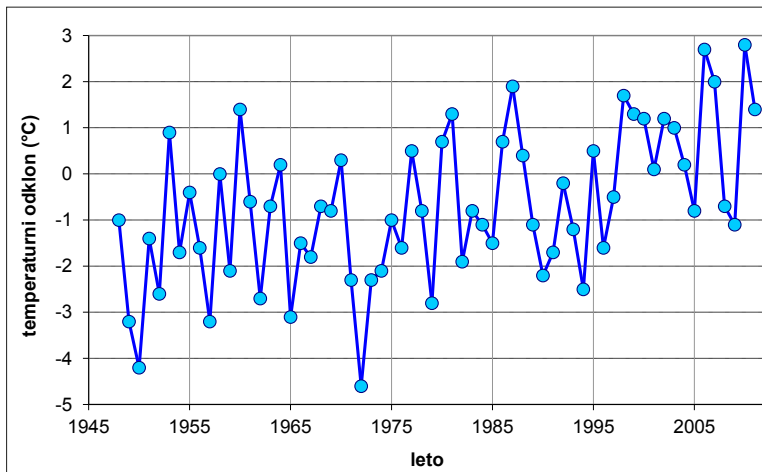
V Kanadi je rekordno topli zimi 2009/10 sledila še ena zelo mila zima. S povprečnim odklonom 2,5 °C nad obdobjem 1961–1990 je bila šesta najtoplejša od leta 1948 naprej. Izrazito milo je bilo zlasti na severu in severovzhodu, lokalno 6 °C pretoplo. Trend povprečne zimske temperature je v Kanadi od sredine 20. stoletja sicer močno naraščajoč (slika 5).

Nasprotno je bilo na Kitajskem in Japonskem, v Južni Koreji, Mongoliji in na jugozahodu Sibirije januarja zelo mrzlo. Od leta 1961 naprej je bilo na Kitajskem hladneje le januarja 1977. Zlasti hladno je bilo na severu države, marsikje vsaj 5 °C hladneje od povprečja 1971–2000.

V delu srednje in zahodne Evrope si bomo pomlad 2011 zapomnili zlasti po visokih temperaturah. V Sloveniji je bilo najbolj nenavadno toplo v prvi dekadi aprila. Nemčija in Velika Britanija sta beležili drugi oziroma najtoplejši april v več kot stoletnem merilnem nizu; marsikje v Veliki Britaniji je odklon dosegel 3–5 °C. V španski Murciji so 9. aprila izmerili kar 37,4 °C!

Meteorološka jesen, od marca do maja, je bila v Avstraliji najhladnejša in četrta najbolj namočena od leta 1950 naprej. Odklon je dosegel –1,2 °C glede na obdobje 1961–1990. Zlasti hladni so bili popoldnevi na severu države, medtem ko je bilo na skrajnem jugozahodu celo znatno pretoplo. Hladna jesen je bila v večji meri odraz močne la ninje 2010/11, ki je skupaj z deževjem prinesla tudi nizke dnevne temperature. Nasprotno je bil maj s temperaturnim presežkom 2,2 °C na sosednji Novi Zelandiji najtoplejši od leta 1909. Sledil je tretji najtoplejši junij v dobi meritev.

Poletje je bilo na osrednjem jugu ZDA neznošno vroče. Na državnih ravni je bilo drugo najtoplejše do zdaj, za letom 1936; v Oklahami, Teksasu, Novi Mehiki in Louisiani



Slika 5: Časovni potek odklona povprečne zimske temperature (december–februar) v Kanadi od leta 1948 naprej. Referenčno obdobje je 1981–2010. (vir podatkov: Environment Canada)

Figure 5: Anomaly time series of mean winter temperature (December–February) in Canada since 1948. The base period is 1981–2010 (Data source: Environment Canada).

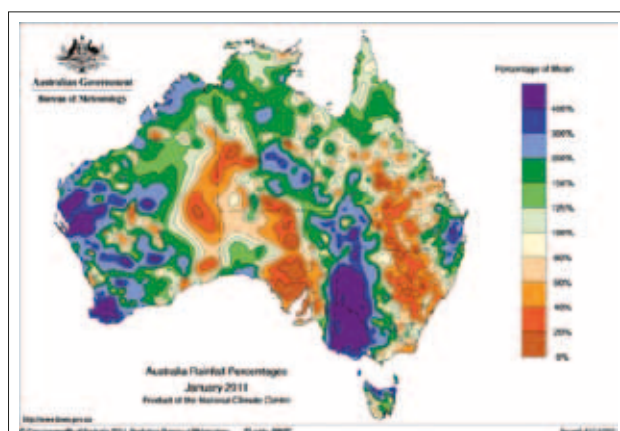
pa tako vročega poletja še niso zabeležili. Povprečna temperatura je v prvih dveh od naštetih zveznih držav presegla 30 °C oziroma je bila od 3 °C do 4 °C nad stoletnim povprečjem. V teksaškem Fort Smithu in Little Rocku v Arkansasu so 3. avgusta namerili 46 °C, v Tulsu (Oklahoma) pa se dan prej ni ohladilo pod 31 °C. Rekordna vročina je občasno segla tudi na vzhod ZDA; 22. julija so na washingtonskem letališču Dulles namerili 40,6 °C in v Newarku 42,2 °C. V teksaškem kraju Wichita Falls se je v sto dneh ogrelo vsaj na 100 °F (37,8 °C). Zaradi vročine je v Teksasu in Oklahomi umrlo 66 ljudi.

Konec julija je izjemen vročinski val zajel območje Kavkaza in Bližnjega vzhoda. V Armeniji so s 43,7 °C postavili državni rekord, ob Perzijskem zalivu pa se je živo srebro povzpelo tudi prek 50 °C – v kuvajtskem Mitribahu je bilo 3. avgusta 53,3 °C.

V delu Evrope sta bila september in november rekordno topla. November je na Norveškem postregel s pozitivnim temperaturnim odklonom 4,6 °C. Norveška in Velika Britanija sta vknjižili drugo najtoplejšo jesen do zdaj, Finska celo rekordno toplo od leta 1938 naprej. Države srednje, zahodne in severne Evrope so poročale, da je bilo preteklo leto eno najtoplejših v vsem merilnem nizu.

Obilne padavine

V prejšnji številki Ujme smo poročali o obsežnih poplavih na vzhodu Avstralije ob koncu leta 2010. Te so se zavlekle do začetka februarja 2011. Najhuje je bilo na jugovzhodu Queenslanda, zahodu Novega Južnega Walesa in na severu Viktorije. V nekaj dneh sredi januarja je padlo več padavin kot običajno v vsem poletju, vsota je marsikje presegla 200 mm. Januar je bil tako zelo, ponekod rekordno namočen; padlo je nekajkrat več padavin kot navadno, lokalno celo desetkrat več (slika 6). Brisbane na vzhodni obali je sredi meseca doletela največja povodenj



Slika 6: Relativna višina padavin januarja 2011 v Avstraliji glede na obdobje 1961 – 1990 (vir: Bureau of Meteorology)

Figure 6: Percentage of January 2011 precipitation sum in Australia with respect to the 1961 – 1990 period (Source: Bureau of Meteorology).

po letu 1974, saj je severno in zahodno od mesta padlo tudi več kot 200 mm dežja v treh dneh in več kot 60 mm v eni uri. Celotna škoda avstralskih poplav je znašala več milijard ameriških dolarjev. Nenavadno toplo morje severno od Avstralije in ena najmočnejših doslej zabeleženih la ninj sta znatno pripomogla k opisanim obilnim padavinam. V letih 1973/74 in 1955 je ob podobno močnem pojavu la ninje vzhod Avstralije prav tako prizadela katastrofalna povodenj.

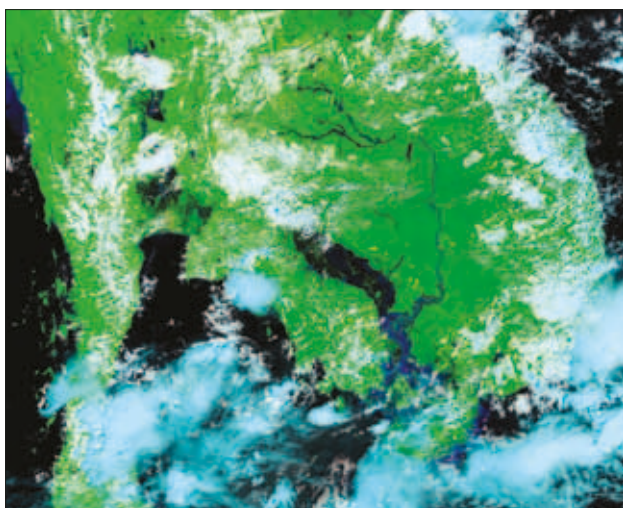
Najhuješe hudourniške poplave na svetu leta 2011 so 11. in 12. januarja prizadele Brazilijo. V nekaj urah je kakih 60 km severno od Ria de Janeira padlo več kot 200 mm dežja. V eni največjih katastrof v brazilski zgodovini so narasle vode in plazovi odnesli več kot 900 življenj.

Na severnoameriški celini so leto 2011 močno zaznamovale »stoletne« vode Misisipija in Ohia ter poplave v kanadskih prerijah. Spomladansko taljenje snega v zgornjem toku rek Misuri in Misisipi ter izjemno obilne padavine aprila in maja v severnem in ponekod v osrednjem delu ZDA so povzročile zgodovinske poplave. V devetih zveznih državah od osrednjega do severovzhodnega dela ZDA je bila pomlad najbolj namočena od začetka meritev, padlo je od 150 do 180 odstotkov običajne količine padavin. Poplave so bile najhuje dolvodno od sotočja Misisipija in Ohia; najbolj so bila prizadeta mesta Cairo, Memphis in Vicksburg.

Po vodni ujmi neslutene razsežnosti poleti 2010 je Pakistan lani znova prizadela katastrofalna povodenj. Tokrat je obsežno poplavljal v južni provinci Sindh, kjer je bilo monsunskega dežja triinpolkrat toliko kot normalno – povprečno okoli 440 mm namesto 130 mm. Na postaji Mithi so namerili rekordnih 1348 mm dežja v treh mesecih ali 370 odstotkov nad povprečjem. Umrlo je več kot 300 ljudi, poškodovanih in porušenih je bilo več kot milijon domov in prizadetih vsaj osem milijonov ljudi.

Še precej huje od ameriških so bile jesenske poplave na Tajskem, zelo mokro je bilo tudi v sosednjem Laosu (slika 7). Kombinacija obilnega monsunskega deževja in tropskih ciklonov je nastopila že junija, jeseni pa so sledile izjemno obsežne poplave. V deževni dobi od maja do oktobra je presežek na severu Tajske dosegel od 20 do 60 odstotkov, na jugu nekoliko manj. V štirih mesecih od junija do septembra je bila na severu države moča občutno nadpovprečna. Žarišče poplav je bilo vzdolž rek Mekong in Chao Phraya. Povodenj je na Tajskem, v Mjanmaru, Vietnamu in Kambodži za seboj pustila okoli tisoč mrtvih. Svetovna banka je na Tajskem nastalo škodo ocenila na neverjetnih 45 milijard ameriških dolarjev, kar opisano poplavo na svetovni lestvici »najdražjih« naravnih ujm uvršča na četrto mesto.

Oktoberja in novembra so hudourniške poplave prizadele severozahodno Italijo, zlasti Ligurijo. Dne 25. oktobra je v Brugnatu blizu La Spezie v eni uri padlo 153 mm in v šestih urah kar 472 litrov dežja na kvadratni meter. V



Slika 7: Satelitski posnetek poplav na Tajskem, na območju Bangkoka, 25. oktobra 2011 (vir: MODIS Rapid Response Team, Goddard Space Flight Center)

Figure 7: Satellite image of Thailand floods near Bangkok on 25 October 2011 (Source: MODIS Rapid Response Team, Goddard Space Flight Center).

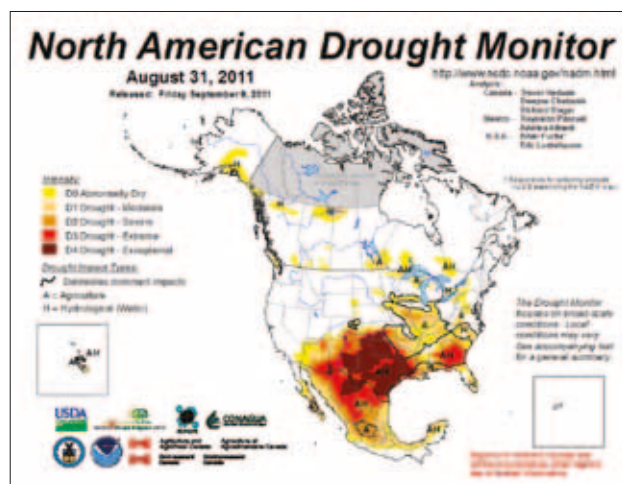
poplavih je umrlo vsaj 9 ljudi. Že 4. novembra je v Liguriji znova lilo kot iz škafo. V nekaj urah je padlo več sto mm dežja, kar je povzročilo hudourniške poplave, v katerih je umrlo vsaj 7 ljudi. V Vicomorasu so namerili kar 181 mm dežja v eni uri in 337 mm v treh urah. Silovito deževje je prizadelo tudi nekatere sosednje italijanske dežele in jug Francije. Na eni izmed francoskih postaj so namerili dobrih 900 mm padavin v prvih devetih dneh novembra.

Suše

Ob koncu leta 2010 je del vzhodne Afrike že pestila suša. Ta se je stopnjevala in nadaljevala do začetka oktobra 2011. Med najbolj prizadetimi območji so bila vzhodna in severna Kenija, zahodna Somalija in nekatera območja južnega roba Etiopije. Veliko pomanjkanje dežja v deževnih dobah od oktobra do decembra in od marca do maja je sprožilo eno najhujših suš zadnjih desetletij, podobno tistim v sezonah 1983/84, 1999/2000 in 2004/05. Od oktobra 2010 do septembra 2011 je po večini padla le petina do polovica običajne količine dežja. V Wajirju v Keniji so v tem 12-mesečnem obdobju namerili 73 namesto 310 mm padavin, nato je sledila trimesečna moča s skupno vsoto padavin 508 mm. Zaradi suše je okoli 13 milijonov ljudi potrebovalo humanitarno pomoč.

Večji del leta je huda suša pestila severno Mehiko in območja na jugu ZDA, zlasti Teksas, Oklahomo in Novo Mehiko. Pomanjkanje padavin na omenjenih območjih se je začelo že jeseni 2010. Kritično je postalo aprila, ko je ponekod v Teksasu in bližnji okolici suša dosegla najvišjo stopnjo na lestvici Ameriškega središča za blaženje posledic suše (National Drought Mitigation Center). V

naslednjih tednih se je območje močne do izjemne suše še razširilo in doseglo vrhunec od konca junija do začetka oktobra (slika 8). Takrat je več kot desetina celinske ZDA trpela izjemno hudo sušo. Od oktobra 2010 do septembra 2011 je na območju Teksasa povprečno padlo zgolj 280 mm padavin, kar je najmanj od leta 1896 naprej in le dve petini običajne letne vrednosti. V Oklahomi in Novi Mehiki je s 510 oziroma 200 mm padla dobra polovica običajne letne višine padavin. Skupno je suša povzročila za več kot pet milijard dolarjev škode. Obilno deževje v zimi 2010/11 je sušo v večjem delu prizadetega območja močno omililo.



Slika 8: Karta suše v Severni Ameriki 31. avgusta 2011. Vidno je obsežno območje s hudo sušo na jugu ZDA in severu Mehike. (vir: North American Drought Monitor)

Figure 8: Drought map of North America on 31 August 2011. A large area of severe to exceptional drought stretches across southern United States and northern Mexico (Source: North American Drought Monitor).

Požari

Sredi maja je v kanadski provinci Alberta izbruhnulo več kot sto obsežnih požarov (slika 9). Gorelo je na skupno 330 km² površine. Kljub prizadevnosti kanadske vlade, ki je v boj z ognjenimi zublji poslala tisoč gasilcev in sto helikopterjev, jim ni uspelo preprečiti tragedije v mestecu Slave Lake. Vseh 10.000 prebivalcev se je moralo začasno izseliti, požari pa so uničili 40 odstotkov zgradb. Zavarovalnice so prejele za 700 milijonov ameriških dolarjev zahtevkov za poplačilo škode.

Zaradi sušnih razmer je poleti in jeseni na jugu ZDA divjalo nekaj večjih požarov. Največji med njimi, Wallow v Arizoni, je od konca maja do začetka julija požgal 2200 km² površine. Najbolj uničujoči so bili ognjeni zublji blizu Austina v Teksasu, kjer je septembra gorelo na 130 km² površine in je zgorelo 1600 domov. Dne 18. novembra je zagorelo jugozahodno od Rena v Nevada. Močan veter je omogočil hitro širjenje požara, zato so morali na varno preseliti več kot deset tisoč ljudi, ogenj pa je pogoltnil 32 hiš.



Slika 9: Satelitski posnetek požarov v severni Alberti (Kanada) 15. maja 2011. V urah po posnetku je požar uničil precejšen del mesteca Slave Lake (vir: Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team at NASA GSFC)

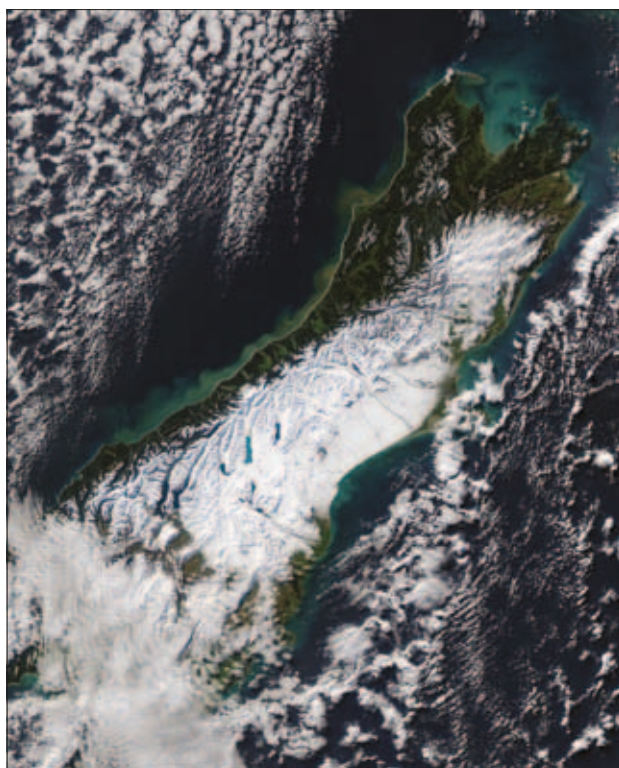
Figure 9: Satellite image of wildfires in northern Alberta (Canada) on 15 May 2011. In the hours after this picture was taken, the fires destroyed a large part of the town of Slave Lake (Source: Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team at NASA GSFC).

Snežna neurja

Julija je dvakrat nenavadno obilno snežilo v Čilu. Sedmega dne v mesecu je na severu države, v puščavi Atakama, zapadlo do 80 cm snega. Sredi meseca je snega nasulo na osrednjem vzhodu države, v mestecu Longquimay na 800 m nadmorske višine, skoraj tri metre na debelo.

Snežno neurje je avgusta divjalo na Novi Zelandiji (slika 10). V Aucklandu je snežilo prvič po letu 1939 in 15. avgusta se je ogrelo le do 8,2 °C, kar je najnižji dnevni maksimum do zdaj. Snežno neurje s povratno dobo 50 let je zasnežilo tudi dele predmestja Wellingtona in Christchurch. Tisoči domov so ostali brez električne energije, zaprte so bile številne šole, visoki valovi so onemogočali trajektno povezavo med največjima otokoma.

Dne 29. in 30. oktobra je nenavadno obilno sneženje zajelo pas od Zahodne Virginije do Nove Anglije na vzhodni obali Severne Amerike. Ponekod je zapadlo od 30 do 80 cm snega, v New Yorku so ga namerili 7 cm. Težak



Slika 10: Satelitski posnetek zasneženega Južnega otoka (Nova Zelandija) po snežnem viharju 12. junija 2011 (vir: Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team at NASA GSFC)

Figure 10: Satellite image of snow-covered South Island, New Zealand, after the snowstorm of 12 June 2011 (Source: Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team at NASA GSFC).

sneg je podiral drevesa in lomil veje, več kot tri milijone ljudi je ostalo brez električne energije. Zaradi snežnega neurja je umrlo 22 ljudi, celotna škoda je dosegla tri milijarde ameriških dolarjev.

Trendi izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkov

Mednarodni odbor za podnebne spremembe je v začetku leta 2012 izdal poročilo z naslovom *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (Upravljanje tveganja zaradi izjemnih dogodkov in nesreč za napredek v prilagajanju na podnebne spremembe). Poročilo vsebuje trenutno vedenje o spremembah v izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkih. Zadnje veliko poročilo o stanju podnebja, ki ga je izdal Medvladni odbor za podnebne spremembe leta 2007, obširno opisuje zlasti opažene spremembe in scenarije v povprečnih vrednosti klimatskih in nekaterih drugih okoljskih spremenljivk. Znanje o spremembah v ekstremnih pojavih je bilo še pred nekaj leti precej pičlo, a se je od takrat bistveno obogatilo. To ima pomembne pozitivne posledice za pripravljenost na prihodnje podnebne spremembe. Največjo gmotno škodo in smrtne žrtve namreč povzročijo prav izredne

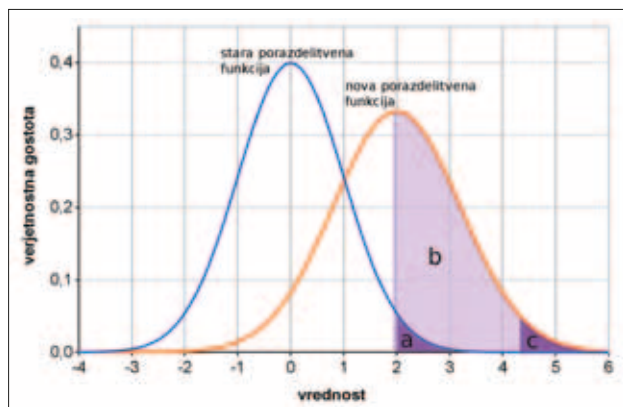
vremenske ter podnebne razmere in ne povprečno stanje ozračja.

Pojem izrednih ali ekstremnih vremenskih in podnebnih dogodkov, razmer ali pojavov ni enotno določen. Lahko ga definiramo na podlagi vrednosti določene spremenljivke ali na podlagi posledic. Pri prvem pristopu lahko postavimo določeno vrednost za prag (na primer 35 °C za visoke temperature) ali mejo na podlagi verjetnostne porazdelitve (na primer peti percentil). Pri opredelitvi z verjetnostno porazdelitvijo moramo navesti še referenčno obdobje. Pri spremenjeni verjetnostni porazdelitvi tako lahko govorimo bodisi o spremenjenem številu izrednih dogodkov bodisi o spremenjeni lastnosti izrednih dogodkov – odvisno od našega zornega kota. Posebno pozorni moramo biti pri veliki spremembi verjetnostne porazdelitve, saj lahko »izredni dogodki« iz prejšnje porazdelitve postanejo povsem običajni, redni dogodki v novi porazdelitvi (slika 11). Izjemni vremenski dogodki se navadno nanašajo na določeno vremensko stanje v ozračju, medtem ko so podnebni pogosto rezultati zaporednih, a ne nujno izjemnih vremenskih dogodkov. Značilna primera prve kategorije sta neurje s točo in nekajdnevni vročinski val, v drugo pa lahko uvrstimo na

primer večmesečno sušno obdobje ali nenavadno debelo snežno odejo spomladi v gorah.

Pri analizi izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkov se spoprijemamo z več težavami. Izjemni dogodki so po definiciji redki, zato imamo na voljo precej manj podatkov kot za povprečne razmere. Pogosta težava je nehomogenost časovnih nizov zaradi uporabe različnih naprav, različnih metod merjenja in podobno, kar zmanjšuje statistično zanesljivost. Pogostost nekaterih vrst dogodkov je prek povratnih zank močno povezana z drugo (na primer vročina in suša), kar še oteži analizo. Težavno je tudi pripisovati opažene spremembe človekovemu vplivu na podnebje, saj marsikje naravna spremenljivost podnebja zakrije signal človekove dejavnosti. Največjo neznanko predstavljajo sicer malo verjetni, a zato zelo vplivni dogodki – nenadne spremembe v podnebnem sistemu. Kandidati v tej kategoriji dogodkov so naglo krčenje morskega ledu na Arktiki, taljenje ledenih pokrovov Grenlandije in Antarktike, spremembe v monsunih, izumiranje amazonskega pragozda, oslabitev severnoatlantskega toka itn.

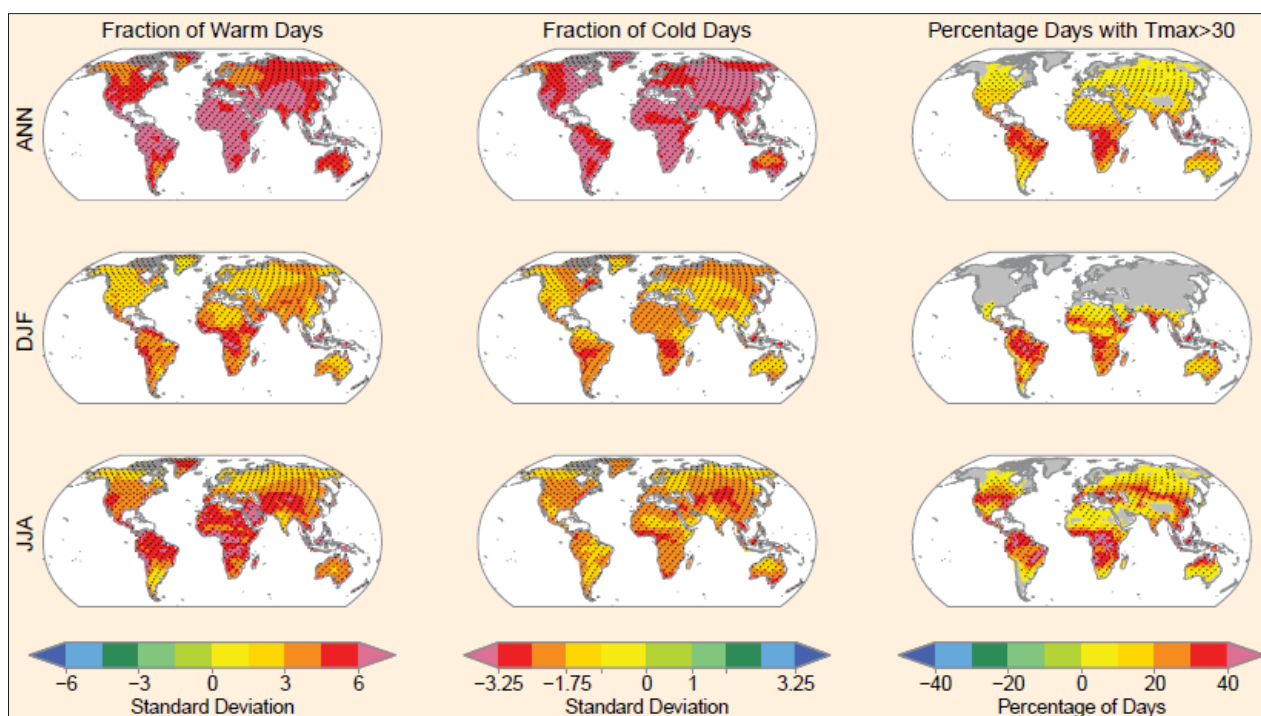
Klimatologe pogosto sprašujejo, ali je podnebje postalo bolj ekstremno. Vprašanje nima enotnega in preprostega odgovora, temveč je ta odvisen od spremenljivke, kraja in pojmovanja izrednih, ekstremnih razmer. Na vprašanje lahko deloma odgovorimo s štetjem rekordov v določenem časovnem nizu, z indeksi ekstremnosti in izračunanimi trendi v gospodarski škodi. Vsak izmed teh pristopov pa ima precejšnje omejitve. Posameznega dogodka načeloma ne moremo pripisati človekovi dejavnosti, lahko pa za določeno vrsto dogodkov, na primer za vročinske valove, izračunamo oziroma ocenimo spremembe v njihovi pogostosti.



Slika 11: Shematični prikaz vpliva podnebnih sprememb na pogostost izjemnih dogodkov. Prikazan je primer, ko se glavnina vrednosti določene spremenljivke premakne proti višji vrednosti, spremenljivost pa se poveča. Tako se dramatično poveča število dogodkov nad absolutno mejo za ekstremne dogodke po stari porazdelitvi (z območja a na vsoto območij a, b in c). Če za merilo izrednih dogodkov ohranimo 2,5 odstotka največjih vrednosti, te po podnebnih spremembi postanejo bistveno večje kot prej (območje c).

Figure 11: Schematic display of how climate change influences the frequency of extreme events. A case, where the peak of a certain variable moves towards higher values and variability increases, is shown. Extreme events according to the absolute limit of the old frequency distribution (region a) become much more frequent in the new distribution (regions a, b and c). Applying the same percentile criterion (2.5 %) to the new distribution results in the extremes of much higher values than before (region c).

V preteklih desetletjih se je skupaj s splošnim ogrevanjem ozračja, tal in oceanov opazno spremenila pogostost nekaterih izjemnih vremenskih in podnebnih dogodkov. Na svetovni ravni se je v zadnjih desetletjih povečalo število zelo toplih dni in noči, zelo hladnih pa zmanjšalo. Le nekatera manjša območja sveta, recimo osrednji del Severne Amerike, vzhod ZDA, jug Grenlandije in južni del Južne Amerike, odstopajo od te splošne slike. Vročinski valovi so precej verjetno postali daljši in številčnejši, nasprotno velja za obdobja hudega mraza. V srednji in zahodni Evropi se še dobro spomnimo izjemno vročega poletja 2003, v Rusiji in vzhodni Evropi pa neznosne vročine leta 2010. Verjetnost takšnih dogodkov se je zaradi človekovega vpliva na podnebje vsaj podvojila, v večjem delu Evrope pa je bilo bodisi poletje 2003 bodisi poletje 2010 verjetno najtoplejše v zadnjih petsto letih. Zaradi splošnega višanja temperature že opažamo zgodnejši nastop spomladanskega vrhunca v rečnem režimu pri rekah, ki se napajajo s snežnico ali ledeniki. Opisane temperaturne spremembe na svetovni ravni gre z veliko verjetnostjo pripisati človekovemu vplivu na podnebje. V 21. stoletju lahko na svetovni ravni skoraj zanesljivo pričakujemo nadaljevanje preteklega trenda (slika 12).



Slika 12: Projektija spremembe treh indeksov za najvišjo dnevno temperaturo zraka na letni in sezonski ravni za obdobje 2081–2100 glede na modelske vrednosti (referenčno obdobje 1980–1999) na podlagi 14 modelov splošne cirkulacije v ozračju v projektu CMIP3. Na levi je prikazana sprememba v verjetnosti toplih dni (nad 90. percentilom), na sredini sprememba v verjetnosti hladnih dni (pod 10. percentilom) in na desni sprememba v pogostosti vročih dni (z najvišjo dnevno temperaturo več kot 30 °C). Sprememba je bodisi izražena s spremenljivostjo verjetnosti hladnih in toplih dni iz leta v leto bodisi z odstotnimi točkami (vroči dnevi). V zgornji vrsti so prikazani rezultati za leto, v srednji za zimo (december–februar) in v spodnji za poletje (junij–avgust). V izračunih je bil uporabljen emisijski scenarij SRES A2. Obarvana območja so tista, kjer se vsaj 10 od 14 modelov strinja o predznaku spremembe, in pikčasta tista, kjer se strinja vsaj 13 modelov. (vir: IPCC, 2012; slika 3-3)

Figure 12: Projected annual and seasonal changes in three indices for daily maximum temperatures (T_{max}) for the 2081–2100 period with respect to the 1980–1999 period, based on 14 GCMs contributing to the CMIP3. Left column: fraction of warm days (days in which T_{max} exceeds the 90th percentile for that day of the year, calculated from the 1961–1990 reference period); middle column: fraction of cold days (days in which T_{max} is lower than the 10th percentile for that day of the year, calculated from the 1961–1990 reference period); right column: percentage of days with $T_{max} > 30$ °C. Changes are computed for the annual time scale (top row) and two seasons (December–January–February, DJF, middle row, and June–July–August, JJA, bottom row) as the fractions/percentages in the 2081–2100 period (based on simulations for the SRES A2 emission scenario) minus the fractions/percentages for the 1980–1999 period (from corresponding simulations for the 20th century). Warm day and cold day changes are expressed in units of standard deviations, while $T_{max} > 30$ °C changes are given directly as differences in percentage points. Colour shading is only applied for areas where 10 out of 14 of the GCMs agree on the sign of change; stippling is applied for regions where at least 13 out of 14 of the GCMs agree on the sign of change (Source: IPCC, 2012; Figure 3-3).

Padavinska slika je bolj pestra, a dokazi se nagibajo k temu, da so v večjem delu sveta obilni padavinski dogodki postali pogostejši. Ob tem je kar nekaj dokazov za človekov vpliv kot vzrok za to spremembo. V toplejšem ozračju namreč pričakujemo več vodne pare v zraku in tako večji potencial za izjemno obilne padavine. V prihodnjih desetletjih se nam tako obeta večanje deleža padavin v obliki nalivov oziroma obilnih padavinskih dogodkov, zlasti v tropskem pasu, na visokih geografskih širinah in pozimi v zmernih severnih širinah. Skladno s tem se bo marsikje na teh področjih verjetno povečala verjetnost za hudourniške poplave. Po drugi strani je pri višji temperaturi izhlapevanje hitrejše in s tem večji potencial za sušna obdobja. Slednje se sklada z opaženim trendom daljših in izrazitejših suš v južni Evropi in zahodni Afriki, po svetu pa najdemo tudi območja, kjer je bil trend ravno nasproten.

Dokazi o spremembah vetrovnosti so na splošno tudi zaradi slabe kakovosti časovnih nizov precej pičli, kar velja tudi za pogostost in moč tropskih ciklonov. Bolj trdni so le dokazi, da so se poti ciklonov zmernih širin premaknile proti poloma. Takšen trend naj bi se nadaljeval tudi v prihodnosti. Modelski izračuni se nagibajo k izrazitejšim, a redkejšim tropskim ciklonom v prihodnjih desetletjih. Tudi število ciklonov zmernih severnih širin bo verjetno upadlo.

Meritve kažejo, da se je v zadnjih desetletjih povečalo skupno število pozitivne (el ninjo) in negativne faze (la ninja) v nihanju vremensko-oceanskega sistema v ekvatorialnem delu Tihega oceana.

Sklepne misli

Vreme tudi leta 2011 ni prizanašalo številnim predelom po svetu. Podobno kot v preteklih letih je bilo največ ekstremov v kategoriji visokih temperatur. Poplave so bile marsikje katastrofalne, najhuje je bilo, podobno kot leto prej, v Aziji. Del Afrike in Severne Amerike pa je pestila katastrofalna suša. Takšnim in drugačnim škodljivim vremenskim in podnebnim posebnostim bomo morali v prihodnosti nameniti še več pozornosti, zlasti pa se nanje ustrezno pripraviti. Podnebne spremembe bodo namreč s seboj prinesle doslej zelo redke ali še nikdar opažene ekstreme, s katerimi nimamo izkušenj. Po drugi strani bodo nekatere vrste ekstremnega vremena postale bolj prizanesljive in redkejše. Upamo lahko le, da bo človeštvu uspelo zbrati dovolj modrosti in poguma, da upočasni podnebne spremembe in kar se da ublaži njihove posledice.

Viri in literatura

1. Bureau of Meteorology, National Climate Centre, 2011. Australia in autumn 2011. Dosegljivo na: <http://www.bom.gov.au/climate/current/season/aus/archive/201105.summary.shtml> [23. april 2012].
2. Bureau of Meteorology, National Climate Centre, 2011. Frequent heavy rain events in late 2010/early 2011 lead to widespread flooding across eastern Australia. Special Climate Statement 24. Dosegljivo na: <http://www.bom.gov.au/climate/current/statements/scs24b.pdf> [24. april 2012].
3. Bureau of Meteorology: <http://www.bom.gov.au/climate/current/index.shtml> [23. april 2012].
4. Deutscher Wetterdienst, 2011. Deutschlandwetter im Jahr 2011. Dosegljivo na: http://www.dwd.de/bvw/appmanager/bvw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_menu2_presse&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2011%2F20111229_DeutschlandwetterJahr__2011__news.html [23. april 2012].
5. Dirección Meteorológica de Chile: <http://164.77.222.61/climatologia/> [23. april 2012].
6. Environment Canada, 2011. Climate Trends and Variations Bulletin, Winter Summary 2010/2011. Dosegljivo na: <http://www.ec.gc.ca/adsc-cmda/default.asp?lang=en&n=8C03D32A-1>.
7. Foster, G. in Rahmstorf, S., 2011. Global temperature evolution 1979–2010. Environ. Res. Lett. 6 (2011), 4. Dosegljivo na: http://iopscience.iop.org/1748-9326/6/4/044022/pdf/1748-9326_6_4_044022.pdf.
8. Gallino, S., Bonati, V., Cavallo, A., Galvani, G., Giannoni, F., Gollo, P. in Turato, B., 2011. Rapporto di evento Meteoidrologico del 4-9/11/2011 [http://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//pubblicazioni/rapporti_eventi/2011/REM_20111104_alluvione_genova_\(versione_19122011\).pdf](http://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//pubblicazioni/rapporti_eventi/2011/REM_20111104_alluvione_genova_(versione_19122011).pdf) [23. april 2012].
9. Global Climate Data & Maps: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/monitoring_and_data/restworld.shtml.
10. Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M. in Lo, K. (NASA GISS), 2012. Global Temperature in 2011, Trends, and Prospects. Dosegljivo na: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/2011/> [23. april 2012].
11. http://www.noaanews.noaa.gov/stories2011/20110215_globalstats.html.
12. IPCC, 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor in P. M. Midgley (uredniki)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 str. Dosegljivo na: <http://ipcc-wg2.gov/SREX/> [23. april 2012].
13. Lean, J. L. in Rind, D. H., 2009. How will Earth's surface temperature change in future decades? Geophys. Res. Lett. 36, L15708. Dosegljivo na: http://www.unity.edu/facultypages/womersley/2009_Lean_Rind-5.pdf.
14. Mahmood, A., Faisal, N., Jameel, A. (Pakistan Meteorological Department), 2012. Special report on Pakistan's monsoon 2011 rainfall. Dosegljivo na: <http://www.pakmet.com.pk/cdpc/prg/Pakistan%20Monsoon%202011.pdf> [23. april 2012].
15. Masters, J., 2011. Fourteen U.S. billion-dollar weather disasters in 2011: a new record. Dr. Jeff Masters' WunderBlog: <http://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/comment.html?entrynum=1981> [23. april 2012].
16. Masters, J., 2011. Top ten global weather events of 2011. Dosegljivo na Dr. Jeff Masters' WunderBlog: <http://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/comment.html?entrynum=2008> [23. april 2012].
17. Meteorološki arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.
18. MeteoSchweiz, 2012. Klimabulletin Jahr 2011. Zürich, Švica, dosegljivo na spletu: http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_heute/jahresflash/bulletin2011.Par.0001.DownloadFile.tmp/klimabulletinjahr2011.pdf [23. april 2012].
19. NASA Goddard Institute for Space Studies. GISS Surface Temperature Analysis: http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/ [23. april 2012].
20. National Climate Centre, Bureau of Meteorology, 2011. Australia in January 2011. Dosegljivo na: <http://www.bom.gov.au/climate/current/month/aus/archive/201101.summary.shtml> [23. april 2012].
21. National Drought Mitigation Center: http://drought-monitor.unl.edu/DM_tables.htm?archive [23. april 2012].

22. National Institute of Water and Atmospheric Research, 2011. National Climate Summary – May 2011: Warmest May on record. Dosegljivo na spletu: http://www.niwa.co.nz/sites/default/files/climate_summary_may2011.pdf (23. april 2012).
23. National Institute of Water and Atmospheric Research, 2011. National Climate Summary – June 2011: The 3rd-warmest June on record, and very gloomy. Dosegljivo na spletu: http://www.niwa.co.nz/sites/default/files/climate_summary_june2011.pdf (23. april 2012).
24. NOAA National Climatic Data Center, 2011. State of the Climate: Global Hazards for July 2011. Objavljeno na spletu avgusta 2011: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards/2011/7> (23. april 2012).
25. NOAA National Climatic Data Center, 2011. State of the Climate: Global Hazards report for 2011. Mesečna poročila so objavljena na: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards/2011/> (23. april 2012)
26. NOAA National Climatic Data Center, 2011. State of the Climate: National Overview reports for 2011. Mesečna poročila so objavljena na: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/2011/> (23. april 2012).
27. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/2011/5> (23. april 2012).
28. NOAA National Climatic Data Center, 2011. State of the Climate: Upper Air for Annual 2011. Na spletu objavljeno decembra 2012: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/upper-air/2011/13> (23. april 2012).
29. NOAA National Climatic Data Center. August 2011 climate records: <http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/images/us/2011/aug/August-2011-climate-records.pdf> (23. april 2012).
30. NOAA National Climatic Data Center. Plot Time Series: <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/time-series/index.php> (23. april 2012).
31. Thai Meteorological Department, 2011. Rainfall and severe flooding over Thailand in 2011. Dosegljivo na: http://www.tmd.go.th/en/event/flood_in_2011.pdf (23. april 2012).
32. Turato, B., Cavallo, A., Galvani, G., Giannoni, F. in Gollo, P., 2011. Rapporto di evento Meteoidrologico del 25/10/2011. Dosegljivo na [http://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//pubblicazioni/rapporti_eventi/2011/REM_20111025_alluvione_spezzino_\(versione_19122011\).pdf](http://www.arpal.gov.it/contenuti_statici//pubblicazioni/rapporti_eventi/2011/REM_20111025_alluvione_spezzino_(versione_19122011).pdf) (23. april 2012).
33. Victorian Climate Services Centre, 2011. Record wet January brings unprecedented flooding to northwest Victoria. Special Climate Statement 26. Dosegljivo na: <http://www.bom.gov.au/climate/current/statements/scs26.pdf> (23. april 2012).
34. Wikipedia, 2012. 2011 Thailand floods. Dosegljivo na: http://en.wikipedia.org/wiki/2011_Thailand_floods (23. april 2012).
35. World Meteorological Organization, 2012. WMO statement on the status of the global climate in 2011, WMO-No. 1085. Ženeva, Švica, 22 str. Dosegljivo na: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/documents/1085_en.pdf (23. april 2012).
36. WunderBlog, 2011. 2011: Fourteen Billion-Dollar Weather Disasters, Most in U.S. history. Dosegljivo na WunderBlogs: <http://www.wunderground.com/resources/severe/severe.asp> (23. april 2012).
37. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2011. Stille Rekorde: Erste Bilanz des Wetterjahres 2011 mit Überraschungen. Dosegljivo na: http://www.zamg.ac.at/aktuell/index.php?seite=1&artikel=ZAMG_2011-12-23GMT12:19 (23. april 2012).
38. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2011. Wetterrückblick. Mesečna poročila so dosegljiva na: http://www.zamg.ac.at/klima/klima_monat/wetterrueckblick/ (23. april 2012).