

## Klimatické změny

Pojmy klimatická změna a globální oteplování bývají širokou veřejností s oblibou zaměňovány, či se dokonce nezdědka setkáme s názorem, že jde o tentýž jev. Termín globální oteplování je v tomto případě zavádějící a implikuje, že probíhající změny jsou pouze teplotního charakteru. Změna klimatu ovšem postihuje celou řadu abiotických faktorů, jako jsou například teplota, srážky a zalednění (Post 2013).

Za posledních 130 let se průměrná teplota Země zvýšila o 0,85 °C (IPCC 2013), přičemž denní a sezónní fluktuace se snížily, jelikož se noční průměrná teplota zvýšila více než denní a zároveň se zimní průměrná teplota zvýšila více než letní (Angilletta 2009). Zvyšování teploty souvisí s produkcí skleníkových plynů (zejména CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O a CH<sub>4</sub>), která se začala rapidně zvyšovat na přelomu 18. a 19. století, jako důsledek masivní industrializace tehdejší společnosti. Princip fungování skleníkových plynů spočívá v odrazu tepelného záření, které by se jinak vyzářilo do vesmíru, zpět k zemskému povrchu, čímž dochází ke kumulaci tepla a k tzv. skleníkovému efektu. Naproti tomu mraky působí jako tepelné štíty, které záření absorbují a pak jej z velké části vyzařují zpět do vesmíru (Lovejoy & Hannah 2005). Procentuální nárůst atmosférického CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O a CH<sub>4</sub> mezi lety 1750–2011 byl 40 %, 20 % a 150 %. Modely počítající s ročním nárůstem emisí CO<sub>2</sub> mezi lety 2000–2030 o 40–110 % předpovídají zvýšení teploty o 0,6 °C jenom v tomto období (IPCC 2007). Do konce století se pak počítá se zvýšením teploty o 2 °C (IPCC 2013).

Téměř třetina člověkem vyprodukovaného CO<sub>2</sub> je absorbována oceány, což na jednu stranu snižuje zejména teplotní dopady klimatické změny, na stranu druhou způsobuje další problémy pro rostliny a živočichy využívající tento biom (Sabine & Feely 2007). Jedním z hlavních problémů je acidifikace, tzn. snižování pH. Přírodní pH oceánu je mírně zásadité a pohybuje se v rozmezí 7,8–8,4 (Feely et al. 2009). Zvýšení koncentrace atmosférického CO<sub>2</sub> zvyšuje jeho parciální tlak a tím i rozpustnost ve vodě. Rozpuštěný CO<sub>2</sub> reaguje s vodou za vzniku vysoce nestabilní H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, která disociuje na ionty H<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> a CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.



Kationty H<sup>+</sup> snižují pH, podle vztahu  $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$  (Doney et al. 2009). Od počátku průmyslové revoluce byl zaznamenán pokles pH o 0,1, což koresponduje s 26% nárůstem koncentrace H<sup>+</sup> iontů (Feely et al. 2009). Zvyšování koncentrace H<sup>+</sup> způsobuje pokles

v koncentraci  $\text{CO}_3^{2-}$  potřebného pro vznik  $\text{CaCO}_3$ , který je základním materiálem pro tvorbu vápenitých schránek a skeletů (Doney et al. 2009). Fine & Tchernov (2007) ve své práci demonstrovali totální ztrátu skeletu u dvou druhů korálů vystavených po 12 měsících prostředí o pH 7,4 a jejich regeneraci po návratu do přirozeného prostředí s pH 8,2. Ačkoliv zvýšená koncentrace atmosférického  $\text{CO}_2$  vede k jeho větší absorpci oceánem, oteplování oceánů má opačný efekt. Při zvýšení teploty vody klesá rozpustnost  $\text{CO}_2$  a ostatních plynů, nicméně acidifikace probíhá i při snížené rozpustnosti  $\text{CO}_2$ , jelikož se  $\text{HCO}_3^-$  v teplejší vodě snáze disociuje za vzniku  $2 \text{H}^+$  a  $\text{CO}_3^{2-}$  (IPCC 2013). Teplejší oceán se tak pro rostliny a živočichy využívající  $\text{CO}_3^{2-}$  na první pohled jeví jako výhodnější prostředí, avšak podle několika studií (e.g. Hoegh-Guldberg 2007, Anthony 2008) jsou nízké pH a zvýšená teplota zodpovědné za tzv. „coral bleaching“ a úbytek takovýchto organismů.

Ač se z globálního hlediska mohou změny teplot zdát uniformní, z hlediska regionálního je patrná značná heterogenita. Severní polokoule, zvláště pak ve vysokých zeměpisných šířkách, se ohřívá mnohem rychleji než jižní, přičemž arktické oblasti zaznamenaly dvakrát rychlejší nárůst teploty proti globálnímu průměru (Angilletta 2009). V letech 1976–2000 zaznamenaly regionální změny průměrných teplot, zejména v oblastech východního pobřeží Severní Ameriky, severní Evropy a východní Asie, rozdíl až o  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  během desetiletí (Walther et al. 2002). Ještě dramatičtější změny se odehrávají v lokálním měřítku. Díky vysoké míře urbanizace a nedostatku zelených ploch uvnitř měst dochází k vytváření tzv. „heat islands“, kde je nárůst teploty úměrný počtu obyvatel (Oke 1973).

Ruku v ruce se změnami teplot jdou i změny v úhrnu srážek. Díky vyšším teplotám dochází k většímu odparu a tím i k delším a intenzivnějším obdobím sucha. Na každý stupeň oteplení připadá podle Clausius-Clapeyronovy rovnice 7% zvýšení nasycení atmosféry vodní parou, což má za následek zvýšení intenzity srážkových událostí (Trenberth 2011). Z globálního hlediska dochází od roku 1950 k úbytku srážek (Mitchell & Jones 2005), přičemž kritické bylo období kolem roku 1992, kdy došlo k výraznému poklesu srážek, pravděpodobně v důsledku erupce sopky Mount Pinatubo v roce 1991 (Trenberth & Dai 2007). Mění se i celkový charakter srážkových událostí, které jsou méně časté, ale mnohem intenzivnější, a to i v místech, kde dochází jen k minimálním změnám v celkovém množství srážek (Easterling et al. 2000). Při přívalových deštích není krajina schopná v krátkém časovém úseku pojmout tak velké množství vody a může docházet k bleskovým povodním,

jejichž výskyt se během 20. století značně zvýšil (Milly et al. 2002). S rostoucí teplotou se zároveň snižuje podíl sněhových srážek (Trenberth 2011), což má, společně s rychlejším táním, za následek snížení letních zásob vody v krajině, zejména v kontinentálních částech severní polokoule (Mote 2003). S úbytkem sněhové pokrývky dochází ke ztrátě habitatu rostlin a živočichů na něj vázaných. Podle Browna et al. (2010) jsou ztráty na severní polokouli přibližně 100 000 km<sup>2</sup> za rok. Pro srovnání, odlesňování Amazonského pralesa čítá přibližně 16 000 km<sup>2</sup> za rok (Butler 2017). Problematický je zejména úbytek trvale zasněžených ploch, které, na rozdíl od sezónního zasněžení, poskytují stabilní podmínky a jsou tak útočištěm pro mnohem pestřejší spektrum rostlin a živočichů (Post 2013).