

# METEOROLOGICKÉ ZPRÁVY

## Meteorological Bulletin

ROČNÍK 70 (2017)

V PRAZE DNE 31. SRPNA 2017

ČÍSLO 4

## ZPRÁVA SVĚTOVÉ METEOROLOGICKÉ ORGANIZACE O STAVU POČASÍ A PODNEBÍ VE SVĚTĚ V ROCE 2016

**The WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2016.** Since 1993 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 become a recognized, authoritative source of information for the scientific community, the media, and the general public. The report presented is the latest installment in this successful series. The journal Meteorologické zprávy (Meteorological Bulletin) offers its readers an abbreviated version of the report.

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

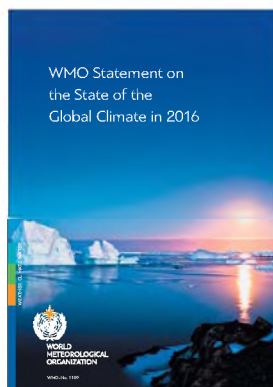
### 1. PŘEDMLUVA

Světová meteorologická organizace (SMO) vydává každý rok zprávu o stavu globálního klimatu na základě informací poskytnutých národními meteorologickými a hydrologickými službami (NMHS) a dalšími národními i mezinárodními organizacemi. Po více než 20 let jsou tyto zprávy zveřejňovány v šesti úředních jazycích OSN s cílem informovat vlády, mezinárodní agentury, další partnery SMO a širokou veřejnost o trendech globálního klimatu, o extrémních a zajímavých projevech počasí a klimatických jevech v jednotlivých zemích a regionech.

Tato dosud poslední zpráva (obr. 1) potvrzuje, že uplynulý rok 2016 byl zatím nejteplejší, s průměrnou globální teplotou o 1,1 °C nad úroveň před průmyslovou revolucí, což je o 0,06 °C více než předchozí rekordní teplota z roku 2015. Toto zvýšení koresponduje s dalšími změnami klimatického systému. Nejteplejší v zaznamenané historii byla průměrná teplota povrchových vod světového oceánu, nadále stoupala globální výška hladiny moře a rozloha arktického mořského ledu byla opět po většinu roku podprůměrná.

Důležitou roli hrála silná epizoda El Niño 2015/2016, která měla spolu s antropogenními změnami klimatu výrazné dopady na lidskou společnost a přírodní prostředí. Rok se vyznačoval suchem, které nepříznivě ovlivnilo zemědělskou produkci, a vystavilo tak hladu obyvatele jižní a východní Afriky a Střední Ameriky. Hurikán Matthew způsobil značné škody na Haiti a ve Spojených státech, povodně zasáhly východní a jižní Asii. V mnoha tropických mořích byla pozorována zvýšená úmrtnost korálů spojená s významnými negativními dopady na mořské potravinové řetězce, celé ekosystémy i rybolov.

Po dosažení rekordních ročních emisí oxidu uhličitého,



Obr. 1 Obálka publikace WMO.

Fig. 1. Cover of the WMO publication.

s průměrnou koncentrací 400 ppm, je vliv lidské činnosti na klimatický systém stále zjevnější. Stále lépe jej demonstrují výsledky studií věnovaných extrémním projevům počasí a klimatu souvisejícím s teplem. Protože společenské a ekonomické dopady změny klimatu nabývají stále většího významu, spolupracuje SMO s dalšími organizacemi v rámci OSN, aby informace obsažené v této zprávě pomáhaly všem lidem, v zemědělství, v oblasti zdraví a dalších odvětvích.

Historickým milníkem je vstup pařížské mezinárodní dohody o změně klimatu v platnost dne 4. listopadu 2016. Realizace přijatých usnesení se stává skutečností a nyní tato dohoda řídí mezinárodní společenství v boji s klimatickými změnami především omezováním produkce skleníkových plynů a dalšími opatřeními zvyšujícími odolnost vůči změnám klimatu. Na žádost smluvních stran (COP) bylo na výročním zasedání v Marrákeši dohodnuto, že SMO bude každoročně předkládat jak výroční zprávu o stavu klimatu, tak výroční zprávu o stavu skleníkových plynů. Tyto zprávy tak doplní hodnotící zprávy Mezivládního panelu o změně klimatu. Kromě poskytování informací o vědeckém výzkumu se SMO zavázala podporovat své členy při budování a rozvoji národních klimatických služeb.

SMO děkuje národním meteorologickým a hydrologickým službám, mezinárodním a regionálním vědeckým centrům a institucím a odborníkům z celého světa, kteří přispěli ke vzniku této zprávy. Vítá návrhy, jak dále zlepšit její úroveň a kvalitu, s důrazem na požadavky vyplývající z pařížské klimatické dohody, z mezinárodní konference o snižování rizika katastrof (Sendai 2015) a dalších cílů udržitelného rozvoje deklarovaných OSN.

(P. Taalas, generální sekretář SMO)

## 2. ÚVOD

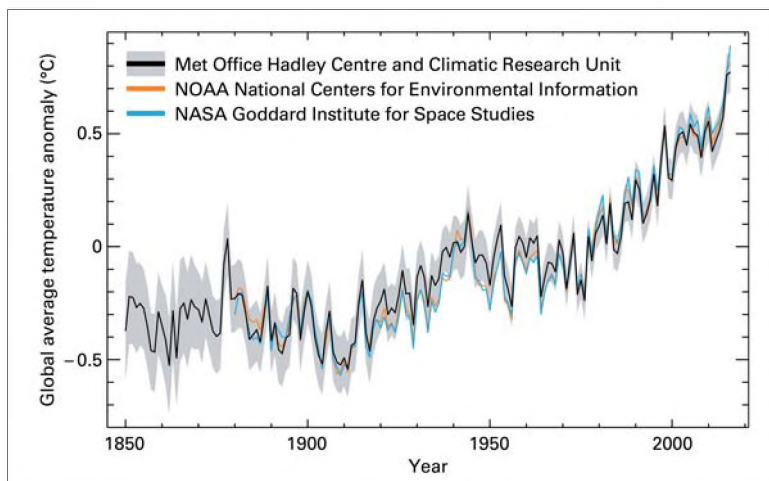
Předkládaná zpráva je založena na databázích a informacích, které byly zpřístupněny SMO jejími členy a partnery. Své údaje, příspěvky a přímé vstupy na webové stránky poskytl více než 80 organizací. V případě potřeby komunikovala SMO přímo s národními zdroji za účelem ověření dat a informací před jejich zařazením do zprávy. Vybrané základní klimatické prvky jsou sledovány Globálním klimatickým monitorovacím systémem. Zpráva také využívá informace o dopadech změny klimatu poskytované agenturami OSN zabývajícími se různými společenskými a ekonomickými oblastmi. Obrázky obětí a hospodářských ztrát pocházejí, pokud není uvedeno jinak, z Centra pro výzkum epidemií a katastrof (CRED) na Katolické univerzitě v Lovani v Belgii.

## 3. SOUHRN

V roce 2016 pokračovalo oteplování a byl dosažen nový teplotní rekord přibližně 1,1 °C nad úrovní před průmyslovou revolucí, o 0,06 °C vyšší než dosavadní rekord z roku 2015. Na konci roku 2015 dosáhl svého nového maxima obsah oxidu uhličitého v atmosféře:  $400,0 \pm 0,1$  ppm. Celková rozloha mořského ledu klesla pod průměrnou hodnotu o více než 4 miliony  $\text{km}^2$  – tato bezprecedentní anomálie nastala v listopadu. Celosvětové hladiny moře silně stouply během epizody El Niño 2015/2016, na počátku roku 2016 byly dosaženy nové rekordní hodnoty. Tato poslední epizoda měla silný vliv na klima. Silné sucho ovlivnilo zemědělskou produkci v mnoha částech světa, zejména v jižní a východní Africe a Střední Americe, miliony lidí strádaly nedostatkem potravy, stovky tisíc musely opustit své domovy.

Zdroji těchto informací jsou Světový potravinový program OSN (WFP), Organizace pro výživu a zemědělství (FAO), Úřad Vysokého komisaře OSN pro uprchlíky (UNHCR) a Mezinárodní úřad pro migraci (IOM).

Hurikán Matthew v severním Atlantiku vedl k nejhorší katastrofě způsobené počasím v tomto roce, na Haiti zanechal mnoho obětí, v USA způsobil velké hospodářské ztráty. Východ a jih Asie postihly záplavy se stovkami mrtvými a stovkami tisíc vysídlených lidí a velkými ekonomickými škodami. Naopak vlhčí poměry vedly k dobré zemědělské produkci v oblasti Sahelu, s rekordními výnosy zemědělských plodin v Mali, Nigeru a Senegalu. Četné studie prokázaly, že lidský vliv na klima byl od padesátých let hlavním hnacím motorem probíhajícího oteplování globálního klimatického systému. Lidská činnost vedla na mnoha místech také k regionálnímu oteplování, změnám v rozložení teploty na kontinentální i subkontinentální úrovni a ke zvýšení frekvence a intenzity extrémně horkých epizod.



Obr. 2 Odchyly globální průměrné teploty (referenční období 1961 až 1990) podle tří hlavních datových sad použitých ve zprávě. Odstíny šedé zobrazují nejistotu v datové sadě HadCRU. (Zdroj: UK Met Office Hadley Centre).

Fig. 2. Global average temperature anomalies (1961–1990 reference period) for the three major datasets used in this Statement. The grey fading indicates the uncertainty in the HadCRU dataset. (Source: UK Met Office Hadley Centre).

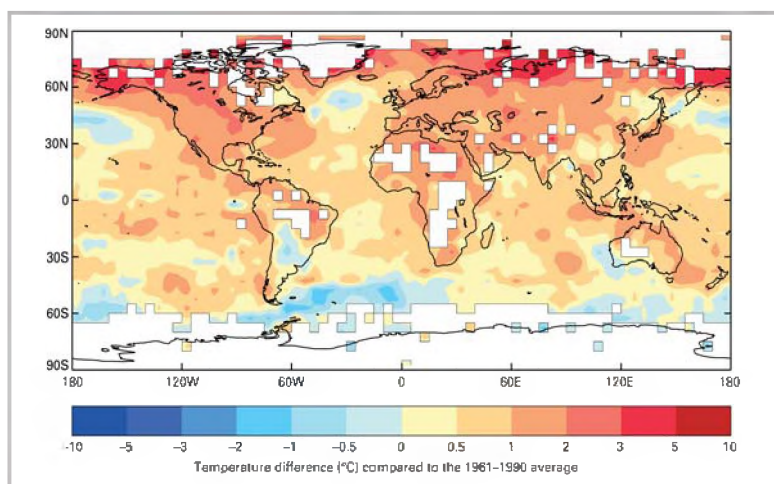
## 4. TEPLOTA

### 4.1 Globální teplota

Rok 2016 byl nejteplejší podle všech hlavních datových sad globální povrchové teploty (obr. 2), i když u některých se rozdíl oproti druhému nejteplejšímu roku 2015 pohyboval v oblasti nejistoty výpočtu. Ve třech hlavních databázích používaných SMO byl rok 2016 o  $0,83 \pm 0,1$  °C teplejší než průměrná teplota referenčního období 1961–1990 (0,52 °C nad průměrem 1981–2010) a o 0,06 °C vyšší než rekordní teplota roku 2015. Ve srovnání s dobou před průmyslovou revolucí vzrostla teplota o 1,1 °C. Podle ERA-Interim reanalýz Evropského centra pro střednědobou předpověď počasí (ECMWF) byl rok 2016 ještě teplejší, s průměrnou globální teplotou 0,62 °C nad průměrem let 1981–2010, o 0,18 °C teplejší než rok 2015. Byl to nejteplejší rok pro oblasti souší i pro oceány, na severní i jižní polokouli.

Svých nejvyšších hodnot dosáhla také průměrná teplota posledních pěti i deseti let: v letech 2012–2016 a 2007–2016 o 0,65 a 0,57 °C nad průměr let 1961–1990 (0,34 a 0,26 °C nad průměr 1981–2010). Každý z 16 roků od roku 2001 měl teplotu nejméně o 0,4 °C vyšší než je průměr 1961–1990, tedy hodnotu teploty, které bylo před rokem 2001 dosaženo pouze jednou – v roce 1998. Globální teplota je i nadále v souladu s trendem oteplování o 0,1 °C až 0,2 °C za deset let.

Globální teplota roku 2016 byla podstatně ovlivněna silnou epizodou El Niño 2015/2016, a to zejména na počátku roku. Roky se silným projevem El Niña, jako například 1973, 1983 a 1998, jsou typicky o 0,1 až 0,2 °C teplejší oproti víceletému průměru, např. poslednímu desetiletí, a teplota roku 2016 byla v souladu s tímto pravidlem. Zvláště teplé poměry panovaly od října 2015 do dubna 2016, kdy vliv El Niña na globální klima vrcholil. Globální teplota byla nad průměrnou teplotou let 1961–1990 nejméně o 0,85 °C v každém z těchto měsíců, v únoru 2016 dokonce o 1,13 °C. Od května, kdy El Niño zanechal, teplota poněkud poklesla. Tento pokles se týkal všech měsíců až do prosince, měsíční průměry však byly stále o 0,65 až 0,75 °C nad průměrem, s výjimkou srpna (+0,82 °C). Všechny měsíce od ledna do srpna, s výjimkou června, zaznamenaly



Obr. 3 Globální teplotní anomálie v roce 2016 (referenční období 1961 až 1990) (Zdroj: UK Met Office Hadley Centre).

Fig. 3. Global temperature anomalies in 2016 (from 1961–1990 reference period) (Source: UK Met Office Hadley Centre).

rekordní globální teplotu, od září byla jejich teplota nižší než u stejných měsíců roku 2015.

#### 4.2 Teplota souší

Teplé podmínky s teplotou nad průměrem let 1961–1990 panovaly v roce 2016 téměř ve všech zemích celého světa (obr. 3), s jedinou významnou výjimkou. Tou byla část Jižní Ameriky – hlavně centrální Argentina – a část jihozápadní Austrálie. Většina území ve středních a vyšších zeměpisných šířkách severní polokoule byla nejméně o 0,1 °C teplejší než ve srovnávacím období 1961–1990. Výjimku tvořila oblast Quebecu v Kanadě a některé regiony Dálného východu na území Ruska. Teplo s průměrnou teplotou nejméně o 3 °C nad průměrem 1961–1990 bylo v mnohých oblastech s vysokou zeměpisnou šířkou, zejména v pobřežních částech Ruska, na Aljašce, v severozápadní Kanadě a na ostrovech v Barentsově a Norském moři. Na letišti ve Svalbardu (Špicberky, Norsko) naměřili průměrnou roční teplotu –0,1 °C, což bylo o 6,5 °C nad průměrem 1961–1990 a o 1,6 °C více, než v předešlém roce.

S výjimkou arktických oblastí bylo teplo roku 2016 pozoruhodnější svým rozšířením po celém světě, než pro své extrémní projevy v jednotlivých lokalitách. Pouze relativně malá část zemí uváděla roční teplotu jako svou rekordní, např. Indie, Thajsko, Singapur, Nový Zéland a Tunisko. Z širšího pohledu byl rok 2016 jedním z pěti nejteplejších let v historických záznamech na každém lidmi obývaném kontinentě. Byl to nejteplejší rok pro celou Severní Ameriku, druhý nejteplejší pro Spojené státy (nejteplejší pro Aljašku) a čtvrtý nejteplejší pro Kanadu. Druhým nejteplejším byl pro Afriku a Jižní Ameriku a třetím nejteplejším pro Evropu. Asie měla nejteplejší období leden až září, stejně jako Rusko, ale relativně chladnější podmínky v posledních třech měsících roku.

Nejvýznamnější chladnou oblastí roku byla část Jižní Ameriky, zahrnující severní a střední Argentinu, Paraguay a nižší polohy Bolívie. Záporné teplotní odchylky byly nejvýraznější na podzim a na začátku zimy, a pak zejména v květnu, kdy měla Argentina svou nejnižší zaznamenanou měsíční teplotu. Ve výrazném kontrastu byly jižní oblasti, teplota v Antarktidě

v Esperanze dosáhla dne 26. května 17,2 °C – byla to jedna z nejvyšších zaznamenaných hodnot teploty v těchto oblastech. V Buenos Aires nepřesáhla teplota hodnotu 20 °C po dobu 103 dní, od 25. dubna do 5. srpna, bylo to nejdelší takto chladné období v historických záznamech. Druhá oblast s chladnými podmínkami – jihozápadní Austrálie – zažila svou nejchladnější zimu od roku 1990.

#### 5. OCEÁNY

Rychlost zvyšování obsahu energie v klimatickém systému – zemská energetická nerovnováha – je nejdůležitějším ukazatelem, který určuje míru globální změny klimatu.

Drtivý podíl (více než 90 %) zemské energetické nerovnováhy spočívá v ohřevu oceánů. Měření teploty oceánů a souvisejících změn v obsahu oceánské tepla (OHC) umožňuje sledovat změny v energetické nerovnováze Země v dlouhodobém měřítku. Teplejší voda oceánů má větší objem, což vede ke globálnímu i regionálnímu vzestupům hladiny moře. Zvýšené OHC způsobuje asi 40 % pozorovaného zvýšení hladiny moře za posledních 60 let.

Globální průměrná povrchová teplota moře byla v roce 2016 nejvyšší v historii. Stejně jako u teploty souše byly největší odchylky v prvních měsících roku, ale na rozdíl od nich od dubna klesaly jen nepatrně. Hodnoty za měsíce květen až říjen neklesly více než o 0,1 °C oproti začátku roku, o něco podstatnější pak byl jejich pokles v listopadu a prosinci.

Mezi oblastmi, které zaznamenaly povrchovou teplotou moře s odchylkou nejméně 1 °C od průměru, patřil západní Atlantik severně od tropů (místně zde teplota dosahovala i hodnot 2 °C nad průměr), západní část severního Pacifiku jižně a západně od Japonska až k Číně a Filipínám, Aljašský záliv, vody kolem Indonésie a severní Austrálie, a Tasmanovo moře. Podprůměrná teplota moře se vyskytla v některých oblastech Jižního oceánu jižně od 45. rovnoběžky, v oblasti okolo Drakeova průlivu mezi Jižní Amerikou a Antarktidou a dále v severním Atlantiku jižně od Grónska, kde však nebyla tak výrazná odchylka jako v roce 2015, v částech centrálního severního Pacifiku a ve vodách kolem jihozápadní Austrálie.

Vysoká oceánská teplota významně přispěla k bělení korálů v některých tropických oblastech. Mezi ně patřil zejména Velký bariérový útes na východním pobřeží Austrálie, kde byla naměřena mimořádně vysoká povrchová teplota vody v březnu. Mortalita korálů až 50 % byla hlášena hlavně v severní části útesu. V pozdějších částech roku bylo hlášeno silné bělení korálů v japonském okrsku Okinawa, kde vládou podporovaný výzkum odhalil v listopadu a prosinci mortalitu korálů až 70 % v laguně Sekisei. Bělení korálů bylo hlášeno také z pacifických ostrovních států Fidži a Kiribati – na Fidži i se souvisejícím hynutím ryb. Odchylky teploty až 3 °C nad průměrem se v některých oblastech podílejí na dramatických změnách fyzikálního, chemického a biologického stavu mořského prostředí se závažnými dopady na potravinové řetězce a mořské ekosystémy, a v jejich důsledku také na socioekonomicky významný rybolov.

Hodnota celkového OHC se sice mírně snížila oproti rekordním hodnotám roku 2015, avšak průměrná hodnota roku 2016 stále zůstává druhou nejvyšší v existujících záznamech. Na severní polokouli dosáhlo OHC nových rekordních

maxim, které však byly v globálním měřítku vyrovnány výrazným poklesem na polokouli jižní. Podle údajů NOAA je celková hodnota globální odchylky OHC v roce 2016 (oproti referenčnímu období 1955–2006) 140 ZJ pro vrstvu 0–700 m a 208 ZJ pro vrstvu 0–2 000 m. V roce 2015 byly tyto hodnoty 151 a 224 ZJ (zetajoule, 1 ZJ = 1021 J).

Celosvětově vzrostla hladina moře od začátku 20. století o 20 cm, především v důsledku tepelné roztažnosti vody a tání ledovců a ledových polí. Některé regiony přitom zažívají vyšší nárůst hladiny než ostatní. Nejvyšší nárůsty hladiny moře byly pozorovány v tropickém západním Pacifiku v letech 1993 až 2015. Ty byly zčásti příčinou obrovské devastace části Filipín při tajfunu Haiyan v listopadu 2013. Globální úroveň hladiny moře silně vzrostla během epizody El Niño 2015/2016, s nárůstem okolo 15 mm od listopadu 2014 do února 2016. Je to vyšší růst než průměr od roku 1993 (3 až 3,5 mm za rok), přičemž hodnoty na počátku roku 2016 představují nově vytvořená rekordní maxima. Od února do srpna zůstala hladina moří poměrně stabilní, protože vliv El Niña zeslábl. Údaje o úrovni hladiny na konci roku nebyly v době vzniku této zprávy k dispozici.

## 6. SKLENÍKOVÉ PLYNY

Poslední analýzy měření provedené v rámci Globálního programu sledování atmosféry SMO ukazují, že průměrný globální obsah CO<sub>2</sub>, metanu (CH<sub>4</sub>) a oxidu dusného (N<sub>2</sub>O) dosáhl v roce 2015 svých nových vrcholů: CO<sub>2</sub> 400,0 ± 0,1 ppm, CH<sub>4</sub> 1845 ± 2 ppb a N<sub>2</sub>O 328,0 ± 0,1 ppb. Tyto hodnoty představují 144, 256 a 121 % předindustriální úrovně (před rokem 1750). Zpracovaná globální data skleníkových plynů pro rok 2016 budou k dispozici až v příštím roce 2018.

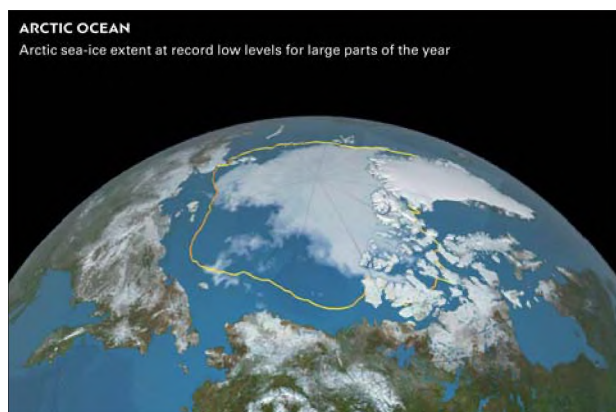
Zvýšení obsahu CO<sub>2</sub> od roku 2014 do roku 2015 bylo větší než mezi lety 2013 až 2014 a také větší, než je průměrný nárůst za poslední desetiletí, a to i přes nepříliš významné změny v množství produkovaných emisí vzniklých spalováním fosilních paliv. Ke zvýšení hodnot v roce 2015 přispěla poslední epizoda El Niña, a to jednak zvýšením emisí z pozemních zdrojů (např. lesní požáry), jednak snížením spotřeby CO<sub>2</sub> vegetací v oblastech postižených suchem. Zvýšení obsahu CH<sub>4</sub> mezi roky 2014 a 2015 bylo také větší než nárůst v letech 2013 a 2014 a než činí průměrná míra růstu za poslední dekádu. Zvýšení obsahu N<sub>2</sub>O bylo obdobné. Roční index skleníkových plynů podle NOAA ukazuje, že radiační působení skleníkových plynů se od roku 1990 do roku 2015 zvýšilo o 37 %, na této hodnotě se CO<sub>2</sub> podílí 80 procenty.

## 7. KRYOSFÉRA

Kryosféra na naší planetě zahrnuje pevné srážky, sněhovou pokrývku, mořský led, jezerní a říční led, horské údolní ledovce, horské ledovcové čapky, ledové kry, pevninské ledovce, permafrost a sezonně zmrzlou půdu. Její stav poskytuje velmi užitečné informace o klimatických změnách, přesto je její podrobné monitorování stále nedostatečné. V dnešní době je sledována jen zhruba ze 30 % oproti žádoucímu ideálnímu stavu. Je sledována značná část zemského povrchu, ale celkové pokrytí ještě není na odpovídající úrovni. Některá měření se uskutečňují z vesmíru, naše schopnost využívání satelitů na oběžných drahách se stále ještě vyvíjí. Hlavními součástmi kryosféry, kterými se zabývá tato zpráva, jsou mořský led, horské a pevninské ledovce a sněhová pokrývka.

### 7.1 Mořský led

Rozloha arktického mořského ledu byla v roce 2016 výrazně podprůměrná a po velkou část roku dosahovala dokon-



Obr. 4 Rekordně malá rozloha arktického mořského ledu v roce 2016. (Zdroj: NASA).

Fig. 4. Arctic sea-ice extent at record low levels for large parts of the year. (Source: NASA).

ce rekordně nízkých hodnot (obr. 4). Sezonní maximum 14,52 milionu km<sup>2</sup> nastalo 25. března a bylo to nejnižší maximum podle družicových pozorování v letech 1979 až 2016, ještě nižší než v roce 2015. Plocha mořského ledu byla rekordně malá v květnu i červnu, ale relativně pomalé letní tání mělo za následek, že sezonní minimum – 4,14 milionu km<sup>2</sup> – bylo větší než rekordní hodnota z roku 2012. Roční minimum se tak vyrovnalo druhému nejnižšímu stavu z roku 2007. Podzimní zamrzání bylo výjimečně pomalé, v listopadu se dokonce na několik dní zastavilo. Průměrná listopadová plocha 9,08 milionu km<sup>2</sup> byla o 0,8 milionu km<sup>2</sup> menší, než dosavadní rekordní minimum. V prosinci se zamrzání zrychlilo a tato anomálie se zmenšila.

V prvních osmi měsících roku 2016 se rozloha antarktického mořského ledu blížila průměru z let 1979–2015, svého sezonního maxima 18,44 milionu km<sup>2</sup> dosáhla dne 31. srpna. To bylo nejčasnější dosažení maxima za dobu měření. Jarní tání bylo mimořádně rychlé, což způsobilo, že listopadový průměr 14,54 milionu km<sup>2</sup> byl zdaleka nejnižší, 1 milion km<sup>2</sup> pod předchozím rekordním minimem. Byla to dosud největší měsíční odchylka v satelitních záznamech. Důvody tohoto prudkého úbytku ledu dosud plně nechápeme, významně k němu pravděpodobně přispěl neobvyklý charakter místních sezonních větrů.

### 7.2 Horské a pevninské ledovce

Předběžná data Světového střediska pro monitorování ledovců za rok 2016 naznačují pokračující tání horských ledovců. Ledovce, pro které jsou k dispozici data za roky 2015 a 2016 vykazují průměrný úbytek 858 mm, přičemž pouze jeden z 26 sledovaných měl pozitivní hmotnostní bilanci. Průměrný hmotnostní deficit je menší než dosud rekordní úbytek z let 2014/2015, ale zůstává nad průměrem let 2003 až 2015.

Ztráty grónského ledovce byly během 12 měsíců předcházejících srpnu 2016 podobné jako v posledních letech. Změny zaledněné plochy se blížily průměrným hodnotám z let 1990 až 2013, s nadprůměrným přírůstkem ledu během chladných měsíců a poté silným táním, zejména v červenci. Období tání začalo neobvykle brzy, již v dubnu, díky neobvyklému teplu, jež se v této době vyskytlo v mnoha oblastech Grónska. Úbytky ledovcem pokryté plochy byly největší od roku 2012. V poslední čtvrtině roku, zejména v říjnu, byly zaznamenány velké přírůstky ledovce v důsledku výjimečně silných srážek na jihovýchodě Grónska.

### 7.3 Sněhová pokrývka

Průměrná roční rozloha sněhové pokrývky na severní polokouli byla 24,6 milionu km<sup>2</sup> v roce 2016, což je o 0,5 milionu km<sup>2</sup> pod průměrem let 1967–2015, a to je 12. nejnižší zaznamenaná hodnota. Sněhové poměry se velmi podobaly roku 2015. Po nadprůměrných sněhových srážkách v lednu byla plocha sněhu od února výrazně pod průměrem (o 2,4 až 3,3 milionu km<sup>2</sup>) až do června. Průměr dubnové plochy byl nejnižší v historických záznamech, březen byl druhý a únor třetí v pořadí. Podzimní sněhová pokrývka byla nadprůměrná, stejně jako tomu bylo i uplynulé tři roky. V září a dalších měsících až do prosince byly zaznamenány kladné odchylky od dlouhodobého průměru, každý z těchto měsíců se rozlohou řadil mezi první desítku v záznamech.

Pro jižní polokouli neexistují srovnatelné záznamy o rozloze sněhu, s výjimkou Antarktidy je zde sněhová pokrývka, kromě vysokých horských poloh, obecně vzácná. Abnormálně suché a teplé podmínky na jihu Jižní Ameriky se projevíly např. velmi nezvyklým 69denním obdobím bez sněhových srážek v Ushuaii (Argentina) od 21. dubna do 30. června. V Austrálii byla největší sezonní výška sněhu u Spencers Creek ve Sněžných horách mírně pod dlouhodobým průměrem. Silné srážky a podprůměrná teplota v září a říjnu vedly k neobvykle pozdnímu sezonnímu vrcholu rozlohy sněhu v prvním týdnu října.

### 8. HLAVNÍ ČINITELÉ KLIMATU

Výkyvy světového klimatu jsou sezonně i meziročně ovlivňovány několika hlavními klimatickými oscilacemi, které působí na velkých částech naší planety. Pravděpodobně nejznámější z hlavních hnacích sil variability klimatu je pacifický El Niño – Jižní oscilace (ENSO). Také rovníkový Indický oceán zažívá kolísání mořské povrchové teploty, i když s menší pravidelností než Pacifik. Indický oceánský dipól (IOD) popisuje variabilitu mezi západní a východní částí oceánu. Arktická oscilace (AO) a Severoatlantická oscilace (NAO) jsou dva režimy, které spolu úzce souvisí. Variabilita v atmosférickém proudění se vyskytuje i ve středních a vyšších zeměpisných šířkách severní polokoule. V kladném režimu je subtropický hřeben vysokého tlaku výraznější než obvykle a současně jsou silnější oblasti nízkého tlaku ve vyšších zeměpisných šířkách, jako např. Islandská a Aleutská tlaková níže. Tato situace vede k silnějšímu západnímu proudění ve středních zeměpisných šířkách. V záporném režimu je situace přesně opačná a vede naopak k silnějšímu východnímu proudění. Na jižní polokouli analogicky existuje Jižní prstencový mod (SAM), známý také jako antarktická oscilace (AAO).

Rok 2016 začal silnou událostí El Niño v tropickém Pacifiku s povrchovou lednovou teplotou moře ve východním Tichomoří více než 2 °C nad průměrem. Během prvních měsíců roku se poté voda postupně ochlazovala v souladu s typickým rozpádním mechanismem El Niña, v květnu teplota klesla na běžnou úroveň. Epizoda El Niño 2015/2016 tak dosáhla svého vrcholu s Niño indexem (ONI) +2,3 °C po dobu tří měsíců. Listopad 2015 až leden 2016 tak zaznamenal jednu ze tří nejsilnějších epizod od roku 1950 (spolu s epizoda-

mi 1997/1998 a 1982/1983). Rovníková teplota Pacifiku byla po většinu druhé poloviny roku podprůměrná, nejnižší hodnoty ONI (–0,8 °C) v září, říjnu a listopadu stačily, aby byla deklarována slabší událost La Niña (některé zdroje ale hodnotí stav jako neutrální).

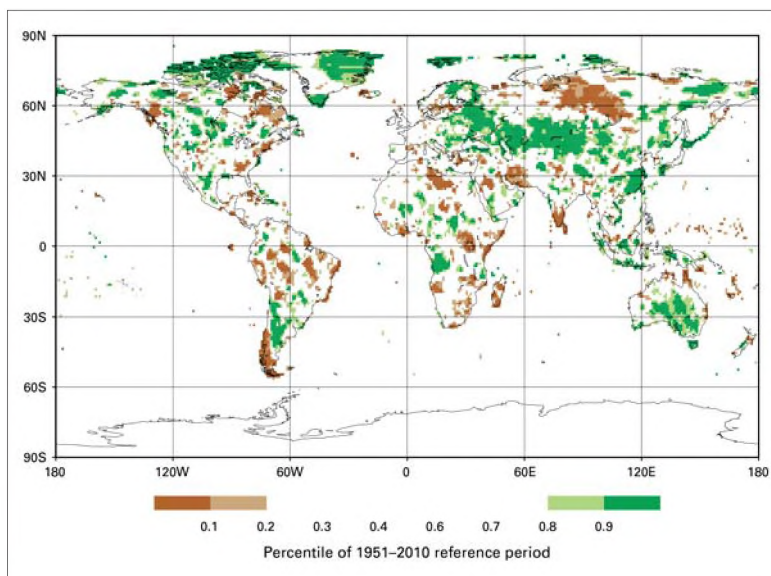
Mezi červnem a říjnem proběhla silně negativní fáze IOD s abnormálně vysokou teplotou mořského povrchu ve východní tropické části Indického oceánu mezi Indonésií a severozápadní Austrálií a relativně chladnými vodami u východního pobřeží Afriky. Hodnoty indexu IOD klesly v červenci a v září pod –1 °C, a proto byla tato epizoda hodnocena jako jedna z nejsilnějších od počátku sledování. Negativní fáze IOD byla spojena s nadprůměrnými srážkami na mnoha místech Austrálie a Indonésie a velkým suchem v rovníkové východní Africe. AO se v rozhodujícím období od ledna do března pohybovala kolem průměrných hodnot, po mírně záporných hodnotách v lednu následovaly mírně kladné hodnoty v únoru a březnu. Na začátku zimy 2016/2017 byl index AO spíše kladný. Index NAO byl pozitivní v celém období ledna až března 2016 a poté opět v prosinci.

### 9. SRÁŽKY

Celosvětové srážky byly v roce 2016 silně ovlivněny přechodem od podmínek El Niña na začátku roku k neutrálnímu nebo slabým podmínkám La Niña v druhé polovině roku. Následkem toho nastaly silné sezonní kontrasty, ale roční úhrn se v mnoha částech světa relativně přibližoval průměru (obr. 5).

Některé regiony zaznamenaly v období po El Niňu silné dešťové srážky, což vedlo k výrazně nadprůměrným ročním úhrnům. Indonésie a Austrálie, které byly po květnu silně ovlivněny i negativním IOD, měly rozsáhlé oblasti s dešťovými srážkami nad 90. percentilem (nejvlhčích 10 % všech let), stejně jako části jihovýchodní Číny.

Tento rok byl srážkově bohatý v mnoha částech severní



Obr. 5 Roční úhrn srážek vyjádřený jako percentily referenčního období 1951–2010 pro oblasti, které byly nejsušší (pod 20% percentilem, hnědá barva) a nejvlhčí (nad 20% percentilem, zelená barva) během sledovaného období, tmavší odstíny hnědé a zelené indikující hranici nejsuššího, resp. nejvlhčího 10% percentilu. (Zdroj: Global Precipitation Climatology Centre, Deutscher Wetterdienst, Germany).

Fig. 5. Annual total precipitation 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, Deutscher Wetterdienst, Germany).

polokoule. Velká oblast se srážkami nad 90. percentilem se rozprostírala od Kazachstánu na západ přes západní část Ruské federace do Finska, severního Švédska a Norska. Velké části na severu Ruské federace byly suché, s velkou oblastí severně od 55 ° severní šířky mezi Uralem a jezerem Bajkal, kde byly srážky pod 10. percentilem.

Trvale vysoký tlak nad Jižní Amerikou a kladná AO, které převládaly po většinu roku, silně ovlivnily srážky na jihu Jižní Ameriky. Byl to výjimečně suchý rok na většině chilského území od Santiaga na jih a v jižní Argentině. Naproti tomu na východní straně And v Argentině byly v mnoha oblastech severně od severní Patagonie srážky výrazně nadprůměrné.

Tropické západní pobřeží Jižní Ameriky, které během silných roků El Niña obvykle má vydatné srážky, mělo v prvních měsících roku 2016 srážky jen různorodé, přičemž sezonní úhrny se v západním Peru a Ekvádoru blížily průměru. Další oblastí, kde chyběly pro El Niño typické dešťové srážky, byla Kalifornie, kde byly sezonní srážky v letech 2015/2016 téměř průměrné (po čtyřech velmi suchých letech za sebou), a jen mírně omezily dlouhé období sucha, ačkoli se situace na konci roku 2016 zklidnila nadprůměrnými srážkami, zejména na severu.

Srážky byly ve většině střední a západní Evropy v průměru, přičemž velmi vlhká první polovina roku byla v kontrastu se suchou druhou půlkou. Zima 2015/2016 byla srážkově bohatá po celém západním okraji Evropy. Skotsko, Wales a Severní Irsko měly zimu srážkově rekordní a Spojené království jako celek druhou nejbohatší. V mnoha částech západní a střední Evropy byly květen a červen také velmi vlhké s významnými záplavami, zejména ve Francii a Německu. Sucho zavládlo ve velké části západní a střední Evropy během července až září, přičemž Francie měla historicky nejsušší červenec a srpen. Prosinec byl také extrémně suchý, přičemž mnohé oblasti měly méně než 20 % normálu. Švýcarsko mělo svůj nejsušší prosinec, který byl třetím historicky nejsušším měsícem. Několik stanic v západním Švýcarsku a přilehlých oblastech Francie nemělo v prosinci žádné srážky. Jedním z indikátorů kontrastu mezi první a druhou polovinou roku bylo to, že Uccle v Belgii zaznamenal srážkově rekordní leden až červen (62 % nad průměrem), následovaný třetím nejsušším červencem a prosincem (36 % pod průměrem).

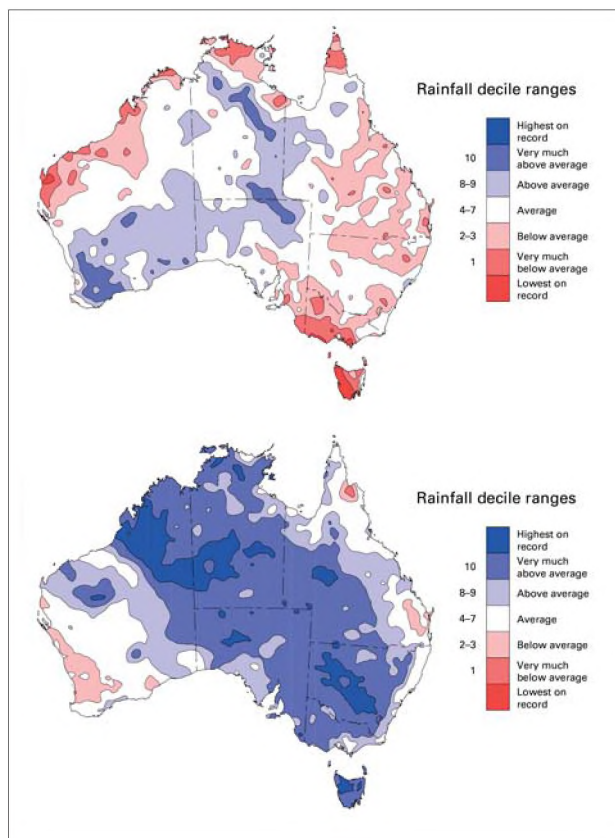
## 10. EXTRÉMNI UDÁLOSTI

Extrémní události jsou zodpovědné za mnohé významné dopady, jak z hlediska obětí, tak ekonomických ztrát. Mezinárodní měnový fond (MMF) shledal, že malé rozvojové státy jsou neúměrně postiženy přírodními katastrofami, a průměrné roční náklady jsou mnohem větší, než ve větších zemích.

### 10.1 Nezávažnější sucha a povodně

Začátkem roku bylo v některých částech světa zaznamenáno sucho spojené s účinky El Niña. Většina z těchto regionů, s výjimkou Brazílie, zaznamenala v průběhu roku 2016 obecný návrat k průměrným či nadprůměrným srážkám, v některých případech se ale sucho zhoršilo. Projekt Světového potravinového programu (WFP) ukázal, že počet lidí, kteří potřebují pomoc v důsledku sucha v souvislosti s El Niñem, by měl v únoru 2017 dosáhnout vrcholu.

Většina území jižní Afriky započala rok velkým suchem. Druhý rok po sobě byly v letním období dešťů (říjen–duben 2015/2016) srážky 20 až 60 % pod průměrem. V mnoha částech regionu byla zničena úroda. Ukázalo se, že mimořádné sucho bylo vyhlášeno ve všech regionech Jihoafrické republiky kromě jednoho, zatímco na severu zhoršená zemědělská produkce způsobila nedostatek potravin. WFP odhaduje, že



Obr. 6 Decily srážek v Austrálii, osm měsíců od září 2015 do dubna 2016 (nahore) a osm měsíců od května do prosince 2016 (dole). (Zdroj: Australian Bureau of Meteorology).

Fig. 6. Rainfall deciles for Australia for the eight months September 2015 to April 2016 (top) and the eight months May to December 2016 (bottom) (Source: Australian Bureau of Meteorology).

počátkem roku 2017 bude 18,2 milionů lidí potřebovat nouzovou pomoc. Celková produkce obilovin v jižní Africe v létě 2015/2016 poklesla o 13 % oproti sezoně 2014/2015 a o 31 % ve srovnání s obdobím 2013/2014. Období dešťů v sezoně 2016/2017 mělo slibný začátek, s dešťovými srážkami v říjnu až prosinci téměř průměrnými nebo nadprůměrnými na většině území. Některé oblasti, např. střední a severní Malawi, zůstávaly suché a výrazné zlepšení v humanitární situaci se až do sklizně v březnu a dubnu 2017 neočekávalo.

Významné sucho postihlo v Brazílii povodí Amazonky i severovýchod země; oba kraje mají historickou tendenci k suchu v pozdějších fázích průběhu El Niña. Po velmi suchých měsících v polovině roku 2015 se deficit srážek v Amazonii rozšířil na měsíce srážkových maxim v lednu až březnu, zejména v západních a jižních částech povodí, a srážky pokračovaly na průměrné až podprůměrné úrovni v následujících měsících. Do konce července bylo 24 extrémně nízkých měsíčních úhrnů téměř v celém povodí Amazonky. Dešťové srážky v pozdější části roku byly různorodé a vyústily pouze v mírné a lokální zlepšení. Prozatímní údaje ukazují, že rok 2016 v povodí Amazonky byl zjištěn jako nejsušší kalendářní rok. Řeky byly na abnormálně nízkých stavech. Acre zaznamenala nejnižší hodnoty, a přišla neúroda. V severovýchodní Brazílii sucho pokračovalo, v lednu silný déšť nebyl následován dalšími srážkami, a více než 60 % regionu bylo do konce roku označeno za výjimečně suché. Produkce obilovin v Brazílii byla 22 % pod pětiletým průměrem. Sucho jinde na severu Jižní Ameriky,

zejména v Kolumbii a ve Venezuele, se od dubna zmírnilo, ačkoli v první polovině roku přispěly ve Venezuele podnormální stavy hladin vodních nádrží k nedostatku elektrické energie. Střední Amerika také zažila počátkem roku 2016 sucho, přičemž Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) odhaduje, že 3,5 milionů lidí zažívalo v Salvadoru, Guatemale, Hondurasu a Nikaragui potravinovou nejistotu. Podstatné zlepšení se v těchto oblastech vyskytlo až později během roku.

K nejdramatičtějšimu přechodu sucha do nadprůměrných srážek došlo v Austrálii (obr. 6). Sucho bylo na počátku roku rozloženo ve dvou oddělených oblastech, vnitrozemí Queenslandu a jihovýchodním regionu zahrnujícím Tasmánii, západní Victorii a jihovýchod jižní Austrálie, s podprůměrnými srážkami v některých částech obou regionů už od roku 2012. Tasmánie byla obzvláště těžce postižena velkými požáry a nedostatkem elektřiny z důvodu nízkých zásob vody. V květnu došlo k výraznému posunu k období s nadprůměrnými srážkami, když El Niño oslabil a ustálila se záporná IOD fáze. Toto období vyvrcholilo v září, kdy v mnoha částech východní Austrálie padaly měsíční srážkové rekordy. Následné rozsáhlé záplavy vnitrozemských řek způsobily uzavření hlavní silnice z Melbourne do Brisbane na dobu delší než jeden měsíc. K ničivým záplavám došlo na začátku června na východním pobřeží severní Tasmánie. Poté, co od září 2015 do dubna 2016 bylo osm rekordně nejsušších měsíců, Tasmánie měla od května do prosince historicky nejdeštivější období. Tyto vysoké srážky a mírné jarní podmínky vedly k rekordní úrodě obilí a předpokládá se produkce ozimů o 49 % vyšší než v roce 2015.

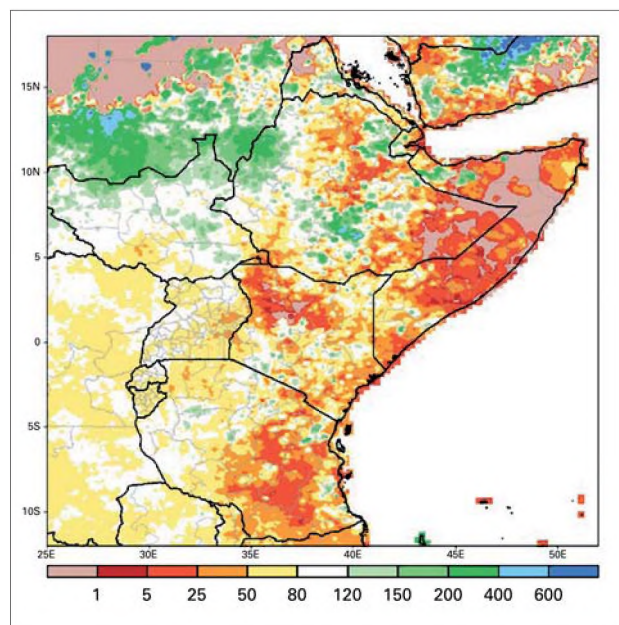
V ostatních regionech započal rok významným suchem, zejména v důsledku nízkých srážek v období dešťů v polovině roku 2015, na většině rozlohy Indie, v částech Vietnamu (zejména delta Mekongu), severní Etiopii a velké části Indonésie. Významné zemědělské ztráty byly ve Vietnamu, kde 83 % území státu bylo hodnoceno jako postižené suchem nebo pronikáním slané vody, v Indii byl nedostatek vody, a 10 milionů lidí potřebovalo humanitární pomoc v Etiopii. Zpráva Mezinárodní organizace pro migraci (IOM) ukazuje, že sucho způsobené jevem El Niño bylo hlavním faktorem, který přispěl v prvním čtvrtletí roku 2016 k největšímu počtu nově přesídlených lidí v Etiopii, ve srovnání se stejným časovým obdobím v předchozích třech letech (2013, 2014 a 2015). V první polovině roku 2016 zažila Indie, Vietnam i Etiopie průměrné až nadprůměrné srážky, které v podstatě podmínky zlepšily, zatímco v Indonésii přispěla negativní fáze IOD, při jaké je obvykle sušší období, od května k výskytu přivalových dešťů, které se soustředily na Jávě a Sumatře. To bylo ještě patrnější na Vánočním ostrově jižně od Jávy, kde napadlo od dubna do listopadu 3 900 mm srážek – téměř čtyřnásobek průměru. Koncem roku 2015 a v prvních měsících roku 2016 postihly neobvykle suché podmínky v jižním Pacifiku oblast sahající od jižní Papuy-Nové Guineje přes Šalamounovy ostrovy a Vanuatu na Fidži, Tongo, Samou a jižní Cookovy ostrovy, protože konvergenční zóna jižního Pacifiku (SPCZ, South Pacific Convergence Zone) se přemístila na severovýchod (typické pro roky El Niño) před určitým oživením v druhé polovině roku. Port Vila (Vanuatu) zaznamenal historicky nejsušší rok.

V suchem zasažené oblasti východní Afriky se situace ke konci roku zhoršila (obr. 7). V Somálsku, Keni a Tanzanii se úhrn srážek blížil již během období „dlouhých dešťů“ (březen až květen) k podprůměrným hodnotám před srážkově mimořádně chudou sezonou „krátkých dešťů“ (říjen až prosinec). Ačkoli se ke konci sezony vyskytlo pár užitečných dešťů, úhrn za říjen až prosinec byl stále 50 % pod průměrem, a to zejména

ve východní Tanzanii, východní Keni a Somálsku (70 až 90 % pod průměrem byl v pobřežním pásu Keni a Tanzanie). Tento region má historicky velké humanitární dopady vlivem sucha a agentury monitorující situaci uvedly ve zprávě Úřadu vysokého komisaře OSN pro uprchlíky (UNHCR), že v únoru 2017 bylo v rámci Somálska přemístěno 135 000 lidí. Značné ztráty vznikly na úrodě a úbytek hospodářských zvířat vlivem chudých pastvin byl hlášen také v Keni. Zimní sezona 2015/2016 v Maroku a severozápadním Alžírsku byla také suchá, srážky ve většině Maroka za období od září 2015 do dubna 2016 byly 15 až 40 % pod průměrem. Sklizeň pšenice zde byla o 65 % nižší než v roce 2015.

Velmi suché podmínky postihly většinu jižního a středního Chile, stejně tak i daleký jih Argentiny. Srážky ve většině této oblasti byly o 30 až 60 % nižší, než je průměr. V Chile, v Coyhaique a Balmacedě, byl nejsušší rok v historii a druhé období podprůměrných srážek pokračovalo v centrálním Chile, přičemž průměr srážek v Santiagu za šest let 2011 až 2016 byl 40 % pod dlouhodobým průměrem. Suché podmínky zapříčinily vznik velkých lesních požárů, které vypukly na konci roku před opětovným zhoršením v lednu 2017. Extrémní vedro koncem roku 2016 s novým teplotním rekordem 37,3 °C bylo zaznamenáno v Santiagu 14. prosince. Sucho také převládalo v některých částech Bolívie.

Suché léto a podzim panovaly na mnoha místech východních Spojených států a v přilehlých částech východní Kanady. Jihovýchodní vnitrozemí Spojených států bylo suché především v říjnu a listopadu, kdy některá místa měla po dobu dvou měsíců pouze malé nebo vůbec žádné srážky, což přispívalo k velkým požárům. Po období s vydatnými monzunovými dešti nad většinou Indie v polovině roku 2016, nastaly velmi suché podmínky v těch částech jižní Indie, které v období severovýchodního monzunu od října do prosince dosáhly svých srážkových maxim. V historii této oblasti to byl nejsušší říjen až prosinec se sezonními srážkami o 65 % nižšími než průměr (v ostrém kontrastu s rozsáhlými záplavami, kte-



Obr. 7 Srážky ve východní Africe za říjen až prosinec 2016 v procentech průměru (Zdroj: US NOAA Climate Prediction Center).

Fig. 7. Rainfall for East Africa for October to December 2016 as a percentage of average (Source: US NOAA Climate Prediction Center).

ré postihly region na konci roku 2015). Suché podmínky také ovlivnily Srí Lanku.

## 10.2 Významné povodně

Povodí řeky Jang-c'-ťiang v Číně okusilo nejvýznamnější povodňové období od roku 1999, přičemž některé přítoky zaznamenaly rekordní průtoky. Silné deště trvaly ve střední a dolní části Jang-c'-ťiang od dubna do července (obr. 8), s celkovým úhrnem za duben až červenec 30 % nad průměrem, podobně nebo mírně nad úrovní let 1998 a 1999. Přes kratší přestávky se od 18. do 20. července soustředily v oblasti Pekingu velmi silné deště, které také způsobily ničivé záplavy. Celkově došlo v povodí Jang-c'-ťiang a oblasti Pekingu k 310 úmrtím a škodám ve výši 14 miliard dolarů. Celkově se v Číně jednalo o srážkově rekordní rok, jehož roční úhrn 730 mm byl 16 % nad dlouhodobým průměrem.

Záplavy a sesuvy půdy na Srí Lance v polovině května zanechaly po sobě více než 200 mrtvých či pohřešovaných a několik set tisíc lidí evakuovaných. Velké záplavy byly během monzunového období zaznamenány v různých částech Indie, zejména v povodí Gangy, kde řeka dosáhla v některých místech rekordní výše, stejně tak jako v Nepálu a Bangladéši.

Nadprůměrné srážky padaly v květnu a začátkem června v některých částech západní Evropy. V severní Francii dosáhl měsíční úhrn až dvojnásobku, a dosáhl v pařížském regionu ve čtyřdenní sumě od 80 do 120 mm ve dnech 28. až 31. května. To způsobilo na začátku června povodně. V Paříži dosáhla hladina Seiny své historicky páté nejvyšší úrovně (nejvyšší mimo zimní měsíce), povodeň způsobila velké škody na majetku.

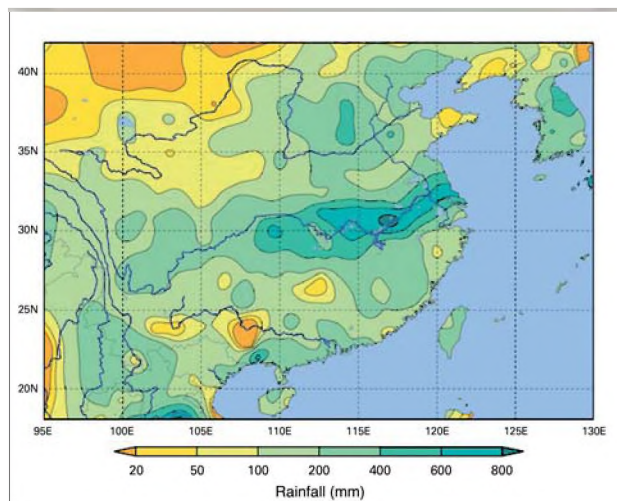
Extrémní záplavy postihly od 9. do 15. srpna část jihu Spojených států, zejména Louisianu. Sedmidenní srážkové úhrny se v nejhůře postižených oblastech pohybovaly od 500 do 800 mm, s rekordním 15hodinovým úhrnem 432 mm v Livingstonu dne 12. srpna. Některé řeky dosáhly vrcholu povodně o 1,5 m výše oproti předchozímu maximu. Bylo hlášeno třináct úmrtí a více než 50 000 domů a 20 000 podniků bylo poškozeno nebo zničeno. Celkové ztráty byly odhadnuty na 10 miliard dolarů.

Nadprůměrný sezonní úhrn srážek v oblasti Sahelu vedl k významnému rozvodnění v povodí Nigeru. Na horním Nigeru v Mopti (Mali) dne 6. září dosáhla řeka nejvyšší úrovně hladiny od roku 1964 a při záplavách ve vnitřní deltě Nigeru v Mali v listopadu a prosinci dosáhly řeky svých nejvyšších výšek hladin za posledních 50 let. K povodním došlo také dále po proudu, a to zejména v Nigeru a severní Nigérii, byly zaznamenány i v jiných částech západní Afriky mimo povodí Nigeru v Gambii, Senegalu a Ghaně. Silné záplavy byly také zaznamenány v jižní polovině Súdánu. Dostatečné množství srážek se ale zasloužilo o dobrou zemědělskou úrodu v mnoha částech Sahelu, s rekordními výnosy v Mali, Nigeru i Senegalu.

## 10.3 Tropické cyklony<sup>1)</sup>

Globální aktivita tropických cyklon byla téměř v normálu, s celkovým počtem 82 cyklon, mírně nižším, než je dlouhodobý průměr 85 cyklon ročně (obr. 9). Nadprůměrná aktivita byla v severním Atlantiku (15 cyklon, průměrně 12) a východní části Tichého oceánu (21 cyklon, průměrně 16), ale podprůměrná byla na jižní polokouli, zejména v australské oblasti, kde byla nejnižší aktivita od počátku satelitních záznamů s pouhými třemi cyklony (průměrně 10). Historicky druhá

<sup>1)</sup> Poznámka překladatele: Tropickým cyklonám v severním Atlantiku a východním Tichomoří říkáme hurikán, v severozápadním Tichomoří tajfun a zejména v Indickém oceánu cyklon.



Obr. 8 30denní srážkové úhrny nad východní Asií od 21. června do 20. července 2016 z datového souboru APHRODITE (Zdroj: Japan Meteorological Agency).

Fig. 8. Rainfall over eastern Asia for the 30 days 21 June to 20 July 2016 from the APHRODITE dataset (Source: Japan Meteorological Agency).

nejpozději vzniklá pojmenovaná bouře (Nepartak) se vyvinula až 3. července, sezona v severozápadním Tichém oceánu byla blízká průměru s 26 cyklony, ačkoli jejich geografické rozmístění jeví neobvyklé znaky, jako jsou např. poprvé v historii pozorování od roku 1951 zaznamenaná tři vniknutí na japonský ostrov Hokkaidó.

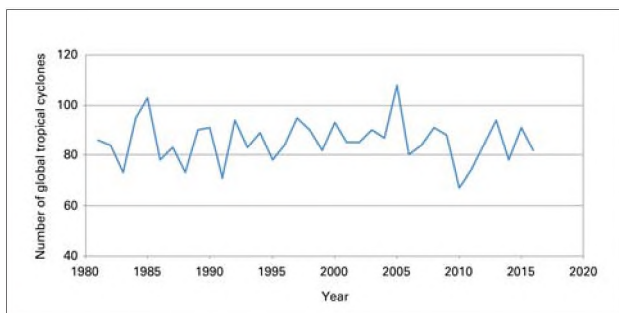
Nejničivější tropická cyklona roku, i nejničivější meteorologická katastrofa jakéhokoli typu, byl hurikán Matthew, který pustošil na přelomu září a října různé části severního Atlantiku. Jižně od Haiti dosahovala jeho intenzita 5. kategorie – první atlantský hurikán této intenzity od roku 2007 – a jihozápadní Haiti přešel 4. října jako systém 4. kategorie. Po překřížení východní Kuby a Baham se pak Matthew přesunul na sever, jen kousek od východního pobřeží Spojených států, s téměř paralelní drahou s pobřežím a krátkým vniknutím do Jižní Karolíny před přesunem zpět na moře. Největší ztráty na životech spojené s Matthewem byly zaznamenány na Haiti, s hlášením nejméně 546 mrtvých. Došlo ke zhoršení existujících problémů s nedostatkem potravin a s nemocemi v zemi, případy výskytu cholery se v nejhůře postižených provinciích zvýšily o 50 %. Velké ekonomické ztráty byly ve Spojených státech (hlavně z povodní v Severní a Jižní Karolíně, Georgii a na Floridě), také na Kubě, Bahamách a Haiti ve výši více než 15 miliard dolarů.

Dalším živlem zodpovědným za vážnou katastrofu na konci srpna v severovýchodní oblasti Korejské lidové demokratické republiky (KLDŘ) byl tajfun Lionrock. Účinek tajfunu, se srážkovým úhrnem až 320 mm za čtyři dny, vedl ke katastrofálním záplavám. Vládní zprávy popsaly událost jako nejvýznamnější přírodní katastrofu od založení KLDŘ se 133 mrtvými a 395 nezvěstnými lidmi a zničením 11 600 obydlí.

Dosud nejsilnější tropická cyklona na Fidži, cyklon Winston, překročil ostrovy Fidži koncem února jako systém 5. kategorie. Velké škody vznikly zejména na severním pobřeží hlavního ostrova Viti Levu, kde bylo hlášeno celkem 44 úmrtí, škody byly odhadnuty na 1,4 miliardy dolarů. Cyklon Winston také významně zpustošil ostrov Tonga.

Mezi další významné intenzivní tropické cyklony patřil tajfun Nepartak, spojený s 86 úmrtími na Tchaj-wanu, s uváženým změřeným tlakem 911 hPa; tajfun Meranti, který nejintenzivněji v historii udeřil v provincii Fu-tien v Číně na pevninu poté,





Obr. 9 Celkový počet tropických cyklon pro každý rok od roku 1981 do roku 2016. Roční součet kombinuje 12 měsíců končících v prosinci na severní polokouli a 12 měsíců končících v červnu na jižní polokouli (např. počet v 2016 je za sezonu 2016 na severní polokouli a 2015/2016 na jižní polokouli).

Fig. 9. Total number of tropical cyclones for each year from 1981 to 2016. Annual totals combine the 12 months ending December for northern hemisphere regions and the 12 months ending June for southern hemisphere regions (e.g. the 2016 total is for the 2016 northern hemisphere season and the 2015/2016 southern hemisphere season).

co nejprve přešel přes nejsevernější ostrovy Filipín, který měl v centru nejnižší pozorovaný tlak (890 hPa) jakékoli tropické cyklony v roce 2016, a cyklon Fantala, kterého 17. dubna jižně od Seychel udělala 10minutová průměrná rychlost větru  $250 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  jedním z nejintenzivnějších cyklonů zaznamenaných v jihozápadním Indickém oceánu.

Na severní polokouli v centrální části Tichého oceánu se objevily dva neobvyklé lednové hurikány. Pali, kromě neobvyklého načasování také dosáhl nejnižší zeměpisné šířky ( $2^\circ \text{ s. š.}$ ) z hurikánů na západní polokouli, zatímco Alex, který způsobil škody na Azorách, byl prvním lednovým hurikánem v Severním Atlantiku od roku 1938. Koncem listopadu dosáhl několika rekordů formování a intenzity v pozdní sezoně hurikán Otto, který měl také historicky nejnižší zaznamenané působení tropické cyklony na pevnině ve Střední Americe, když překročil pobřeží jižní Nikaraguy. Byl také prvním hurikánem, který překročil Kostariku a jako jeden z mála si zachoval cestou přes střední Ameriku intenzitu tropické cyklony a znovu se objevil na straně Tichého oceánu.

#### 10.4 Devastující požáry v různých částech světa

Nejničivější požár v kanadské historii, jenž byl nejnákladnější přírodní katastrofou v zemi, se vyskytl v květnu. Po nezvykle suchém a mírném začátku roku s historicky nejsušší zimou a jarem vypukl v blízkosti města Fort McMurray v Albertě počátkem května požár dále zesílený větrem a nízkou vlhkostí. Než se přesunul 4. května do města, překročila teplota  $33^\circ \text{ C}$  – dosud nejvyšší teplota takto brzy v roce. Požár vedl k celkové evakuaci města a nakonec zničil 2 400 budov, způsobil škody 3 miliardy dolarů v pojistných ztrátách a několik dalších miliard v ostatních ztrátách. Žádné úmrtí nebylo přímo připisováno požáru, ačkoli dva lidé zemřeli při dopravní nehodě během evakuace. Oheň nakonec zasáhl plochu přibližně 590 000 ha a pod kontrolu se dostal až počátkem července.

Později v roce se mimořádně suché podmínky v jihovýchodní části Spojených států podílely na nejničivějších požárech v moderní historii. V okolí města Gatlinburg v Tennessee bylo dne 28. listopadu hlášeno 14 úmrtí a bylo poškozeno nebo zničeno 2 400 budov.

V létě 2015/2016 dlouhotrvající oheň pohltil velkou část střední a západní Tasmánie, která byla v té době těžce zasažena suchem. Požáry většinou vypukly v polovině ledna a rozší-

řily se do oblasti náhorní roviny, kde je oheň extrémně vzácný, což vedlo k významnému poškození citlivé alpské vegetace zapsané do seznamů UNESCO. Požáry hořely po dobu několika týdnů a některé se nedostaly pod kontrolu ani do poloviny března.

Portugalsko ohlásilo největší spálené území letními požáry od roku 2006. Požár na Madeiře začátkem srpna se shodoval s nejteplejším dnem od roku 1976 na letišti Funchal ( $38,2^\circ \text{ C}$ ), což mělo za následek tři úmrtí a odhadovanou škodu ve výši 60 milionů eur.

#### 10.5 Extrémní teplotní maxima a minima

Objevilo se také několik významných horkých epizod. Rok začal extrémní vlnou veder v jižní Africe, která byla zhoršena pokračujícím suchem. V některých případech byly pár týdnů staré rekordy z listopadu a prosince 2015 znovu překonávány. Mnoho stanic zaznamenalo rekordní hodnoty v prvním lednovém týdnu. Dne 7. ledna dosáhla teplota v Pretorii  $42,7^\circ \text{ C}$  a v Johannesburgu  $38,9^\circ \text{ C}$ , obě tyto hodnoty byly o více než  $3^\circ \text{ C}$  vyšší než rekordní záznamy na těchto místech před listopadem 2015.

Extrémní vedro postihlo v dubnu a květnu jižní a jihovýchodní Asii před začátkem letního monzunu; jihovýchodní Asie byla v dubnu těžce zasažena. Maximum teploty bylo nejvyšší v Thajsku, kde byl 28. dubna v Mae Hong Sonu stanoven národní rekord  $44,6^\circ \text{ C}$  a rekordy byly pokořeny na mnoha místech. V Malajsii bylo v březnu a dubnu dosaženo několika měsíčních rekordů. O několik týdnů později byla na Phalodi naměřena teplota  $51,0^\circ \text{ C}$ , což je v Indii nejvyšší zaznamenaná teplota.

Rekordní nebo téměř rekordní teploty se vyskytovaly v některých částech Blízkého východu a severní Afriky v řadě případů od konce července do začátku září. Nejvyšší zaznamenaná teplota  $54,0^\circ \text{ C}$  byla v Mitribahu (Kuvajt) dne 21. července, což by po potvrzení byla nejvyšší teplota zaznamenaná v Asii. Další extrémně vysoké hodnoty teploty byly zaznamenány 22. července v Basře (Irák)  $53,9^\circ \text{ C}$  a v Delhoranu (Írán)  $53,0^\circ \text{ C}$  (národní rekord), přičemž výrazně vysoká teplota byla zaznamenána také v Maroku, Tunisku, Libyi a Spojených arabských emirátech.

Významná podzimní vlna veder ovlivnila v první polovině září mnoho částí západní a střední Evropy. Nejvyšší teplotu naměřili v jižním Španělsku, kde bylo 6. září v Córdobě zaznamenáno  $45,4^\circ \text{ C}$ ; zářijové rekordy padly na mnoha dalších stanicích ve Španělsku a v Portugalsku. Teplo se rozšířilo do severozápadní Afriky s rekordně vysokou teplotou v září, která byla zaznamenána v Maroku, i do severní Evropy, s maximem dne 13. září  $34,4^\circ \text{ C}$  v Gravesendu (Anglie). Září bylo ve Spojeném království o více než  $2^\circ \text{ C}$  nad průměrem a bylo nejteplejší od roku 1911, zatímco mnoho měsíčních nebo sezonních rekordů bylo zaznamenáno v Německu, Švédsku a Norsku.

Nejvýznamnější studená vlna se objevila v pozdním lednu ve východní Asii, kde se extrémně nízká teplota rozšířila od východní Číny na jih až k dalekému Thajsku. V jižní Číně v Kantonu napadl první sníh od roku 1967 a v Nan-ningu první od roku 1983, během toho poklesla teplota na Hongkongské observatoři na  $3,1^\circ \text{ C}$ , šestou nejnižší teplotu v historii. Pozdní mrazy na konci dubna v části střední a východní Evropy zapříčinily významné škody v zemědělství, s hlášenou ztrátou 105 milionů eur na obilninách a ovocných stromech v Chorvatsku.

#### 10.6 Závažné bouřky, sněžení a tornáda

Silné bouřky a tornáda způsobily v mnoha částech světa značné ztráty. Nejhorší incident nastal 23. června v provincii

Ťiang-su v Číně, kde tornádo způsobilo 99 úmrtí. Jednalo se o jedno z nejničivějších tornád zaznamenaných v čínských dějinách, v době, kdy byly v oblasti také velké záplavy.

Aktivita tornád ve Spojených státech byla pátým rokem podprůměrná, s předběžným počtem 985 tornád, což je zhruba 10 % pod průměrem od roku 1990. Celkový roční počet 17 úmrtí souvisejících s tornádem byl také značně podprůměrný. Vyskytovaly se zde však i jiné závažné a destruktivní bouře.

Samotná dvě ohniska velkých krupobití v Texasu, jedno v Dallasu ve Fort Worthu v březnu a druhé soustředěné do San Antonia v dubnu, vyústily v kombinované škody za více než 5 miliard dolarů. Kroupy s průměrem 11 cm byly hlášeny v San Antoniu. Kromě Spojených států došlo k významnému krupobití 23. června v provincii Brabant v Nizozemsku, s kroupami o průměru 5 až 10 cm a ztrátami odhadovanými na 500 milionů eur.

Bleskové záplavy vlivem bouřek se objevily v mnoha částech světa. Pozoruhodné epizody zahrnovaly ty v dubnu okolí Houstonu, v Texasu ve Spojených státech, v Tunisku v září (232 mm srážek spadlo 29. září za 24 hodin v Hiboun-Monastiru) a v listopadu v Johannesburgu v Jižní Africe.

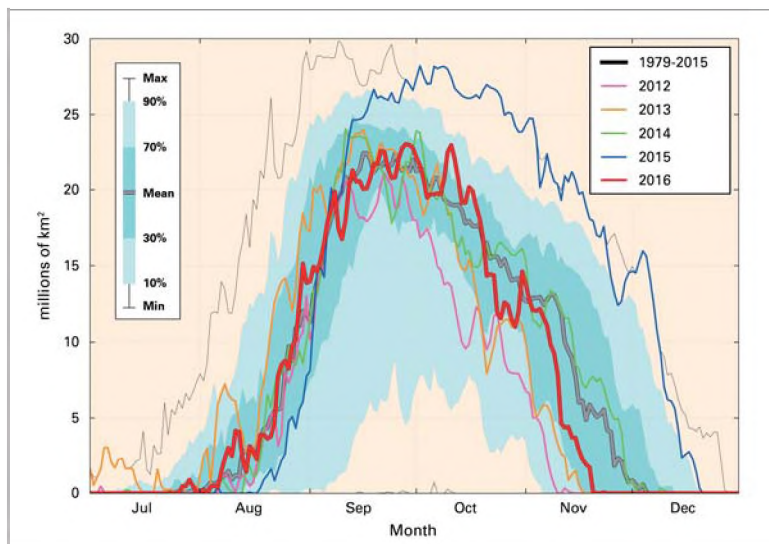
Velká sněhová bouře zasáhla mezi 22. a 24. lednem severovýchodní Spojené státy od západní Virginie po oblast New Yorku, s celkovou výškou sněhové pokrývky přesahující 50 cm. Mnoho míst v New Yorku registrovalo maximální úhrn sněhu během jedné bouře, např. 77 cm na mezinárodním letišti JFK a 71 cm v Newarku, stejně jako v Baltimoru 74 cm. Bouře byla hodnocena NOAA jako čtvrtá nejsilnější sněhová bouře v regionu od roku 1950.

Neobvykle brzy pokrývala silná sněhová vrstva již na začátku listopadu části Skandinávie, zatímco chladný východní vítr přicházel přes relativně teplé pobřežní vody. Výška sněhu 39 cm, po dvou dnech silného sněžení, byla ve Stockholmu 10. listopadu rekordem pro tento měsíc. Silné sněžení se vyskytovalo také v jiných částech východního Švédska, včetně ostrova Götlandu, stejně jako na západní straně Oslofjordu v Norsku. Významně brzké sněhové srážky ovlivnily také Japonsko, kdy v Tokiu napadl první měřitelný listopadový sníh od počátku záznamů v roce 1875.

## 11. STRATOSFÉRICKÝ OZON

Přijetím Montrealského protokolu bylo používání chlórovaných uhlovodíků ukončeno a velikost antarktické ozonové díry se od roku 1998 stabilizovala bez významného trendu. Díky své dlouhé životnosti však tyto sloučeniny zůstávají v atmosféře po mnoho desetiletí. V atmosféře je stále vysoká koncentrace sloučenin chlóru a bromu, které v Antarktidě způsobují úplné zničení ozonu mezi srpnem a prosincem v určitých výškách, a proto je velikost ozonové díry z roku na rok určována zejména meteorologickými podmínkami.

Stratosférická teplota na jižním pólu byla v roce 2016 blízká dlouhodobému průměru 1979–2015 a polární vír byl poněkud nesouměrný, na rozdíl od roku 2015, kdy byla teplota relativně nižší a vír byl stabilní a dobře soustředěný kolem jižního pólu.



Obr. 10 Plocha (milióny km<sup>2</sup>) celkového ozonu pod 220 Dobsonových jednotek. Rok 2016 je zobrazen červeně, 2015 modře, 2014 zeleně, 2013 oranžově a 2012 fialově. Hladká šedá čára je průměr 1979–2015. Tmavě zelenomodře vybarvená oblast představuje 30. až 70. percentil a světle zelenomodře vybarvená oblast představuje 10. a 90. percentil pro období 1979–2015. Oblast ozonové díry v roce 2016 dosáhla svého maxima 28. září se 23,1 milióny km<sup>2</sup>. (Zdroj: Zpracovala SMO s využitím dat stažených z webové stránky NASA <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>).

Fig. 10. Area (millions of km<sup>2</sup>) where the total ozone column is less than 220 Dobson units. 2016 is shown in red, 2015 in blue, 2014 in green, 2013 in orange and 2012 in purple. The smooth grey line is the 1979–2015 average. The dark green-blue shaded area represents the 30th to 70th percentiles and the light green-blue shaded area represents the 10th and 90th percentiles for the time period 1979–2015. The ozone hole area reached its maximum for 2016 on 28 September with 23.1 million km<sup>2</sup> (Source: prepared by WMO using data downloaded from the Ozonewatch website at NASA <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>).

Poškození ozonové vrstvy začalo relativně brzy díky přesunu víru do oblastí s vyšším slunečním svitem. Oblast ozonové díry podle údajů analýzy NASA dosáhla svého maxima v roce 2016 dne 28. září s plochou 23,1 miliónu km<sup>2</sup> (obr. 10), zatímco maxima v roce 2015 dosáhla dne 2. října s rozlohou 28,2 miliónu km<sup>2</sup>. Druhá analýza Královského nizozemského meteorologického institutu zjistila, že plocha ozonové díry v 2016 dosáhla 28. září maxima 22,3 miliónu km<sup>2</sup>, zatímco v 2015 dosáhla dne 9. října maxima 27,1 miliónu km<sup>2</sup>. V obou případech byly vrcholy hodnot blízké průměru za posledních 10 let a poněkud nižší než rekordní nebo téměř rekordně vysoké hodnoty pozorované v roce 2015.

V Arktidě začátkem března 2016 dosáhl úbytek stratosférického ozonu v polárním víru 27 %. To bylo více než průměr 1994–2016 (18 %), ale méně než maximum úbytku ozonu v Arktidě (38 % v roce 2011, 30 % v roce 1996). Zima 2015/2016 začala jako neobvykle chladná, ale náhlé oteplování stratosféry počátkem února další ztrátu ozonu odvrátilo.

### Literatura:

SMO, 2016. WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2016. WMO-No. 1189, WMO, Geneva. [online]. [cit. 2017]. Dostupné z WWW: [https://library.wmo.int/opac/doc\\_num.php?explnum\\_id=3414](https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3414)

Přeložili a upravili Václav Pokorný a Ilona Zusková, ČHMÚ, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, pokorny@chmi.cz, zuskova@chmi.cz

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