

METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

Meteorological Bulletin

ROČNÍK 72 (2019)

V PRAZE DNE 30. ČERVNA 2019

ČÍSLO 3

ZPRÁVA SVĚTOVÉ METEOROLOGICKÉ ORGANIZACE O STAVU POČASÍ A PODNEBÍ VE SVĚTĚ V ROCE 2018

The WMO report on the Status of the Global Climate in 2018. Since 1994 the World Meteorological Organization (WMO) has been publishing its annual “WMO Statement on the Status of the Global Climate”. The report has gradually gained in popularity and recently is a recognized authoritative source of information for the scientific community, the media and the general public. The report presented is the latest link of this successful sequence. The journal Meteorologické zprávy (Meteorological Bulletin) offers to its readers an abbreviated version of the report.

KLÍČOVÁ SLOVA: průměrná globální teplota – globální úhrn srážek – mořský led
KEY WORDS: average global temperature – globally precipitations – sea-ice

1. PŘEDMLUVA

Tato zpráva je dvacátým pátým prohlášením Světové meteorologické organizace (SMO) o stavu globálního klimatu. Představuje trvalé mezinárodní úsilí zaměřené na výstupy vědeckých analýz vedoucí k pochopení meziročních změn a dlouhodobých trendů měnícího se klimatu, jak v úvodu konstatuje generální tajemník SMO Petteri Taalas.

Každoročně jsou zpracovávány poznatky, které informují členské státy SMO, strany Rámcové úmluvy Organizace spojených národů (OSN) o ochraně klimatu a politické představitel o stavu klimatického systému. Zpráva doplňuje hodnocení Mezivládního panelu o změně klimatu (IPCC), které je předkládáno v pěti až sedmiletém cyklu.

Od prvního zveřejnění této zprávy dosáhla klimatická věda nevídaného rozvoje. Poskytuje spolehlivé výsledky o globálním zvyšování teploty a souvisejících aspektech, jako je vzestup hladiny moří, úbytek mořského ledu, ztráta ledovcové hmoty a extrémních událostech spojených se zvyšující se teplotou, např. vlny veder. Stále existují oblasti, které potřebují zlepšit pozorování a výzkum, včetně posouzení vlivu změn klimatu na extrémní události a chování oceánického a atmosférického proudění, které mohou na některých místech vyvolat extrémní ochlazení a naopak oteplení na místech jiných.

Mezi hlavní zjištění letošní zprávy patří zrychlený růst teploty zaznamenaný od roku 2015, neustálý vzestupný trend koncentrace hlavních skleníkových plynů v atmosféře, rostoucí vzestup hladiny moří a ztráta mořského ledu v severní i jižní polární oblasti.

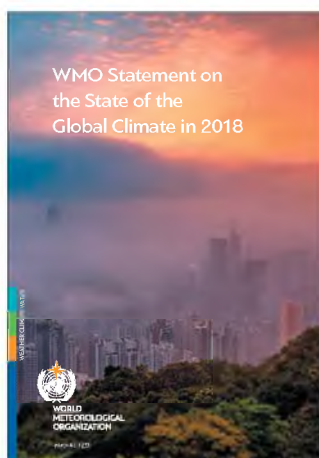
Pokročilo se i v pochopení vazby mezi pozorovanou variabilitou změn klimatu a souvisejícím dopadem na společnost, a to

díky vynikající spolupráci sesterských agentur v rámci OSN. Zpráva informuje o některých z těchto souvislostí zaznamenaných v posledních letech zejména od roku 2015 do roku 2018, což je období, ve kterém se kromě dlouhodobých klimatických změn projevil silný vliv jevů El Niño a La Niña.

Globální teplota vzhledem k předindustriálnímu období vzrostla o 1 °C. Zbývající čas k dosažení závazků v rámci Pařížské dohody se tak rychle zkracuje.

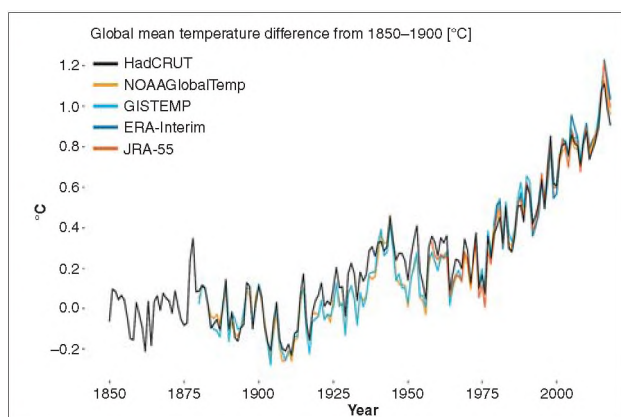
Podle prohlášení generálního tajemníka OSN António Guterrese vyvolávají údaje zveřejněné v této zprávě velké obavy a potvrzují naléhavost opatření v oblasti klimatu, což také zdůrazňuje nedávno vydaná speciální zpráva IPCC „Oteplení o 1,5 °C“. Omezení globálního oteplení na 1,5 °C bude, podle této zprávy, vyžadovat rychlé a dalekosáhlé změny v oblasti zemědělství, energetiky, průmyslu, stavitelství, dopravy a ve městech. Globální antropogenní emise oxidu uhličitého musí do roku 2030 klesnout přibližně o 45 % a dosáhnout tzv. čisté nuly do roku 2050.

Generální tajemník OSN svolává do New Yorku na 23. září 2019 summit o opatřeních v oblasti klimatu za účelem podpory celosvětového úsilí v oblasti klimatické změny a mobilizace nezbytné politické vůle k dosažení cílů Pařížské dohody. Vyzývá všechny vedoucí představitel, aby konkrétními reálnými národními plány přispěli k dosažení nulových emisí v polovině století. Summit také bude demonstrovat transformační činnost ve všech oblastech, ve kterých je to zapotřebí. Už není čas na odklady, jak praví A. Guterrese, který tuto zprávu považuje za nepostradatelný příspěvek k celosvětovému úsilí o odvrácení nevrátelného narušení klimatu.



Obr. 1 Obálka publikace SMO.

Fig. 1. Cover of the WMO publication.



Obr. 2 Odchylka globální průměrné teploty od referenčního období 1850–1900 pro pět hlavních datových sad. Zdroj: UK Met Office Hadley Centre.

Fig. 2. Global mean temperature anomalies, with respect to the 1850–1900 baseline, for the five global datasets. Source: UK Met Office Hadley Centre.

2. KLÍČOVÉ UKAZATELE KLIMATU

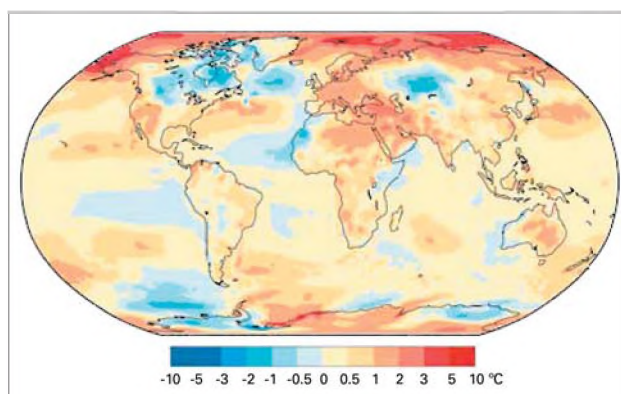
2.1 Teplota

Průměrná globální teplota v roce 2018 se odhaduje na hodnotu vyšší o $0,99 \pm 0,13$ °C než před industrializací (1850–1900). Odhad zohledňuje pět na sobě nezávislých globálních datových souborů teplot. Obr. 2 ukazuje odchylky globální průměrné teploty od referenčního období 1850–1900.

Poslední čtyři roky 2015 až 2018 byly celosvětově nejteplejšími, přičemž rok 2018 z nich byl jako nejchladnější na čtvrtém místě. Na rozdíl od dvou nejteplejších let (2016 a 2017), začal rok 2018 slabými projevy jevu La Niña typicky spojenými s nižší globální teplotou.

Zpráva IPCC o dopadech globálního oteplování uvádí, že průměrná globální teplota pro období 2006–2015 byla o 0,86 °C vyšší než předindustriální hodnoty. Pro porovnání, za poslední desetiletí (2009–2018) průměrná globální teplota vzrostla ve srovnání s úrovní před industrializací o $0,93 \pm 0,07$ °C a průměrná globální teplota za posledních pět let (2014–2018) je vyšší o $1,04 \pm 0,09$ °C vzhledem k předindustriálním hodnotám. Obě tato období zahrnují oteplení vlivem silného jevu El Niño v letech 2015–2016.

Rozložení odchylek průměrné teploty od průměru 1981



Obr. 3 Odchylka teploty vzduchu v roce 2018 od průměru let 1981–2010. Zdroj: ECMWF ERAInterim data, Copernicus Climate Change Service.

Fig. 3. Surface-air temperature anomaly for 2018, with respect to the 1981–2010 average. Source: ECMWF ERAInterim data, Copernicus Climate Change Service.

až 2010 v roce 2018 je zobrazeno na obr. 3. Podle pozemních dat NOAA, byl rok 2018 zařazen mezi 10 nejteplejších let pro Afriku, Asii, Evropu, Oceánii a Jižní Ameriku. Pouze pro Severní Ameriku se rok 2018 nezařadil mezi 10 nejteplejších let.

V tomto roce byly některé oblasti pozoruhodně teplé. V Arktidě byla průměrná roční teplota vyšší o 2 °C a místy až o 3 °C. Ačkoli teplota v Arktidě byla obecně nižší než v roce 2016, byla v porovnání s dlouhodobým průměrem stále mimořádně vysoká. Mimořádně teplá byla také oblast procházející napříč Evropou, částmi severní Afriky, Středním východem a jižní Asii, přičemž řada zemí zažila svůj nejteplejší rok v historii (Česko, Francie, Německo, Maďarsko, Srbsko, Švýcarsko) nebo jeden z pěti nejteplejších (Belgie, Estonsko, Izrael, Lotyšsko, Pákistán, Moldávie, Slovinsko, Ukrajina). Pro Evropu jako celek byl rok 2018 jedním ze tří nejteplejších let. Další oblasti s nezvykle vysokou teplotou byly zaznamenány na jihozápadě USA, ve východní části Austrálie (pro tuto lokalitu celkově třetí nejteplejší rok) a na Novém Zélandě, kde to byl historicky druhý nejteplejší rok.

Naproti tomu výskyt oblastí s podprůměrnými teplotami byl podstatně omezenější. Části Severní Ameriky a Grónska, centrální Asie, západní části severní Afriky, části východní Afriky, pobřežní oblasti západní Austrálie a západní části tropické Jižní Ameriky byly ve srovnání s průměrem chladnější, ale ne neobvykle.

2.2 Skleníkové plyny a ozon

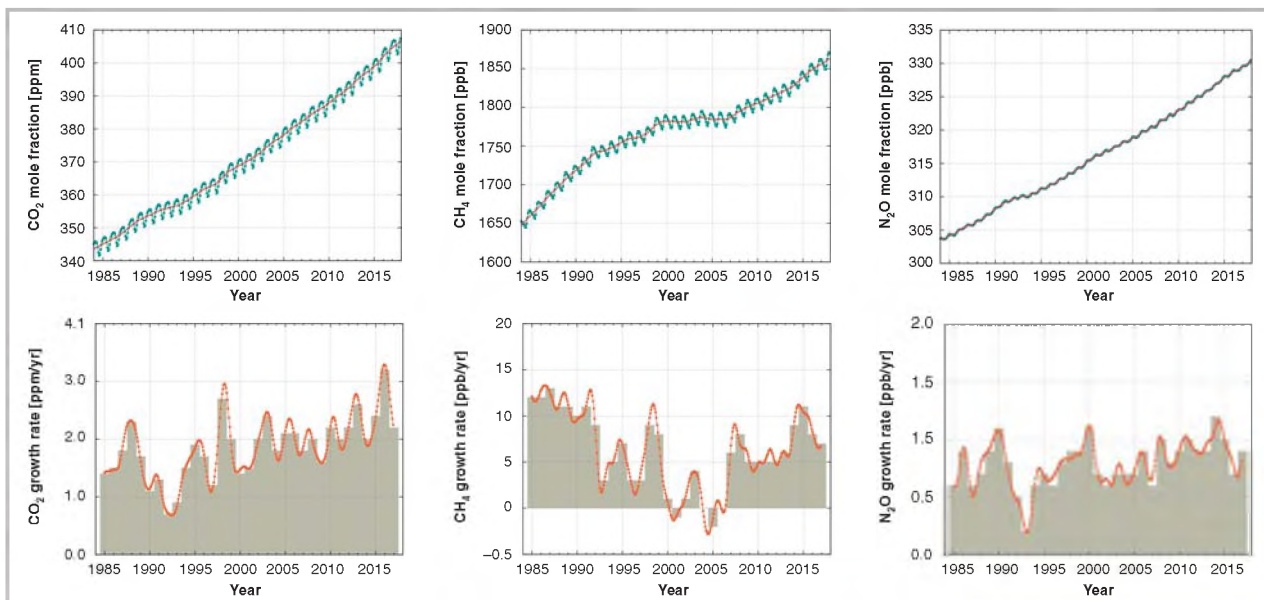
Zvyšující se koncentrace skleníkových plynů v atmosféře jsou klíčovým faktorem změny klimatu. Atmosférické koncentrace odrážejí rovnováhu mezi zdroji (včetně emisí způsobených člověkem) a spotřebiteli (absorpce biosférou a oceány). Koncentrace skleníkových plynů v roce 2017 dosáhly nových maxim pro CO₂ $405,5 \pm 0,1$ ppm, pro metan (CH₄) 1859 ± 2 ppb a pro oxid dusný (N₂O) $329,9 \pm 0,1$ ppb (obr. 4). Tyto hodnoty představují 146 %, 257 % a 122 % předindustriálních hodnot (před r. 1750). Globální průměrné hodnoty pro rok 2018 budou k dispozici až na konci roku 2019, ale údaje z řady konkrétních míst, včetně Mauna Loa (Hawaii) a mysu Grim (Tasmanie) ukazují, že množství CO₂, CH₄ a N₂O v atmosféře se v roce 2018 nadále zvyšovalo. Zpráva IPCC uvádí, že k omezení oteplení o 1,5 °C od předindustriální hodnoty by bylo zapotřebí dosažení čistých nulových emisí CO₂ globálně kolem roku 2050, a to se současným snížením emisí dalších skleníkových plynů, zejména CH₄.

Přesné stanovení emisí CO₂ a jejich rozložení mezi atmosféru, oceány a půdu, tzv. *globální uhlíkový rozpočet*, nám pomáhá zachytit, jak lidé mění klima Země a zároveň podporuje rozvoj opatření v oblasti klimatu a zpřesňuje prognózy budoucích změn klimatu.

Emise fosilního uhlíku rostly v posledních dvou stoletích téměř nepřetržitě, trend byl krátce přerušen pouze světově významnými hospodářskými poklesy. Emise v roce 2017 nadále rostly o 1,6 % a v roce 2018 předběžně o 2,0 % (1,1 %–3,4 %).

Čisté emise CO₂ z využívání půdy a změn půdního pokryvu byly v průměru za poslední desetiletí $5,0 \pm 2,6$ mld. tun ročně (s velmi nejistým ročním odhadem). Změny ve využívání půdy a emise CO₂ z fosilních paliv dosáhly v roce 2018 $41,5 \pm 3,0$ miliardy tun.

Pokračující vysoké emise vedly ke zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře v roce 2018 o $2,82 \pm 0,09$ ppm. Toto zvýšení koncentrace CO₂ je výsledkem akumulace pouze části celkových emisí CO₂, protože přibližně 55 % všech emi-

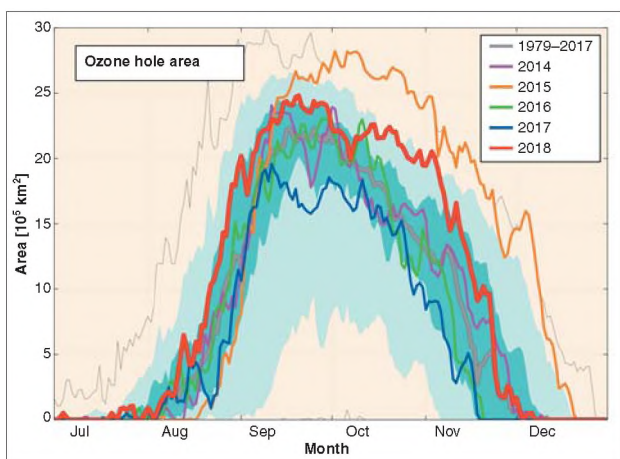


Obr. 4 Celková průměrná koncentrace CO_2 (vlevo), CH_4 (uprostřed) a N_2O (vpravo) pro období 1984–2017. Červená čára je měsíční průměrná koncentrace bez sezónních odchylek; modré tečky zobrazují měsíční průměry (nahore). Tempo růstu představuje nárůst po sobě jdoucích ročních koncentrací pro CO_2 (vlevo), CH_4 (uprostřed) a N_2O (vpravo), (spodní řada). Zdroj: WMO Global Atmosphere Watch.

Fig. 4. Globally averaged mole fraction (measure of concentration), from 1984 to 2017, of CO_2 in parts per million (left), CH_4 in parts per billion (centre) and N_2O in parts per billion (right). The red line is the monthly mean mole fraction with the seasonal variations removed; the blue dots and line show the monthly averages. Bottom row: Growth rates representing increases in successive annual means of mole fractions for CO_2 (ppm per year; left), CH_4 (ppb per year; centre) and N_2O (ppb per year; right). Source: WMO Global Atmosphere Watch.

si CO_2 je z atmosféry ukládáno v oceánech nebo spotřebováno vegetací.

Ukládání CO_2 je rozloženo po celé Zemi, na pevnině i v oceánech. Toky CO_2 v tropech jsou téměř uhlíkově neutrální vzhledem k tomu, že spotřeba CO_2 je zde do značné míry omezována odlesňováním. Na jižní polokouli dominují



Obr. 5 Plocha (milióny km^2) celkového ozónu pod 220 Dobsonových jednotek. Oblast mezi 30. a 70. percentilem je znázorněna tmavě zeleno-modře a světle zeleno-modrá barva představuje oblast mezi 10. a 90. percentilem pro období 1979–2017. Tenká černá čára ukazuje maximální a minimální hodnoty pro každý den v období 1979–2017. Zdroj: Graf zhotovila SMO na základě údajů získaných z Ozone Watch a NASA.

Fig. 5. Area (10^6 km^2) where the total ozone column is less than 220 Dobson units. The dark green-blue shaded area is bounded by the 30th and 70th percentiles and the light green-blue shaded area is bounded by the 10th and 90th percentiles for the period 1979–2017. The thin black lines show the maximum and minimum values for each day during the 1979–2017 period. Source: based on data from the NASA Ozone Watch website (Ozone Mapping and Profiler Suite, Ozone Monitoring Instruments and Total Ozone Mapping Spectrometer).

při ukládání a přeměně CO_2 oceány, zatímco na severní polokouli se na tomto procesu podílí podobným dílem jak pevnina, tak oceán.

2.2.1 Ozon

Po úspěchu Montrealského protokolu bylo ukončeno používání halonů a chlorovaných uhlovodíků (CFC). Vzhledem k jejich dlouhé životnosti však tyto sloučeniny zůstávají v atmosféře po mnoho desetiletí. V atmosféře je stále hodně chloru a bromu, které od srpna do prosince na Antarktidě v určitých nadmořských výškách způsobují úplnou degradaci ozonu, takže velikost ozonové díry je do značné míry ovlivněna meteorologickými podmínkami.

V roce 2018 byla teplota jižní polární stratosféry pod dlouhodobým průměrem (1979–2017) a polární stratosférický polární vír (*polar vortex*) byl relativně stabilní, s méně vířivým tokem tepla, než je průměr od června do poloviny listopadu. Úbytek ozónu začal v roce 2018 poměrně brzy, ale až do poloviny listopadu zůstal nad dlouhodobým průměrem (obr. 5).

Plocha ozonové díry dosáhla v roce 2018 maxima dne 20. září s velikostí 24,8 milionu km^2 . Podle analýzy NASA dosáhla dne 2. října 2015 28,2 milionu km^2 a dne 24. září 2006 29,6 milionu km^2 . Navzdory poměrně chladnému a stabilnímu stratosférickému polárnímu víru byla ozonová díra v roce 2018 menší než v dřívějších letech s podobnými teplotními podmínkami, jako například v roce 2006. To naznačuje, že velikost ozonové díry začíná reagovat na pokles stratosférického chloru v důsledku rozhodnutí Montrealského protokolu.

2.3 Oceány

2.3.1 Povrchová teplota oceánů

Hladina moří byla v roce 2018 v mnohých oceánských oblastech neobvykle teplá, včetně velké části Pacifiku s výjimkou východního tropického Pacifiku a oblasti na sever

od Havaje, kde byla teplota podprůměrná. Oblasti západního Indického oceánu, tropického Atlantiku a severního Atlantiku sahající od východního pobřeží Spojených států byly také neobvykle teplé. Neobvykle studená povrchová voda byla pozorována v oblasti jižně od Grónska, což je jedna z oblastí světa, která zaznamenala dlouhodobé ochlazení.

V listopadu 2017 vznikla v Tasmánském moři teplá vlna¹⁾, která trvala až do února 2018. Teplota na povrchu moře zde překročila normál o 2 °C. Denní teplota v určitých časech zde překročila normál teploty povrchu moře až o 4 °C. Rekordně vysoká teplota na hladině moře byla spojena s neobvykle teplými podmínkami v oblasti Nového Zélandu, který zaznamenal nejteplejší léto a nejteplejší leden během dosavadních pozorování. Tato část letního období od listopadu do ledna byla také nejteplejším obdobím pro Tasmánii. S vysokou teplotou oceánu souvisela také vysoká vlhkost vzduchu. V únoru, za vrcholem této horké vlny, následovala na Novém Zélandu řada extrémních srážek.

2.3.2 Obsah oceánského tepla

Zvýšení obsahu skleníkových plynů v atmosféře (GHG) snižuje množství emitovaného záření a způsobuje tak nerovnováhu, energie se hromadí na zemském povrchu.

Více než 90 % zadržené energie způsobené skleníkovými plyny se ukládá do oceánů a obsah tohoto „oceánského tepla“ ukazuje hodnoty této akumulace energie v horních vrstvách oceánu. Na rozdíl od teplot nad pevninou, kde je postupný dlouhodobý růst z roku na rok menší než meziroční variabilita způsobená El Niňem a La Niňou, stoupá obsah „oceánského tepla“ s nižším meziročním kolísáním (obr. 6). V roce 2018 byla zjištěna nová maxima obsahu „oceánského tepla“ v horních 700 m (údaje od roku 1955) a v horních 2 000 m (údaje od roku 2005), a překročila tak předchozí maxima z roku 2017.

2.3.3 Úroveň hladiny oceánů

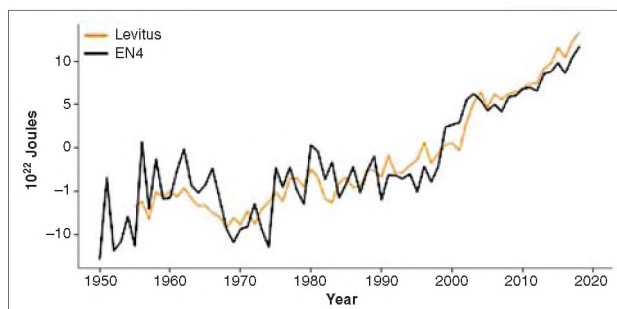
Hladina moří je jedním ze sedmi klíčových ukazatelů globální změny klimatu, kterou zdůraznila GCOS²⁾ a která byla SMO přijata pro popis stavu globálního klimatu ve svých výročních zprávách. Hladina moří stále stoupá zrychlujícím se tempem (obr. 7). Globální průměrná hladina moře v roce 2018 byla nejvyšší během dosavadních měření, o 3,7 mm vyšší než v roce 2017. V období mezi lednem 1993 a prosincem 2018 byla rychlost růstu $3,15 \pm 0,3 \text{ mm.rok}^{-1}$, přičemž odhadované zrychlení vzestupu hladiny je $0,1 \text{ mm.rok}^{-2}$. Hlavní příčinou tohoto zrychlujícího se trendu zvyšování globální průměrné hladiny moře je zrychlený úbytek hmotnosti ledu v ledovcových oblastech, jak bylo odhaleno družicovým měřením (WCRP, 2018).

2.3.4 Acidifikace oceánů

V posledním desetiletí absorbovaly oceány přibližně 30 % antropogenních emisí CO₂. Absorbovaný CO₂ reaguje s mořskou vodou a snižuje pH oceánu. Tento proces je známý jako acidifikace oceánu. Změny pH jsou spojeny s chemickými změnami v oceánech, které mohou ovlivnit schopnost mořských živočichů, jako jsou měkkýši či koráli, budovat a udržovat své schránky, ulity a kosterní materiál. Pozorování v otevřeném oceánu za posledních 30 let ukázala jasný trend snižování pH (obr. 8). IPCC AR5 uvádí pokles pH povrchového oceánu o 0,1 jednotky od začátku průmyslové revoluce

¹⁾ Marine heatwave – zvýšená teplota povrchové vrstvy moře nebo oceánu.

²⁾ Global climate indicators, <https://gcos.wmo.int/en/global-climate-indicators>.

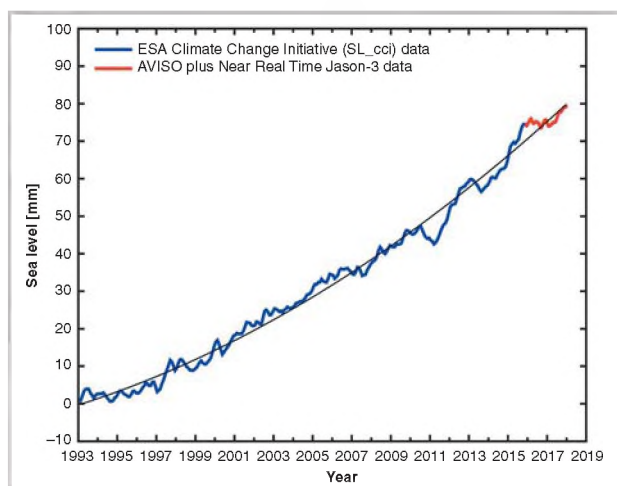


Obr. 6 Změna globálního obsahu tepla oceánu (10^{22} J) pro vrstvu 0–700 metrů vzhledem k referenčním hodnotám 1981–2010. Linie zobrazuje roční průměry vycházející z analýzy Levitus, kterou vytvořila společnost NOAA NCEI, a analýzy EN4, kterou vytvořilo britské Met Office Hadley Center. Zdroj: UK Met Office Hadley Centre, prepared using data also from NOAA NCEI.

Fig. 6. Global ocean heat content change (10^{22} J) for the 0–700 m layer relative to the 1981–2010 baseline. The lines show annual means from the Levitus analysis produced by NOAA NCEI and the EN4 analysis produced by the UK Met Office Hadley Centre. Source: UK Met Office Hadley Centre, prepared using data also from NOAA NCEI.

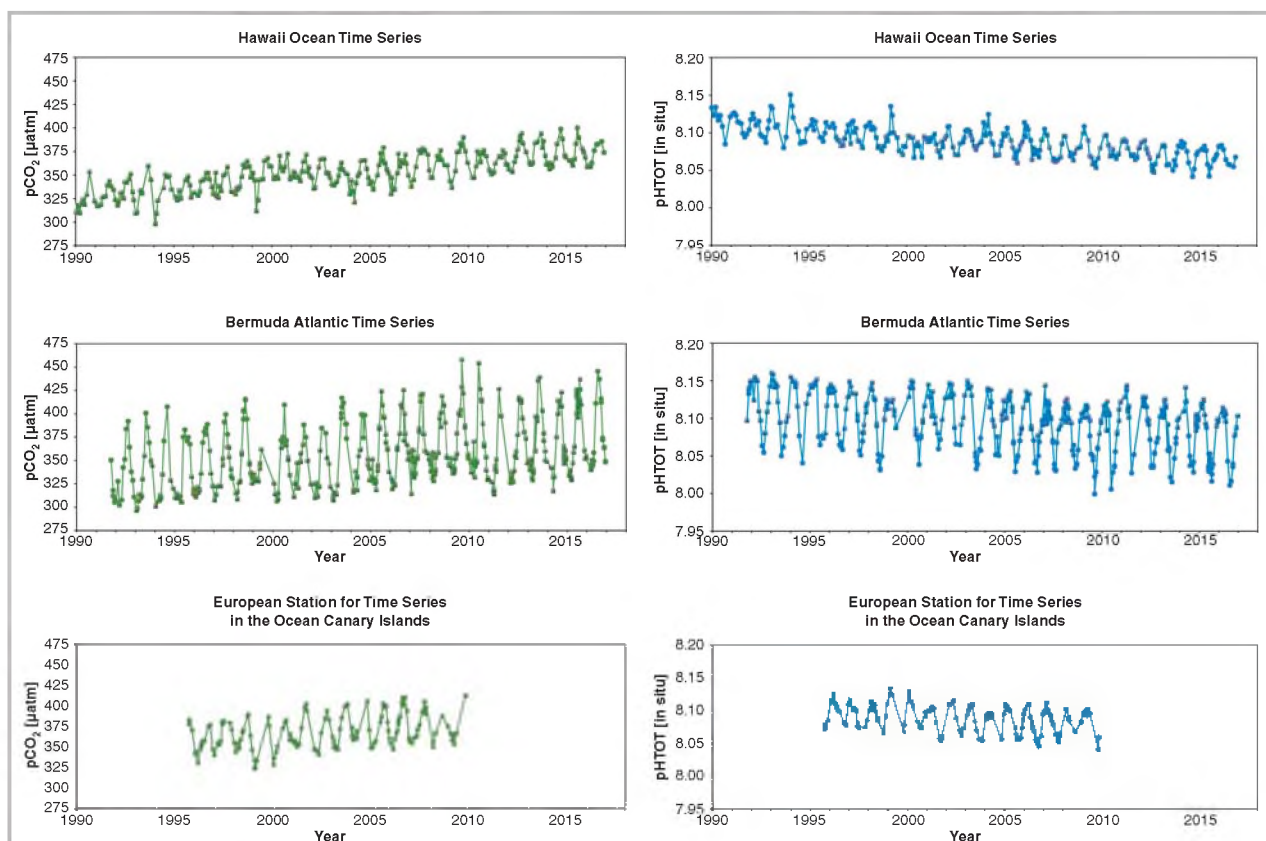
(1750). Trendy v pobřežních lokalitách jsou však méně vypovídající vzhledem k vysoce dynamickému pobřežnímu prostředí, kde působí mnoho vlivů ovlivňujících hodnoty CO₂, jako jsou změny teploty, přítok sladké vody, přítok živin, biologická aktivita a velké oscilace oceánu. Pro popis variability acidifikace oceánů a pro identifikaci faktorů a jejich dopadů je klíčové vysoké časové a prostorové rozlišení pozorování.

V souladu s předchozími zprávami a projekcemi okyselování oceánů se globální hodnoty pH nadále snižují. Další údaje z nově založených měřicích stanic na Novém Zélandu ukazují podobné výsledky, současně vyplňují důležité mezery v údajích o acidifikaci oceánů na jižní polokouli. Dostupnost provozních dat je v současné době omezená, ale očekává se, že nově zavedené metodiky udržitelného rozvoje OSN (14.3.1 – Average marine acidity (pH) measured at agreed suite of representative sampling stations) povedou k rozšíření pozorování acidifikace oceánů v celosvětovém měřítku.



Obr. 7 Vývoj průměrné hladiny světového oceánu pro období 1993–2018, ze satelitních altimetrických měření. Tenká černá čára je kvadratická funkce zobrazující zrychlení. Zdroj: European Space Agency Climate Change Initiative.

Fig. 7. Global mean sea level for the period 1993–2018 from satellite altimetry datasets. The thin black line is a quadratic function representing the acceleration. Source: European Space Agency Climate Change Initiative.



Obr. 8 Záznamy CO_2 a pH ze tří stanic s dlouhodobým měřením. Nahoře: Havaj – Pacifik, uprostřed: Bermudy – Atlantik, dole: Kanárské ostrovy – Atlantik. Zdroj: Richard Feely (NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory) and Marine Lebec (International Atomic Energy Agency Ocean Acidification International Coordination Centre).

Fig. 8. Records of CO_2 and pH from three long-term ocean observation stations. Top: Hawaii Ocean Time Series in the Pacific. Middle: Bermuda Atlantic Time Series in the Atlantic Ocean. Bottom: European Station for Time Series in the Ocean, Canary Islands, in the Atlantic Ocean. Source: Richard Feely (NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory) and Marine Lebec (International Atomic Energy Agency Ocean Acidification International Coordination Centre).

2.4 Kryosféra

Součástími kryosféry zemského systému jsou tuhé srážky, sněhová pokrývka, mořský led, jezerní a říční led, ledovce, permafrost a sezónně zmrzlá půda. Kryosféra poskytuje základní informace o změně klimatu a dosud je jednou z nejlépe prozkoumaných oblastí zemského systému. Existuje minimálně 30 vlastností, které by se měly v kryosféře měřit. Mnohé z nich jsou měřené na povrchu, ale jejich prostorové rozložení je obecně špatné. Některé byly měřeny po mnoho let z družic a nové metody měření dalších vlastností ze satelitů jsou ve vývoji. Mezi hlavní části kryosféry s vazbou na stav klimatu patří mořský led, ledovce, Grónský pevninský ledovec a sněhová pokrývka.

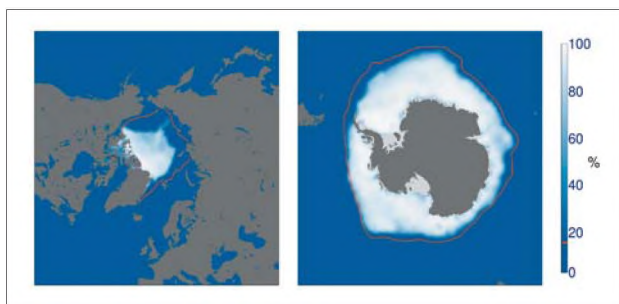
2.4.1 Mořský led

Rozsah arktického mořského ledu byl v průběhu roku 2018 hluboko pod průměrem a během prvních dvou měsíců roku byl na rekordně nízké úrovni. Roční maximum 14,48 mil. km^2 (7 % pod průměrem za období 1981–2010) bylo naměřeno v polovině března. Dle údajů National Snow and Ice Data Center (NSIDC) a Copernicus Climate Change Service (C3S) to byl třetí nejmenší březnový rozsah v satelitních záznamech od začátku těchto měření v roce 1979 (menší rozsahy byly naměřeny v březnu 2016 a 2017).

Po tomto ročním podprůměrném maximu se hodnota rozsahu mořského ledu v Arktidě na konci května umístila na

druhém nejnižším místě z doposud naměřených hodnot a do konce srpna se nadále řadila mezi 10 minimálních hodnot. Zejména v pozdním létě, podobně jako v roce 2017, pomohla hluboká a vytrvalá tlaková níže nad Arktidou zabránit většímu úbytku ledu a udržela teplotu pod dlouhodobým průměrem. Rozsah arktického mořského ledu dosáhl svého minima v polovině září (obr. 9, vlevo). Měsíční rozsah v září byl 5,45 milionu km^2 (28 % pod průměrem), šestá nejmenší doposud naměřená hodnota pro měsíc září. Všechny 12 nejmenších zářijových rozsahů bylo naměřeno od roku 2007. Pokrytí mořským ledem bylo zvláště nízké v oblasti východní Sibíře, na severu Laptěvova a Čukotského moře. Naopak nadprůměrné pokrytí mořským ledem bylo pozorováno ve východním Beaufortově moři a v severním Karském a Barentsově moři. Po svém minimu v září se rozsah mořského ledu v Arktidě rozšiřoval podprůměrnou rychlostí až do poloviny října, kdy ledová expanze zrychlovala až do konce listopadu. V prosinci se míra rozšiřování ledu opět zpomalila a na konci roku 2018 byl denní ledový rozsah stále blízko rekordně nízkým hodnotám.

Rozsah antarktického mořského ledu byl v průběhu roku 2018 také výrazně pod průměrem. Měsíční rozsah plovoucího ledu byl v lednu druhý nejnižší, v únoru absolutně nejnižší. Roční minimální rozsah nastal koncem února s měsíčním průměrem 2,28 milionu km^2 (33 % méně než průměr) a zařadil se v datovém souboru C3S mezi rekordně nízké hodnoty a v úda-



Obr. 9 Průměrná plocha mořského ledu (%) v září 2018 z analýzy C3S (modré a bílé stínování). Růžová linie naznačuje klimatologický průměr rozsahu ledu v období 1981–2010. Zdroj: ECMWF Copernicus Climate Change Service (ERA-Interim) data.

Fig. 9. Average sea-ice concentration (in %) for September 2018 from the C3S analysis (blue and white shading). The pink line shows the climatological ice edge for the period 1981–2010. Source: ECMWF Copernicus Climate Change Service (ERA-Interim) data.

jích NSIDC jako druhý nejnižší. Podmínky během pozdního léta v kontextu rozsahu mořského ledu v Antarktidě byly po několik let velmi variabilní. Výskyt největšího rozsahu mořského ledu v tomto období zde byl zaznamenán v roce 2008. V období od února do srpna 2018 se měsíční rozsah zařadil mezi deset nejnižších zaznamenaných hodnot.

Rozloha antarktického mořského ledu dosáhla svého ročního maxima koncem září a začátkem října. Měsíční průměr v září byl 17,82 milionu km^2 (4 % pod průměrem), druhý nejmenší v záznamu podle souboru dat C3S a pátý nejmenší podle údajů NSIDC (obr. 9, vpravo).

Podprůměrné pokrytí ledem bylo pozorováno v severních částech Weddellova moře a v jižním Indickém oceánu. Po svém maximu na začátku jara se zde rozsah mořského ledu rapidně snižoval, přičemž do konce roku 2018 zaznamenalo pět měsíců svá doposud naměřená minima. V posledních dnech roku 2018 dosáhl denní rozsah antarktického mořského ledu rekordně nízkých hodnot.

2.4.2 Grónsko

Grónský ledovec ztrácel ledovou masu během posledních dvou desetiletí téměř každý rok. Výpočet hmotnostní bilance ledového pokryvu (The surface mass budget, SMB) je předběžným odhadem změn povrchu ledu a zahrnuje části, které tvorbu ledu podporují, včetně srážek, a části, které způsobují úbytek ledu, jako je odtok táním, odpařování a úbytek působením větru.

V roce 2018, podobně jako v roce 2017, hodnoty SMB narůstaly díky nadprůměrným sněhovým srážkám (zejména ve východním Grónsku) a průměrnému období tání. Ve srovnání s průměrem 1981–2010 na ledovci přibýlo asi 150 miliard tun nové ledové hmoty. To je šestá nejvyšší hodnota v období 1960–2018. Jedná se o největší čistý zisk SMB od roku 1996 a největší sněhové srážky od roku 1972. I přes tento růst celkového SMB v letech 2017 a 2018, přetrvává dlouhodobý klesající trend za poslední dvě desetiletí, s přibližnou ztrátou 3 600 miliard tun ledové hmoty z Grónského ledovce od roku 2002. Nedávná studie také zkoumala ledová jádra odebraná v Grónsku, která popisují tání až do 16. století. Studie zjistila, že aktuální úbytek Grónského ledovce je nejvyšší nejméně za posledních 500 let.

2.4.3 Ledovce

Služba celosvětového monitorování ledovců (World Glacier Monitoring Service) sleduje hmotnostní bilanci

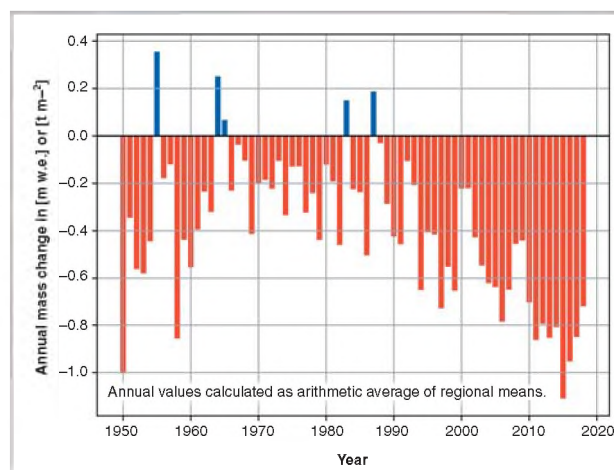
ledovců na souboru globálních referenčních ledovců s více než třiceti lety pozorování v období 1950 až 2018. Sleduje celkem 19 horských oblastí. Předběžné výsledky za rok 2018 ukazují, že hydrologický rok 2017/18 byl třicátým prvním rokem s negativní hmotnostní bilancí $-0,7$ m vodní hodnoty (obr. 10). Kumulativní ztráta ledu od roku 1970 činí ve sledovaných oblastech 21,1 m vodní hodnoty.

Horké léto v některých částech Evropy, včetně rekordního tepla v některých lokalitách, způsobilo obrovské ztráty ledu mnoha alpských ledovců. Na sních bohatá předchozí zimní sezóna 2017/18 pomohla částečně ochránit ledovce před letním teplem. V dubnu a květnu byla zaznamenána na mnoha švýcarských ledovcích rekordní výška sněhové pokrývky. V teplých letních měsících však padalo jen velmi málo sněhu a to v kombinaci s třetím nejteplejším letním obdobím znamenalo pro švýcarské ledovce úbytek v průměru o 1,5–2,0 metry tloušťky ledu. Podle expertní komise pro síť kryosférických měření švýcarské Akademie věd (Expert Commission for Cryospheric Measurement Networks of the Academy of Sciences) ztratily švýcarské ledovce za posledních 10 let jednu pětinu svého objemu.

2.4.4 Sněhová pokrývka

V průběhu roku 2018 byl průměrný rozsah sněhové pokrývky severní polokoule 25,64 mil. km^2 . To bylo o 0,77 mil. km^2 více než průměr v letech 1981–2010. Tato hodnota se řadí na třinácté místo co do největšího ročního rozsahu sněhové pokrývky od začátku satelitních záznamů v listopadu 1966. Nadprůměrná sněhová pokrývka byla pozorována po většinu měsíců, s podprůměrnými hodnotami během pozdního jara a léta. Kladné odchylky kontinentální sněhové pokrývky v celé Severní Americe byly obecně větší než v Eurasii.

Pro jižní polokouli, kde (kromě Antarktidy) je sních mimo oblasti vysokých hor obecně vzácný, nejsou žádné regiony pro porovnávání sněhové pokrývky. Ve vysokých nadmořských výškách Nového Jižního Walesu a částí Viktorie v Austrálii začala ve srovnání s nedávnými roky sněhová sezó-



Obr. 10 Roční hmotnostní bilance referenčních ledovců s více než 30letým glaciologickým měřením. Změny ročních hodnot hmotnosti jsou v jednotkách vodní hodnoty ledu (m), což odpovídá t.m^{-2} . Zdroj: World Glacier Monitoring Service (2017, updated and earlier reports), <https://wgms.ch/faqs/>.

Fig. 10. Annual mass balance of reference glaciers having more than 30 years of ongoing glaciological measurements. Annual mass change values are in units of metre water equivalent (m w.e.), which corresponds to tons per m^2 (t.m^{-2}). Source: World Glacier Monitoring Service (2017, updated and earlier reports), <https://wgms.ch/faqs/>.

na brzy, již v polovině června začalo hustě sněžit. Na Spencers Creek v Novém Jižním Walesu, napadlo v červnu 74 cm sněhu během 5 dnů, což mělo za následek výskyt největší výšky sněhové pokrývky na začátku sezóny od roku 2000. Četné studené fronty a podprůměrná teplota ovlivnily region po zbytek zimní sezóny s poměrně stabilní akumulací sněhu. Ve vyšších nadmořských výškách pohoří Nového Jižního Walesu sněžení během sezóny pokračovalo. Maximum výšky sněhové pokrývky bylo zaznamenáno na konci srpna v pohoří Spencer Creek (225 cm), o něco méně než maximum 241 cm naměřené v září 2017. Tyto hodnoty jsou ve srovnání s dlouhodobým průměrem (190 cm) nadprůměrné.

2.5 Hlavní faktory meziroční variability klimatu

Určité opakující se a dominantní charakteristiky byly identifikovány z historických záznamů tlaku vzduchu a povrchové teploty moří. Označovány jsou jako „režimy“ variability a určují nebo ovlivňují podmínky nad velkými oblastmi světa od ročních období až po celé roky.

El Niño Jižní oscilace (ENSO) je jedním z nejdůležitějších hnacích sil meziroční variability světového klimatu. Dekádní oscilace Tichého oceánu (PDO) má globální vliv na delší časová měřítka. Indický oceánický dipól (IOD), který souvisí se změnami teplotního gradientu mořského povrchu napříč Indickým oceánem, ovlivňuje počasí v pobřežních oblastech Indického oceánu i asijské monzuny. V severním Atlantiku mají pomalé změny teploty na povrchu moře označované jako Atlantická multidekádní oscilace (AMO) vliv na klima v celé této oblasti, včetně tvorby hurikánů. Arktické oscilace (AO) a Severoatlantická oscilace (NAO) jsou úzce související režimy, které reprezentují atmosférickou cirkulaci středních až vyšších zeměpisných šířek severní polokoule. V pozitivních fázích těchto režimů se ve středních šířkách posiluje západní proudění.

Negativní režim je spojen s oslabením cirkulace. Změny v AO a NAO jsou vidět v časových intervalech od dnů po desetiletí. Na jižní polokouli se vyskytuje ekvivalentní režim k AO známý jako Antarktická oscilace (AAO), která je často označována jako Jižní prstencový mód (SAM).

Rok 2018 začal slabou fází La Niña s chladnější povrchovou teplotou vody tropického Pacifiku. La Niña pokračovala až do března, kdy se teplota vrátila téměř k normálu. Koncem roku se povrchová teplota moří východního tropického Pacifiku zvyšovala a ukazovala známky návratu k El Niño. Atmosféra ale neodpověděla způsobem, který by byl charakteristický pro El Niño. Zpětné vazby zraženého El Niño, jako jsou slabší tichomořské proudění vět-

ru, zvýšená oblačnost a oslabení tlakového gradientu nad Pacifikem, chyběly. Ačkoli se vliv La Niña slabě projevil na roční průměrné teplotě v Pacifiku, typický chod srážek spojených s variabilitou ENSO, buď La Niña nebo El Niño, nebyl v roce 2018 jasně patrný (viz následující kapitola věnovaná srážkám).

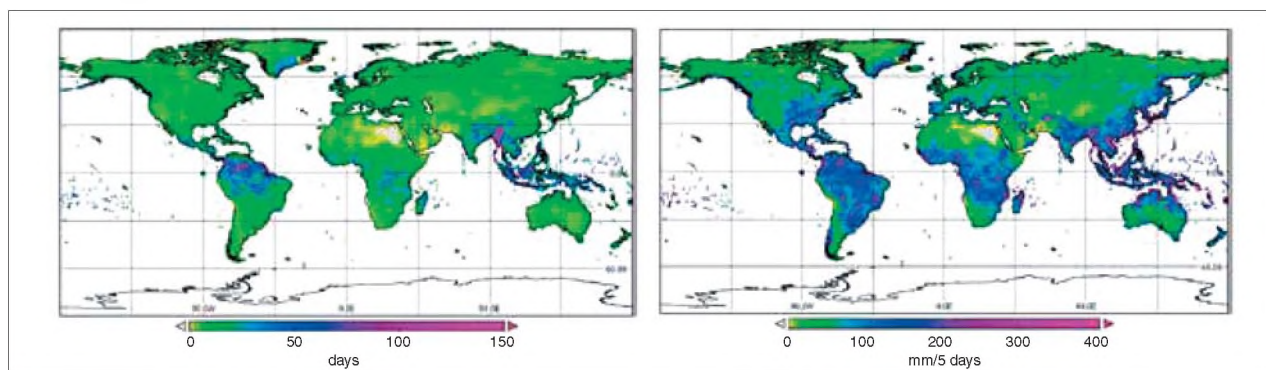
Od konce devadesátých let do konce roku 2014 byla PDO převážně v negativní fázi. Negativní fáze byla zavedena pro vysvětlení dočasného snížení rychlosti oteplování povrchu, zatímco se teplo v oceánech stále hromadilo stabilní rychlostí. V průběhu roku 2015 a 2016 byl PDO pozitivní, ale v roce 2018 byl opět převážně negativní. V krátkém časovém měřítku je obtížné rozlišit mezi účinky ENSO a PDO. Zatímco v první polovině roku 2018 byl IOD převážně negativní, od září do prosince se posunul do pozitivní fáze. Během australských jarních měsíců je pozitivní index IOD spojen se suššími podmínkami ve střední a jižní Austrálii.

V roce 2018 byla měsíční NAO silně pozitivní, s výjimkou března a listopadu. V zimě je pozitivní NAO obecně spojena s teplejšími a vlhčími podmínkami v severní Evropě a suššími a chladnějšími podmínkami dále na jihu. Záporná NAO je často spojována se suššími a chladnějšími podmínkami napříč severní Evropou. V březnu ovlivnilo období chladného počasí oblast od Velké Británie a Severního Irsku na východ přes severní Evropu až do Asie. Na jihu byla teplota nadprůměrná. Koncem října až do prosince byl SAM pozitivní. V tomto ročním období je pozitivní SAM spojován se zvýšenou pravděpodobností výskytu nadprůměrných srážek v částech východní Austrálie.

2.6 Srážky

Ačkoli slabé podmínky jevu La Niña byly přítomny počátkem roku 2018, později se změnila na neutrální, ale obvyklý vliv na srážky chyběl. Několik povodní, které jsou naopak očekávány během podmínek La Niña, se vyskytlo v Kalifornii.

Na rozdíl od jiných důležitých klimatických proměnných neexistuje jednotný ukazatel, který by mohl užitečně shrnout globální změny srážek. Některé z předvídaných změn ve srážkách v reakci na změnu klimatu totiž ovlivňují četnost a intenzitu srážek, které nejsou dobře zachytitelné jednoduchými měsíčními nebo ročními průměry. Bylo vytvořeno několik indexů, které poskytují tyto dodatečné informace. Jedním z nich je index vlhkého období (consecutive wet days, CWD), který dává nejdelší počet za sebou jdoucích dnů se srážkou v daném období (obr. 11, vlevo). Dalším je RX5 (pětidenní úhrn srážek), který zachycuje nejvyšší 5denní srážkový úhrn (obr. 11, vpravo).



Obr. 11 Vlevo: CWD (kontinuální počet dnů se srážkou) v roce 2018. Vpravo: RX5 (nejvyšší 5denní srážkový úhrn) v roce 2018. Zdroj: Global Precipitation Climatology Centre, DWD.

Fig. 11. Left: CWDs in 2018. Right: RX5 in 2018. Source: Global Precipitation Climatology Centre, DWD.

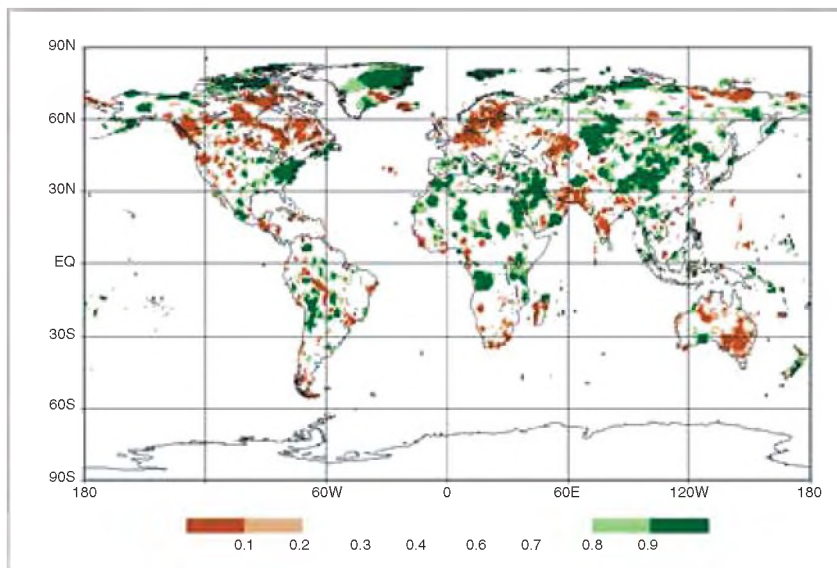
Nejdelší období CWD se vyskytuje v indickém monzonu a v intertropické konvergenční zóně (ITCZ) například Jižní Amerikou a Malajským souostrovím. S ITCZ jsou spojeny oblasti s denními vysokými srážkami (> 20 mm denně), s africkými a indickými monzunami, ale také s aktivitami tropických bouří na návětrných svazích pobřežních hor středních zeměpisných šířek. To jsou v průměru také regiony s nejvyšším RX5 (obr. 11, vpravo). Více než 300 mm bylo zaznamenáno lokálně po dobu 5 dnů v květnu v Afghánistánu s intenzivními srážkami způsobujícími přívalové povodně a související úmrtí.

V roce 2018 byly v některých regionech severní a východní Afriky, Arabského poloostrova, střední a jihovýchodní Asie, Malajského poloostrova, jihozápadní Austrálie, Nového Zélandu a východu Severní Ameriky (obr. 12) pozorovány velké kladné odchylky srážek od průměru let 1951–2010, na některých místech nad 90. percentilem. Nadprůměrné množství srážek bylo také pozorováno v Japonsku, v jihozápadní a jihovýchodní Evropě a některých místech Jižní Ameriky a také v okolí Severního ledového oceánu.

Podnormální srážky, přibližně pod 10. percentilem, byly naměřeny ve střední a východní Austrálii, na severním a východním pobřeží Arabského moře a severovýchodně od Kaspického moře, ale také na některých místech ve Střední a Severní Americe a v jižní Africe. Srážkový deficit byl také hlášen ze střední a severní Evropy a Argentiny. Některé z těchto regionů měly podnormální množství srážek také již v roce 2017, například části jižní Afriky, východní Austrálie nebo Severní Ameriky.

Indický letní monzun přinesl do Západní Gháty (Indie) a východní části Himalájí méně srážek, než je obvyklé, ale vyšší než normál v západních Himalájích. Srážky v celé Indii za červen až září 2018 byly 9 % pod dlouhodobým průměrem. Africký monzun přinesl ve většině regionů vyšší srážky než obvykle a rozšířil se daleko do oblasti Sahelu. Oblast mezi Senegalem a Pobřežím Slonoviny však měla srážky podnormální.

V oblasti mezi Viktoriínským jezerem a Etiopskou vrchovinou došlo k pozoruhodným událostem spojeným s intenzivními nebo trvalými srážkami; východní a severní pobřeží Bengálského zálivu až k východním částem Himalájí v důsledku indického letního monzonu; a jihovýchodní Asie v důsledku opakovaného výskytu tropických bouří. Mnoho silných srážek zažila severní oblast Středomoří. Několik přívalových povodní bylo způsobeno opakovanými silnými dešti na Středním východě. V Argentíně zažily některé regiony sucho, zatímco jinde se vyskytly přívalové povodně. Začátkem roku postihly střední Evropu záplavy, ale tentýž region zažil později velké sucho. Reykjavík na Islandu měl velmi vlhký rok s 261 dny s deštěm, což je rekordní maximum. Rekordní byl měsíc květen s trojnásobkem květnového průměru a každý den v měsíci přišlo. V listopadu byl zaznamenán nejvyšší 2denní srážkový úhrn na Islandu, 83,2 mm.



Obr. 12 Roční úhrn srážek v roce 2018 vyjádřený jako percentil referenčního období 1951–2010 pro oblasti, které by byly ve 20 % nejsušší (hnědě) a 20 % nejvlhčí (zeleně), tmavší odstíny hnědé a zelené označují nejsušších, resp. nejmokřejších 10 %. Zdroj: Globální klimatologické centrum, DWD.

Fig. 12. Annual total precipitation in 2018 expressed as a percentile of the 1951–2010 reference period for areas that would have been in the driest 20 % (brown) and wettest 20 % (green) of years during the reference period, with darker shades of brown and green indicating the driest and wettest 10 %, respectively. Source: Global Precipitation Climatology Centre, DWD.

2.7 Extrémní události

2.7.1 Tropické bouře

Počet tropických cyklon byl v roce 2018 nadprůměrný ve všech čtyřech oceánech severní polokoule, celkem 74 cyklon je výrazně nad průměrem 63/rok. Severovýchodní oblast Tichého oceánu byla obzvláště aktivní, s akumulovanou cyklonovou energií (ACE³⁾) 316 kt⁻², nejvyšší od té doby, co začaly spolehlivé satelitní záznamy, obr. 13. Aktivita na jižní polokouli v sezóně 2017/18 byla s 22 cyklony blízká průměru.

Dva nejsilnější cyklony roku byly Mangkhut (Ompong) a Yutu (Rosita) v severozápadním Pacifiku. Mangkhut (Ompong) zasáhl severní Filipíny v polovině září, pak prošel jižně od Hong Kongu do Číny nad pevninu v provincii Guangdong. Zasaženo bylo více než 2,4 milionu obyvatel. Podle Filipínského ministerstva zemědělství bylo postiženo více než 550 000 hektarů zemědělské půdy a ztráty v zemědělství byly vysoké. Hlášené ztráty na životech činily 134, z toho 127 na Filipínách. V čínském Hong Kongu dosáhlo vzdouvání vln rekordní úroveň 2,35 m v přístavu Victoria. Yutu (Rosita), která v říjnu zasáhla severní Mariánské ostrovy v téměř maximální intenzitě, způsobila v tomto regionu rovněž rozsáhlé škody.

Cyklon Jebi udeřil 4. září v Japonsku nejsilněji na pevninu od roku 1993. Vzdušná hladina zaplavilo většinu z Kansaiského mezinárodního letiště (blízko Osaky). Son-Tinh způsobil v červenci rozsáhlé záplavy ve Vietnamu a také v Laoské lidové demokratické republice, kde přispěl k protržení přehrady, což mělo za následek nejméně 55 obětí. Soulik překročil koncem srpna Korejský poloostrov a způsobil vážné záplavy v Lidové demokratické republice Korea, při kterých přišlo o život nejméně 86 lidí. Na konci roku 29. prosin-

³⁾ ACE index kombinuje intenzitu a trvání cyklony.

ce udeřila tropická níže Usman na centrální Filipíny silným deštěm s následnými sesuvy půdy.

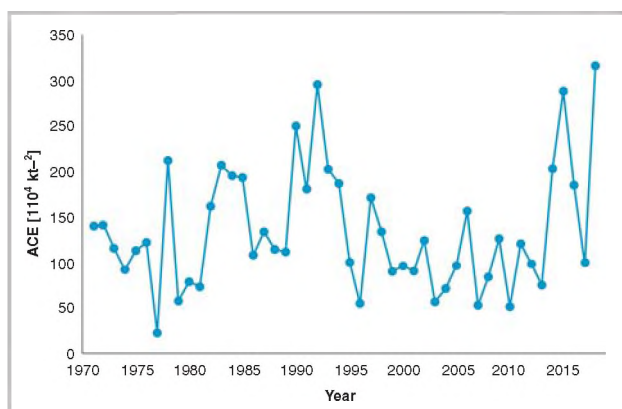
Na pevninu Spojených států amerických v roce 2018 udeřily dva významné hurikánové systémy, škody byly odhadovány na 49 miliard USD. Florencie v září před úderem na pevninu v Severní Karolině oslabila z kategorie 4 na kategorii 1, ale stále přinesla extrémní srážky a způsobila významné záplavy, zejména v pobřežních oblastech. Michael zasáhl pevninu v říjnu u Mexico Beach na Floridě jako systém 4. kategorie s centrálním tlakem vzduchu 919 hPa (prozatímní odhad), nejtintenzivnější známý úder na pevninu v této oblasti a nejtintenzivnější vpád do kontinentálních oblastí Spojených států od roku 1992, se silným větrem a vzdutím způsobeným bouří. Nejméně 53 mrtvých bylo ve Spojených státech spojeno s Florenci a 49 s Michaelem.

Tři hurikány východního a středního Pacifiku dosáhly v roce 2018 intenzity kategorie 5 – Lane, Walaka a Willa. Nejvýznamnější následky pocházely od Lane, který se přiblížil na Havaj, a ačkoliv byl již hluboko pod svým maximem, způsobil extrémně silné srážky. Celkem 1321 mm srážek bylo zaznamenáno za 96 hodin v období od 22. do 26. srpna v Mountain View, na ostrově Hawaii, což je nejvyšší rekordní srážkový úhrn z tropické cyklony pro Havaj a druhý pro Spojené státy po Harveyem z roku 2017. Dříve v tomto roce, při události, která není spojena s tropickou cyklonou, bylo zaznamenáno na severním pobřeží Kauai v Hanalei 1262 mm za 24 hodin ve dnech 14.–15. dubna, což bylo nové maximum denního úhrnu srážek v USA.

Tři z pěti cyklonů severního Indického oceánu zasáhly Jemen – Sagar a Mekunu v květnu, a Luban v říjnu. Nejtintenzivnější z nich byl Mekunu, který vpadl na konci května na pevninu nedaleko Salalahu v Ománu. Nejméně 24 lidí zemřelo, nejvíce na ostrově Socotra. Titli udeřil 11. října v Andhra Pradesh na východním pobřeží Indie, kde bylo nejméně 85 mrtvých většinou vlivem záplav. Oba se přiblížily velmi blízko k pobřeží a byly spojeny s velkými záplavami a v obou případech s významnými ztrátami na životech.

Extrémně silné srážky spojené s tropickými cyklonami se také objevily na počátku roku 2018 na Réunionu dne 18. ledna s denním úhrnem srážek 847,5 mm u Grand-Coude během tropické bouře Berguita a 24. dubna během bouře Fakir s rekordním dosaženým hodinovým úhrnem od dob automatického měření, 176 mm u Santa Rose.

Gita v jižním Pacifiku v únoru 2018 byla nejtintenziv-



Obr. 13 ACE (akumulovaná cyklonová energie) pro východ severního Pacifiku v období 1971–2018. Zdroj: Colorado State University.

Fig. 13. ACE for the eastern North Pacific basin 1971–2018. Source: Colorado State University.

nějším tropickým cyklonem, který kdy byl ve státě Tonga. Prošel 30 km jižně od nejvíce zalidněného ostrova Tongatapu. K významnému poškození došlo také na Samoa a odlehlých ostrovech Fidži.

2.7.2 Záplavy, extrémní srážky a mimotropické cyklony

V srpnu zažíval jihozápadní indický stát Kerala v důsledku přetrvávajících silných monzunových dešťů velké záplavy, údajně nejhorší od roku 1924. Celostátní srážky za srpen byly 96 % nad dlouhodobým průměrem, týdenní sumy za týdny 9.–15. a 16.–22. srpna 258 % a 218 % nad průměrem. V Nilambaru napršelo 9. srpna 400 mm a 620 mm spadlo za 2 dny v Peermade ve dnech 15.–16. srpna. Hlášená úmrtí činila 223 osob a podle zpráv Národního úřadu pro zvládání katastrof bylo více než 1,4 milionu lidí ubytováno v pomocných táborech a více než 5,4 milionu bylo nějakým způsobem postiženo. Celkové ekonomické ztráty byly odhadnuty na 4,3 miliardy USD.

Velké části západního Japonska zažily destruktivní povodně koncem června a začátkem července v důsledku přetrvávajících frontálních srážek. Celkový úhrn srážek v Yanase na ostrově Shikoku dosáhl hodnoty 1025 mm za 48 hodin, celkem napršelo 1853 mm za období od 28. června do 8. července. Bylo hlášeno nejméně 245 obětí a 6767 zničených domů.

V částech povodí řeky Niger a jeho přítoků vznikly vlivem silných srážek od konce srpna a dále v září velké záplavy, zvláště v severní a centrální Nigérii a Nigiru. Kulminace povodní byly nižší než v roce 2012, ale následky byly opět velmi vysoké. Bylo hlášeno 200 úmrtí a 561 000 osob muselo být přesídleno.

Záplavy postihly v březnu a dubnu mnoho částí východní Afriky. To zahrnovalo i Keňu a Somálsko, které předtím trpěly těžkým suchem, stejně jako Etiopie a severní a centrální oblasti Tanzanie. Dešťové srážky za období od března do května byly přinejmenším dvojnásobkem průměru ve větší části Keni a v severních částech Tanzanie, nejméně 87 úmrtí bylo připisáno povodni první a 14 druhé.

Silné deště a přívalové povodně zasáhly koncem října a v listopadu různé části Středního východu. Mimořádné úhrny byly zaznamenány v Abu Hamor v Kataru dne 20. října (84 mm za 6 hodin), 102,8 mm za 24 hodin v Al Fujairahu ve Spojených arabských emirátech 28. října a 49,2 mm za 24 hodin na letišti v Kuvajtu dne 9. listopadu. Přívalové povodně se ztrátami na životech byly hlášeny v Jordánsku koncem října a 9.–10. listopadu a v Iráku od 2. do 25. listopadu.

2.7.3 Horko a sucho

Většina Evropy zažila koncem jara a v létě v roce 2018 mimořádné teplo a sucho. Teplota v mnoha zemích severní a západní Evropy byla nadprůměrná a srážky byly od dubna hluboko pod normálem.

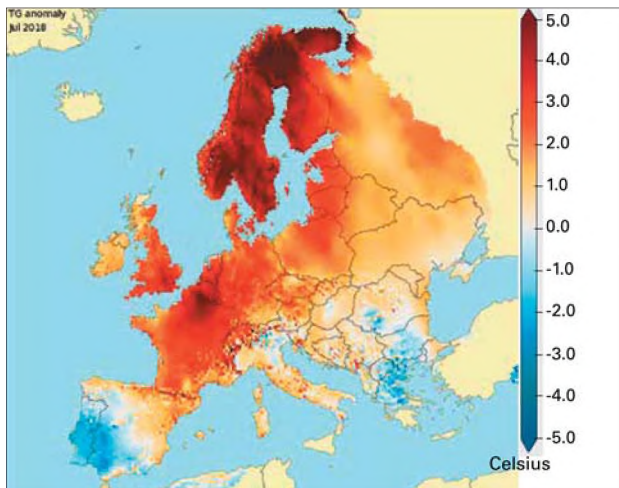
Abnormální podmínky od května do července ovlivnily severní Evropu. Toto období bylo nejsušší a nejteplejší na mnoha místech střední a jižní Skandinávie a Finska, dešťové srážky v květnu až červenci v Lundu v jižním Švédsku (měření od roku 1748) byly jen asi poloviční ve srovnání s předchozí nejnižší hodnotou. V Dánsku měli nejteplejší léto a rekordně nejsušší květen až červenec a v Norsku a Finsku nejteplejší červenec. Vlna veder kulminovala koncem července a začátkem srpna, zahrnovala četné rekordně vysoké teploty severně od polárního kruhu. Byla zaznamenána dlouhá období s vysokými teplotami, včetně 25 po sobě následujících dnů

ve Finsku nad 25 °C v Helsinkách-Vantaa, a s 8 po sobě následujícími dny nad 30 °C v Lääne-Nigula v Estonsku. Teplé noci a vysoká vlhkost byly také rysem tohoto období, včetně sedmi po sobě jdoucích nocí s teplotou nad 20 °C v Rize v Lotyšsku, a s rekordní hodnotou rosného bodu 24,8 °C z 1. srpna v Karlskroně (Švédsko). Mimořádně teplé a suché období bylo také ve Spojeném království a v Irsku.

Vedro se v Evropě od poloviny srpna zmírilo, ale na jihu zůstaly podmínky neobvykle teplé a suché. Obzvláště trvalé sucho bylo v Německu, druhé rekordní srážkové minimum (duben až září) vedlo k těžkým ztrátám zemědělské produkce, ve východním Švýcarsku bylo rekordně nejsušší období duben až listopad, spolu se západním Polskem a Českem (s rekordním minimem v lednu až srpnu). Nizozemí a severovýchodní Francie byly suchem také postiženy. Lotyšsko zaznamenalo rekordní roční srážkové minimum (29 % pod průměrem) a Česko mělo druhý nejsušší rok v historii měření (24 % pod průměrem), na severu měl Stockholm nejsušší rok od roku 1892, belgický Uccle měl druhý nejsušší rok (25 % pod průměrem).

Nejvýraznější vlna horka ve střední Evropě byla koncem července a začátkem srpna, ve Francii byla podobná jako v roce 2003, ale méně intenzivní. Přesto bylo hlášeno až 1 500 úmrtí. V Německu měli ve frankfurtské oblasti v období od 23. července do 9. srpna 18 po sobě jdoucích dnů s maximem nad 30 °C. Krátká, ale intenzivní vlna vedra ovlivnila začátkem srpna Španělsko a Portugalsko. V Portugalsku byl 4. srpen nejteplejším dnem, 40 % stanic zaznamenalo rekordní teplotu, včetně 44 °C v Lisabonu – Gago Coutinho. Arménie měla nejteplejší červenec s rekordním maximem 43,7 °C v Jerevanu.

Nebývalého rozsahu dosáhly přírodní požáry ve Švédsku, hořelo na více než 25 000 hektarech. Abnormální aktivita požárů se vyskytla také v Lotyšsku, Norsku, Německu, Spojeném království a v Irsku. Sucho napomohlo k velmi nízkým průtokům na některých středoevropských řekách, Rýn se v polovině října blížil rekordnímu minimu. Narušením říční dopravy se snížila hmotnost přepravovaného zboží ve srovnání s rokem 2017 o 20 % až 25 %. K omezení říční dopravy došlo také v Srbsku na Dunaji.



Obr. 14 Evropa zaznamenala nadprůměrnou teplotu po mnoho měsíců v průběhu roku 2018, zde příklad pro červenec. Zdroj: Copernicus Climate Change Service Evropský stav měsíčních klimatických zpráv.

Fig. 14. Europe experienced elevated temperatures for many months during 2018, as shown here for July. Source: Copernicus Climate Change Service European State of the Climate Monthly Reports.

Východní Austrálie zažila v průběhu roku 2018 značné sucho. Nejrozsáhleji postiženou oblastí bylo vnitrozemí východní Austrálie, zejména v Novém Jižním Walesu a jiho-východním Queenslandu. V povodí Murray a Darling byly srážky od ledna do září nejnižší od roku 1902. Abnormální sucho se rozšířilo do pobřežních oblastí východní Victorie (již druhým rokem po sobě) a na východní pobřeží kolem Sydney. Na většině jižního vnitrozemí Queenslandu stejně jako v severozápadní Victorii a jižním vnitrozemí Nového Jižního Walesu byly srážky většinou podprůměrné od počátku roku 2012, krátce přerušeny pouze intenzivními dešti v zimě a na jaře 2016. Austrálie byla suchá dokonce i podle svých obvyklých standardů, v Alice Springs měli rekordních 160 po sobě jdoucích dnů bez srážek. V polovině roku se sucho rozšířilo do Indonésie, přičemž od července do října bylo na Jávě extrémní sucho.

Afghánistán byl suchem zasažen počátkem roku, což mělo dopad na růst plodin, přestože se v květnu vyskytly silné deště. Dlouhodobé sucho přetrvávalo v západním Pákistánu v Baluchistánu se srážkami nejméně 28 % pod průměrem v každém z pěti roků od 2014 po 2018. Čtvrtý nejsušší rok 2018 byl 62 % pod průměrem od počátku měření 1961. Sucho bylo hlášeno také v části Íránu.

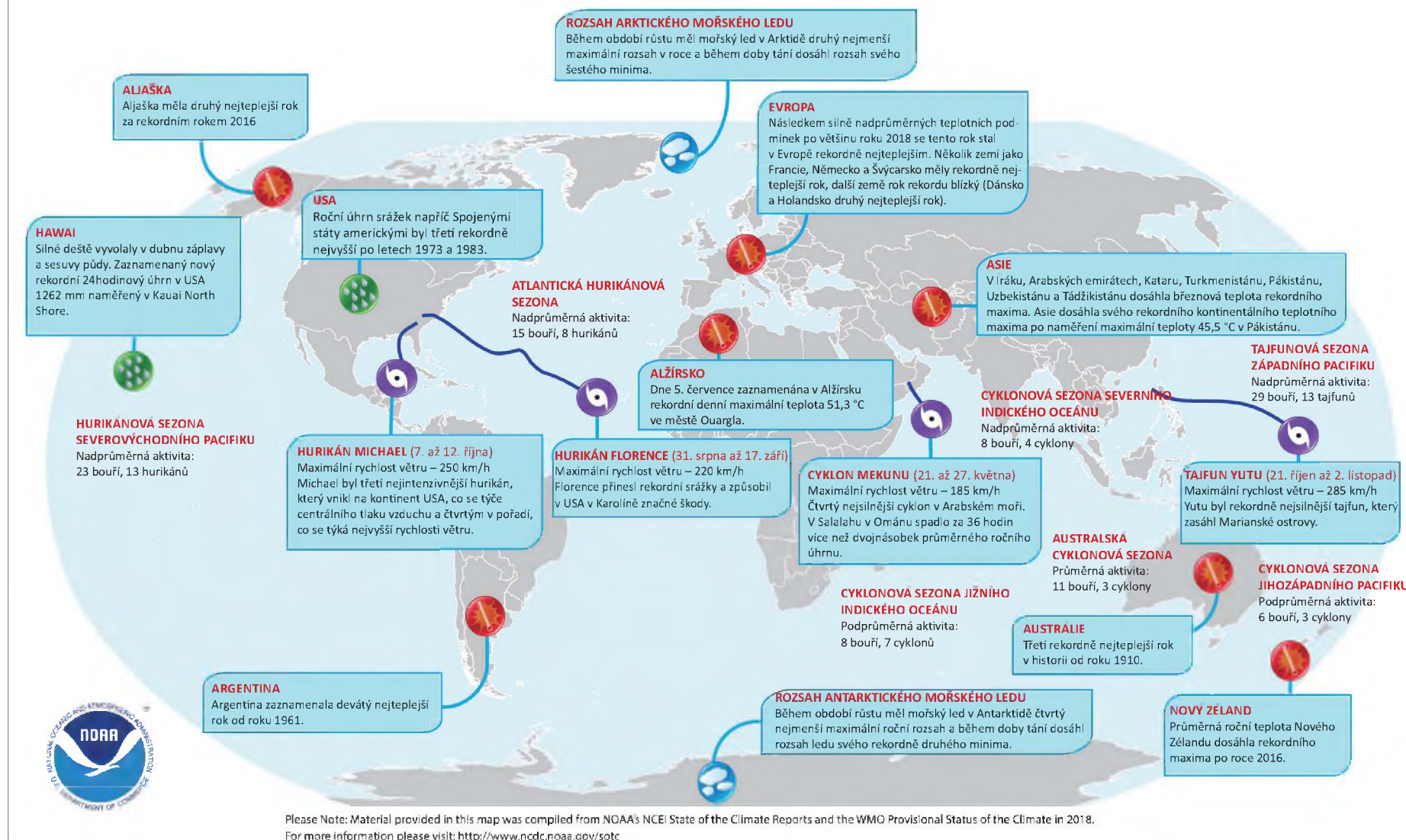
Nejintenzivnější sucho postihlo Uruguay a severozápadní a střední Argentinu od října 2017 do března 2018. Rekordně minimální srážky byly po dobu 6 měsíců 43 % pod průměrem 1981–2010 v pěti nejvíce postižených argentinských provinciích (Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires a La Pampa), zatímco některá místa měla rekordně nejnižší úhrn za říjen až březen, jako Buenos Aires (365 mm) a Cordoba (329 mm). Sucho se zmírilo v dubnu a květen byl v Argentině naopak nejlhčí. Ztráty na zemědělských výnosech byly odhadnuty na 5,9 miliard USD. Suchý prosinec přispěl k 30% ztrátám v produkci sojových plodin ve státě Parana a v Brazílii.

Historická vlna veder postihla koncem července a začátkem srpna část východní Asie. Nejvíce zasaženou oblastí bylo Japonsko, kde vedro následovalo po silných povodních. 23. července byl v Kumagaya překonán národní rekord maximální teploty 41,1 °C. Vedru bylo v Japonsku přisouzeno celkem 153 úmrtí. Bylo to historicky nejteplejší léto ve východním Japonsku. Vedrem byl vážně zasažen také Korejský poloostrov s dosaženým národním rekordem 41,0 °C v Hongcheon 1. srpna, také v Soulu naměřili městské rekordní maximum (39,6 °C).

Teplé vlny ovlivnily v létě 2018 Severní Ameriku. Nejvýznamnější dopad byl ve východní Kanadě, kde vydržela nejdelší a nejintenzivnější vlna veder. Teplota přesahující 35 °C, kombinovaná s rosným bodem mezi 20 °C až 25 °C, ovlivnila Montreal začátkem července, extrémní podmínky byly zaznamenány v části jižního Quebecu a východním Ontariu. Montreal měl rekordních 5 po sobě jdoucích dnů teplotu 33 °C a vyšší. 86 úmrtí bylo spojováno s vlnou veder v Quebecu. V Calgary bylo naměřeno dne 10. srpna historické maximum teploty 36,5 °C.

Výjimečně vysoká teplota se vyskytla v mnoha částech Středního východu a severní Afriky koncem června a začátkem července. Dne 26. června klesla minimální noční teplota v Quriyatu v Ománu pouze na 42,6 °C a patří mezi nejvyšší celosvětově známá denní minima. Počátkem července se vedro rozšířilo v severní Africe, rekordy byly dosaženy na několika místech Alžírsko s maximem 51,3 °C v Ouarglu.

Vybrané významné klimatické anomálie a události roku 2018



Obr. 15 Nejdůležitější klimatické jevy a extrémy počasí v roce 2018. Zdroj: National Climatic Data Center, NOAA, United States.

Fig. 15. Significant climate anomalies and events in 2018. Source: National Climatic Data Center, NOAA, United States.

2.7.4 Zima a sněh

Jeden z nejvýznamnějších zásahů zimy v posledních letech ovlivnil Evropu koncem února a začátkem března. Chladno bylo v severovýchodní Evropě koncem února, kdy období 21.–28. února bylo v Estonsku druhé nejchladnější. Jižní Francie okusila abnormální sněhové podmínky s výškou sněhu 15 až 30 cm kolem Nimes a Montpellieru, a v jižní Itálii kolem Neapole, na některých místech ve východním Irsku byla hlášena výška sněhu přes 50 cm. Neobyčejně silně sněžilo ve vyšších nadmořských výškách v Alžírsku. V Portugalsku se vyskytla vzácná událost mrznoucího deště. Maximální teplota $-4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ dne 1. března v Tredegaru ve Walesu byla rekordním minimem Spojeného království pro březen.

Neobyčejný výskyt sněhu se objevil 30. ledna v některých pouštních oblastech Maroka, v Zagoře sněžilo poprvé od roku 1960. Bohaté srážky během zimy vedly k velkým sněhovým akumulacím ve vyšších nadmořských výškách evropských Alp, v Arose ve Švýcarsku měli sezonní maximum sněhu 530 cm, což je druhá nejvyšší hodnota za posledních 50 let.

Neobyčejnou sněhovou nadílku 5 až 30 cm v celé zemi obdrželo v polovině srpna Lesotho v jižní Africe. Nejvyšší maxima byla v horách Maluti. Silně sněžilo v Lesothu i v roce 2016, ale v minulosti bývalo takové sněžení pozorováno častěji, po většinu zim v devatenáctém a v první polovině dvacátého století.

Studená vlna zasáhla v lednu část indického poloostrova. Mezi 3. a 13. lednem bylo v Uttar Pradeshi přisuzováno mrazům 135 úmrtí.

V Jižní Americe postihly různé části kontinentu dva výskyty vzácného sněžení. V červnu přinesla silná studená fronta sněh do centrální čtvrti Santiaga v Chile. Bouře přinesla teplotu $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ na území státu Bolívie a sněhová pokrývka vysoká až 40 cm přikryla velkou část Peru. V srpnu postihla vzácná sněhová událost části Uruguaye, kdy prošla regionem silná studená fronta a přinesla do jihovýchodních částí země sněh a dokonce i sněhové krupky, které padaly v sousední Argentíně.

2.7.5 Požáry

Dne 23. července postihly oblast kolem Athén velké požáry, které se rychle šířily neobvykle silným větrem s nárazy až 124 km/h. Požárům bylo přičítáno nejméně 99 úmrtí, nejvyšší počet ztrát lidských životů kdekoli na světě od roku 2009 v Austrálii (Black Saturday).

Divoký požár poháněný silným větrem vypálil v Kalifornii ve Spojených státech 8. listopadu město Paradise a okolí. Město bylo z velké části zničeno, bylo hlášeno 85 mrtvých, nejvíce obětí ve Spojených státech za více než 100 let, shořelo více než 18 000 staveb.

V červenci a srpnu byly významné požáry také v Kalifornii. Oheň ve středisku Mendocino byl největší v historii Kalifornie, postihl celkovou plochu 185 800 hektarů, zatímco požár Carr způsobil ztrátu 1 604 staveb a 8 životů a pojistné ztráty ve výši 1,5 miliardy USD, přičemž město Redding bylo zasaženo nejvíce. Celkové ztráty pro sezónu 2018 ve Spojených státech amerických byly odhadnuty na rekordních 24 miliard USD. Požáry řádily i v západní Kanadě. Britská Kolumbie zlomila rekord pro největší oblast spálenou přírodním požárem druhý rok po sobě s oblastí 1,35 miliónu hektarů. Vzhledem k rozsahu požárů byly ztráty majetku skromné a nebyly hlášeny žádné oběti. Silný kouř ovlivnil na delší období celý region, včetně měst na západním pobřeží, např. Vancouver a Seattle.

2.7.6 Silné bouře

Nejvýznamnější evropskou větrnou bouří zimy 2017/2018 byla Friederike (známá ve Francii jako David). Tento systém nízkého tlaku vzduchu přecházel od 17. do 19. ledna přes Irsko a Velkou Británii a dále přes Nizozemsko, severní Německo a Polsko. Největší dopady bouře byly v Německu. Nárazy větru dosáhly v Brockenu 203 km/h (nejvyšší od roku 1990) a v nižších polohách přes 140 km/h. Významné dopady byly také v Nizozemí a Belgii. Bouří bylo připsáno třináct úmrtí.

Koncem září procházela východním Středomořím bouře s vlastnostmi tropické cyklóny. V raných fázích systému došlo v Tunisku a Libyi k prudkému dešti a přívalem povodním po celodenních srážkách s úhrny až 205 mm v Nabeulu v Tunisku. Bouře se přesunula východně a zesílila, dne 29. září zasáhla pobřeží západního Řecka s tlakem vzduchu až 989 hPa a vedla k rozsáhlým škodám.

Bouřková sezóna měla ve Spojených státech podprůměrnou úroveň aktivity bouří, do konce listopadu bylo ohlášeno 1 102 tornád, o 10 % méně než průměr let 1991–2010. Byl to první rok bez potvrzených tornád s intenzitou 4 nebo 5 podle Fujitovy stupnice od počátku záznamů 1950. Nicméně destruktivní krupobití ničilo 6. června Fort Worth v Dallasu, a mezi 18. až 19. červnem území mezi Denverem a Fort Collinsem, s odhadovanými škodami 1,3 miliard a 2,2 miliard USD.

Výrazný systém nízkého tlaku na konci října ve Středozemním moři přinesl záplavy a silný vítr. Nejhuře postižena byla Itálie. Maximální poryvy větru u Monte Cimone 29. října dosahovaly 179 km/h, zatímco na stanici Kredarica ve Slovinsku dosáhl náraz 161 km/h. Mimořádně vydatné srážky byly zaznamenány v italském severovýchodním alpském podhůří s 24hodinovým úhrnem až 406 mm v Casera Pradutu, a 308 mm v Cabanu v Ligurii. Třídenní součty přesahující 400 mm se vyskytovaly také v jižním Švýcarsku, Rakousku a v západním Slovinsku, zatímco ničivý vítr byl hlášen také v Česku, na Korsice a na jihu Polska. S bouří bylo v Itálii spojeno třicet úmrtí. Různé části středomořského regionu zasáhl prudký liják a přívalem povodně v pozdější části roku 2018. Ve dnech 13.–14. října dešť s celkovým úhrnem až 400 mm za 6 hodin byl hlášen spolu s velkou povodní v Languedocu v jihozápadní Francii. Koncem roku došlo v Turecku a na Kypru k několika intenzivním srážkovým událostem, mezi něž patřil 18. prosince turecký národní rekordní denní úhrn srážek 490,8 mm v Ovaciku nedaleko Antalye.

Literatura:

WCRP, 2018. Global Sea Level Budget Group. Earth Systems Science Data, Vol. 10, s. 1551–1590.

WMO, 2019. WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2018. WMO-No. 1233, Geneva, Switzerland. ISBN 978-92-63-11233-0 [online]. Dostupné z WWW: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789.

Přeložili a upravili Stanislav Toman a Ilona Zusková, ČHMÚ, Na Šabatce 2050/17, 143 00 Praha 4 – Komořany, stanislav.toman@chmi.cz, ilona.zuskova@chmi.cz. Odkazy na literaturu jsou uvedeny v originálním textu.

Lektor (Reviewer): RNDr. Radim Tolasz, Ph.D.