

Zpráva Světové meteorologické organizace o stavu klimatu ve světě v roce 2023

The WMO report on the Status of the Global Climate in 2023

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: globální teplota průměrná – globální úhrn srážek – plyny skleníkové – ozon – hladina oceánu – obsah oceánu tepelný – acidifikace – led mořský

KEYWORDS: average global temperature – globally precipitations – greenhouse gases – ozone – sea level – ocean heat content – acidification – sea-ice

1. Klíčové ukazatele klimatu

Globální klimatické ukazatele poskytují přehled o změnách v klimatickém systému. Soubor vzájemně propojených fyzikálních parametrů, které jsou zde uvedeny, spojuje měnící se složení atmosféry se změnami energie v klimatickém systému a reakcí pevniny, oceánů a ledu.

Tyto ukazatele jsou založeny na široké škále datových souborů, které zahrnují údaje z různých pozorovacích systémů, včetně družic a pozemního měření. Popis použitých datových souborů viz kapitola Soubory dat a metody (ČHMÚ 2024).

Klíčové ukazatele jsou připraveny pro období obvykle trvající tři desetiletí nebo déle, které se používají jako pevná měřítka, s nimiž lze porovnávat současné podmínky. Z vědeckých, politických a praktických důvodů je v této publikaci použito několik různých výchozích hodnot, které jsou uvedeny v textu a na obrázcích. Tam, kde je to možné, se pro konzistentní vykazování používá nejnovější klimatologický standardní normál SMO, tj. období 1991–2020.

1.1 Skleníkové plyny

Koncentrace skleníkových plynů v atmosféře odráží rovnováhu mezi emisemi z lidské

činnosti, přírodních zdrojů a změnami v biosféře a oceánech. Zvyšující se množství skleníkových plynů v atmosféře v důsledku lidské činnosti je od průmyslové revoluce hlavní příčinou změny klimatu. Globální průměrné molární podíly skleníkových plynů, zjednodušeně označované jako „koncentrace“ v atmosféře, se vypočítávají z pozorování prováděných na mnoha místech v rámci programu Global Atmosphere Watch (GAW) SMO a partnerských sítí.

V roce 2022, posledním roce, pro který jsou k dispozici konsolidované celosvětové údaje, dosáhly hladiny skleníkových plynů v atmosféře nových pozorovaných maxim (obr. 3), přičemž celosvětově průměrná koncentrace oxidu uhličitého (CO_2) byla $417,9 \pm 0,2$ částic na milion (ppm), metanu (CH_4) $1\,923 \pm 2$ částice na miliardu (ppb) a oxidu dusného (N_2O) $335,8 \pm 0,1$ ppb, což představuje 150%, 264% a 124% předindustriální úrovně (1750). Míra nárůstu CH_4 byla po roce 2021 druhá nejvyšší v historii a míra nárůstu N_2O byla nejvyšší v historii. Míra nárůstu CO_2 ve výši 2,2 ppm byla mírně pod desetiletým průměrem 2,46 ppm ročně. Míra růstu CO_2 je obvykle nižší v letech, které začínají obdobím La Niña, jako tomu bylo v roce 2022, a vyšší v letech, které začínají obdobím El Niño, jako tomu bylo v roce 2016. Údaje v reálném čase z konkrétních lokalit, včetně Mauna Loa (Havaj, USA) a Kennaook/Cape Grim (Tasmánie, Austrálie), naznačují, že v roce 2023 se úroveň CO_2 , CH_4 a N_2O nadále zvyšovala.

1.2 Teplota

Globální průměrná povrchová teplota v roce 2023 byla o $1,45 \pm 0,12$ °C vyšší než průměrná teplota v letech 1850–1900 (obr. 4). Analýza je založena na syntéze šesti globálních souborů teplotních dat (ČHMÚ 2024). Rok 2023 byl nejteplejším rokem ve 174letém záznamu přístrojového měření v každém ze šesti souborů dat. Posledních devět let, od roku 2015 do roku 2023, bylo devíti nejteplejšími roky v historii. Dva předchozí nejteplejší roky byly 2016 s anomálií $1,29 \pm 0,12$ °C a 2020 s anomálií $1,27 \pm 0,13$ °C.

V celosvětovém měřítku byl v roce 2023 každý měsíc od června do prosince rekordně teplý. Zvláště pozoruhodné bylo září 2023, které ve všech souborech dat s velkým náskokem překonalo předchozí globální rekord pro září o 0,46 °C až 0,54 °C. Druhé nejvyšší rozpětí, o které byl překonán zářijový rekord za posledních 60 let (období pokryté všemi datovými soubory), bylo podstatně menší, a to 0,03 až 0,17 °C v roce 1983. Červenec je



Obr. 1 Obálka publikace SMO.
Fig. 1. Cover of the SMO publication.

Klíčové události



Rok 2023 byl nejteplejším rokem v historii s odchylkou $1,45 \pm 0,12$ °C nad předindustriálním průměrem.



Koncentrace tří hlavních skleníkových plynů – oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného dosáhly v roce 2022 rekordních pozorovaných hodnot. Údaje v reálném čase ukazují, že v roce 2023 se koncentrace dále zvyšovaly.



Obsah tepla v oceánech dosáhl nejvyšší úrovně za 65 let pozorování.



Globální průměrná hladina moří dosáhla rekordní úrovně. Tempo růstu hladiny moří se za posledních 10 let (2014–2023) více než zdvojnásobilo oproti prvnímu desetiletí satelitního záznamu (1993–2002).



Rozloha mořského ledu v Antarktidě dosáhla v únoru absolutního rekordního minima. Roční maximální rozsah byl přibližně o 1 milion km² nižší než předchozí rekordně nízké maximum.



Předběžné údaje z globálního souboru referenčních ledovců za hydrologický rok 2022–2023 ukazují, že zaznamenaly největší úbytek ledu v historii (1950–2023), což bylo způsobeno extrémně zápornou hmotnostní bilancí v západní části Severní Ameriky i Evropy.



Ledovce ve Švýcarsku ztratily za poslední dva roky přibližně 10 % svého zbývajcího objemu.



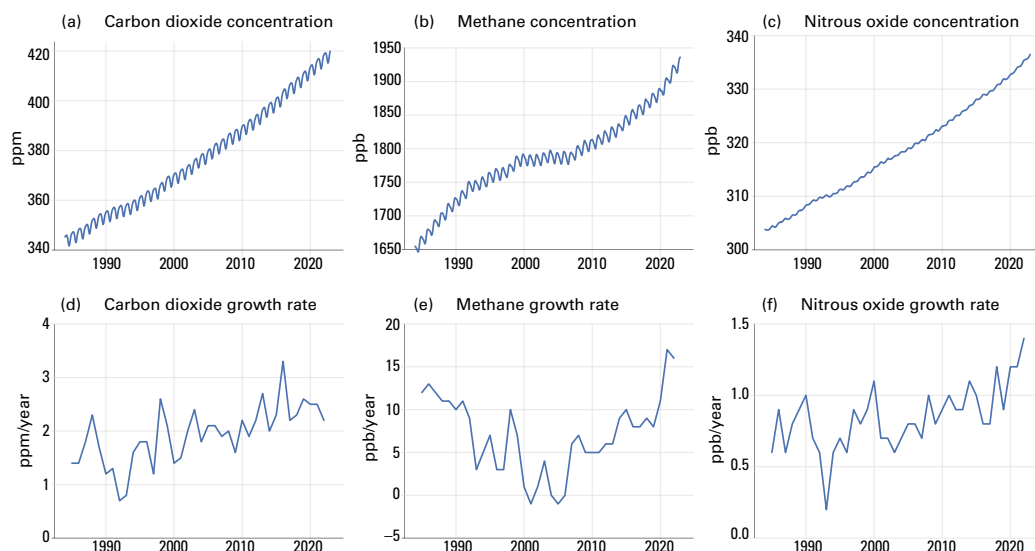
Extrémní počasí nadále vedlo k závažným socioekonomickým dopadům. Extrémní vedra postihla mnoho částí světa. Lesní požáry v Kanadě, Evropě a na Havaji (USA) vedly ke ztrátám na životech, ničení domů a rozsáhlému znečištění ovzduší. Zápavy spojené s extrémními srážkami způsobenými středomořskou cyklonou s názvem Daniel postihly Řecko, Bulharsko, Turecko a Libyi, kde došlo k obzvláště velkým ztrátám na životech.



Potravinová bezpečnost, vysídlování obyvatelstva a dopady na zranitelné skupiny obyvatelstva byly v roce 2023 nadále předmětem rostoucích obav, přičemž v mnoha částech světa situaci zhoršovaly klimatické a povětrnostní hrozby.

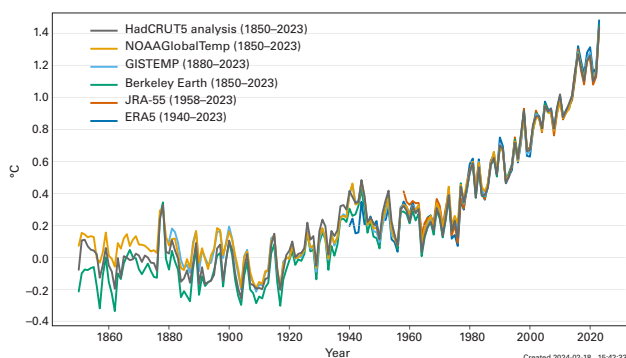
Obr. 2 Klíčové události.

Fig. 2. Key messages.



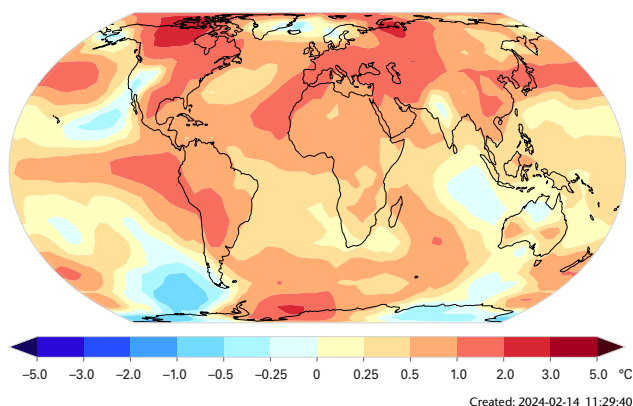
Obr. 3 Horní řádek: Měsíční globální průměrná koncentrace v atmosféře v letech 1984–2022 pro (a) CO_2 v ppm, (b) CH_4 v ppb a (c) N_2O v ppb. Spodní řádek: Rychlost růstu představující nárůst po sobě jdoucích ročních průměrů koncentrace pro (d) CO_2 v ppm za rok, (e) CH_4 v ppb za rok a (f) N_2O v ppb za rok. Zdroj: Světové datové centrum pro skleníkové plyny (WDCGG).

Fig. 3. Top row: Monthly globally averaged mole fraction (measure of atmospheric concentration), from 1984 to 2022, of (a) CO_2 in ppm, (b) CH_4 in ppb and (c) N_2O in ppb. Bottom row: the growth rates representing increases in successive annual means of mole fractions for (d) CO_2 in ppm per year, (e) CH_4 in ppb per year and (f) N_2O in ppb per year.



Obr. 4 Odchylka globální roční průměrné teploty od předindustriálních podmínek (1850–1900) pro šest globálních datových souborů teploty.

Fig. 4. Global annual mean temperature anomalies with respect to pre-industrial conditions (1850–1900) Source: Data are from the six datasets indicated in the legend.



Obr. 5 Průměrná odchylka povrchové teploty vzduchu v roce 2023 v porovnání s průměrem 1991–2020. Zdroj: Údaje jsou mediánem šesti datových souborů uvedených v obr. 4. Další podrobnosti viz Soubory dat a metody.

Fig. 5. Mean near-surface temperature anomalies (difference from the 1991–2020 average) for 2023. Source: Data are the median of the six datasets indicated in the Fig. 4.

obvykle celosvětově nejteplejším měsícem roku, a tak se červenec 2023 stal nejteplejším měsícem v historii.

Dlouhodobý nárůst globální teploty je způsoben zvýšenou koncentrací skleníkových plynů v atmosféře. Přechod od stavu La Niña, který trval od poloviny roku 2020 do začátku roku 2023, k plně rozvinutým podmínkám El Niño do září 2023 (ČHMÚ 2024) pravděpodobně vysvětluje část nárůstu teploty v letech 2022 až 2023.

Některé oblasti neobvyklého oteplení, jako například severovýchodní Atlantik (viz obr. 5), však neodpovídají typickým projevům oteplování nebo ochlazování spojeným s fází El Niño. K výjimečnému oteplení v letech 2022 až 2023, které pravděpodobně není způsobeno pouze variabilitou klimatu, mohly přispět i další faktory, jež se stále zkoumají.

Průměrná globální teplota za posledních 10 let, tedy od roku 2014 do roku 2023, byla o $1,20 \pm 0,12$ °C vyšší než průměr za období 1850–1900, čímž se posledních 10 let stalo nejteplejším ze všech desetiletých období zaznamenaných ve všech šesti souborech dat.

Pozorované globální teplotní odchylky na pevnině dosáhly rekordních hodnot v červenci a srpnu, poněkud později než v případě SST, ale zářijový průměr byl rovněž rekordní s velkou rezervou 0,53–0,71 °C. Druhé největší rozpětí, o které byl překonán rekord za posledních 60 let, bylo 0,22–0,27 °C v září 2002. V roce 2023 bylo na většině pevninských oblastí tepleji než v průměru let 1991–2020 (viz obr. 5). Neobvyklé teplo bylo zaznamenáno v rozsáhlých oblastech severní Kanady, na jihu Spojených států amerických, v Mexiku a Střední Americe a také v rozsáhlých oblastech Jižní Ameriky. Neobvykle teplé byly také rozsáhlé oblasti od střední Asie po západní Evropu, včetně částí severní Afriky a Arabského poloostrova, a také jihovýchodní Asie a Japonsko.

1.3 Oceány

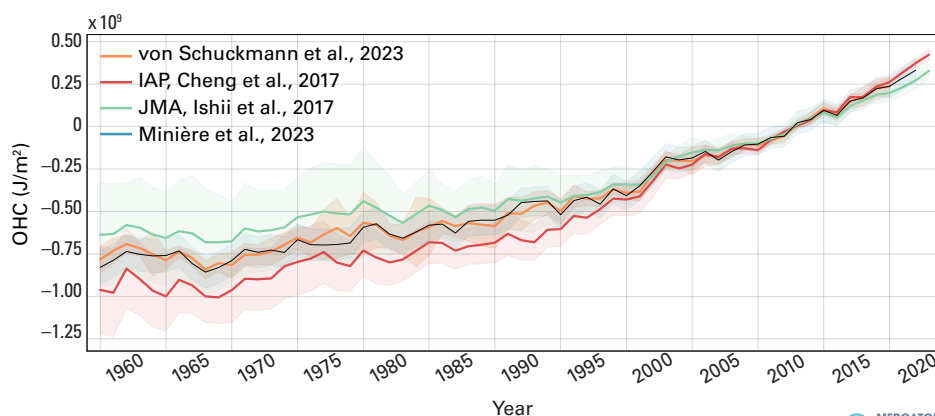
Rostoucí lidské emise oxidu uhličitého (CO_2) a dalších skleníkových plynů způsobují pozitivní radiační nerovnováhu v horní části atmosféry. Tato nerovnováha vede k akumulaci energie v zemském systému ve formě tepla, což je příčinou globálního oteplování. Oceán, který pokrývá přibližně 70 % zemského povrchu, je důležitou součástí klimatického systému. Pohlcuje CO_2 i teplo, čímž zpomaluje tempo globálního oteplování atmosféry. Současně mají výsledné změny chemického složení a teploty vážné účinky, které snižují pH oceánu, zvyšují hladinu moří, mění oceánské proudy, ovlivňují mořský život a biologickou rozmanitost a tím pádem i obyvatele, jejichž životy jsou na oceánu závislé.

1.3.1 Obsah tepla v oceánu

V roce 2023 dosáhl obsah tepla v oceánu (OHC) nejvyšší úrovně za 65 let pozorování. Přibližně 90 % energie, která se od roku 1971 nahromadila v zemském systému, je uloženo v oceánu. S tím, jak se energie v oceánu hromadila, se oceán otepleval a obsah tepla v globálním oceánu se zvyšoval (obr. 6).

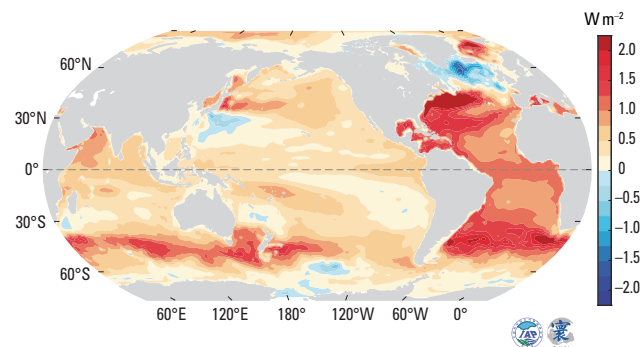
Podle konsolidované analýzy založené na několika jednotlivých souborech dat se horních 2 000 m oceánu v roce 2023 nadále oteplevalo. Očekává se, že oteplování bude pokračovat – jde o změnu, která je nevratná v časovém měřítku sta až tisíciletí. Tepelný obsah oceánu byl v roce 2023 nejvyšší v dosavadních záznamech a překročil hodnotu z roku 2022 o $13 \pm 9 \text{ ZJ}$ (obr. 6) v souladu s odhady zveřejněnými na začátku roku 2024.

Všechny datové soubory se shodují v tom, že míra oteplování oceánů vykazuje v posledních dvou desetiletích obzvláště silný nárůst. Míra oteplování oceánu pro vrstvu 0–2 000 m činila v letech 1971–2023 v průměru $0,7 \pm 0,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, ale v letech 2005–2023 (období, které pokrývá program Argo) $1,0 \pm 0,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Trvalý nárůst rychlosti oteplování oceánů je konzistentně patrný v přímých odhadech z pozorování in situ, nepřímých odhadech z dálkového průzkumu Země a při-



Obr. 6 Odchylka průměru globálního OHC vzhledem k průměru let 2005–2021 pro 0–2 000 m hloubky v letech 1960–2023 (oranžová). Průměrná časová řada souboru a směrodatná odchylka souboru (2 směrodatné odchylky, stínované) aktualizované podle Schuckmann et al. 2023 (červená); Cheng et al. 2017 (zelená); Minière et al. 2023 (světle modrá); a Ishii et al. 2017 (tmavě modrá). Zdroj: Mercator Ocean international.

Fig. 6. Global ocean heat content anomalies relative to the 2005–2021 average for the 0–2 000 m depth layer 1960–2023 (orange). Ensemble mean time series and ensemble standard deviation (2-standard deviations, shaded) updated from Schuckmann et al. 2023 (red); Cheng et al. 2017 (green); Minière et al. 2023 (light blue); and Ishii et al. 2017 (dark blue). Source: Mercator Ocean international.



Obr. 7 Pozorovaný trend OHC v horních 2 000 m od roku 1958 do roku 2023. Zdroj: Údaje aktualizovány podle Chenga et al.

Fig. 7. Observed upper 2 000 m OHC trend from 1958 to 2023. Source: Data updated from Cheng et al.

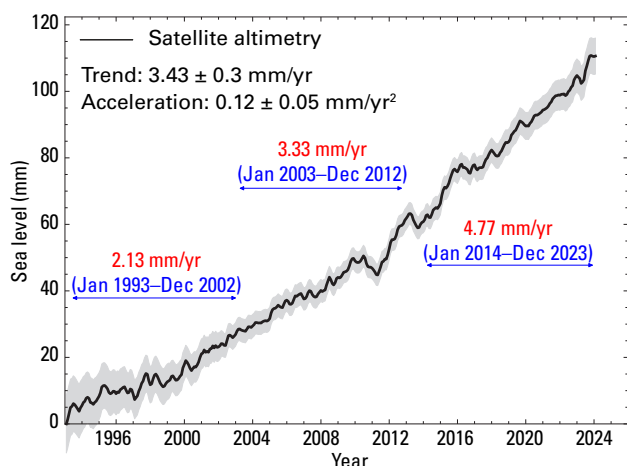
mých odhadech čistého toku v horní části atmosféry měřených družicemi. V literatuře se diskutují různé příčiny této změny, včetně změny antropogenního ovlivňování klimatu a přirozené proměnlivosti. Globální oteplování hlubokých oceánů v hloubce pod 2 000 m se v letech 1992–2022 odhaduje na $0,07 \pm 0,03 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Ačkoli se obsah tepla v oceánu výrazně zvýšil v celém vodním sloupci, rychlost oteplování nebyla všude stejná. K nejsilnějšímu oteplení v horních 2000 m došlo v Jižním oceánu ($60^\circ \text{ j. š.} - 35^\circ \text{ j. š.}$), severním Atlantiku ($20^\circ \text{ s. š.} - 50^\circ \text{ j. š.}$) a jižním Atlantiku ($60^\circ \text{ j. š.} - 0^\circ \text{ j. š.}$) (obr. 7). Oblast Jižního oceánu je největším rezervoárem tepla, na který připadá přibližně 32 % globálního nárůstu obsahu tepla v horních 2000 m oceánu od roku 1958. Na Atlantský oceán připadá přibližně 31 % globálního nárůstu obsahu tepla v 0–2000 m oceánu a na Tichý oceán přibližně 26 %.

Některé relativně malé oblasti se ochlazují, včetně subpolárního severního Atlantského oceánu, který se rozprostírá od povrchu do hloubky více než 800 m (také jediná oblast, která vykazuje stoleté ochlazování na povrchu). Kontrastní vzorec ochlazování ($50^\circ \text{ s. š.} - 70^\circ \text{ s. š.}$) a oteplování ($20^\circ \text{ s. š.} - 50^\circ \text{ s. š.}$) v severním Atlantiku souvisí se zpomalením atlantické meridionální cirkulace (AMOC) a lokálními interakcemi mezi atmosférou a oceánem. Mezi další ochlazující se oblasti patří severozápadní Pacifik, jihozápadní Pacifik a jihozápadní Indický oceán.

1.3.2 Úroveň hladiny oceánu

Globální průměrná hladina moře (GMSL) v roce 2023 nadále stoupala (obr. 8). Podmínky La Niña mezi polovinou roku 2020 a začátkem roku 2023 měly na GMSL jen malý zjevný vliv, na rozdíl od La Niña v roce 2011, která vedla k dočasnému poklesu GMSL o několik milimetrů. Rychlý nárůst pozorovaný v roce

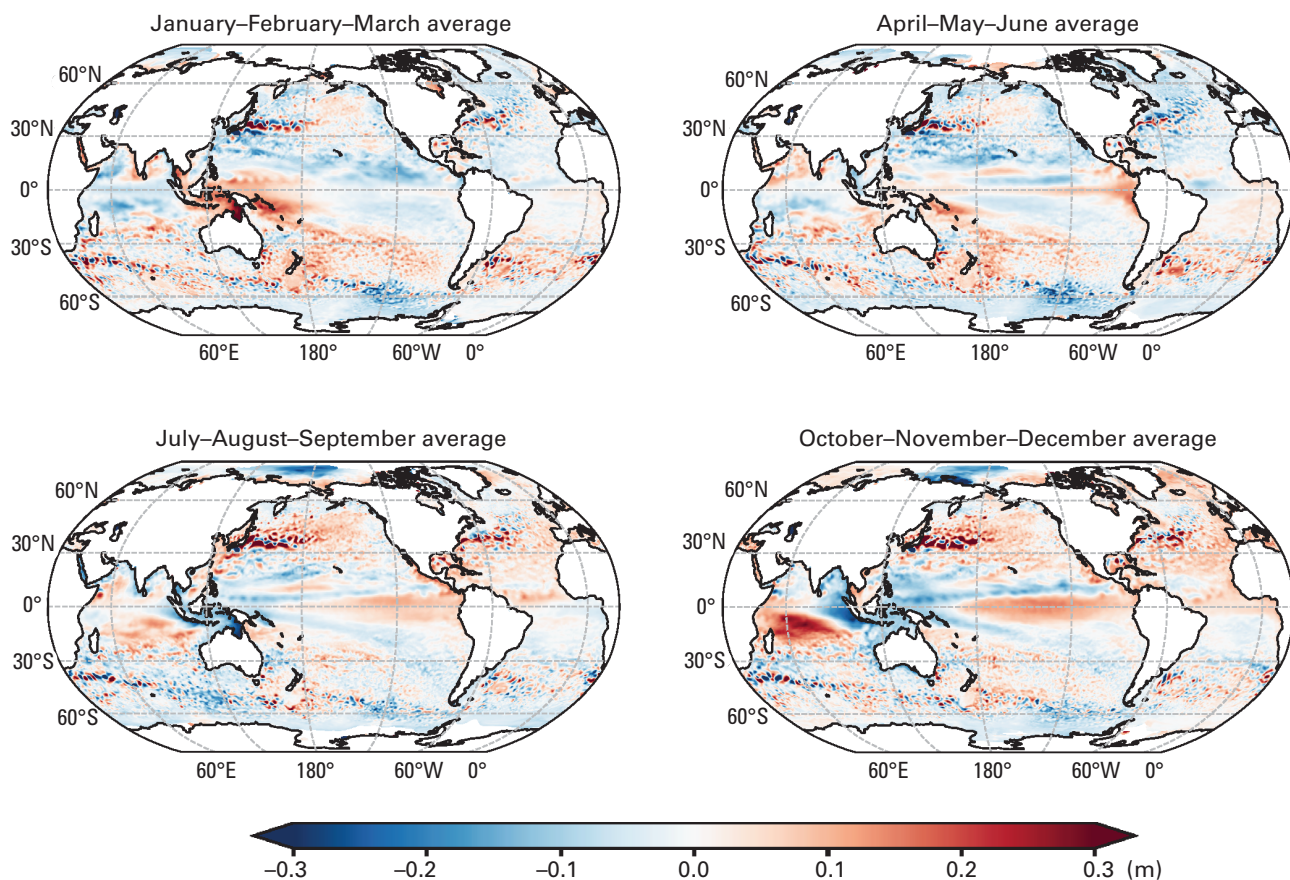


Obr. 8 Globální vývoj úrovně průměrné hladiny oceánu od ledna 1993 do prosince 2023 (černá křivka) s přidruženou nejistotou (stínovaná oblast) na základě vysoce přesných satelitních měření. Vodorovné barevné čáry představují průměrné lineární trendy ve třech po sobě jdoucích časových úsecích. Zdroj: AVISO altimetry.

Fig. 8. GMSL evolution between January 1993 and December 2023 based on satellite altimetry. The black line is the best estimate, and the grey shaded area indicates uncertainty. Red and blue annotations indicate the average rate of sea-level rise during three decades of the record as indicated. Source: AVISO altimetry.

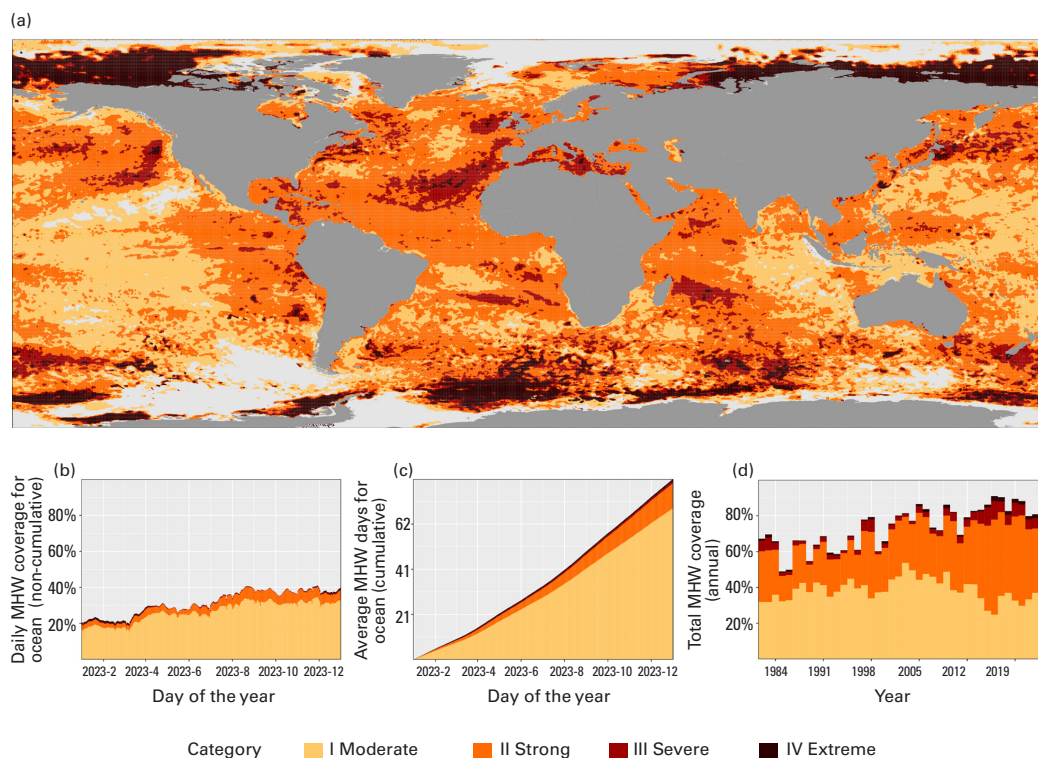
2023 je pravděpodobně částečně způsoben jevem El Niño. Dlouhodobá rychlost vzestupu mořské hladiny se od počátku satelitních záznamů více než zdvojnásobila, když v letech 1993–2002 vzrostla z 2,13 mm na 4,77 mm ročně v letech 2014 až 2023.

Od ledna do března 2023 byla hladina oceánu (obr. 9) v západní části tropického Pacifiku vyšší než dlouhodobý průměr (1993–2012). To je charakteristické pro teplou mořskou vodu v regionu spojenou s neutrálními podmínkami El Niño–jižní oscilace (ENSO). Hladina oceánu v severním Atlantiku a východním tropickém Pacifiku byla nižší než dlouhodobý průměr. Oteplení povrchových vod ve východní části tropického Tichého oceánu během počátečních fází El Niño 2023 v období od dubna do června vedlo ke zvýšení hladiny oceánu oproti dlouhodobému průměru v nejvýchodnější části tropického Tichého oceánu. V období od července do září byl zřetelně patrný vliv jevu El Niño, který se projevoval nadprůměrnými hladinami moří od středního tropického Pacifiku až po pobřeží Střední a Jižní Ameriky. Nadprůměrné hladiny moří byly pozorovány také v tropickém a severovýchodním Atlantiku, což souviselo s anomálním oteplením v těchto oblastech během léta na severní polokouli. Od října do konce roku pokračoval vývoj jevu El Niño. Posun do kladné fáze Indickooceánského dipólu (IOD) vedl k nadprůměrné výšce hladiny v západní části Indického oceánu a podprůměrné výšce hladiny na východě.



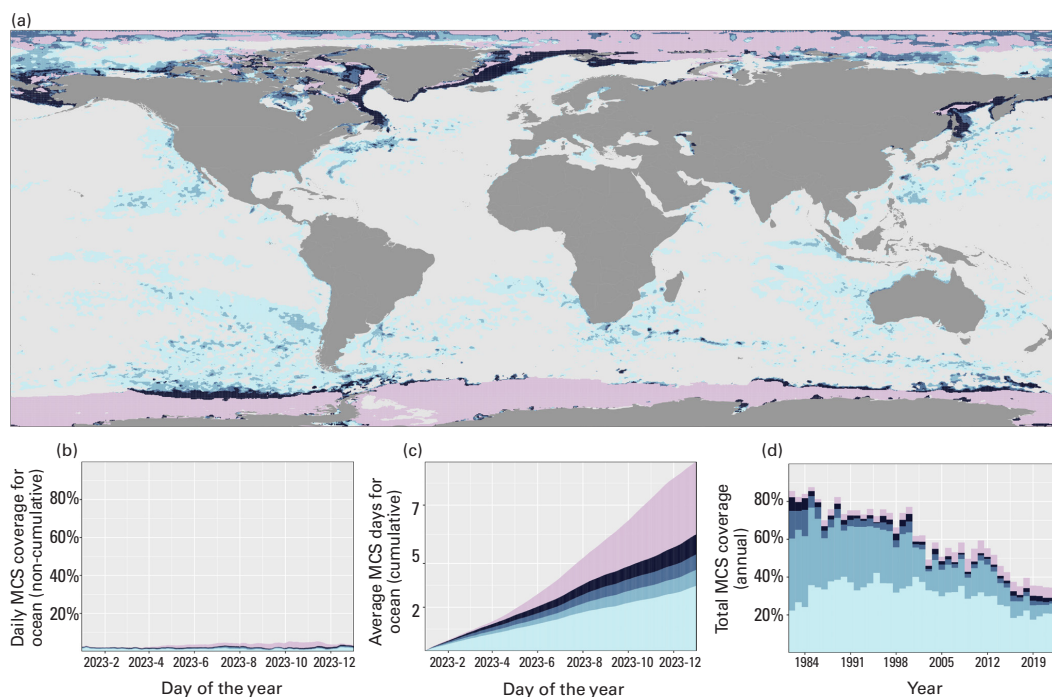
Obr. 9 Tříměsíční průměr rozdílů mořské hladiny na základě výškoměru (vzhledem k průměru z let 1993–2012, který je klimatologickým produktem) pro (vlevo nahoře) leden–březen 2023, (vpravo nahoře) duben–červen 2023, (vlevo dole) červenec–září 2023 a (vpravo dole) říjen–prosinec 2023. Zdroj: Data programu Copernicus Marine Service.

Fig. 9. Three-month averages of altimetry-based sea-level anomalies (relative to the 1993–2012 average, which is the product climatology) for (top left) January–March 2023, (top right) April–June 2023, (bottom left) July–September 2023 and (bottom right) October–December 2023 Source: Data downloaded from the Copernicus Marine Service.



Obr. 10 (a) Globální mapa ukazující nejvyšší kategorii MHW zaznamenané u každého pixelu (rozlišení $0,25^\circ \times 0,25^\circ$) v průběhu roku 2023 (referenční období 1982–2011). Světle šedá označuje, že v pixelu se po celý rok nevyskytla žádná MHW; **(b)** Procento oceánských pixelů zažívajících MHW v kterýkoli daný den v roce; **(c)** Kumulativní počet MHW dnů zprůměrovaný na všechny pixely v oceánu. Poznámka: Průměr se vypočítá z kumulativního součtu dnů MHW na pixel váženého plochou těchto pixelů; **(d)** Celková roční plocha oceánu, na které došlo k MHW v letech 1982 až 2022. Data pocházejí ze systému OISST (Optimum Interpolation Sea Surface Temperature) Národního úřadu pro oceán a atmosféru (NOAA). Zdroj: Robert Schlegel.

Fig. 10. (a) Global map showing the highest MHW category (for definitions, see Data sets and methods) experienced at each pixel (resolution is $0.25^\circ \times 0.25^\circ$) over 2023 (reference period 1982–2011). Light grey indicates that no MHW occurred in a pixel over the entire year. (b) Stacked bar plot showing the percentage of the surface of the ocean experiencing an MHW on any given day of the year. (c) Stacked bar plot showing the cumulative number of MHW days averaged over the surface of the ocean. Note: The average is calculated by dividing the cumulative sum of MHW days per pixel weighted by the surface area of those pixels. (d) The annual total surface area of the ocean that experienced an MHW from 1982 to 2022. Data are from the National Oceanic and Atmospheric Administration Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (NOAA) OISST. Source: Robert Schlegel.



Obr. 11 Obdobně jako na obrázku 10, ale místo MHW jsou zde zobrazeny MCS. Údaje pocházejí z NOAA OISST. Zdroj: Robert Schlegel.

Fig. 11. As for Figure 10 but showing MCSs rather than MHWs. Data are from NOAA OISST. Source: Robert Schlegel.

1.3.3 Mořské horké a studené vlny

Stejně jako vlny veder a chladná období na pevnině jsou i mořské vlny veder a chladná období delšími obdobími extrémně vysokých nebo nízkých teplot v mořích a oceánech, které mohou mít řadu důsledků pro mořský život a na něm závislá společenstva. Mořské vlny veder (MHW) jsou od konce dvacátého století častější, intenzivnější a déle trvající, zatímco mořských chladných období podle stejných měřítek ubývá. K celosvětovému sledování mořských vln veder a chladných období se používají satelitní snímky teploty mořské hladiny (SST), které jsou v této publikaci kategorizovány jako „střední“, „silné“, „závažné“, „extrémní“ nebo „ledové“.

Projevy El Niño obvykle způsobují rozsáhlé mořské vlny veder ve východní části tropického Pacifiku. Ačkoli se v této oblasti v roce 2023 až do konce října vyskytovaly silné vlny mořských veder (obr. 10a) a po zbytek roku 2023 střední vlny mořských veder, celkové plošné pokrytí bylo menší než při předchozích událostech El Niño.

V roce 2023 si zaslouží pozornost přetrvávající a rozsáhlé mořské vlny veder v severním Atlantiku, které začaly na jaře na severní polokouli, dosáhly vrcholu v září a přetrvávaly až do konce roku. Zatímco plošný rozsah se v prosinci zmenšil, intenzita se zvýšila. Koncem roku 2023 se v severním Atlantiku objevilo široké pásmo silných a extrémních mořských vln veder, přičemž teplotní odchylky v otevřeném oceánu dosahovaly +3 °C.

Středozemní moře bylo také neobvykle teplé ve srovnání se základním obdobím a již dvanáctý rok po sobě zaznamenalo téměř úplné pokrytí silnými a závažnými mořskými vlnami veder. Na jižní polokouli zůstaly vody v okolí Nového Zélandu od ledna do září (270 dní) o 1–2 °C nad dlouhodobým průměrem.

Na konci roku 2023 většina světového oceánu od zhruba 20° s. š. do 20° j. š. od rovníku od začátku listopadu zaznamenala mořské vlny veder. Naproti tomu v roce 2023 se v oblasti 60° s. š. nebo 60° j. š. od rovníku téměř nevyskytovaly mořské studené vlny, MCS (obr. 11a).

V celosvětovém oceánu bylo zaznamenáno průměrné denní pokrytí mořskou vlnou veder ve výši 32 % (obr. 10b), což je výrazně nad předchozím rekordem 23 % z roku 2016. Naproti tomu průměrné denní pokrytí mořských chladných vln (obr. 11b) bylo pouze 4 %, což je mnohem méně než v roce 2022 (7 %).

1.3.4 Okyselení oceánu

Oceán absorbuje přibližně čtvrtinu ročních emisí antropogenního oxidu uhličitého (CO₂) vypouštěného do atmosféry. CO₂ reaguje s mořskou vodou a mění chemické složení uhličitánů, což vede k poklesu pH označovanému jako „okyselování oceánu“. Okyselování oceánů má vliv na organismy a ekosystémové služby, včetně potravinové bezpečnosti, protože snižuje biologickou rozmanitost, zhoršuje stav biotopů a ohrožuje rybolov a akvakulturu. Šestá hodnotící zpráva Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC AR6) dospěla k závěru, že „s velmi vysokou pravděpodobností jsou současné hodnoty pH na hladině bezprecedentní nejméně za 26 000 let a současná rychlost změny pH je bezprecedentní přinejmenším za stejné období“.

Přestože celosvětové úsilí, z velké části podporované Mezivládní oceánografickou komisí (IOC), Organizací spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu (UNESCO) a vedené Globální sítí pro pozorování okyselování oceánů (GOA-ON) a Programem OSN pro výzkum okyselování oceánů v zájmu udržitelnosti (OARS), vedlo k nárůstu počtu pozorování pH oceánů, v mnoha regionech se stále odebírá málo vzorků. Údaje shromážděné pro ukazatel cíle udržitelného rozvoje (SDG) 14.3.1 (průměrné pH mořské vody měřené na dohodnutém souboru reprezentativních vzorkovacích stanic) ukazují, že současné pokrytí je nedostatečné, přičemž časové řady nejsou dostatečně dlouhé, aby bylo možné určit trendy, a ve všech oblastech existují mezery v pozorování. Globální trendy ilustrující pokles pH na hladině světového oceánu ukazují na rozsáhlé účinky emisí CO₂. Rychlost změn okyselování oceánů a jejich průběh a rozsah však vykazují velkou regionální a časovou variabilitu a pochopení těchto změn vyžaduje dlouhodobé pozorování s vysokým rozlišením v měřítkách relevantních pro postižená společenství.

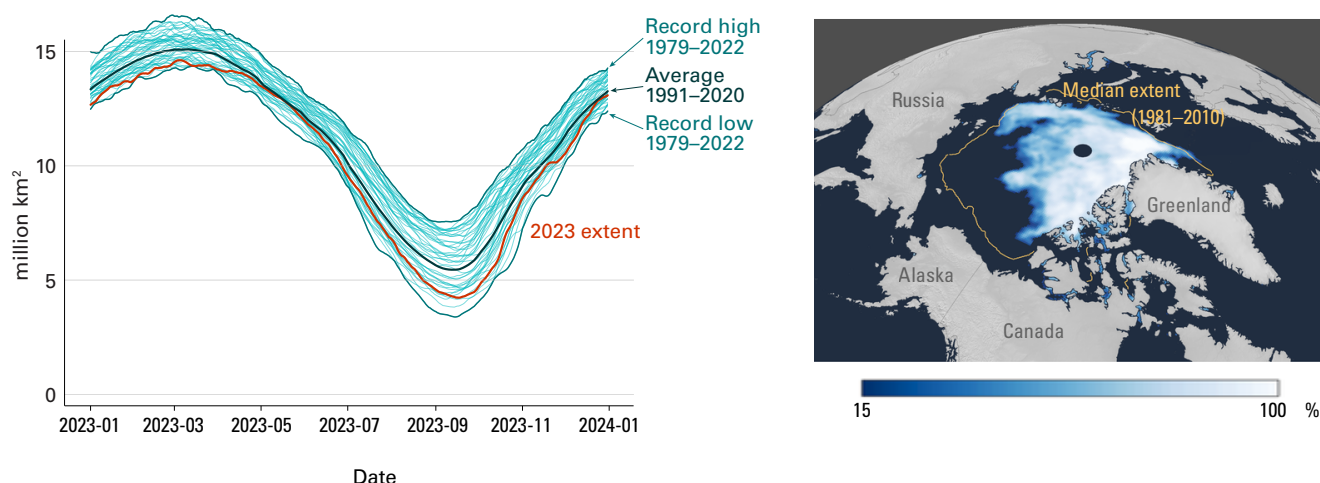
1.4 Kryosféra

Kryosféra zahrnuje zmrzlé části Země, konkrétně ledovce a ledové příkrovy, mořský led, sníh a věčně zmrzlou půdu. Nehostinné a často odlehle prostředí, ve kterém se led tvoří, znamená, že bývá náročné provádět dlouhodobá měření kryosféry. Zásadní změny pozorované v kryosféře zároveň jasně ilustrují globální rozsah klimatických změn.

1.4.1 Mořský led

Rozloha mořského ledu v Arktidě dosáhla 6. března svého ročního maxima 14,62 milionu km², což je pátá nejvyšší hodnota v satelitních záznamech. Ročního minima rozlohy mořského ledu v Arktidě bylo dosaženo 19. září (obr. 12 vlevo), přičemž minimální rozloha činila 4,23 milionu km², což je výrazně pod dlouhodobým průměrem (1991–2020), který činí 5,5 milionu km². Jednalo se o šestý nejvyšší minimální rozsah arktického mořského ledu v satelitních záznamech (1979–2023), který nebyl tak extrémní jako v roce 2012 nebo 2020, ale jen o něco vyšší než v letech 2007, 2016 a 2019, a pokračoval v dlouhodobém trendu snižování rozsahu arktického ledu v pozdním létě a začátkem podzimu. Hlavní negativní odchylky byly pozorovány v Beaufortově, Čukotském a Východosibiřském moři (viz obr. 12 vpravo). Rok skončil s rozlohou blízkou dlouhodobému průměru, ale stále devátou nejvyšší v satelitních záznamech.

Rozloha mořského ledu v Antarktidě se 21. února 2023 snížila na 1,79 milionu km², což je historické minimum pro družicovou éru (od roku 1979 do současnosti) a o něco méně než předchozí rekordní minimum, které bylo stanoveno v roce 2022. Rozloha mořského ledu zůstala se začátkem růstového období pod průměrem a v květnu dosáhla rekordního minima pro toto roční období. Pomalý růst pokračoval s výjimečně rekordně nízkou rozlohou mezi červencem a ročním maximem, pravděpodobně v souvislosti s oteplováním Jižního oceánu. Maximální rozloha antarktického mořského ledu pro rok 2023 činila 10. září 16,96 milionu km², což je zhruba 1,5 milionu km² pod průměrem let 1991–2020 a 1 milion km² pod předchozím rekordně nízkým maximem z roku 1986. Rekordně nízká rozloha mořského ledu pro toto roční období trvala až do začátku listopadu, ale podprůměrné tempo poklesu v prosinci přiblížilo rozlohu mořského ledu ke konci roku dlouhodobému průměru.



Obr. 12 (vlevo) Denní rozsah arktického mořského ledu od ledna do prosince, znázorňující rok 2023 (červená čára) oproti klimatickému normálu (1991–2020, tmavě modrá) a rekordní nejvyšší a nejnižší rozsah pro každý den (středně modrá). Jednotlivé roky jsou znázorněny světle modře. (vpravo) Koncentrace mořského ledu 19. září 2023, při ročním minimálním rozsahu arktického mořského ledu. Žlutá čára označuje střední hranici ledu za období 1981–2010. Zdroj: Údaje a mapa od Národního střediska pro údaje o sněhu a ledu (NSIDC).

Fig. 12. (left) Daily Arctic sea-ice extent from January through December, showing 2023 (red line) against the climate normal (1991–2020, dark blue), and the record highest and lowest extents for each day (mid-blue). Individual years are shown in light blue. (right) Sea-ice concentration on 19 September 2023, at the annual minimum Arctic sea-ice extent. The yellow line indicates the median ice edge for the 1981–2010 period. Source: Data and map from the National Snow and Ice Data Center (NSIDC).

1.4.2 Kontinentální ledovce

Ledový příkrov je ledová plocha vznikající na pevnině, která pokrývá plochu větší než 50 000 km². V současném klimatickém systému existují dva hlavní ledové příkrovy, jeden v Grónsku a druhý v Antarktidě. Celková hmotnostní bilance ledového příkrovu je součtem tří složek: povrchové hmotnostní bilance, mořské hmotnostní bilance a bazální hmotnostní bilance. Povrchová hmotnostní bilance je rozdíl mezi akumulací sněhu a odtokem tající vody z ledového příkrovu. Mořská hmotnostní bilance je úbytek hmoty na okraji ledového příkrovu v důsledku tání ledovců a tání ledu, který je v kontaktu s oceánem. Bazální hmotnostní bilance spočívá v tání na dně ledového příkrovu v důsledku geotermálního tepla a tření, když led klouže po podloží pod ním. Záporná hmotnostní bilance znamená úbytek hmoty ledu, kladná hmotnostní bilance znamená přírůstek.

Na základě odhadů souboru regionálních klimatických modelů grónský ledový příkrov v hydrologickém roce 2022/2023 (od 1. září 2022 do 31. srpna 2023) nadále ztrácel hmotu. Roční akumulace sněhu v Grónsku stále převyšuje povrchové tání ve většině let, což dává kladnou bilanci povrchové hmoty. Pro roky 2022/2023 byla odhadnuta na +317 Gt, což je pod dlouhodobým průměrem, ale výrazně nad extrémními roky tání 2011/2012 a 2018/2019. V kombinaci s bazální hmotnostní bilancí (–27 Gt) a mořskou hmotnostní bilancí (–504 Gt) činila odhadovaná celková hmotnostní bilance ledového příkrovu v letech 2022/2023 přibližně –217 Gt.

Sezona tání v létě 2023 byla poměrně intenzivní, přerušovaná velkými vlnami veder v červenci a srpnu. Satelitní údaje o rozsahu tání ukazují, že ledový příkrov měl třetí nejvyšší kumulativní plochu tání v historii (1978–2023), po extrémní sezoně tání v letech 2012 a 2010. Na stanici Summit Station to bylo nejteplejší léto v historii (od roku 1987) o 3,4 °C teplejší než

průměr let 1991–2020 a o 1,0 °C teplejší než předchozí rekord. Na stanici Summit Station došlo k tání již pátý rok v historii (2012, 2019, 2021, 2022 a 2023); záznamy z ledového jádra ukazují, že k výraznému tání došlo naposledy na konci 19. století.

V rámci projektu Ice Sheet Mass Balance Inter-comparison Exercise bylo zdokumentováno zrychlení kombinovaného úbytku hmoty z grónského a antarktického ledového příkrovu v období satelitních záznamů 1992–2020. Průměrná celková ztráta hmoty grónského a antarktického ledového příkrovu v tomto období činila (–169 Gt, respektive –92 Gt za rok) dohromady –261 Gt za rok. Při kombinaci obou ledových příkrovů se všech sedm let s nejvyšším zaznamenaným táním odehrálo od roku 2010 a průměrná roční míra úbytku hmoty se zvýšila ze 105 Gt v letech 1992–1996 na 372 Gt v letech 2016–2020. To odpovídá přibližně 1 mm ročního globálního vzestupu mořské hladiny, který lze v posledním období připsat polárním ledovým příkrovům.

Údaje a modelové odhady hmotnostní bilance z roku 2023 jsou v souladu s těmito nedávnými hodnotami úbytku hmoty v Grónsku, ale antarktický ledový příkrov získal hmotu díky vyšší než obvyklé akumulaci sněhu v posledním roce a půl. Údaje o gravitační bilanci hmoty z družicové mise GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) pro hydrologický rok 2022/2023 udávají pro Grónsko odhadovanou změnu hmotnosti –196 Gt, což se blíží dlouhodobé míře úbytku hmoty ledového příkrovu. Antarktický ledový příkrov za stejné období získal 122 Gt.

1.4.3 Ledovce

Podle předběžných údajů činila roční hmotnostní bilance globálního souboru referenčních ledovců pro hydrologický rok 2022/2023 –1,2 m vodního ekvivalentu. Jedná se o nominálně

největší úbytek ledu v historii (1950–2023), který je způsoben extrémně zápornou hmotnostní bilancí v západní části Severní Ameriky i v Evropě.

Ledovce na západě Severní Ameriky a v evropských Alpách zažily extrémní období tání. Ve Švýcarsku ztratily ledovce za poslední dva roky přibližně 10 % svého zbývajícího objemu.

Ledovce vznikají ze sněhu, který zhutní a vytvoří led, který se pak deformuje a stéká dolů. Ledovce se skládají ze dvou zón: akumulací zón, kde akumulace hmoty ze sněhových srážek převyšuje úbytek ledu, a ablační zóny, kde úbytek ledu (ablace) v důsledku tání a dalších mechanismů převyšuje akumulaci. V místech, kde ledovec končí v jezeře nebo oceánu, může docházet k úbytku ledu táním v místě, kde se led setkává s vodou, a telením, kdy se kusy ledovce odlamují.

Hmotnostní bilance ledovce – množství hmoty, které ledovec získá nebo ztratí – se běžně vyjadřuje jako roční změna tloušťky zprůměrovaná na plochu ledovce, která se vyjadřuje v metrech vodního ekvivalentu (v.e.). Rychlost tání je silně ovlivněna albedem ledovce, tedy podílem slunečního záření, které se odráží od povrchu ledovce. Obnažený ledovcový led je tmavší, a proto má nižší albedo než sezonní sněhová pokrývka, je také citlivý na ztmavnutí způsobené minerálním prachem, černým uhlíkem, činností řas a spadem z lesních požárů. Snížená sněhová pokrývka, dlouhá období tání a činnost lesních požárů slouží ke koncentraci tmavšího materiálu na povrchu ledovce, což snižuje albedo, a tím zvyšuje jeho tání.

Předběžné údaje ze souboru referenčních ledovců monitorovaných Světovou službou monitorování ledovců (WGMS) ukazují, že globální roční hmotnostní bilance pro hydrologický rok 2022/2023 je $-1,2$ m n. m., což je o něco více záporná hodnota než v roce 2021/2022 pro soubor přibližně 60 referenčních ledovců WGMS. Na základě dostupných údajů o ledovcích se nominálně jedná o rekordně nízkou hmotnostní bilanci (1950–2023). Rekordní úbytek byl způsoben extrémně zápornou hmotnostní bilancí v západní části Severní Ameriky i v Evropě a 7 z 10 let s nejzápornější hmotnostní bilancí nastalo od roku 2010.

Roční úbytek hmotnosti švýcarských ledovců v letech 2022–2023 byl druhý největší v historii (od roku 1950 po současnost) a činil 4,4 % zbývajícího objemu ledu. Spolu s rekordním úbytkem hmotnosti v letech 2021–2022 ve výši 5,9 % ztratily švýcarské ledovce za pouhé dva roky přibližně 10 % svého zbývajícího objemu. K tomu přispěly každoroční nízké sněhové zásoby a teplá léta, přičemž potenciální kumulativní dopady stmívání ledovců jsou spojeny s delšími než obvyklými obdobími obnaženého ledovcového ledu a úbytkem vysoko položeného firnu.

V západní části Severní Ameriky došlo v roce 2023 k rekordnímu úbytku hmoty ledovce (od roku 1965 do současnosti), přičemž průměrné roční ztenčení ledovce činilo více než 3,5 m na ledovcích sledovaných pomocí LiDAR v kanadských Skalisticích horách a jižním Pobřežním pohoří. Na základě regionálních průzkumů LiDAR severoamerické ledovce ztrácely hmotu rychlostí, která byla pětikrát vyšší než rychlost naměřená pro období 2000–2019. Po úpravě výškových dat LiDAR o hustotu sněhu a ledu jsou odhady hmotnostní bilance na dvou lokalitách s dlouhodobým měřením, Place a Haig Glaciers, $-3,1 \pm 0,5$ m v.e. resp. $-3,8 \pm 0,6$ m v.e. Měření hmotnostní bilance in situ z těchto dvou lokalit dávají odhady $-3,7$ m v.e. a $-4,1$ m v.e., což je hluboko pod dlouhodobým průměrem a o více než 1 m v.e. pod předchozími rekordními minimy.

Velká záporná hmotnostní bilance je způsobena podprůměrnou zimní sněhovou pokrývkou, po níž následovala intenzivní jarní vlna veder, která vedla k brzkému obnažení většiny ledovců a ledových polí v jihozápadní Kanadě. Sezonní sníh na většině ledovců v polovině léta většinou zmizel a odhalil tmavší firn nebo led v prodlouženém období tání. K extrémnímu tání přispěly nadprůměrné letní teploty a rekordní aktivita lesních požárů v západní Kanadě, přičemž depozice částic z lesních požárů ještě více ztmavily povrch ledovce. Svůj vliv může mít i vysoká míra kumulativního tání v posledních několika letech, kdy se na povrchu ledovců stále více koncentrují nečistoty a na mnoha horských ledovcích se ztratila zóna firnu. Tyto faktory se stávají trvalými a ledovce v západní části Severní Ameriky ztratily v období 2020–2023 odhadem 9 % svého objemu z roku 2020.

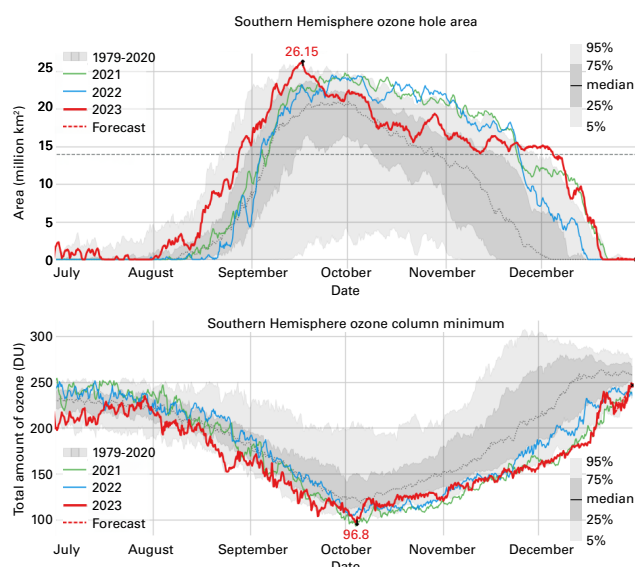
1.4.4 Sníh

Sezonní sněhová pokrývka na severní polokouli zaznamenává dlouhodobý pokles na konci jara a v létě, který pokračoval i v roce 2023. Rozsah sněhové pokrývky na severní polokouli se od ledna do dubna 2023 blížil dlouhodobému průměru (1991–2020), ale jarní vlna veder na severozápadě Severní Ameriky způsobila rozsáhlé tání sněhu. Rozsah sněhové pokrývky v Severní Americe byl v květnu 2023 nejnižší v historii (1967–2023) a činil 7,47 mil. km², což je asi 1,57 mil. km² (17 %) pod dlouhodobým průměrem, zatímco celkový rozsah sněhové pokrývky na severní polokouli byl 16,74 mil. km², což je osmý nejnižší údaj od roku 1967 a 1,47 mil. km² pod dlouhodobým průměrem.

1.5 Stratosférický ozon a plyny poškozující ozonovou vrstvu

Po úspěchu Montrealského protokolu bylo oznámeno ukončení používání halonů a chlor-fluorovaných uhlovodíků (CFC), ale jejich množství v atmosféře je nadále monitorováno. Vzhledem k dlouhé životnosti CFC zůstanou tyto sloučeniny v atmosféře po mnoho desetiletí, i kdyby nedocházelo k novým emisím, stále by byl přítomen dostatek chloru a bromu, aby způsobil úplné zničení ozonu v Antarktidě od srpna do prosince. V důsledku toho je vznik antarktické ozonové díry nadále každoroční jarní událostí, přičemž meziroční změny její velikosti a hloubky se do značné míry řídí meteorologickými podmínkami. „Dírou“ se rozumí oblast, kde celkový sloupec ozonu ve stratosféře klesne pod 220 Dobsonových jednotek.

V roce 2023 měl vývoj ozonové díry neobvykle brzký začátek a ozonová díra se stala šestou nejrozsáhlejší v éře družic. Podle analýz Národního úřadu pro letectví a vesmír (NASA) a služby Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) se 21. září rozšířila na 26 milionů km² (obr. 13), což je srovnatelné s předchozími dvěma roky (2021 a 2022) a blíží se maximum pozorovaným v dřívějších letech, například 28,2 milionu km² v roce 2015 a 29,6 milionu km² v roce 2006. NASA uvádí, že 3. října 2023 byla minimální hodnota ozonu 99 Dobsonových jednotek. Přestože se plocha ozonové díry počátkem října typickým způsobem zmenšovala, koncem měsíce se opět zvětšila a až do prvního prosincového týdne zůstala na úrovni přibližně 15 milionů km² nebo nad ní. Přestože ozonová díra v roce 2023 trvala neobvykle dlouho, její délka trvání byla podobná jako u ozonových děr v posledních třech letech.



Obr. 13 Plocha (v milíonech km²) a minimum ozonu, kde je celkový sloupec ozonu nižší než 220 Dobsonových jednotek; rok 2023 je znázorněn červeně. Pro srovnání jsou uvedeny tři poslední roky, jak je uvedeno v legendě. Hladká, tlustá šedá čára je průměr let 1979–2020. Zdroj: Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS).

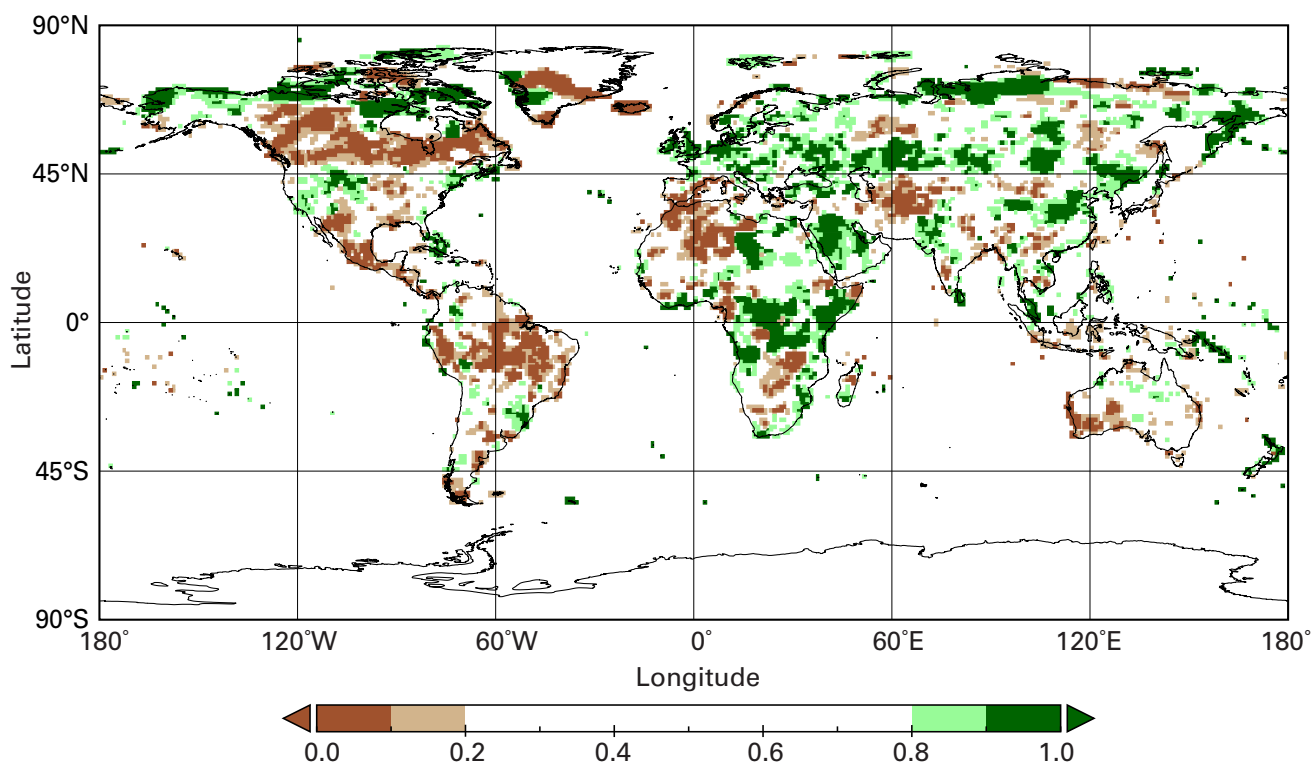
Fig. 13. Area (millions of km²) and minimum ozone where the total ozone column is less than 220 Dobson units; 2023 is shown in red. The three most recent years are shown for comparison, as indicated by the legend. The smooth, thick grey line is the 1979–2020 average. Source: Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS).

Neobvyklé přetrvávání ozonových děr z posledních tří let bylo způsobeno podprůměrnými teplotami ve stratosféře a silným polárním vírem trvajícím až do prosince. Bylo identifikováno několik potenciálních příčin pozorovaného silnějšího polárního víru, včetně vodní páry injektované do stratosféry erupcí Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, větrných poměrů na jižní polokouli a klimatických změn.

1.6 Srážky

Roční úhrn srážek v roce 2023 (obr. 14) byl nad dlouhodobým průměrem ve východní a střední Asii a v částech severní Asie, v západní části indické letní monzunové oblasti, v částech přímořského kontinentu, na severu Nového Zélandu, v částech západní, střední, jižní a východní Afriky, v západní, střední a jihovýchodní Evropě, v jižní Skandinávii, na západě Blízkého východu, v severozápadní, jihozápadní a jihovýchodní části Severní Ameriky, na Velkých Antilách a v částech jihovýchodní části Jižní Ameriky.

Mezi oblasti s výrazným deficitem srážek patřily jihovýchodní část Jižní Ameriky, povodí Amazonky a velká část Střední Ameriky, jižní Kanada, západní Středomoří a jihozápadní Evropa, části severozápadní, střední a jižní Afriky, části Střední Asie, východní monzunová oblast Indie, části jihovýchodní Asie a přímořského kontinentu, jihozápadní a pobřežní část Středozemního moře, západní část Středozemního moře a jižní část Středozemního moře.



Obr. 14 Celkový úhrn srážek v roce 2023 vyjádřený jako kvantil referenčního období 1991–2020 pro oblasti, které by v referenčním období patřily mezi 20 % nejsušších (hnědá barva) a 20 % nejvlhčích (zelená barva) let, přičemž tmavší odstíny hnědé a zelené barvy označují 10 % nejsušších a 10 % nejvlhčích let. Zdroj: Globální srážkové klimatologické centrum (GPCC), Deutscher Wetterdienst (DWD), Německo. Další podrobnosti viz Soubor dat a metody.

Fig. 14. Total precipitation in 2023, expressed as a quantile of the 1991–2020 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 (GPCC), Deutscher Wetterdienst (DWD), Germany.

2. Extrémní události

Extrémní počasí má i nadále závažné socioekonomické dopady. Extrémní vedra postihla mnoho částí světa. Lesní požáry v Kanadě, Evropě a na Havaji (USA) vedly ke ztrátám na životech, zničení domů a rozsáhlému znečištění ovzduší. Zápaly spojené s extrémními srážkami způsobenými středomořským cyklonem Daniel postihly Řecko, Bulharsko, Turecko a Libyi, přičemž v Libyi došlo k obzvláště velkým ztrátám na životech.

Extrémní povětrnostní a klimatické jevy měly v roce 2023 zásadní dopad na všechny obydlené kontinenty. Patřily mezi ně velké povodně (některé z nich spojené s tropickými cyklony), extrémní vedra a sucha a s nimi spojené lesní požáry, které představovaly výzvu pro zabezpečení vody a potravin i pro blahobyt lidí. Některé z nejvýznamnějších událostí jsou popsány níže, širší spektrum událostí je popsáno v on-line příloze.

Jednou z nejvýznamnějších jednotlivých událostí souvisejících s počasím, pokud jde o ztráty na životech, byla v září středomořská cyklona neboli „medikán“, místně označovaná jako bouře Daniel. V počáteční fázi bouře způsobila extrémní srážky v jižním Bulharsku, Řecku a v některých částech Turecka, zatímco ve stejné době jiný bouřkový systém způsobil značné bleskové záplavy ve Španělsku, což mělo nepříznivé dopady na produkci obilovin. Nejvíce srážek spadlo v řecké oblasti Thesálie severně od Atén, kde v Zagore na ostrově Pelion spadlo 5. září 760 mm srážek a za pět dní, od 4. do 8. září, celkem 1 096 mm, zatímco v Bulharsku spadlo 4. a 5. září v Kostí 329 mm za 16 hodin. Bouře se pak několik dní pomalu pohybovala ve východním Středomoří, než 10. a 11. září zasáhla její hlavní dešťová pásma severovýchodní Libyi. Extrémní srážky zasáhly pobřeží a blízké hory, přičemž 10. a 11. září spadlo v Al-Baydě 414 mm srážek za 24 hodin. Intenzivní srážky měly za následek extrémní záplavy v regionu. Největší dopady měly na město Derna (asi 50 km východně od Al-Baydy), kde byla velká část centrálního města zničena záplavami, které ještě zhoršilo selhání dvou přehrad. V Libyi bylo potvrzeno nejméně 4 700 úmrtí v důsledku záplav a 8 000 lidí se stále pohřešuje (k 15. prosinci 2023). Dalších 19 mrtvých bylo zaznamenáno v Bulharsku a Řecku.

Tropický cyklon Freddy v únoru a březnu byl jedním z nejdéle trvajících tropických cyklonů na světě. Zformoval se 6. února u západního pobřeží Austrálie a po předchozích dopadech na Madagaskar a Mosambik se 11. března dostal na pevninu v Mosambiku a poté se přesunul do vnitrozemí jako zbytková tlaková níže. Hlavní dopady Freddyho představovaly záplavy během závěrečného vstupu na pevninu, a to jak v Malawi, tak v Mosambiku, protože spadly extrémně silné srážky (během bouře v Mosambiku až 672 mm). Části Malawi a Mosambiku se z bouří v roce 2022 ještě nevzpamatovaly. Zvláště těžce bylo zasaženo Malawi, kde bylo hlášeno nejméně 679 mrtvých a přes 659 000 vnitřních vysídlení, v Mosambiku bylo zaznamenáno dalších 165 mrtvých. Oběti byly hlášeny také na Madagaskaru, v Zimbabwe a na moři poblíž Mauricia.

Květnový tropický cyklon Mocha byl jedním z nejintenzivnějších cyklonů, které kdy byly v Bengálském zálivu pozorovány, a dosáhl maximální desetiminutové síly větru 115 km·h⁻¹. Vznikl 11. května a 14. května dosáhl pevniny poblíž bangladésko-myanmarských hranic. Cyklon Mocha vyvolal vysídlení 1,7 milionu osob v celém subregionu od Srí Lanky po Myanmar, přes Indii a Bangladéš. V Bangladéši bylo vysíd-

lení hlášeno v Cox's Bazar, největší uprchlické osadě na světě, která je domovem více než 900 000 rohingských uprchlíků z Myanmaru. Více než 29 000 lidí bylo dočasně přemístěno. Celkově přišlo v Myanmaru o život nejméně 156 lidí a více než 270 000 budov bylo poškozeno nebo zničeno. Nejméně 63 000 osob bylo přesídleno do táborů, kde se ukrývají lidé, kteří již byli vysídleni v důsledku konfliktu a násilí. Následky cyklonu Mocha spolu s vyostřením konfliktu a rekordně vysokými cenami potravin vážně zhoršily akutní nedostatek potravin, zejména mezi 3,4 milionu zranitelných osob, které podle hodnocení potřebují humanitární pomoc.

Největší hlášené ekonomické ztráty z jedné události v roce 2023 způsobil hurikán Otis, který zasáhl tichomořské pobřeží Mexika koncem října. Otis dosáhl intenzity hurikánu 24. října ve 12 hodin světového času (UTC) a během 15 hodin zesílil na systém kategorie 5, což je jedna z nejvyšších rychlostí zesilování pozorovaných v satelitní éře. Krátce poté dosáhl pevniny západně od Acapulca s téměř maximální intenzitou a maximálním trvalým větrem 260 km·h⁻¹, což je pravděpodobně první známý výskyt kategorie 5 na tichomořském pobřeží Mexika. Hurikán způsobil rozsáhlou zkázu v Acapulcu a okolních oblastech, přičemž ekonomické ztráty se odhadují na 12 miliard amerických dolarů (USD). Hurikánu bylo přiřčeno nejméně 48 obětí a dalších 32 lidí bylo pohřešováno, většinou na moři.

Severní ostrov Nového Zélandu postihly v lednu a únoru opakované extrémní srážky a záplavy. Nejvýznamnější z nich proběhly 13. a 14. února, kdy cyklon Gabrielle prošel východně od Severního ostrova jako extratropická cyklóna. Denní úhrny srážek přesáhly v některých částech východní části Severního ostrova 500 mm a v Aucklandu byl zaznamenán nejnižší tlak vzduchu (971,5 hPa) v historii. V důsledku Gabrielle zemřelo jedenáct lidí a v Aucklandu 27.–28. ledna čtyři lidé při lokálnějších záplavách. Celkové ekonomické ztráty způsobené těmito dvěma událostmi byly odhadnuty na 5,3–8,6 miliardy USD, což je zdaleka nejnákladnější nezemětřasná katastrofa zaznamenaná na Novém Zélandu.

V roce 2023 se v různých částech světa vyskytlo mnoho významných vln veder. Některé z nejvýznamnějších byly v jižní Evropě a severní Africe, zejména v druhé polovině července, kdy se vyskytla silná a mimořádně trvalá vedra. Postižena byla zejména Itálie, kde 24. července dosáhly teploty v Lotzorai a Jerzu na Sardinii 48,2 °C; jen o 0,6 °C méně než evropský rekord z roku 2021 na Sicílii. 23. srpna byla na observatoři Brera v Miláně zaznamenána průměrná denní teplota 32,98 °C, což je nejvyšší hodnota v záznamu z roku 1763. Mezi dalšími místy, kde byly zaznamenány rekordní teploty, byly Tunis (49,0 °C dne 24. července), Tirana (43,0 °C dne 25. července), Agadir (Maroko) (50,4 °C dne 11. srpna) a Alžír (49,2 °C dne 23. července). Koncem července se extrémní vedra přesunula do jiho-východní Evropy a další vlny veder postihly západní a střední Evropu koncem srpna a začátkem září. Během těchto událostí padly rekordy na mnoha místech jižní Francie, severního Španělska a západního Švýcarska, včetně Toulouse (Francie) (42,4 °C dne 23. srpna). Během léta došlo také k rozsáhlé požární aktivitě, zejména v Řecku (na pevnině i na ostrovech). Požár na severovýchodě Řecka na přelomu srpna a září, který spalil 96 000 ha, byl největším požárem, jenž byl kdy v Evropské unii zaznamenán.

Sezona lesních požárů v Kanadě v roce 2023 výrazně přesáhla všechny dosud zaznamenané. Významná požární aktivita začala koncem dubna, rozšířila se během velmi teplého a suché-

ho května a pokračovala po celé léto až do začátku podzimu. Celková vypálená plocha na celostátní úrovni za celý rok činila 14,9 milionu ha, což je více než sedminásobek dlouhodobého průměru (1986–2022) a daleko více než předchozí rekordní sezonní celková plocha 6,7 milionu ha z roku 1989. Celkem bylo vydáno 297 příkazů k evakuaci pro více než 235 000 osob. Požáry měly také za následek značné škody na životním prostředí a rozsáhlé znečištění kouřem, zejména v hustě osídlených oblastech východní Kanady a severovýchodní části Spojených států amerických v první polovině června. Čtyři úmrtí byla přímo přičítána požárům, ačkoli širší zdravotní dopady kouře ještě nebyly plně vyhodnoceny.

K nejsmrtelejšímu požáru roku došlo na Havaji (USA), na západní straně ostrova Maui. Extrémní povětrnostní podmínky pro vznik požáru, nízká vlhkost vzduchu a silný nárazový vítr, který byl způsoben tlakovým gradientem mezi silnou tlakovou výší na severu a cirkulací hurikánu Dora na jihu, spolu s již existujícím suchem přispěly k rozvoji a rychlému šíření intenzivních požárů. Nejvíce postiženou oblastí bylo okolí města Lahaina, které bylo z velké části zničeno a bylo ztraceno více než 2 200 staveb. Povinná evakuace byla vyhlášena pro 7 500 osob v celé oblasti. Bylo hlášeno nejméně 100 mrtvých, což je nejvíce při požáru ve Spojených státech za posledních více než 100 let, 400 zničených domů a odhadované hospodářské ztráty ve výši 5,6 miliardy USD. Lesní požáry takové intenzity a rychlosti pohybu jsou v tropech extrémně vzácné.

Dlouhodobé sucho přetrvávalo v severozápadní Africe a v některých částech Pyrenejského poloostrova, jakož i v některých částech střední a jihozápadní Asie a zesílilo v mnoha částech Střední Ameriky, na severu Jižní Ameriky a na jihu Spojených států. Mezi nejvíce suchem poznamenanou oblastí patřila subtropická Jižní Amerika, zejména na severu Argentiny a Uruguaye. Srážky od ledna do srpna byly o 20–50 % nižší než průměr na většině území severní a střední Argentiny, přičemž některé regiony zažily již čtvrtý po sobě jdoucí výrazně srážkově podprůměrný rok. V Uruguayi dosáhly zásoby vody kriticky nízké úrovně, což mělo negativní dopad na kvalitu dodávek vody do hlavních center včetně Montevidea, i když od srpna došlo k určitému zlepšení situace.

Přestože v subtropické části Jižní Ameriky došlo později v průběhu roku k určitému zmírnění sucha, v mnoha částech vnitrozemí kontinentu, včetně velkých částí povodí Amazonky, se sucho prohloubilo. Osm brazilských států zaznamenalo v období červenec–září nejnižší srážky za posledních 40 let. Řeka Rio Negro v Manausu dosáhla 26. října rekordně nízké hladiny (pozorování začala v roce 1902), která byla o 0,93 m nižší než předchozí rekord z roku 2010.

Oblast Velkého afrického rohu, která se dlouhodobě potýkala se suchem, postihly v roce 2023 značné záplavy, zejména v pozdější části roku v důsledku silných dešťů spojených s jevem El Niño a pozitivním dipólem Indického oceánu. Nejhuře postiženou oblastí byla oblast zahrnující jihovýchodní Etiopii, severovýchodní Keňu a jižní polovinu Somálska. V období dešťů Deyr (říjen a listopad) spadlo v této oblasti za měsíc 100–200 mm srážek a lokálně přesáhly 200 mm, což několikanásobně převyšovalo dlouhodobé průměry. V těchto třech zemích bylo hlášeno nejméně 352 úmrtí. V celém Burundi, Etiopii, Keni, Somálsku, Jižním Súdánu, Ugandě a Sjedinené republice Tanzanie rozsáhlé a silné záplavy vyhnaly z domovů 1,8 milionu lidí, a to navíc ke 3 milionům lidí, kteří již byli vnitřně nebo přes hranice

vysídlení v důsledku pěti po sobě následujících období sucha v Džibutsku, Etiopii, Keni a Somálsku. Vlhké podmínky vedly k určitému oživení stavu pastvin a úrody po dlouho-trvajícím suchu. Sesuvy půdy a záplavy na začátku prosince měly rovněž za následek nejméně 89 úmrtí v severních částech Sjedinené republiky Tanzanie. Komunity pastevců byly i nadále postiženy ztrátami majetku po dvou po sobě jdoucích letech sucha, které nadále nepříznivě ovlivňovalo zemědělskou produkci a v roce 2023 snížilo produkci obilovin ve srovnání s rokem 2022.

Literatura:

ČHMÚ, 2024. Zpráva SMO o stavu klimatu ve světě v roce 2023 [online]. Český hydrometeorologický ústav [cit. 12. 11. 2024]. Dostupné z WWW: chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/prilohy/WMO_2023_web.dpf.

WMO, 2024. State of the Global Climate 2023. WMO No. 1347, Geneva, Switzerland. ISBN 978-92-63-11347-4. Dostupné z WWW: https://library.wmo.int/viewer/68835/download?file=1347_Global-statement-2023_en.pdf&type=pdf&navigator=1.

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 datové zdroje využívané při přípravě této Zprávy a části věnované meziroční variabilitě klimatu, rizikům a dopadům souvisejícím se změnou klimatu jsou uvedeny v úplném překladu dostupném na stránkách časopisu Meteorologické zprávy v části „Přílohy/Appendices“, popřípadě v originále zprávy (WMO 2024).

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