Extrémy počasí a klimatická změna

Jak o nich mluvit a psát — Kompas pro novináře

Ben Clarke
University of Oxford

Friederike Otto
Imperial College London

world weather attribution

Fakta o klimatu

Autoři děkují Wolfgangu Blauovi a Rose Andreattě za jejich užitečné komentáře a připomínky.

Překlad: Fakta o klimatu (2022)

Obsah

Předmluva 4

Úvod 6

Výzkum věnovaný atribuci událostí
Obecný přehled 8

Výzkum věnovaný atribuci událostí
Příklady atribučních studií 12

Jak informovat o extrémních událostech,
k nimž není žádná atribuční studie 16

Vlny veder 18

Povodně 20

Tropické cyklóny
(hurikány, tajfuny a cyklóny) 23

Přívaly sněhu 25

Sucha 27

Požáry 30

Extrémní události a změna klimatu
Jednostránkové shrnutí 32

Předmluva

Taťána Míková

Taťána Míková absolvovala Matematicko-fyzikální fakultu UK v oboru Fyzika mezních oborů se specializací meteorologie a klimatologie. V tomto oboru později složila také státní rigorózní zkoušku. Od roku 1988 pracovala jako klimatoložka v Českém hydrometeorologickém ústavu.

Na začátku 90. let 20. století se začala objevovat na obrazovkách tehdy ještě Československé televize na programu OK3 a později i na ČT1. Jako vedoucí redaktorka Počasí byla členkou týmu, který zpracoval a v roce 2005 spustil projekt první zpravodajské televize v Česku – ČT24.

V roce 1999 začala spolupracovat s Národním klimatickým programem ČR a v následujícím roce se stala jeho tajemnicí. V letech 2003 až 2007 koordinovala přípravy Atlasu podnebí Česka a zároveň byla členkou autorského týmu. Od roku 2021 je předsedkyní České meteorologické společnosti.

Náš život se v dnešní době z velké části odehrává uvnitř budov – na rozdíl od našich předků pracujeme většinou u psacích stolů, daleko od přírody. Přesto nám počasí a jeho proměnlivost denně připomínají, jak nás dokáže příroda ovlivnit, a jakou má sílu. Možná právě proto, že práci venku má dnes jen malé procento lidí, o to víc se snažíme trávit v přírodě volný čas, a přehled o počasí a jeho příštím vývoji jsou pro nás stále důležité. Podle počasí vybíráme každý den oblečení v šatníku, je to časté téma společenské konverzace, jeho předpověď najdeme v televizi, rozhlase a dalších médiích.

Meteorologové však dnes čím dál častěji musejí předpovídat počasí, jaké za celý svůj život neviděli. Právě tak jsem stála před diváky na začátku července 1997 a snažila se vysvětlit, že srážky, které nám model Aladin předpovídá pro příští dny, jsou nesrovnatelné s tím, co si v té době žijící generace mohly pamatovat a představit. Model Aladin byl ovšem ještě dítě v plenkách, měl za sebou prvních pár let testování v reálném provozu, a mohl se tedy mýlit. Nakonec se ale ukázalo, že měl pravdu: následovaly povodně, jaké země sto let nezažila.

Vliv klimatické změny na podobné události není vždy na první pohled prokazatelný a přímočarý. Aktuální růst průměrné globální teploty způsobený člověkem sice probíhá neuvěřitelně rychle (zhruba 10x rychleji, než je pro přírodu přirozené), ale z hlediska lidského vnímání času i každodenní předpovědi počasí je to změna velmi pomalá a komplikovaná. Navíc je třeba si uvědomit i obrovský rozdíl mezi počasím a klimatem. Zatímco při hodnocení klimatu sledujeme dlouhodobé trendy, změny v řádu desítek let, u počasí je pro nás podstatný aktuální stav atmosféry. I ten je samozřejmě součástí klimatu a jeho proměn, ovšem jeho variabilita je obrovská.

Dlouhodobé trendy je těžké vnímat. Možná proto mají lidé tendenci dělat myšlenkové zkratky a říkat třeba „dneska je zima, tak jaképak globální oteplování“. Jednotlivé události samy o sobě nemohou dlouhodobý trend dokázat ani vyvrátit – ve spojitosti s nimi proto dost dobře nejde o klimatické změně mluvit, například v předpovědi počasí. Navíc většinu lidí zajímá hlavně to, jak bude zítra a pozítří, nikoli dlouhodobý trend. I přesto, jak si přečtete v tomto Kompasu dále, představují extrémy počasí příležitost začít mluvit o klimatické změně, jejích příčinách, dopadech a dlouhodobých důsledcích.

Autoři Kompasu hodnotí extrémy především na globální úrovni. My v ČR jsme omezeni perspektivou, s jakou počasí i klima sledujeme. Dobrým příkladem jsou samotné extrémy, třeba povodně. V posledních dvou dekádách jsme zažili několik velkých povodní přímo v ČR (například v letech 1997 a 2002), zároveň je však potřeba si uvědomit, kolik dalších podobných extrémů se za tu dobu stalo jen pár desítek kilometrů za našimi hranicemi. Povodně na Dunaji v roce 2013 naše území prakticky nezasáhly, ale stačilo jen málo a mohly místo povodí Dunaje zasáhnout povodí Labe. Při hodnocení počasí proto nesmíme zapomínat, že je značně zúžené a týká se jen velmi malé části Evropy.

Z překladu Kompasu mám velkou radost. Popisuje srozumitelně globální trendy i metodiku výzkumu, na kterém jsou závěry této publikace postaveny. Jako meteoroložka a zároveň novinářka oceňuji především přehlednost a jasný popis omezení, které naše dosavadní poznání má. Pro českého čtenáře jsou samozřejmě některé extrémy mimo jeho zájem – tajfuny a hurikány u nás nezažijeme. O to více vítám, že si tým Fakt o klimatu dal práci a kromě překladu Kompasu oslovil také české vědce, aby přiblížili nedávné extrémy v České republice a objasnili vliv, který na ně klimatická změna měla. (Viz Český kontext.)

Díky tomu je Kompas pro novináře (ale i pro širokou veřejnost) v Česku přehledným pomocníkem, s jehož podporou už nemusejí tápat mezi spoustou domněnek a spekulací, ale mohou přejít k tvrzením, která jsou podložená vědeckými důkazy. Přeji vám, aby vaši práci obohatil a aby to ocenili i vaši editoři.

Úvod

Změna klimatu způsobená člověkem vede k tomu, že extrémní meteorologické události jako vlny veder, silné přívalové deště, bouře či období sucha jsou v mnoha oblastech světa stále častější a intenzivnější. To ovšem neznamená, že pravděpodobnost výskytu stoupá u *všech* extrémních událostí — a navíc se v některých částech světa změny projevují více, jinde méně. V každém případě mají tyto události často významné dopady na společnost: ztráta úrody či zemědělské půdy, zničení majetku, vážné narušení ekonomiky, ztráty na životech apod. Když k něčemu takovému dojde, veřejnost se zpravidla začne ptát po příčinách. A stále častěji se objevuje otázka: „Byla tato událost způsobena změnou klimatu?“.

Smyslem této publikace je pomoci novinářům se v tomto tématu zorientovat. Text nejprve představuje vědeckou metodu zvanou „atribuce extrémních událostí“, pomocí níž lze určit, do jaké míry můžeme (či nemůžeme) danou meteorologickou událost přisoudit (atribuovat) klimatické změně. Dále zde najdete také tvrzení, která je možné kdykoli použít pro některé typy extrémních projevů počasí, jež veřejnost momentálně zajímají, a to i tehdy, když zrovna na toto téma neprobíhá žádný konkrétní výzkum. Tato tvrzení se opírají o nejnovější zprávy mezivládního panelu IPCC a aktuální poznatky, které vycházejí ze studií zaměřených na extrémní události v poslední době. Na konci publikace je pak stručný přehled všech extrémních meteorologických jevů a shrnutí toho nejdůležitějšího, co je u každého z nich potřeba komunikovat.

Média a zpravodajské agentury se při informování o extrémních meteorologických jevech často dopouštějí tří chyb: ignorují změnu klimatu jako příčinu události nebo připisují událost změně klimatu, aniž by toto tvrzení podložily důkazy, a nebo uvádějí klimatickou změnu jako jedinou příčinu extrémní meteorologické události.

Částečně je tomu tak proto, že otázka, zda byla nějaká událost způsobena změnou klimatu, zní logicky, je ale vlastně položená nesprávně. Pokud například silný kuřák onemocní rakovinou plic, také neřekneme, že cigarety mu přivodily rakovinu — můžeme však říci, že v důsledku poškození způsobeného cigaretami je u něj pravděpodobnost vzniku tohoto onemocnění vyšší. Stejně tak změna klimatu nemůže zapříčinit určitou extrémní událost (ve smyslu “příčina” vede k “následku”), protože všechny meteorologické události mají více příčin a svou roli hraje i náhoda — počasí je do určité míry chaotické.

Změna klimatu nicméně může mít vliv na to, jak pravděpodobná a jak intenzivní určitá událost je, a tedy i jaký dopad má na osoby, majetek a přírodu. Novináři, jejichž úkolem je po proběhlé katastrofě uspokojit zájem veřejnosti, proto musí vědět, jak se na ní klimatická změna podílela. Pomocí atribuce extrémních událostí jim věda může poskytnout odpověď.

Až donedávna se vědci spojování jednotlivých událostí se změnou klimatu většinou vyhýbali. Místo toho poukazovali na obecný trend a říkali, že daná událost může být něčím, co budeme v budoucnu zažívat ve větší míře. Změna klimatu však zásadně ovlivňuje počasí už po celá desetiletí a vědci o této souvislosti dnes už konečně začínají mluvit více. V posledních letech byly vyvinuty metody, které umožňují zjistit vazbu extrémní události ke klimatické změně a vypočítat, o kolik v důsledku globálního oteplování stoupla či klesla pravděpodobnost výskytu či intenzita této události.

Odpověď je pokaždé jiná: záleží na lokalitě, ročním období, na typu události a také na její intenzitě, délce a rozsahu. Ne všechny extrémní meteorologické jevy jsou v důsledku změny klimatu častější a horší — u některých se může pravděpodobnost výskytu snížit nebo může zůstat víceméně stejná. Určitá novinářská obezřetnost nehledat souvislosti tam, kde nejsou, je proto oprávněná.

Cílem této publikace je pomoci novinářům, aby mohli o extrémních meteorologických jevech přinášet přesné informace a správně je zasazovat do kontextu globálního oteplování. Jinými slovy: jak nejlépe informovat své publikum o vlivu změny klimatu na extrémní projevy počasí, které zažíváme stále častěji, aniž bychom tuto vazbu přeceňovali (nebo naopak podceňovali)?

Výzkum věnovaný atribuci událostí

Obecný přehled

S myšlenkou připisovat jednotlivé meteorologické jevy změně klimatu přišel jeden klimatolog, v jehož domě právě stoupala voda v důsledku povodně. Jak tak pozoroval, co se děje, začal přemýšlet nad otázkou odpovědnosti — čí je to vlastně vina, tyhle lokální dopady globální změny klimatu? A je možné tuto souvislost nějak exaktně vědecky popsat?

Do jaké míry je určitá extrémní událost v důsledku změny klimatu více či méně pravděpodobná a/nebo více či méně intenzivní, vypočítávají tzv. atribuční studie.

První taková studie byla zveřejněna v roce 2004 a zaměřovala se na vlnu veder, která proběhla v západní Evropě o rok dříve. Léto 2003 bylo v této části světa mimořádně horké — šlo o bezprecedentně dlouhou vlnu veder, při které zemřelo přes 70 000 lidí. Po této katastrofě s dopady na celý region se vědci rozhodli použít klimatické modely, aby s jejich pomocí zjistili, jakou roli v tom sehrála změna klimatu.

Postupovali takto:

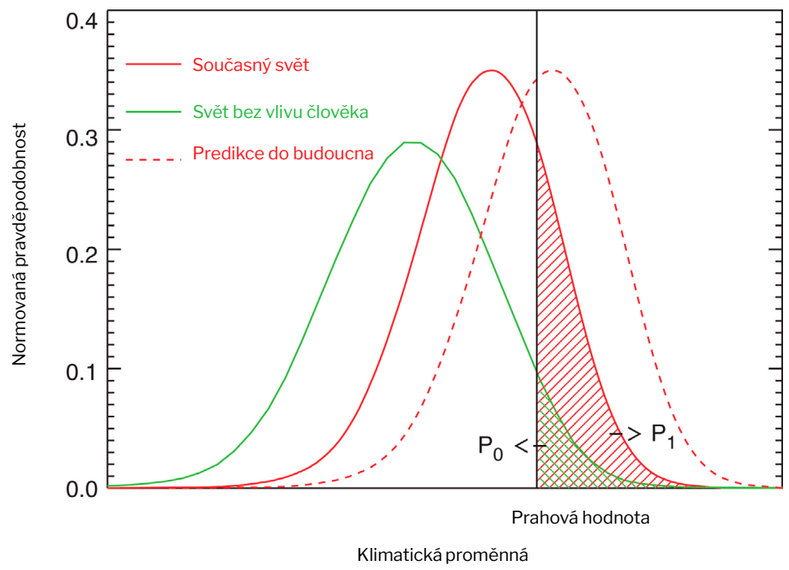
- **Nejprve** vytvořili tisíce simulací současného klimatu, které je dnes v důsledku lidské činnosti teplejší než dřív. Zjednodušeně řečeno: znovu a znovu za stejných podmínek opakovali simulace klimatického modelu a díky tomu zjistili, jak by vypadalo počasí v uplynulých tisíciletích, kdyby bylo klima stejné jako dnes. Tento krok byl pro zkoumání extrémních projevů počasí, jež jsou už ze své definice vzácné, velmi užitečný. V rámci těchto simulací pak vědci spočítali, kolikrát by se během tohoto dlouhého období vyskytla tak extrémní vlna veder, jakou v západní Evropě zažili v roce 2003. Ukázalo se, že se jedná o skutečně vzácný jev a že by byl vzácný i ve světě, v němž by průměrná globální roční teplota odpovídala dnešním hodnotám.

- **Dalším krokem** byla jiná simulace — jak by vypadalo klima bez vlivu člověka, tedy bez jakýchkoli emisí spojených s lidskou činností, včetně skleníkových plynů a aerosolů. Tím byl odstraněn lidský faktor. Kolik skleníkových plynů dnes v atmosféře v důsledku spalování fosilních paliv je, víme přesně, takže tento krok byl poměrně jednoduchý. Poté vědci spočítali, kolikrát by se za takových podmínek vyskytla podobně extrémní vlna veder, a opět zjistili, že by byla mnohem vzácnější. Dokonce tak vzácná, že bez vlivu člověka na klima je výskyt takovéto události prakticky vyloučený.

- **Zjištěné** hodnoty nakonec vědci porovnali a dospěli k závěru, že v důsledku změny klimatu způsobené lidmi se pravděpodobnost událostí, jako bylo léto v Evropě v roce 2003, zvýšila minimálně dvakrát a zřejmě daleko více.

Výzkum atribuce meteorologických jevů tedy začal v roce 2004 a dnes už probíhá v řadě zemí světa — byť je v tom jistá nevyváženost, protože většina studií i vědců pochází ze severní polokoule. Nicméně díky němu už dnes máme zavedenou vědeckou metodu (která už překročila tři výše popsané kroky a která je zdokumentována zde), umožňující atribuci u mnoha typů extrémních meteorologických událostí.

Definice extrémní události není jednoduchá. Stejnou událost — například vlnu veder ve Velké Británii — lze totiž popsat několika způsoby: třeba jako tři dny v Londýně s teplotou nad 30 °C nebo jako deset dní v celé Anglii a Walesu s teplotou nad 25 °C. To, jak událost definujeme, se pak pochopitelně promítá do výsledků atribuční studie. Moderní přístup proto spočívá ve využití několika různých definic, přičemž výpočet se provede pro každou z nich zvlášť. Díky tomu vědci získají představu, jak se určitá definice extrémní události promítá do výsledků, a mohou tak svou studii lépe zaměřit na ten aspekt dané události, který je nejvíce spojen s dopady. Ve výše uvedeném případě mohla mít vlna veder větší dopad v Londýně, protože byla mnohem intenzivnější — i když se týkala menšího území.



Obrázek 1 | Atribuce extrémních událostí v praxi (dle Stott a kol., 2016). Křivky představují klimatickou proměnnou, například denní teplotu. Průměrné teploty jsou nejpravděpodobnější (vrchol křivky), zatímco extrémní teploty (horko a zima, na okrajích křivky) jsou nejméně pravděpodobné. Zelená křivka ukazuje, jak pravděpodobné byly tyto teploty v předindustriálním světě, kde nedocházelo k oteplování vlivem činnosti člověka, červená představuje svět současný. Prahovou hodnotou je hodnota, kterou zvolíme, když nastane extrémní událost (v tomto případě velmi horký den). Relativní velikost vyšrafovaných oblastí pak ukazuje, o kolik je taková událost v současném světě pravděpodobnější, než byla v tom předindustriálním. Přerušovaná čára ukazuje možný další vývoj počasí v budoucnu — v tomto konkrétním případě naznačuje, že teploty, které v současném klimatu považujeme za velmi horký den, mohou v budoucnu znamenat den relativně chladný (ve srovnání s ostatními).

Dnešní atribuční analýza se skládá ze tří samostatných, ale navzájem souvisejících metod. Jedna z nich je popsána výše uvedenými kroky: jde o simulaci a srovnání současného a předindustriálního klimatu pomocí mnoha různých klimatických modelů. Druhá část metodiky pracuje s daty o počasí z minulosti a současnosti a zjišťuje, nakolik se změnila pravděpodobnost extrémních událostí. Poslední část metodiky využívá klimatické modely také, nevytváří však simulace světa s vlivem člověka a bez něj — spíše simuluje klima od určitého historického data (např. od roku 1900) do současnosti, při pomalém nárůstu emisí spojených s lidskou činností.

Uvedená metodika umožňuje vědcům popsat trendy spojené s extrémními událostmi a zároveň vypočítat změnu pravděpodobnosti jejich výskytu. Použití více různých atribučních metod a odlišných klimatických modelů při posuzování vlivu změny klimatu zvyšuje spolehlivost výsledků.

Výsledky těchto studií umožňují vědcům vyjádřit se k meteorologickým událostem například takto: „Tato událost byla v důsledku změny klimatu způsobené člověkem nejméně dvakrát pravděpodobnější.“ Nebo „Tato vlna veder byla o 3 stupně teplejší, než by byla ve světě bez globálního oteplování.“ Také možná budeme schopni říci, že k určité události by bez změny klimatu vůbec nedošlo, protože nemá historický precedens a v modelových simulacích, které se změnou klimatu nepracují, se nevyskytuje.

Databáze výsledků výzkumu věnovaného atribuci extrémních událostí — a už to bylo více než 400 studií z celého světa — je zveřejněna na webu Carbon Brief. Například iniciativa World Weather Attribution provedla od roku 2014 díky celoevropské spolupráci vědců zabývajících se atribucí již řadu rychlých atribučních studií s cílem co nejrychleji zjistit, jakou roli u extrémní události hrála změna klimatu. V některých případech se dokonce podařilo získat výsledky ještě před skončením samotné události. Z časových důvodů jsou výsledky atribučních studií zveřejňovány dříve, než je mají možnost posoudit odborní recenzenti, samotná metodika výpočtů však již odborným posouzením prošla.

S atribučními studiemi pracují v poslední době nejrůznější uživatelé. Jako důkazní materiál byly využity v některých přelomových soudních sporech týkajících se klimatu, např. Juliana vs. Spojené státy americké, Pabai Pabai a Guy Paul Kabai vs. Australské společenství či Lluiya vs. RWE, a také v žalobě proti brazilskému prezidentovi Jairu Bolsonarovi u Mezinárodního trestního tribunálu. Efektivní využívání atribuce v právních případech je dnes oblast výzkumu, která se rychle rozvíjí. Kromě toho podle výzkumu vypadá atribuce „slibně“ i jako komunikační nástroj změny klimatu „neboť dokáže dobře propojovat nové vědecké informace spojené s konkrétní událostí, jež v daný moment přitahuje pozornost veřejnosti, s osobními zkušenostmi a pozorováním extrémní události.“

Výzkum věnovaný atribuci událostí

Příklady atribučních studií

Povodně v Bangladéši

Srpen 2017

- **Událost**: V srpnu 2017 postihly Bangladéš přívalové deště, které ještě posílila zvýšená hladina řek přitékajících z Indie. Většina této vody skončila v povodí Brahmaputry a břehy této řeky se protrhly — výsledkem byla rekordně vysoká povodeň, která zaplavila rozsáhlé území, zejména na severu země, s dopady na domovy a živobytí téměř sedmi milionů lidí.

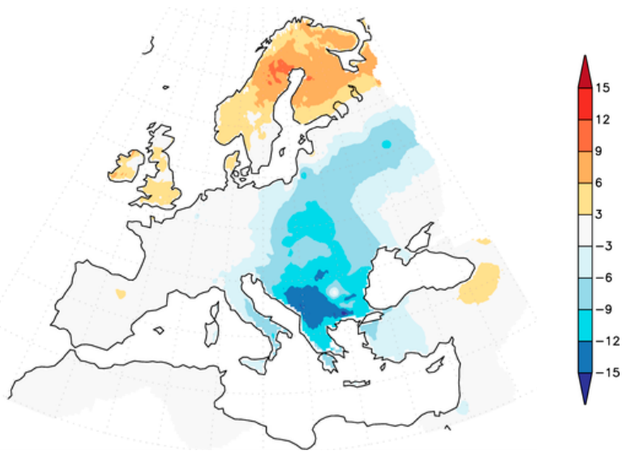
- **Souvislost se změnou klimatu**: Autoři atribuční studie v tomto případě nebyli schopni dojít k závěru, zda byly extrémní srážky intenzivnější v důsledku změny klimatu — částečně proto, že historické záznamy o srážkách v tomto regionu jsou příliš stručné, a částečně proto, že sulfátové aerosoly v oblasti jižní Asie mají lokální ochlazovací efekt, čímž částečně kompenzují globální oteplování. Pokud se však svět oteplí o 2 °C, bude pravděpodobnost takto extrémních srážek asi o 70 % vyšší.

Extrémní zima v jihových. Evropě

Leden 2017 | Obrázek 2

- **Událost**: V lednu 2017 způsobila tlaková níže extrémně nízké teploty a sněžení v Itálii, na Balkáně a v Turecku. Teploty se v těchto oblastech pohybovaly 5–12 °C pod průměrem typickým pro toto roční období a extrémní podmínky vedly k uzavření škol, dopravním nehodám a zrušeným letům.

- **Souvislost se změnou klimatu**: Nejde o bezprecedentní událost — k něčemu takovému dochází zhruba jednou za 35 let. Teploty v daném regionu jsou velmi proměnlivé, takže vliv globálního oteplování nebylo možné přesně stanovit. Je však nepochybné, že podobná událost by před změnou klimatu způsobenou člověkem byla chladnější.



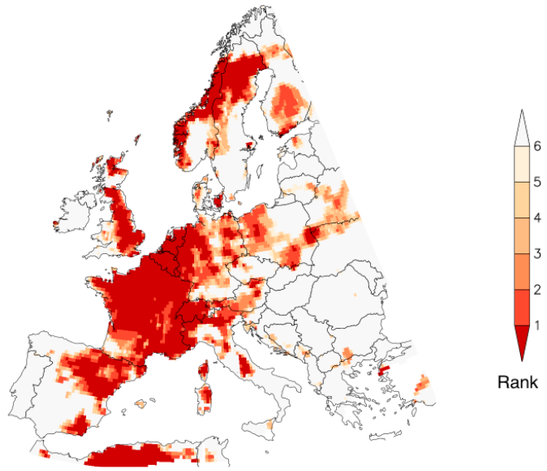
Obrázek 2 | Odchylka průměrné denní teploty od normálu v Evropě (7.–11. 1. 2017). Zdroj: World Weather Attribution (citace z 27. 10. 2021)

Vlna veder v západní Evropě

Červenec 2019 | Obrázek 3

- **Událost**: Na konci července 2019 extrémně na 3–4 dny vystoupaly teploty v západní Evropě a Skandinávii, a překonaly tak dosavadní rekordy z léta 2003. Teploty v Nizozemsku a Belgii poprvé dosáhly 40 °C.

- **Souvislost se změnou klimatu**: Ve Francii a Nizozemsku se pravděpodobnost výskytu počasí, které bude minimálně tak horké jako tato vlna veder, zvýšila v důsledku změny klimatu přibližně stokrát. V Německu a Velké Británii stoupla asi desetkrát. Ve všech postižených regionech bylo vedro zhruba o 1,5–3 °C větší, než by bylo bez změny klimatu.



Obrázek 3 | Maximální roční teploty pozorované v Evropě v roce 2019 ve srovnání s lety 1950–2018. Zdroj: World Weather Attribution (citace z 27. 10. 2021)

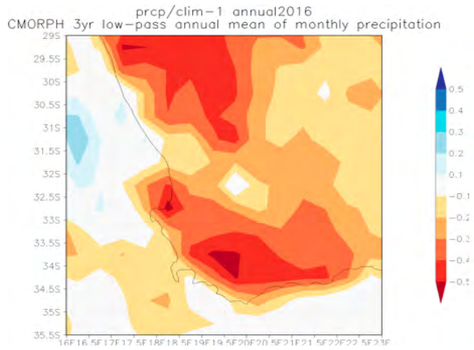
Výzkum věnovaný atribuci událostí | Příklady atribučních studií

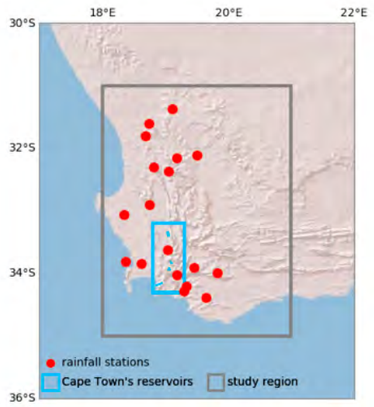
Sucho v Kapském Městě

2015–2017 | Obrázek 4

- **Událost**: V letech 2015–2017 byly v Západním Kapsku (provincie JAR) každý rok podprůměrné srážky. Zásoby vody v nádržích se v celém regionu výrazně snížily a Kapské Město, které je na nich závislé, se ocitlo jen pár dní od tzv. „dne nula“ — tedy okamžiku, kdy by v městském vodovodu už nebyla vůbec žádná voda. Místní systém hospodaření s vodou, sestávající ze 14 přehrad a systému potrubí, sice byl navržen tak, aby dokázal zmírnit sucho, ke kterému dojde přibližně jednou za 50 let, bohužel je ale zatížený politikařením a obviněními z korupce.

- **Souvislost se změnou klimatu**: Ačkoli je tento typ události v současném klimatu stále vzácný (nastane zhruba jednou za sto let), pravděpodobnost jeho výskytu se v důsledku klimatických změn zvýšila trojnásobně.





Obrázek 4 | (Nahoře) Srážková anomálie z let 2015–2017 v tomto regionu ve srovnání s lety 1998–2014. (Dole) Region zkoumaný v rámci studie (šedý obdélník) a rozmístění nádrží (modrý obdélník). Zdroj: World Weather Attribution (citace z 3. 11. 2021)

Jak informovat o extrémních událostech, k nimž není žádná atribuční studie

Proč nemusí existovat atribuční studie

Přestože od zveřejnění první studie v roce 2004 bylo pomocí metody atribuce zkoumáno již více než 400 extrémních meteorologických událostí, ve skutečnosti jde pouze o nepatrný zlomek z celkového počtu událostí, k nimž za tu dobu došlo a které měly významné dopady na společnost.

I rychlým atribučním studiím se musí minimálně několik dní intenzivně věnovat několik výzkumných pracovníků — proto není v současné době z kapacitních důvodů možné studovat každou významnou meteorologickou událost, k níž dojde. Například iniciativa World Weather Attribution stále funguje na dobrovolnické bázi.

Co bude předmětem konkrétní studie, záleží také na typu události. Některé meteorologické události totiž mají ke globálnímu oteplování komplikovanější vztah než jiné. Nejjednodušším případem jsou vlny veder. Je-li v atmosféře více tepla, je i vyšší pravděpodobnost horkého počasí. U srážek je to rovněž poměrně jednoduché, protože v teplejším vzduchu bývá větší vlhkost. Tyto události proto také bývají zkoumány nejčastěji.

Se sněhovými a tropickými bouřemi, suchem a požáry v přírodě je to však složitější. Sucho například často vzniká jako důsledek několika faktorů, jež se v různé míře kombinují: nízké množství srážek, vysoké teploty a interakce mezi atmosférou a zemským povrchem — navíc trvá delší dobu než jiné extrémy. S tím je spojeno několik výzev: aby bylo možné tento jev dobře prozkoumat, musí být například k dispozici kvalitní data z konzistentního pozorování počasí v minulosti a použité klimatické modely musí umět takovéto složitější jevy simulovat.

Co se dá říci v každém případě

I bez existující atribuční studie je však možné o souvislostech mezi meteorologickými událostmi a změnou klimatu nějaké informace poskytnout. Čerpat se dají ze dvou zdrojů. Prvním je dřívější výzkum: pro řadu nových událostí už je po téměř 20 letech existence oboru atribuce k dispozici nějaká studie popisující podobné události v minulosti. Tam se lze o možném vlivu změny klimatu na tento typ události dočíst. A pak je tu Šestá hodnotící zpráva IPCC, resp. její část sestavená tzv. Pracovní skupinou 1 , která byla zveřejněna v roce 2021. Ta poskytuje podrobný přehled změn, jež v současnosti u počasí pozorujeme.

V řadě regionů už dnes máme poměrně hluboké teoretické znalosti o důležitých procesech, které tam probíhají.

V následující části publikace je shrnuto, co nám klimatologie umožňuje říci (a co nám říci neumožňuje) o souvislosti mezi extrémními meteorologickými událostmi a změnou klimatu — jestliže o události neexistuje žádná atribuční studie.

V některých případech je možné něco prohlásit rychle a s velkou mírou jistoty (v podstatě pro kterýkoli region na světě), jindy je pro určitá prohlášení v některých částech světa nebo pro určité aspekty extrémní události míra jistoty nižší. Tuto nuanci je důležité si při poskytování přesných informací veřejnosti uvědomovat.

Dopad katastrofy není pouze důsledkem extrémního počasí

Při informování o extrémních meteorologických událostech je také důležité zdůrazňovat, že bez ohledu na změnu klimatu se povodně, sucha či vlny veder stávají větší či menší katastrofou podle toho, do jaké míry jsou zranitelní lidé, kteří v dané oblasti žijí. Závažnost dopadů na různé skupiny s odlišným sociálním a ekonomickým postavením se může velmi lišit.

Vlny veder

V důsledku změny klimatu způsobené člověkem je dnes intenzita a pravděpodobnost výskytu vyšší u každé vlny veder, k níž ve světě dojde.

Globální oteplování se měří jako průměr pro celý svět, je to tedy něco jiného, než co lidé zažívají. Jak se ale průměrná teplota postupně zvyšuje, mění se i rozsah možných teplot v určitém místě v určitém čase. To znamená, že všude na světě se mírně teplejší dny stávají o něco pravděpodobnějšími a mírně chladnější dny o něco méně pravděpodobnými. Teploty, které dříve představovaly „extrém“, jsou nyní jen neobvyklé. A teploty, které byly dříve téměř nemožné, jsou novou definicí extrému. Co je však klíčové: ke změně pravděpodobnosti dochází nejrychleji u nejextrémnějších teplot. Vidět je to na obrázku 1 (str. 9), kde se pravděpodobnost teplot v blízkosti středu křivek zvyšuje jen mírně, zatímco u těch „na chvostu“ je v teplejším světě pravděpodobnost výskytu až několikanásobně větší. Zvýšení globální teploty o 1 °C tedy způsobuje, že vlny veder jsou v průměru teplejší o více než 1 °C.

Zpráva IPCC z roku 2021 jednoznačně uvádí, že průměrné teploty i extrémní vedra dosahují vyšších hodnot na všech kontinentech a že je to dáno změnou klimatu způsobenou člověkem:

- Vlna veder, která by se v předindustriálním klimatu vyskytla jednou za 10 let, se nyní za stejné období vyskytne 2,8krát a bude o 1,2 °C teplejší. Při globálním oteplení o 2 °C se vyskytne 5,6krát a bude o 2,6 °C teplejší.

- Vlna veder, která by se v předindustriálním klimatu vyskytla jednou za 50 let, se nyní za stejné období vyskytne 4,8krát a bude o 1,2 °C teplejší. Při globálním oteplení o 2 °C se vyskytne 13,9krát a bude o 2,7 °C teplejší.

Toto jsou celosvětově zprůměrované hodnoty pro méně intenzivní vlny veder. U extrémních vln veder a v konkrétní lokalitě však může být v důsledku změny klimatu pravděpodobnost až několikasetkrát vyšší. Patrné je to z řady atribučních studií pro jednotlivé události. Rekordní vlna veder v západní Kanadě a USA v roce 2021 by byla bez změny klimatu způsobené člověkem téměř nemožná, stejně jako Sibiřská vlna veder v roce 2020. Pravděpodobnost smrtících veder kombinovaných s vysokou vlhkostí, k nimž došlo v severní Indii a Pákistánu v roce 2015, se v důsledku změny klimatu dramaticky zvýšila. Další studie přinesly podobné výsledky v Číně, Argentině, ve všech částech Evropy a Severní Ameriky, v severní a střední Africe, Australasii a jihovýchodní Asii. Uvedené příklady navíc představují jen část z celkového počtu studií. Atribuční studie tak znovu a znovu ukazují trend, jehož důsledkem jsou intenzivnější a častější vlny veder. Každá z těchto vln přitom může postihnout miliony lidí.

Důležité poznámky a doplnění

Souvislost mezi globálním oteplováním a intenzivnějšími a častějšími vlnami veder je ve všech částech světa mimořádně silná — přílišná opatrnost tedy v tomto případě není při komunikaci nutná. Platí to jak pro ničivé vlny veder velkého rozsahu, které jsou vyhlašovány národními meteorologickými službami, tak pro mimořádně teplé dny v určité lokalitě. K tomu jen pár drobných poznámek:

- **„Příčiny“ vlny veder** — Vlna veder vzniká jako důsledek chování atmosféry. Dlouhodobé extrémní vedro mohou způsobit např. obrovské meandry tryskového proudění — tzv. planetární vlny (v českém kontextu spíše známé jako Rossbyho vlny). Mezi obzvlášť významné příklady patří vedra v Evropě v roce 2003 (zemřelo 70 000 lidí) a v Rusku v roce 2010 (55 000 obětí). Mimořádné teplo na Sibiři během zimy a jara roku 2020 bylo částečně způsobeno odlišnou dynamikou atmosféry v blízkosti severního pólu — velmi silné tryskové proudění vytvořilo vysokou oblačnost (a tedy mírnější počasí) a táhlo teplejší vzduch k severu. Diskuze o tom, do jaké míry tyto planetární vlny a „dynamické“ efekty ovlivňuje změna klimatu, stále pokračují. Některé studie (a právě ty se často objevují v médiích) na tuto souvislost poukazují, jiné nikoli. Rozhodnuto zatím není. Možná budou vlny veder spojené s tímto chováním atmosféry v budoucnu o trochu více či méně pravděpodobné/intenzivní. V každém případě je tento typ vlivu na extrémní vlny veder v současné době daleko menší než přímý vliv globálního oteplování.

- **Rozporuplné zprávy o atribuci vlny veder?** Obecně platí, že u vln veder v určité části světa (např. v západní Evropě), ve velkém státě (jako Brazílie) nebo trvajících delší čas (třeba celé léto) je přímá souvislost s globálním oteplováním výraznější. Např. u letní vlny veder v západní Evropě bude pravděpodobně větší vliv globálního oteplování než u třídenní vlny veder v Anglii. V minulosti se v médiích objevily o vlnách veder zdánlivě protichůdné zprávy — došlo k tomu proto, že různé citované studie definovaly stejný typ události odlišně. Například v roce 2018 byla vlna veder nad Velkou Británií jednou označena jako „nejméně dvakrát pravděpodobnější“ a jindy jako „třicetkrát pravděpodobnější“. V prvním případě však šlo o třídenní vlnu veder v Oxfordu, ve druhém o průměrnou teplotu za celé léto v celé jihovýchodní Anglii. V každém případě určitě není chyba připisovat jakákoli extrémní vedra změně klimatu způsobené člověkem.

- **Přílišná opatrnost** — Přílišná opatrnost médií v souvislosti s vedrem v sobě skrývá nebezpečí poskytování nepřesných informací. Vlny veder stále častěji trhají rekordy, což je přímý důsledek rychle se oteplujícího světa. Dnes je také o několik řádů pravděpodobnější, že se vlny veder vyskytnou v mnoha částech světa najednou, což může mít výrazně větší dopad na populaci, zemědělství a produkci potravin než izolovaná extrémní událost. Výzkumy ukazují, že bez změny klimatu by byl podobný „souběh událostí“ téměř nemožný.

Povodně

Extrémní srážky jsou v důsledku změny klimatu způsobené člověkem častější a intenzivnější na většině území světa. Zejména to platí v Evropě, většině Asie, střední a východní části Severní Ameriky a v některých částech Jižní Ameriky, Afriky a Austrálie. Jinde zatím s jistotou nevíme. V uvedených oblastech se v důsledku těchto přívalových dešťů pravděpodobně zvýšila i četnost a intenzita povodní, nicméně je nutné vzít v úvahu, že na povodně mají vliv i další faktory spojené s činností člověka.

Změna klimatu může přívalové deště ovlivnit dvojím způsobem. Zaprvé platí, že teplejší atmosféra „udrží“ více vlhkosti. Molekuly vody se totiž v teplejším prostředí pohybují rychleji, a častěji se v něm tedy vyskytují v plynném skupenství (pára). Vědci tento jev popisují jednoduše pomocí tzv. Clausiovy-Clapeyronovy rovnice, která říká, že ve vzduchu teplejším o 1 °C je o 7 % více vlhkosti — což jinými slovy znamená, že v daném lijáku spadne více srážek. Ve většině případů je právě tohle důvod, proč změna klimatu vede po celém světě k nárůstu extrémních dešťů.

Zadruhé pak má změna klimatu vliv na četnost výskytu podmínek, při nichž dochází k intenzivním srážkám — bouřím a náhlým přívalovým dešťům. Ty zase vznikají v důsledku složitých meteorologických jevů a určitého chování atmosférické cirkulace. Simulovat něco takového pomocí modelů je náročnější, proto atribuční studie dbají na to, aby pracovaly s modely, jež odrážejí tyto meteorologické podmínky s dostatečnou přesností. V každém případě je zřejmě tento aspekt méně důležitý než ten první: jak zjistila atribuční studie věnovaná severní Evropě, na atmosférické cirkulaci, která v dané oblasti způsobila intenzivní srážky, se vliv člověka zatím příliš neprojevil.

Povodně jsou nejčastěji hlášenou katastrofou spojenou s extrémním počasím (ačkoli to nutně neznamená, že nastávají nejčastěji — jiné extrémní události, např. vlny veder, nejsou totiž vždy hlášeny, zejména z jižní polokoule). Existují různé druhy povodní: přívalové, pobřežní, na vodních tocích, podzemní a jiné. Kromě pobřežních povodní (v důsledku vzdutí způsobeného bouří, angl. *storm surge*) jsou všechny typy do určité míry způsobeny přívalovými dešti a v těch hraje změna klimatu významnou roli. (O pobřežních povodních se proto jen krátce zmiňujeme v poznámkách dále, jinak se zde věnujeme hlavně povodním způsobeným srážkami.)

Od 50. let 20. století se na většině míst naší planety zvýšila četnost i intenzita přívalových dešťů, což je podle současných poznatků dáno zejména změnou klimatu způsobenou člověkem. K výraznému snížení pravděpodobnosti jejich výskytu nikde nedošlo.

Podle zpráv IPCC nyní všude na světě platí, že intenzita srážek, která by se dříve vyskytla jednou za deset let, se v současnosti za stejné období vyskytne 1,3krát a obsahuje o 6,7 % více vody. Při globálním oteplení o 2 °C se bude vyskytovat 1,7krát za deset let a bude obsahovat o 14 % více vody.

Atribuční studie ukazují v některých oblastech výraznější výsledky, jinde jsou změny slabší. Například bouře Desmond způsobila v roce 2015 vážné povodně v severní Anglii a jižním Skotsku. Pravděpodobnost tak velkého úhrnu srážek, jaký měla tato bouře, byla asi o 59 % vyšší v důsledku změny klimatu způsobené člověkem. Naproti tomu skleníkové plyny měly jen velmi malý vliv (pokud vůbec nějaký) na ničivé povodně, jež byly v roce 2017 zaznamenány v Bangladéši.

Celkově lze na základě kombinace pozorovaných trendů a metody atribuce předpokládat, že v důsledku změny klimatu dojde k nárůstu povodní způsobených intenzivními srážkami v Evropě, většině Asie, střední a východní části Severní Ameriky, v severní Austrálii, severovýchodní části Jižní Ameriky a v jižní části Afriky. Naproti tomu v rozsáhlejších oblastech Afriky, Australasie a Jižní a Střední Ameriky se o podobných změnách zatím nelze s jistotou vyjádřit.

Důležité poznámky a doplnění

- **Nejistota v některých oblastech** — Ve srovnání s vlnami veder jsou tvrzení o souvislosti změny klimatu a přívalových dešťů méně jistá a neplatí stejně pro všechny části světa. Je tomu tak z více důvodů: jednak vznik srážek je výsledkem jevů, které jsou komplexní a často obtížně simulovatelné v klimatických modelech, jednak jsou dřívější pozorování srážek v řadě částí světa sporadická a méně konzistentní, takže není snadné vypozorovat nějaké trendy. V praxi to znamená, že konkrétní události spojené s intenzivními srážkami lze s jistotou přisoudit klimatickým změnám pouze v regionech, kde existuje větší důvěra v trend, a zároveň je vždy nutné zmínit značnou míru vědecké nejistoty. Výjimkou je severní Evropa a střední část Severní Ameriky, kde mají vědci u atribuce už poměrně jasno a nejistot je ve srovnání se zbytkem světa relativně málo.

- **Intenzivní srážky automaticky neznamenají povodeň** — Zde uvedená tvrzení se týkají intenzivních srážek. Povodeň vzniká teprve v kombinaci těchto srážek s dalšími důležitými faktory spojenými s lidskou činností, jako je způsob využívání půdy (např. zemědělství, odlesňování, urbanizace), stav vodního hospodářství v dané oblasti nebo protipovodňová opatření. Například ve městě, které je velmi špatně odvodněno a kde je vysoká hustota obyvatel, mohou i mírné srážky způsobit vážné povodně. U všech povodní je třeba vzít v potaz i další velmi důležité faktory: kolik osob je událostí ohroženo, jak velké riziko pro ně událost představuje apod.

- **Pobřežní povodně** — Mohou být způsobeny silným větrem nebo vysokým přílivem. Záleží tedy na intenzitě bouře nebo na výšce mořské hladiny. U pobřežních povodní způsobených větrem zatím není pozorován výrazný nárůst. Zato stále větší podíl na pobřežních povodních má změna klimatu, která se projevuje stoupáním mořské hladiny: úplně každá pobřežní povodeň je dnes v důsledku této změny větší, než by byla bez ní. Už jen z tohoto důvodu se do roku 2100 budou na mnoha místech vyskytovat stoleté přílivové vlny jednou za rok, a pokud lidstvo výrazně nesníží své emise, bude postiženo ještě mnohem více míst než dnes.

- **Kombinované povodně** — Kombinace přívalových dešťů a vzdutí mořské hladiny způsobeného bouří může mít pro města a obce na pobřeží katastrofální následky. Dnes již víme, že změna klimatu zvýšila pravděpodobnost výskytu těchto kombinovaných povodní v severoamerických městech a na některých místech severní Evropy, pravděpodobně však i jinde.

Tropické cyklóny
(hurikány, tajfuny a cyklóny)

Celkový počet tropických cyklón na světě za rok je zhruba stejný, ty nejintenzivnější a nejničivější bouře však v důsledku změny klimatu přicházejí častěji než dřív. Extrémních srážek způsobených tropickými cyklónami výrazně přibylo, stejně jako srážek z jiných zdrojů. Kvůli zvyšování hladiny moří vlivem změny klimatu jsou vyšší také vzdutí způsobená bouří.

Změna klimatu ovlivňuje tropické cyklóny třemi hlavními způsoby. Zaprvé je to zvýšené množství srážek — tropické cyklóny jsou nejextrémnější srážkové události na planetě a stejně jako u všech ostatních extrémních srážkových událostí i pro ně platí, že v důsledku oteplování atmosféry je ve vzduchu více vlhkosti a ta potom padá na zem ve formě deště. A protože úhrny srážek jsou u tropických cyklón již samy o sobě extrémní, je zde pozorován také největší absolutní nárůst těchto úhrnů.

Zadruhé znamená klimatická změna více tepla v oceánech. Teplá oceánská voda pohání tropické cyklóny a dodává jim „energii“. Globální oteplování tak vytváří podmínky, v nichž mohou vznikat intenzivnější bouře, které rychle zesílí a přetrvají až do okamžiku, kdy dosáhnou pevniny, přičemž s sebou zároveň přinesou více vody. Úhrn srážek, které způsobil například hurikán Harvey v Texasu, by byl bez vlivu rekordně teplé vody v Mexickém zálivu téměř nemožný. Nárůst průměrné globální teploty také znamená, že tropické cyklóny se nyní vyskytují severněji a jižněji — i v místech, kde by dříve teplota mořské hladiny nebyla dostatečně vysoká na to, aby vůbec mohly vzniknout. Více tropických cyklón vědci nepozorují ani neočekávají, domnívají se však, že cyklóny budou v dalších letech silnější a budou se vyskytovat i tam, kde dříve nebyly.

Zatřetí: stoupání hladiny oceánů. Velký podíl na škodách spojených s tropickými cyklónami mají vzdutí způsobená bouří, která jsou nyní větší, protože hladina oceánů je v důsledku změny klimatu vyšší (viz část „Povodně“).

Záznamy o tropických cyklónách v minulosti jsou poměrně omezené, takže najít trendy je obtížné. Nicméně je už dnes zřejmé, že i když se absolutní počet tropických cyklón nezměnil, ve všech částech světa, kde se tyto jevy vyskytují, jsou stále častější silné tropické cyklóny

(ty, které na Saffirově-Simpsonově stupnici odpovídají kategoriím 3–5). Drtivá většina škod způsobená všemi tropickými bouřemi dohromady připadá právě na tyto silné cyklóny.

Pro události v některých hlavních oblastech výskytu cyklón už jsou v současné době k dispozici závěry atribučních studií, které ukazují, jak se jednotlivé události mění: např. v severním Atlantiku byly celkové srážky spojené s hurikány Katrina, Irma, Maria, Harvey, Dorian a Florence v důsledku změny klimatu intenzivnější (o 4 %, 6 %, 9 %, 15 %, 7,5 % a 5 %). Dohromady tyto bouře způsobily škody za více než 500 miliard amerických dolarů. V severním Pacifiku se mezitím zvýšil úhrn srážek spojený s tajfunem Morakot o 2,5–3,6 % a v důsledku změny klimatu se zvýšila také pravděpodobnost nedávných období extrémních cyklón v okolí Havaje, ve východním Pacifiku a v Arabském moři.

Kromě toho jsou změně klimatu rovněž připisována vzdutí moře během některých konkrétních bouří. Například oblast zaplavená hurikánem Sandy byla vlivem změny klimatu větší, a zaplaveno tak bylo 71 000 domů více, což způsobilo další škody ve výši 8,1 miliardy amerických dolarů. Ničivé vzdutí způsobené tajfunem Haiyan bylo zhruba o 20 % vyšší ve srovnání s tím, jak by podobná událost proběhla bez změny klimatu.

Důležité poznámky a doplnění

- **Žádný trend v četnosti výskytu cyklón** — Změna klimatu sice zvyšuje celkovou aktivitu tropických cyklón, takže nejintenzivnější bouře se nyní vyskytují častěji, ale celkový počet cyklón nestoupá.
- **Vyšší intenzitu konkrétní cyklóny nelze jednoduše přisoudit klimatické změně** — Atribuční studie věnované tropickým cyklónám se zaměřují na větší intenzitu srážek a vyšší vzdutí způsobená bouří. Ačkoli v průběhu času počet nejintenzivnějších bouří výrazně stoupl, nemůžeme zatím s jistotou říci, že určitá bouře byla intenzivnější v důsledku změny klimatu — to dosud zkoumala pouze jedna studie pracující s jediným klimatickým modelem. Přibývá však důkazů, že teplejší oceány skutečně způsobují rostoucí intenzitu cyklón a že bez změny klimatu by k tomuto nárůstu nedošlo.
- **Rychlé zesílení** — Změna klimatu způsobuje nárůst počtu rychle zesilujících cyklón, které nabývají na intenzitě v důsledku extrémně teplých oceánských vod. Takováto rychle zesilující cyklóna je potenciálně mnohem nebezpečnější než ta, jejíž intenzita stoupá zvolna — doba potřebná k varování obyvatelstva a přípravě na mimořádné události je pak mnohem kratší. Zejména to platí u cyklón, které zesílí bezprostředně před dosažením pevniny (jako příklad lze uvést nedávné hurikány Michael a Harvey).
- **Bouře posouvající se směrem k pólu** — s oteplováním oceánských vod se dá předpokládat, že se bouře budou posouvat dále od rovníku. Vědci zatím jako přímý důsledek globálního oteplování potvrdili jen posun k severu u cyklón v západní části severního Pacifiku, jež zasahují východní a jihovýchodní Asii. V důsledku tohoto posunu se mohou cyklóny vyskytovat i v oblastech, kde na ně nejsou příliš připraveni, protože je z minulosti neznají.

Přívaly sněhu

Pravděpodobnost výskytu i intenzita extrémního chladu se na celém světě v důsledku změny klimatu snížila. Na většině míst sice zatím není jasné, zda došlo k nějakým změnám i u náhlých přívalů sněhu, je však možné, že v některých částech východní a severní Asie, Severní Ameriky a Grónska se intenzita těchto přívalů zvýšila.

Dramatický nárůst tepla, k němuž všude na pevnině došlo, znamená více srážek — většinou ale spíše dešťových než sněhových. Výjimky z tohoto pravidla možná existují v některých částech Severní Ameriky, severní a východní Asie a Grónska. V oblastech, kde je dostatečně chladno na to, aby tam sněžilo, totiž větší teplo znamená více vlhkosti v atmosféře, která pak může padat na zem ve formě sněhu. V těchto místech je nyní období, kdy sněží, kratší. Sněží zde také méně často, zato však někdy s větší intenzitou.

Jak se změnily intenzivní sněhové srážky v důsledku změny klimatu? O tom zatím mnoho nevíme. Záznamů z pozorování přívalů sněhu je na řadě míst k dispozici jen málo a navíc jsou tyto události v klimatických modelech obtížně simulovatelné.

Atribuční studie byly zatím provedeny pouze pro několik nedávných případů intenzivních sněhových srážek a buď žádnou souvislost se změnou klimatu neprokázaly, nebo nedospěly k žádnému závěru s dostatečnou jistotou. Změna klimatu možná snížila pravděpodobnost sněžení v Jižní Dakotě brzy na podzim roku 2013, s vědeckou jistotou to ale tvrdit nelze. V témže roce došlo ve španělských Pyrenejích k extrémně velkému nahromadění sněhu, i to však bylo spíše v důsledku přirozené variability než vlivem změny klimatu. A v roce 2016 neměla změna klimatu vliv ani na zimní sněhovou bouři Jonas, která zasáhla východní část USA v oblasti středního Atlantiku.

V oblastech severní polokoule s vysokou zeměpisnou šířkou, jako jsou části východní a severní Asie, části Severní Ameriky a Grónsko, však v důsledku klimatických změn mohlo od 50. let 20. století dojít ke zvýšení intenzity sněhových srážek. V Severní Americe to pravděpodobně platí v oblastech s velkou nadmořskou výškou v zimě — v jiných ročních obdobích a v nízko položených regionech už tolik ne.

Důležité poznámky a doplnění

- **Polární vortex (vír)** — V zimě existují dva polární víry: jeden v troposféře (tryskové proudění) a druhý ve stratosféře (stratosférický polární vír, SPV). Když tyto víry slábnou, způsobují v zimě extrémní počasí v Eurasii a Severní Americe: slabší tryskové proudění má tendenci meandrovat, což někdy přitáhne studený vzduch z Arktidy, zatímco slabý SPV je náchylný k rozpadu při „náhlém stratosférickém oteplení“, což způsobí, že se extrémně studený vzduch dostává na jih. Jak to souvisí se změnou klimatu: oba víry vznikají v důsledku teplotních rozdílů mezi Arktidou a jižnějšími oblastmi, a protože Arktida se otepluje rychleji než pevnina jižněji, může změna klimatu oba víry oslabovat. Nicméně i když o oslabení tryskového proudění a SPV existují určité důkazy, vědci zatím nedospěli k závěru, že je toto oslabení nad rámec přirozené variability klimatu.

- **Jednoznačně nic tvrdit nelze** — Možnosti připsat extrémní přívaly sněhu změně klimatu (ať už jako zvýšení nebo snížení pravděpodobnosti) jsou v současné době velmi omezené. V případě intenzivního sněžení v Severní Americe, severní a východní Asii a Grónsku je o souvislosti možné spekulovat, ale jen s malou jistotou.

- **Sníh (a extrémní chlad) v oteplujícím se světě** — Počasí a klima nejsou totéž. Klima je v podstatě průměr z hodnot počasí za delší časové období (často několik desetiletí) a na velkém území (typicky státu nebo regionu). Podle jedné staré poučky je klima to, co máte doma v šatníku, a počasí to, co máte v daný den na sobě. I ve světě, kde průměrná teplota stoupá, je díky přirozené proměnlivosti počasí možné, že někdy přijde extrémní zima a sníh. Několik atribučních studií ukazuje, že extrémně chladné dny jsou kvůli globálnímu oteplování stále méně pravděpodobné, ale to neznamená, že už nejsou možné — podobně jako zdravý aktivní životní styl snižuje pravděpodobnost onemocnění, ale neznamená to, že by člověk, který je víc fit, nemohl onemocnět.

Sucha

V důsledku klimatických změn jsou sucha častější a intenzivnější pouze v některých částech světa, např. v Evropě, Středomoří, jižní části Afriky, ve střední a východní Asii, v jižní Austrálii a západní části Severní Ameriky. Existují i určité důkazy o nárůstu v četnosti a intenzitě sucha v západní a střední Africe, na severovýchodě Jižní Ameriky a na Novém Zélandu.

Změna klimatu ovlivňuje sucho několika způsoby, přičemž hlavní jsou následující dva: vypařování (s oteplováním atmosféry dochází k většímu odparu vody z půdy) a srážky (na celém světě jsou deště vydatnější, spadnou za kratší dobu a v intenzivnější podobě). Intenzita deště hraje důležitou roli: čím je déšť silnější, tím větší je pravděpodobnost, že se horní vrstvy půdy rychle nasytí a zbytek vody odteče přímo do řek. Naproti tomu u stejného objemu deště, který je mírnější (a tedy rozložený do delšího časového úseku), je větší pravděpodobnost, že udrží v půdě vláhu a doplní zásoby podzemní vody. I když tedy celkový úhrn srážek zůstává konstantní, některé oblasti mohou suchem trpět více než dřív. V některých regionech se naopak celkové množství srážek zvyšuje, což tuto skutečnost kompenzuje, takže sucho je tu obecně méně pravděpodobné. Nicméně v současné době máme dostatečné důkazy o tom, že k tomu dochází, pouze ze severní Austrálie. V dalších regionech jsou sice nejvydatnější srážky stále častější, průměrný celkový úhrn srážek za rok však přesto klesá. A právě zde jsou změny z hlediska sucha nejvíce patrné. Lze konstatovat, že kombinace většího odparu, sporadičtějších a vydatnějších srážek a menšího celkového množství průměrných srážek způsobuje, že v oblastech (a ročních obdobích) náchylných k suchu je dnes sucho častější.

Sucho je komplexní fenomén, který má mnoho podob. Žádná jednoduchá odpověď na jeho souvislost se změnou klimatu proto neexistuje. Zemědělské a ekologické sucho se projevuje jako nedostatek vláhy v půdě, zatímco meteorologické sucho, hydrologické sucho a sucho podzemních vod se projevuje jako nedostatek srážek, respektive málo vody v řekách a pod zemí. Nejzřetelnější signál o změnách klimatu dávají zemědělská a ekologická sucha, podrobně popsaná v nejnovější zprávě IPCC, která mají přímé dopady na potravinovou produkci a přírodní systémy v širším smyslu.

Mezi oblasti, kde se riziko tohoto typu sucha zvětšuje, patří západ Severní Ameriky, střední a východní Asie, Středomoří, části střední, západní a jižní Afriky, severovýchod Jižní

Ameriky a jih Austrálie. K popisu závažnosti sucha v daném místě používají vědci jednotky směrodatné odchylky (tj. jak neobvyklé jsou určité podmínky ve srovnání s normálem). To jim umožňuje porovnávat trendy vysychání v oblastech s velkými rozdíly v úhrnech ročních srážek a půdní vlhkosti. V rámci výše uvedených vysychajících oblastí zpráva IPCC uvádí, že sucho, ke kterému zde dříve docházelo jednou za deset let, se v současnosti v daném místě vyskytuje za stejné období 1,7krát a je o 0,3 směrodatné odchylky sušší. Při globálním oteplení o 2 °C se sucho vyskytne 2,4krát za deset let a bude o 0,6 směrodatné odchylky sušší.

Atribuční studie věnované nedávným suchům ukazují v řadě případů silnější vazbu na klimatickou změnu, než na jakou by se dalo usuzovat z obecných trendů. Obsahují také příklady bez souvislostí, ty se však týkají všech forem sucha, včetně zemědělského a ekologického. Výsledky jsou proto jen částečně srovnatelné s výše uvedenými trendy zdůrazněnými ve zprávě IPCC. Například v letech 2015–2017 v důsledku sucha v okolí Kapského Města téměř došlo ke „dni nula“, tedy momentu, kdy by se město ocitlo zcela bez vody. Změna klimatu zvýšila pravděpodobnost této situace 3–6krát. Podobně se v Číně pravděpodobnost extrémního sucha v květnu–červnu 2019 v důsledku změny klimatu zvýšila šestkrát. A v Nizozemsku je nejméně polovina pozorovaného nárůstu zemědělského sucha způsobena změnou klimatu. Jinde, zejména u několika případů such ve východní Africe, která měla obrovské humanitární dopady, se pravděpodobnost výskytu sucha v důsledku změny klimatu nezvýšila.

Obecně lze na základě kombinace trendů a tvrzení o atribuci událostí přisoudit klimatické změně nárůst závažnosti a pravděpodobnosti sucha:

- **s vysokou mírou jistoty**: ve Středomoří, jižní Africe, střední a východní Asii, jižní Austrálii a západní části Severní Ameriky

- **s nízkou mírou jistoty**: v západní a střední Africe, západní a střední Evropě, severovýchodní části Jižní Ameriky a na Novém Zélandu

Důležité poznámky a doplnění

- **Závěry IPCC jsou platné pouze tam, kde dochází k vysychání** — Výsledky uvedené ve zprávě IPCC, které se týkají změn ve stupni a závažnosti sucha, platí pouze pro změny podmínek vedoucích k vzniku sucha v těch částech světa, jež se celkově stávají sušší. Proto by měly být uváděny pouze pro tyto oblasti, tj. západ Severní Ameriky, střední a východní Asii, Středomoří, velké části střední, západní a jižní Afriky, severovýchod Jižní Ameriky a jižní Austrálie.

- **Typy sucha a nejistota** — Jak už bylo vysvětleno, existují různé druhy sucha, které se navíc liší i podle regionu. Také naše znalosti o jednotlivých typech jsou velmi různé. Při poskytování informací o suchu v nějaké oblasti je proto nutná určitá opatrnost. V této publikaci zahrnujeme všechny typy sucha pod jedno heslo, abychom rozšířili možnosti jejího využití. Znamená to ale, že tím z vědeckého hlediska obětováváme určitou míru jistoty, což je důležité zde zmínit. S velkou mírou jistoty se lze vyjadřovat jen o regionech, v nichž existují jasné signály pro více různých druhů sucha. Nízká míra jistoty pak platí pro regiony, v nichž zatím existují důkazy pouze pro jeden typ sucha. Všude jinde nemůžeme jasně odvodit, jaký vliv na dané sucho změna klimatu měla. Například ve východní Africe se pravidelně objevují významná sucha, záznamy jsou však příliš omezené a klimatické modely nedostatečné na to, aby bylo v rámci atribuce možné dojít k nějakému závěru.

- **Další faktory** — Stejně jako povodně i sucho do značné míry závisí na tom, jak lidé mění krajinu a hospodaří s vodou. Proto když informujeme o suchu, je třeba zmínit i další klíčové faktory, například jak dobře se lidé přizpůsobují (nebo jsou schopni se na některých místech přizpůsobit) změně klimatu. Zejména při diskuzi o dopadech sucha je zásadní vzít v potaz, kolik osob bylo touto událostí ohroženo nebo jaké riziko pro ně tato událost představovala: sucho, které může v jednom regionu znamenat dočasný zákaz kropení zahrad hadicí, může v jiném skončit obrovským hladomorem — bez ohledu na to, jak velký vliv na dané sucho měla změna klimatu.

- **Současný výskyt sucha a vedra** — Podobně jako u veder a povodní se i u sucha rychle zvyšuje pravděpodobnost výskytu více extrémů současně — dokonce roste více než pravděpodobnost jednotlivých typů nebezpečí. Pokud se extrémní vedra a sucho vyskytnou současně, může to mít závažnější dopady, než by měla pouze jedna z těchto dvou událostí, včetně rizika požárů (viz další část).

Požáry

Na všech kontinentech v současnosti přibývá počasí, které vede k požárům. Zřetelně přitom lze pozorovat nárůst pravděpodobnosti i celkové zasažené plochy v jižní Evropě, severní Eurasii, USA a Austrálii a podle některých důkazů existuje podobný trend také na jihu Číny.

Ideální podmínky pro vznik požáru představuje kombinace horka, sucha a silného větru. Tehdy je nejvyšší pravděpodobnost, že požár vznikne, najde se pro něj palivo a bude se rychle šířit. Riziko požárů tak rychle roste zejména v těch oblastech, kde se současně zvyšuje i riziko horka a sucha. Protože však tepla přibývá na celé planetě, roste nebezpečí požárů také tam, kde riziko sucha zůstává konstantní, .

Celosvětově se velikost vypálené plochy mezi lety 1998 a 2015 zmenšila, což je však z velké části dáno činností člověka, jako jsou například změny ve využívání půdy. V mnoha částech světa se nebezpečí požárů stále zvyšuje.

Délka období, kdy jsou kvůli počasí vhodné podmínky pro vznik požáru, se prodlužuje. Zároveň se zvětšují také oblasti, kde se počasí způsobující požáry vyskytuje. Pravděpodobnost výskytu takového počasí se v důsledku změny klimatu zřetelně zvýšila na všech kontinentech.

Tyto trendy jsou jasně potvrzovány také atribučními studiemi. V Austrálii byly požáry v Queenslandu i Novém Jižním Walesu změnou klimatu zesíleny — vznik podmínek vedoucích k požárům buše v Novém Jižním Walesu byl v letech 2019–2020 nejméně o 30 % pravděpodobnější. Také podél západního pobřeží Severní Ameriky, od Aljašky až po Kalifornii, byla pravděpodobnost nedávných požárů vyšší a jimi spálená plocha se zvětšila. Více než 4 miliony hektarů z plochy na západě USA vypálené v letech 1984–2015 jsou připisovány přímo změně klimatu. Na jihu Číny se pravděpodobnost extrémních požárů z roku 2019 v důsledku změny klimatu zvýšila více než sedmkrát.

Obecně můžeme změně klimatu s jistotou přisoudit zvýšení pravděpodobnosti výskytu požárů v jižní Evropě, severní Eurasii, USA a Austrálii, přičemž se objevily i důkazy o podobném trendu na jihu Číny. Je také pravděpodobné, že s postupujícím globálním oteplováním bude těchto podmínek vhodných pro vznik požárů přibývat na pevnině všude.

Důležité poznámky a doplnění

- **Nedostatek dat** — Rizika požárů lze zatím přičítat změnám klimatu pouze v některých částech severní polokoule. V ostatních regionech je míra jistoty značně omezená kvůli nedostatku dat o požárech v minulosti, nedostatečnému pozorování povětrnostních podmínek a také kvůli omezené schopnosti klimatických modelů simulovat počasí, jež k požárům vede. Je pravděpodobné, že k nárůstu rizika požárů dochází i v mnoha dalších částech světa — vzhledem k jejich vysychání a úzké souvislosti mezi požáry a stále častějšími extrémně vysokými teplotami. Bohužel v současné době není možné toto zvyšující se riziko kvantifikovat.

- **Řízení rizika** — Řízené vypalování lesů s cílem zabránit hromadění paliva je v některých oblastech běžnou praxí již po tisíciletí, ne vždy se však provádí důsledně. Riziko požárů odpovídá úrovni plánování a provádění řízeného vypalování; pokud se toto vypalování neprovádí důsledně, riziko požárů se výrazně zvyšuje.

- **Příčiny požáru** — Lidská činnost, například zakládání ohňů, může být spouštěčem katastrofy v celém lese. Podle US Forest Service je 85 % lesních požárů v USA důsledkem lidské nedbalosti nebo úmyslu. Tím se ztrojnásobila délka sezóny lesních požárů (v absolutních číslech jde o prodloužení přibližně o tři měsíce) ve srovnání se stavem, kdy je zapálení způsobeno bleskem. Při podávání zpráv o příčinách významných lesních požárů je důležité informovat i o těchto faktorech a také zmínit, kolika osob a staveb se to týká a jak velké riziko to pro ně představuje. V každém případě skutečnost, že riziko lesních požárů zvyšují i další faktory, nesnižuje roli změny klimatu. Ta prodloužila na celém světě sezónu lesních požárů v průměru o cca dva týdny, a to hlavně tím, že zvýšila dostupnost paliva (důsledek horka a vysychání). Srovnání těchto čísel nicméně nevykresluje skutečnost v úplnosti: změna klimatu rovněž zvyšuje intenzitu období požárů způsobem, jakým ji nárůst počtu požárů způsobených člověkem nezvyšuje. Klimatická změna totiž také ovlivňuje, jak se daný požár rozhoří, jaký bude jeho rozsah a délka jeho trvání — působí tak jako faktor souběžně s nárůstem počtu požárů způsobených člověkem, takže sezóna požárů je pak delší a zároveň intenzivnější.

Extrémní události a změna klimatu
Jednostránkové shrnutí

Tato tabulka obsahuje základní přehled jednotlivých typů extrémního počasí (další podrobnosti jsou uvedeny v textu výše). Vychází z nejlepších současných vědeckých poznatků a zahrnuje popis každého typu extrému a důležité poznámky — na co je vždy potřeba při podávání přesných informací o těchto událostech myslet.

Typ extrémního počasí	Vliv změny klimatu	Důležité poznámky
Vlny veder	V důsledku změny klimatu způsobené člověkem dnes pro všechny vlny veder na světě platí, že jsou intenzivnější a mají vyšší pravděpodobnost výskytu.	• Přílišná opatrnost při komunikaci o tomto extrému není nutná – vlny veder jednoznačně souvisejí s globálním oteplováním.
Povodně	Extrémní srážky jsou nyní v důsledku změny klimatu způsobené člověkem na většině území světa častější a intenzivnější. Kvůli tomu jsou na některých místech pravděpodobně častější a intenzivnější také povodně, na ty však mají vliv i další faktory spojené s lidskou činností.	• Povodně s přívalovými dešti určitě souvisejí, ale svou roli hrají i jiné faktory, např. úroveň vodního hospodářství v dané oblasti či protipovodňová opatření. • Obecně jsou na vzestupu také pobřežní povodně, ty však s povodněmi způsobenými dešťovými srážkami nesouvisejí — je to důsledek zvyšování hladiny moří.
Tropické cyklóny	Celkový počet tropických cyklón za rok zůstává stejný, ale změna klimatu zvýšila častost výskytu nejintenzivnějších a nejničivějších bouří. Výrazný je také nárůst u extrémních srážek způsobených tropickými cyklónami (stejně jako u srážek z jiných příčin). Rovněž vzdutí způsobená bouří jsou dnes vyšší kvůli stoupající hladině oceánů, tedy v důsledku změny klimatu.	• Celkový počet všech cyklón se nezměnil. • U jednotlivých cyklón zatím globální oteplování nezpůsobilo vyšší intenzitu ani vyšší rychlost větru.
Přívaly sněhu	Změna klimatu snížila intenzitu i pravděpodobnost extrémního chladu kdekoli na světě. Zatím není jasné, do jaké míry se na většině míst proměnily přívalové sněhové srážky, je ale možné, že se jejich intenzita zvýšila v některých částech východní a severní Asie, Severní Ameriky a Grónska.	• Existuje velmi vysoká pravděpodobnost, že extrémní chlad se bude vyskytovat v budoucnu méně často, stále však může k takové události dojít. • Změny v intenzitě sněhových srážek jsou dosud velmi nejisté. • Také změny polárních vírů zatím nejsou jasné.
Sucha	Sucha jsou v důsledku změny klimatu častější a závažnější pouze v některých oblastech. Mezi ně patří Evropa, Středomoří, jižní Afrika, střední a východní Asie, jižní Austrálie a západní části Severní Ameriky. Existují také určité důkazy o nárůstu sucha v západní a střední Africe, severovýchodní části Jižní Ameriky a na Novém Zélandu.	• Sucha jsou velmi komplexní a různorodý jev, proto je obtížné se o nich vyjadřovat s dostatečnou jistotou. • V případě sucha s velkým dopadem je třeba vzít v úvahu i řadu jiných faktorů než jen změnu klimatu, zejména ty, které souvisejí s vodním hospodářstvím v dané oblasti.
Požáry	Na všech kontinentech dnes přibývá počasí, které vede k požárům. Zřetelně lze pozorovat nárůst pravděpodobnosti i celkové vypálené plochy v jižní Evropě, severní Eurasii, USA a Austrálii. Podle některých důkazů existuje podobný trend také v jižní části území Číny.	• Záznamy o požárech jsou v některých oblastech omezené, proto je atribuce tohoto extrému ke klimatické změně často komplikovaná. • U požárů je vždy důležité vzít v úvahu i další faktory spojené s činností člověka: hospodaření v lesích, příčinu požáru apod.

@wxrisk

www.worldweatherattribution.org

@faktaoklimatu

www.faktaoklimatu.cz