

Globálne otepľovanie a extrémne počasie: čo na to hovorí veda?

Jozef Pecho, Ústav fyziky atmosféry, AV ČR, Praha
Alexander Ač, Centrum výskumu globálnej zmeny AV ČR, Brno

Ako rastúca teplota planéty vedie k silnejším a častejším búrkam

Tento rok zasiahli severovýchod USA masívne búrky, územím sa prehnali ničivé tornáda, veľtoky Mississippi a Missouri sa vyliali z brehov, a záplavy postihli obrovské oblasti Austrálie a vyhnali z domovov 5 miliónov ľudí aj v Číne a zdevastovali Kolumbiu. Za zmienku určite stojí aj to, tohtoročné prírodné katastrofy nasledujú po nevídanej litánii extrémneho počasia v roku 2010. Od rekordných záplav v Nashville a Pakistane, až po zničujúcu vlnu horúčav v Rusku.

Môže za extrémnejšie počasie skutočné klimatická zmena? Zdanlivo triviálna otázka, na ktorú donedávna neexistovala jednoznačná odpoveď, aspoň z pohľadu nezainteresovaného laika. Doposiaľ opakovaná fráza klimatológov, že výskyt konkrétneho meteorologického extrému nemožno jednoznačne prisúdiť globálnemu otepľovaniu, bola verejnosťou často krát interpretovaná zjednodušene a teda, žiaľbohu, aj nesprávne. A výsledok? „Globálne otepľovanie nevedie k vyššej extrémnosti počasia“. Veci však nie sú vždy také jednoduché, ako sa na prvý pohľad zdajú. Platí to aj v tomto prípade, a ak sa pozrieme trochu hlbšie pod povrch tradične omieľanej odpovede odborníkov zistíme, že zložitosti tohto problému môže (ak vôbec) konkurovať len náročnosť metód, ktorými klimatológovia extrémny analyzujú. Práve vďaka nim sme si však v súčasnosti už viac ako istí, že väčšina extrémnych prípadov počasia, ako aj mnohé klimatické anomálie majú svoj pôvod v rastúcej teplote planéty.

Aj keď je trochu zavádzajúce argumentovať jedným konkrétnym rokom, mimoriadna extrémnosť počasia, akú sme zažili a stále zažívame v rôznych častiach sveta za posledných 18 mesiacov, je silným rukolapným dôkazom toho, že zemská atmosféra prechádza obdobím veľkých zmien, ktoré si, žiaľ, vyberajú aj svoju daň. Samozrejme je nesporné, že ktorýkoľvek z extrémov z rokov 2010 a 2011 sa mohol prirodzene vyskytnúť aj kedykoľvek v priebehu posledných povedzme 1000 rokov. No dokonca aj z pohľadu štatistiky extrémov je krajne nepravdepodobné, aby bol ich výskyt sústredený do tak krátkeho času, nebyť vplyvu globálneho otepľovania. A to je, podľa súčasného stavu poznania, zapríčinené predovšetkým skleníkovými plynmi, ktoré produkujú ľudia. Klimatická zmena je na postupe a je veľmi pravdepodobné, že extrémne počasie, ktoré v súčasnosti zažívame, sa stane o 20-30 rokov celkom normálnym.

Roky 2010 a 2011 – najextrémnejšie počasie od roku 1816

Ako uvádza aj zatiaľ posledná správa IPCC z roku 2007, prípadne jej "európsky ekvivalent" publikovaný o rok neskôr (správa Európskej environmentálnej agentúry o dopadoch meniacej sa klímy v Európe - Impacts of Europe's changing climate),

extrémy súvisiace s teplotou vzduchu a atmosférickými zrážkami zaznamenali na väčšine pevnín v 20. storočí významný rastúci trend a pravdepodobnosť, že ich časový a priestorový výskyt bude aj naďalej narastať, je vysoká. Posledné desaťročie (2001-2010) sa poveternostnými anomáliami len tak hemžilo a minulý rok bol z tohto pohľadu naozaj mimoriadny (!). Možno trochu predbehnem, ale odvážim sa predpokladať, že tento rok bude minimálne rovnako extrémny.

Pakistan postihli v druhej polovici júla 2010 najhoršie povodne v novodobej histórii. Ich príčinou boli mimoriadne výdatné monzúnové dažde sprevádzané extrémnymi úhrnmi zrážok, ku ktorým došlo v období od 26. do 29. júla 2010. V priebehu uvedených štyroch dní spadlo na veľkej ploche severného Pakistanu aj viac ako 300 mm zrážok (300 litrov na m²). Zápľavy si vyžiadali okolo 1500 životov a viac ako 20 miliónov ľudí prišlo o strechu nad hlavou. Podľa OSN, povodne v Pakistane vyvolali vznik najväčšej svetovej humanitárnej krízy v moderných dejinách. Myslím, že v súvislosti s povodňami nemusíme detailne rozoberať ani dramatickú situáciu zo strednej Európy, presnejšie z Poľska a Slovenska, ktoré boli vážne postihnuté rekordnými zrážkami a následnými regionálnymi povodňami v máji a júni 2010.

Hlavnou témou správ v Austrálii sa stali na prelome rokov 2010 a 2011 povodne, ktoré zasiahli už koncom decembra 2010 rozsiahle oblasti štátu Queensland. Príčinou povodní nebola jediná zrážková epizóda, ale skôr dlhodobé výdatné dažde pretrvávajúce po tropickom cyklóne Tasha, ktorý zasiahol oblasť severovýchodnej Austrálie 24. decembra 2010 (denné maximum zrážok bolo zaznamenané v oblasti centrálného Queenslandu dňa 27. decembra 2010; 273,6 mm). Ďalšie mimoriadne zrážky sa vyskytli v Západnej Austrálii, približne 700 km severne od Perthu, a to 17. decembra, kedy v Carnarvone napršalo neuveriteľných 204,8 mm vody. Situáciu v Queenslande navyše skomplikoval na začiatku februára 2011 cyklón Yasi.

Od extrému k extrému

Ďalším extrémom boli mimoriadne vlny horúčav, ktoré zasiahli na jar a v lete 2010 rozsiahle časti pevnín severnej pologule, predovšetkým Rusko a jeho hlavné mesto, Moskvu, kde následkom dlhotrvajúcich vysokých teplôt, ktorých účinkov navyše zhoršoval aj hustý smog a dym z rozsiahlych požiarov, zomrelo 11 000 ľudí (v celom Rusku to bolo však až 56 000). Za zmienku stojí aj fakt, že extrémne teplo postihlo v minulom roku viac ako 19 % plochy pevnín a viedlo k prekonaniu historických teplotných rekordov v minimálne 17 krajinách. Rok 2010 nakoniec skončil ako jeden z najteplejších v histórii meteorologických meraní (spolu s rokom 2005). Našu pozornosť si zaslúži aj mimoriadne sucho v Amazónii, ktoré sa zhoršilo v druhej polovici roku 2010 a v mnohých ukazovateľoch prekonalo dopady podobne katastrofálneho sucha z roku 2005. Neobvykle suché obdobie júla až septembra 2010 v severozápadnej Brazílii malo za následok výrazné zníženie prietoku mnohých prítokov Amazonky, vrátane toho najväčšieho - Rio Negra. Išlo pritom o druhé 100-ročné sucho za posledných päť rokov (!). Aj napriek mimoriadnym horúčavam a suchu v mnohých častiach sveta, skončil rok 2010 na pevninách ako najvlhší aspoň od roku 1956 (v porovnaní s predošlým rekordom boli zrážky v minulom roku až o 13% vyššie).

Západnú Európu zasiahla už koncom novembra 2010 vlna veľmi chladného počasia, ktorá bez výraznejšieho prerušenia pokračovala aj v priebehu nasledujúceho decembra. Výdatné sneženie s dokonca ešte chladnejším počasím zasiahlo kontinentálnu časť západnej a severnej Európy. Pre územie Francúzska to bol najchladnejší december od roku 1969, vo Švédsku najchladnejší dokonca za posledných 110 rokov a v Nemecku za posledných 40 rokov. Mimoriadne vysoké boli v niektorých regiónoch aj zrážky. Napríklad v Mníchove spadlo v priebehu decembra až 130 cm snehu. Ďaleko za touto hodnotou nezaostal ani severnejšie položený Berlín, kde namerali 105 cm. Za mimoriadne nízkymi teplotami však musíme ísť ešte o čosi viac na východ. Kombinácia extrémne nízkych teplôt klesajúcich až pod $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-33,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2. decembra 2010) a výdatných snehových zrážok (napr. v Poznani napadlo v priebehu jedného mesiaca až 145 cm) si vyžiadala v Poľsku 68 ľudských životov.

Vo výpise extrémov počasia za rok 2010 (prípadne za prvé štyri mesiace tohto roku) by sme mohli pokojne pokračovať aj ďalej, bolo ich totiž viac ako dosť. Okrem toho, nedávna séria pustošivých tornád na juhovýchode USA (najhoršia za posledných 75 rokov), ako aj historické sucho v Texase a východnej Afrike v nás zrejme začínajú "živiť" obavy, čo všetko nás tento rok ešte len čaká. Akokoľvek, otázkou však ostáva, či je možné v tomto netypickom priebehu počasia a extrémnosti, s akou sa minulý rok vyskytlo, vidieť skutočne signál súčasnej klimatickej zmeny. Ešte zodpovednejšie by bolo odpovedať na otázku, či ľudské aktivity, v dôsledku ktorých rastie koncentrácia skleníkových plynov v atmosfére, vedú k častejšiemu výskytu týchto extrémov.

Signály extrémov

Existujú dve kľúčové línie dôkazov. Po prvé, nejde iba o to, že si stále viac uvedomujeme katastrofy ako tie v Nashville, ktoré spôsobili škody za 13 miliárd dolárov, či masívne letné monzúny v Pakistane v roku 2010, ktoré zabili 1500 ľudí a zanechali 20 miliónov ľudí bez strechy nad hlavou. Údaje poisťovacej spoločnosti Munich Re naznačujú malý nárast v geologických udalostiach, ako sú zemetrasenia, od roku 1980, a to najmä vďaka lepšiemu a monitoringu a informovaniu. Ale nárast klimatických katastrof je oveľa výraznejší. „Naše údaje naznačujú výrazný trend smerujúci k nárastu v extrémnom počasí, ktorý je možné plne vysvetliť iba vplyvom klimatickej zmeny,“ hovorí Peter Hölpe, riaditeľ Výskumu pre geologické riziká v Munich Re: „Je to ako keby stroj na počasie zaradil vyššiu rýchlosť“.

Druhá línia dôkazov prichádza zo začínajúceho odvetvia vedy s názvom „klimatická atribúcia“. Myšlienka spočíva v otestovaní jednotlivých prejavov počasia podobne ako detektív vyšetroje zločin, a hľadajú sa svedecké obtlačky prstov klimatickej zmeny. Tieto obtlačky sa objavujú – pri jesenných záplavách v roku 2000 v Anglicku a Walese, najhoršie v histórii, vo vlne horúčavy v roku 2003 v Európe, ktorá spôsobila 14 000 úmrtí vo Francúzku, v hurikáne Katrina – a áno, pravdepodobne aj v Nashville. To neznamená, že búrky a horúčavy by sa bez otepľovania neodohrali, ale vedci ako je Kevin Trenberth tvrdia, že by neboli také závažné, nebyť ľudského ovplyvňovania podnebia. Výsledky tohto nového odboru

klimatológie sú stále kontroverzné. Medzi vedcami neustále prebieha živá debata, či napríklad v extrémnosti vlny horúčav v Rusku možno identifikovať charakteristické stopy klimatickej zmeny, alebo či išlo iba o prejav prirodzenej premenlivosti. Niektorí vedci sa obávajú, že snaha prisúdiť jednotlivé prejavy počasia klimatickej zmene je kontraproduktívna najmä v širšej politickej debata, pretože je jednoduché zamietnuť toto tvrdenie argumentom, že planéta zažívala extrémne počasia vždy. A niektorí vedci, ktorí sú v súkromí o tejto spojitosti presvedčení sa zdráhajú to priznať verejne, pretože globálne otepľovanie sa stalo terčom mnohých ľudí v Senáte.

Tak ako tak, dôkazov existencie spojitosti medzi emisiami modernej civilizácie a extrémnym počasím neustále pribúda. A to má potenciál významne zmeniť vnímanie hrozieb, ktoré predstavuje klimatická zmena. Globálne otepľovanie už nie je abstraktný koncept, ktorý ovplyvní exotické druhy, vzdialené krajiny či generácie ďaleko v budúcnosti. Namiesto toho sa klimatická zmena stáva záležitosťou vyslovene osobnou. Možno ju pozorovať v zničenej úrode kukurice farmára z Marylandu, keď spaľujúce teploty znemožnia opeľovanie, alebo v 13 miliardovej škode v Nashville, so zaplaveným koncertným pódium Grand Ole Opery a premáčanými domami zapáchajúcimi hnilobou.

Nie je to len o štatistike

Nie je to len zdanie, že extrémne javy ako povodne, dlhotrvajúce suchá alebo spaľujúce vlny horúčav sa v posledných niekoľkých rokoch stali novým normálom počasia – podľa údajov spravovaných poisťovňou Munich Re tieto extrémne skutočne prichádzajú častejšie a stávajú sa tak bežnejšími. Ide však o trend spôsobený ľuďmi podmienenou klimatickou zmenou alebo je to len dôsledok prirodzenej klimatickej premenlivosti? Koniec koncov historické záznamy potvrdzujú, že povodne a suché sprevádzajú ľudstvo už od jeho ranných počiatkov, dlho predtým ako uhlie, ropa či zemný plyn umožnili vznik moderného industrializovaného sveta.

Donedávna neboli vedci schopní povedať viac než to, že extrémnejšie počasia je „v zhode“ s predpoveďami klimatickej zmeny, ktorej hlavnou príčinou je človek podmienený nárast koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére. V súčasnosti sa už ale oveľa viac začína hovoriť o priamom prepojení globálneho otepľovania a zvyšujúcej sa pravdepodobnosti výskytu extrémneho počasia a to najmä v tom zmysle, že konkrétne poveternostné situácie by dnes neboli tak extrémne, nebyť klimatickej zmeny. Dôvod je jednoduchý: signál klimatickej zmeny sa čoraz výraznejšie vynára spoza „šumu“ prirodzenej variability počasia.

Vedci zvyknú prirovnávať prirodzenú premenlivosť v počasí k princípu hry s kockou, v ktorej rôzne poveternostné situácie majú približne rovnakú pravdepodobnosť nastatia. Avšak pridaním skleníkových plynov do atmosféry vplývame na rovnováhu samotnej kocky, a tým zvyšujeme pravdepodobnosť výskytu určitého druhu situácií, v tomto prípade tých extrémnejších. Nie je to však len o zmene samotnej kocky. Ako hovorí jeden z riaditeľov Výskumného centra pre zmenu klímy na Univerzite v Novom Južnom Walese v Austrálii, Steve Sherwood: „... je to skôr, ako keby sme na každú stranu kocky domaľovali ďalšiu bodku, takže by sme miesto hodnôt 1 až 6 mali

2 až 7, tým sa pri hode dvoch kociek zvyšuje šanca, že hodíme bodový súčet 11 a 12, ale dokonca napríklad aj 13.

Prečo je tomu tak? Nuž, je to otázka základnej fyziky. Od konca predindustriálnej éry sa naša planéta oteplila o približne 1 °C, a to najmä vďaka CO₂ a ďalším skleníkovým plynom vypúšťaným do atmosféry. „Pre každý jeden stupeň oteplenia vzrastie množstvo vlhkosti v atmosfére o približne 7 %“, vysvetľuje Peter Stott, riaditeľ oddelenie klimatologického monitoringu Britského meteorologického úradu Hadleyho centra pre výskum klimatickej zmeny. „Ide o dosť výrazný nárast“, hovorí. V niektorých oblastiach môže byť nárast dokonca ešte výraznejší. Údaje získané Gene Takleom, profesorom meteorológie na Štátnej univerzite v Iowe, naznačujú, že v priebehu posledných 50 rokov vzrástla vzdušná vlhkosť v hlavnom meste Des Moines až o 13 %.

Fyzika vlhkejšej atmosféry

Vyššia vlhkosť atmosféry znamená nevyhnutne aj viac dažďa. To je celkom zjavné. Ale ako sa hovorí, nie je dážď ako dážď. A potvrdzujú to aj klimatické modely. „Vzhľadom na podmienky veľkopriestorovej energetickej bilancie Zeme je výsledkom to, že na každý jeden stupeň oteplenia sa celkové zrážky zvyšujú len o 2 až 3 %, zatiaľ čo ich množstvo pri extrémnych lejakoch vzrástlo až o 6 až 7 %“, hovorí Stott. Príčinu tohto stavu je potrebné opäť hľadať vo fyzike. K tvorbe dažďu dochádza v situácii, kedy teplota vzduchu poklesne dostatočne na to, že vodná para obsiahnutá vo vzduchu skondenzovala do kvapalného skupenstva. „Avšak vzhľadom na rastúce množstvo skleníkových plynov v troposfére, ochladzovanie vzduchu radiačným vyžarovaním je menej účinné, pretože stále menej tepelného žiarenia uniká do vesmírneho priestoru“, vysvetľuje Stott. „Preto je všeobecný nárast zrážok menší ako by sme očakávali, len 2 až 3 % na jeden stupeň oteplenia. Ak už však k tvorbe zrážok preda len dôjde (či už je to dážď alebo sneh), pri vyššej vlhkosti vzduchu je pravdepodobnejšie, že celkové úhrny budú vyššie“.

Štát Iowa je jedným z mnohých miest, ktoré zodpovedajú týmto trendom. Profesor Takle vie zdokumentovať troj- až sedemnásobné zvýšenie extremity zrážok v Iowe. Spomedzi príkladov, ktoré podporujú tento záver sú napríklad 500-ročné povodne na rieke Mississippi z roku 1993, povodne v Cedar Rapids z roku 2008, podobne ako 500-ročná povodeň v meste Ames v roku 2010, kde voda zaplavila do výšky 2,5 metra známy basketbalový štadión Hilton Coliseum. „Nemôžeme s istotou povedať, že povodeň v meste Ames bola spôsobená klimatickou zmenou, no čo povedať s istotou vieme je to, že pravdepodobnosť výskytu takýchto udalostí sa bude zvyšovať“, hovorí profesor Takle.

A ďalšie udalosti sa zdajú byť v správach každý mesiac, od bezprecedentných záplav v Rijáde, Saudskej Arábii, k masívnym snehovým búrkam, ktoré ochromili americký Severovýchod začiatkom roka 2011, až po ničivé povodne v Austrálii, ktoré na prelome rokov 2010 a 2011 zaplavili v štáte Queensland územie s rozlohou Nemecka a Francúzska. Táto „katastrofa biblických rozmerov“, ako ju označili mieste úrady, dokonca vyvolala celosvetový ekonomický šok. Zaplavením najproduktívnejších

austrálskych uholných baní došlo k prudkému nárastu cien tejto komodity na medzinárodných trhoch.

Búrlivejšie počasie

Podľa mnohých vedcov, väčšie množstvo vlhkosti a energie v atmosfére v kombinácii s teplejšími oceánmi vedie k silnejším hurikánom. Rok 2010 bol napríklad prvým rokom, kedy sa nad Atlantickým oceánom súčasne vytvorili dva hurikány 4. kategórie (Igor a Júlia). Okrem toho, meniace sa podmienky v atmosfére zvyšujú pravdepodobnosť výskytu veľmi silných búrok. Príkladom môže byť mimoriadne silná búrka v meste Vivian (Južná Dakota), ktorá 23. júla 2010 ničila strechy domov krúpami s veľkosťou tenisových loptičiek, pričom jedna z nich sa zapísala do americkej histórie (pri búrke bola zaznamenaná krúpa s priemerom 20 cm, a to aj potom ako sa z nej už časť vrchných vrstiev roztopila). „Nikdy predtým som takú búrku nevidel a dúfam, že už nič podobné v mojom živote nezažijem“, hovorí Scott Les, farmár žijúci v meste Vivian a človek, ktorý zaznamenal historicky najväčšiu krúpu.

Otepľovanie planéty vedie rovnako aj k zmene veľkopriestorovej cirkulácie vzduchu, vrátane tej v tropických oblastiach, kde sa vplyvom intenzívneho slnečného žiarenia vzduch na rovníku veľmi rýchlo prehrieva. Teplý a vlhký vzduch stúpa do výšky, kde sa postupne ochladzuje, čím stráca väčšiu časť svojej vlhkosti v podobe intenzívnych tropických lejakov. O vodnú paru ochudobnený vzduch putuje vo výške okolo 10 až 16 km smerom k zemskému pólom. Avšak, vplyvom Coriolisovej sily začína už v subtropických šírkach (na úrovni Kalifornského polostrova) klesať späť k zemskému povrchu. Tento cirkulačný systém, známy ako Hadleyho bunka, výrazne prispieva k formovaniu púští. Jeho súčasťou sú aj známe, takmer nikdy neutíchajúce pasáty. V dôsledku klimatickej zmeny však dochádza k tomu, že suchý vzduch vo výške putuje ďalej na sever, resp. na juh od rovníka a klesá v severnejších, resp. južnejších zemepisných šírkach. Expanzia cirkulačného systému Hadleyho bunky tak prispieva k rozširovaniu púští na juhozápade Spojených štátov a napríklad aj v oblasti Stredomoria. Klimatické modely tiež naznačujú, že výraznejšia tropická cirkulácia pravdepodobne posunie dráhy tropických búrok bližšie k pólom. Je tento modelový predpoklad správny?

Richard Seager z Lamont-Dohertyho Observatória Columbijskej univerzity sa zaoberá hľadaním signálu klimatickej zmeny v rastúcich trendoch sucha v oblasti amerického juhozápadu. „Zdá sa, že máme v rukách predbežný dôkaz toho, že rastúce sucho má skutočne na svedomí klimatická zmena“, hovorí Seager. „Naše závery potvrdzujú to, že modely sú správne“. Avšak nielen jeho výskum je dôkazom toho, že tropická cirkulácia v rámci Handleyho buniek sa skutočnosti rozširuje viac ako ešte pred nedávnym predpovedali modely.

Táto významná zmena cirkulačných podmienok by mohla vysvetliť aj súčasné 11-ročné obdobie sucha na juhozápade Spojených štátov, ako aj mimoriadny počet tornád v štáte Minnesota v minulom roku (najvyšší v USA). Ďalším príkladom by mohla byť aj extrémne nízka tlaková níz nad oblasťou Mineapolis zo dňa 26. októbra 2010, ktorá podľa slov Paula Douglasa, zakladateľa spoločnosti CEO WeatherNation

v Minnesote, dosiahla silu hurikánu. „Zaobrám sa pozorovaním tornád a hurikánov, no nikdy predtým som nezažil nič podobne“, spomína Douglas a dodáva „... bol som doma a myslel som si, že okná môjho domu sa rozletia na kusy“. „V celom kontexte klimatickej zmeny to celé dáva zmysel. Každá nová extrémna udalosť presne zapadá do celkového obrazu zmien. Zdá sa, že extrémnejšie počasie sa stáva pravidlom a to nielen v Spojených štátoch, ale aj v Európe a Ázii.“

Človek ako hlavný vinník?

Naozaj je ľudstvo zodpovedné za tieto zmeny? Práve to je úloha pre rýchlo sa rozvíjajúcu oblasť klimatologického výskumu, v rámci ktorej vedci ako Peter Stott z Hadleyho centra vo Veľkej Británii skúmajú celkový obraz prebiehajúcich globálnych zmien klímy. Na základe výskumu trendov teploty vzduchu a zrážok je možné nakoniec stanoviť, do akej miery vedú súčasné zmeny k častejším extrémnom v počasí. Zo štatistického hľadiska pravdepodobnosť výskytu konkrétnej hodnoty teploty či zrážok sa približne zhoduje s krivkou Gaussovho rozdelenia náhodnej premennej. Zmena klímy však mení charakter celej krivky, a to predovšetkým v jej okrajových častiach, čím dochádza k zvyšovaniu pravdepodobnosti výskytu extrémnych hodnôt. Zatiaľ čo aj bez vplyvu človeka malo počasie vždy tendenciu byť veľmi premenlivé, ľudmi podmienená klimatická zmena túto premenlivosť ešte viacej zväčšuje. Klimatológ Deke Arndt z Národnej oceánskej a atmosférickej administrácie (NOAA) to vysvetľuje asi takto: „Zatiaľ čo počasie je možné si predstaviť ako boxera, ktorý nám ušetrí stále silnejšie údery, klimatická zmena je jeho tréner“. Analýzou a zmapovaním celkových zmien klímy je možné následne stanoviť pravdepodobnosť výskytu mimoriadnych prípadov počasia v dôsledku globálneho otepľovania.

Nápad, že medzi globálnym otepľovaním a extrémnosťou počasia existuje súvis, sa zrodil v hlave Petera Stotta už v roku 2003, kedy na výročie svojej svadby cestoval oblasťami Talianska a Švajčiarska, ktoré boli v tom čase sužované najhoršou vlnou horúčav v novodobej histórii. Jednou z vecí, ktoré si všimol takmer okamžite bolo to, že zo svahov švajčiarskych hôr sa neozýval ten dôverne známy cingot kravských zvonov. „V horách nebola takmer žiadna voda, farmári tak museli zaviesť všetok dobytok do údolí“, dodáva Stott. Po príchode do svojej práce sa rozhodol, že sa pokúsi zistiť, akým podielom prispela k extrémnosti horúčav v západnej Európe práve klimatická zmena. „Neočakával som, že sa dopracujem k pozitívnemu výsledku“, hovorí. No stalo sa tak. V skutočnosti sa signál klimatickej zmeny objavil celkom jasne v celej Európe, a to pritom analyzovali len údaje do roku 2000. V priekopníckej práci publikovanej v časopise Nature dospel Stott spolu so svojimi kolegami k záveru, že vplyvom klimatickej zmeny sa pravdepodobnosť výskytu tak extrémnej vlny horúčav ako v roku 2003 zvýšila viac ako dvojnásobila. Údaje získané po roku 2000 dokazujú, že táto pravdepodobnosť sa v porovnaní s predindustriálnym obdobím zvýšila dokonca až štvornásobne. „Sme si veľmi dobre vedomí toho, že pri prisudzovaní úlohy klimatickej zmeny konkrétnej situácii môže dôjsť ku chybe“, hovorí Stott, „a to obzvlášť vtedy, keď berieme do úvahy aj vplyv prirodzenej premenlivosti počasia, no v prípade niektorých mimoriadnych situácií, ako napríklad horúčav z roku 2003, máme v rukách silný dôkaz, ktorý náš predpoklad podporuje.“

Príklad hurikánu Katrina

Ďalšou udalosťou s jasným signálom globálneho otepľovania bol, podľa Kevina Trenbertha, riaditeľa oddelenia klimatologických analýz Národného centra pre Atmosférický výskum (NCAR) v Boulderi v štáte Colorado, hurikán Katrina v auguste roku 2005. Trenberth spočítal, že v dôsledku globálneho otepľovania, zvýšenej atmosférickej vlhkosti a vyššej teploty povrchových vrstiev oceánu, boli extrémne zrážky sprevádzané hurikánom o 4 až 6 % vyššie ako by boli za normálnych podmienok bez príspevku klimatickej zmeny. Podľa Trenbertha, bol dokonca aj tento odhad vcelku konzervatívny a dopĺňa: „aj keď sa to možno nezdá veľa, aj takto malý príspevok mohol predstavovať povestnú poslednú kvapku, ktorá odsúdila hrádze chrániace New Orleans k prelomeniu“. Navyše teplo získané kondenzáciou zvýšenej vlhkosti vzduchu mohlo prispieť k opätovnému oživeniu už slabnúceho búrkového systému Katriny. Toto v podstate platí aj pre prípad mimoriadne silnej a dlhotrvajúcej búrky v Nashville. Započítaním väčšieho množstva tepla uvoľneného kondenzáciou vodnej pary mohol byť celkový príspevok klimatickej zmeny k intenzite hurikánu Katrina dokonca až dvojnásobný v porovnaní s tým, k čomu sa dopracoval Kevin Trenberth. Oba uvedené príklady dokazujú, ako môže väčšie množstvo disponibilného tepla v atmosfére viesť k ničivejším búrkam.

Aj napriek tomu, ani tejto oblasti klimatológie sa nevyhýbajú kontroverzie. Príkladom tohto je rekordná vlna horúčav, ktorá zasiahla centrálnu Rusku a predovšetkým Moskvu v lete 2010. Extrémne teploty zničili štvrtinu úrody pšenice a následné lesné požiare zahalili hlavné mesto Ruska na niekoľko týždňov do tmavého dymového oparu. Niet pochýb o tom, že za extrémnym počasím z júla a augusta 2010 stáli predovšetkým meteorologické príčiny. „Hlavnou príčinou bolo zablokovanie atmosférickej cirkulácie“, vysvetľuje Martin Hoerling, meteorológ NOAA vo Výskumnom laboratóriu v Boulderi. V dôsledku blokujúcej tlakovej výše sa oblasť výškového dýzového prúdenia (jet stream) posunula viac na sever, čo spôsobilo stabilizáciu a dlhé trvanie suchého a slnečného počasia nad rozsiahlymi oblasťami západného Ruska. Otázkou však ostáva, čo spôsobilo vznik blokovania v atmosférickej cirkulácii. Hoerling sa rozhodol, podobne ako pred ním Peter Stott, hľadať súvislosti medzi dlhodobými teplotnými trendmi a pravdepodobnosťou výskytu extrémnych vln horúčav. No nenašiel nič. Hoerling teda prisudzuje vznik tejto situácie skôr náhode. Kevin Trenbert však s týmto záverom nesúhlasí. Podľa neho je v tom, čo sa stalo minulé leto vo východnej Európe, jasne vidieť trend výrazného posunu teplého a suchého podnebia zo Stredomoria do oblasti centrálneho Ruska, čo je presne v súlade s predpoveďami klimatických modelov. Intenzívne monzúny v Pakistane v minulom roku mali podľa Trenbertha rovnakú príčinu. „Čo môžeme povedať tak o hurikáne Katrina ako aj vlnách horúčav v Rusku je to, že tieto udalosti by nedosiahli takú extrémnosť nebyť globálneho otepľovania“, tvrdí Kevin Trenberth. Avšak aj tento spor je oveľa menší ako sa na prvý pohľad zdá. Čo však ostáva bez akýchkoľvek pochybností je to, že vlny extrémnych horúčav v Rusku sú akýmsi pohľadom do budúcnosti, ktorý nám už nejakú tú dobu predpovedajú klimatické modely. Aj samotný Martin Hoerling priznáva, že ide o predzvesť prírodných katastrof, ktoré nás ešte len čakajú a dodáva, že „do roku 2080 sa stanú podobné udalosti celkom bežnými, pričom ich výskyt možno očakávať v priemere každých 5 rokov. Udalosti z Ruska sú pre nás varovaním!“

Použitá literatúra:

Faško, P., Lapin, M., Pecho, J., 2008. 20-year extraordinary climatic period in Slovakia. Meteorologický časopis, 11, č. 3, s. 99 – 105, obr. 14

Pecho, J., Faško, P., Lapin, M., Kajaba, P., Mikulová, K., Šťástný, P. 2010. Extrémne atmosférické zrážky na jar a na začiatku leta 2010 na Slovensku. In: Meteorological Journal, Vol. 13, Slovak Hydrometeorological Institute, Bratislava 2010, ISSN 1335-339X.

Pecho, J., Faško, P., Lapin, M., Kajaba, P., Mikulová, K., Šťástný, P. 2010. Anomálie počasia v prvej dekáde 21. storočia v kontexte s ich výskytom na Slovensku v priebehu 20. storočia. In: Zborník príspevkov z konferencie s medzinárodnou účasťou: Povodne 2010 – príčiny, povodne a skúsenosti. 3.-5. novembra 2010, Štrbské Pleso, Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava.

<http://thinkprogress.org/romm/2011/06/24/253299/masters-driven-by-global-warming-it-is-quite-possible-that-2010-was-the-most-extreme-weather-year-globally-since-1816/>

<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=extreme-future-predicting-coping-with-the-effects-of-a-changing-climate>