

Příčiny a dopady globálního ohřívání Země a projevy jím vyvolané klimatické změny

Jan Hollan, Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.;

(Obrázky k textu viz *praha_mesta.odt* v <http://amper.ped.muni.cz/gw/prednasky/>)

Globální změna je souhrnné označení proměn naší planety. Definována je např.: „Změny v globálním životním prostředí (zahrnující proměny klimatu, produktivity krajiny, oceánů nebo jiných vodních zdrojů, chemie ovzduší a ekologických systémů), které mohou pozměnit schopnost Země podporovat život“ – více na http://amper.ped.muni.cz/gw/Glob_zmena.html. Jde o celek, jehož složky jsou provázány, nelze je zcela oddělit. Hybatelem globální změny je nárůst počtu lidí z úrovně třetiny miliardy, na níž se držel v prvním tisíciletí našeho letopočtu, k jedné miliardě na počátku průmyslové revoluce, což je též počátek antropocénu, v němž se lidstvo stalo hlavním geologickým činitelem. Nynějších sedm miliard lidí, kteří nadto v průměru na osobu spotřebovávají mnohem více přírodních zdrojů než lidé před antropocénem, globální změnu velmi zrychluje. Růst populace a spotřeby během posledního staletí je zjevně neudržitelný. Umožnila jej až civilizace opřená o fosilní paliva a z ní pocházející růst zemědělské produkce, lékařská péče, hygiena, plošné očkování.

Ale za to, že je Země vůbec obyvatelná, vděčíme **skleníkovému jevu**. To je velice mohutný fenomén. Spočívá v tom, že také ovzduší sálá dolů na zem, a to hodně, třetinou kilowattu na metr čtvereční, dvakrát více než činí příkon záření slunečního. Teplota povrchu je díky tomu mnohem vyšší, než by byla bez tohoto jevu. Hlavní složky ovzduší, dusík a kyslík, schopnost sálat, čili vydávat elektromagnetické záření vlivem teploty, nemají – takovou schopnost mají až malé příměsi ovzduší: vodní pára a další skleníkové plyny.

Nárůst jejich koncentrací, čili obsahu oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného v ovzduší není viditelný, ale způsobil, že Země nevrací do vesmíru tolik tepla, jako získává ze slunce. **Ponechává si jeden watt na metr čtvereční svého povrchu.** Rozhodující podíl na tom má oxid uhličitý.

To, že oxidace uhlíku z fosilních paliv nutně povede k oteplení Země vlivem zesílení skleníkového jevu, bylo známo již před sto lety. Tehdy činila těžba uhlíku jednu miliardu tun ročně, nyní je to deset miliard tun za rok s ročním nárůstem až 3 %.

Devět desetin z tepla, které Země nevrací do vesmíru, ohřívá hloubky oceánů, to lze nazvat globálním ohříváním. Proměnlivé drobtý (jak jsou velké, závisí na promíchávání oceánů) se dělí mezi ohřev ovzduší, prohřívání pevnin a tání ledu, v průměru je to 2 % na každý z těchto procesů. Mluví-li se o globálním oteplování, jeho charakteristikou je obvykle jen růst teploty přízemního ovzduší. Ten může být několik měsíců, ale i pět deset let záporný, pokud se teplé povrchové vody Pacifiku ponořují a jsou nahrazovány chladnou vodou z hloubky, jako tomu bylo většinu posledního desetiletí.

K plynům, které jsme do ovzduší uvolnili sami, se s rostoucími teplotami přidává zvýšený obsah vodní páry, což je nevyhnutelná zesilující zpětná vazba. Globální oteplení od doby 19. století už dosáhlo téže velikosti, jako předtím trvalo ochlazování probíhající šest tisíc let, jde v obou případech o necelý jeden kelvin čili stupeň Celsia. Je to tempo řádově větší než kdykoliv v geologické minulosti. V nejbližším půlstoletí k tomu přibude alespoň dalšího půl kelvinu, čímž se dostaneme na úroveň minulé doby meziledové před 130 tisíci lety, kdy byla hladina oceánů vinou úbytku ledu z Antarktidy a Grónska alespoň o 6 m vyšší... Je téměř jisté, že se během příštích staletí stanou města na plochých pobřežích vinou vzestupu hladiny částečně nebo úplně neobyvatelná.

Oteplování ovzduší je mnohem rychlejší ve vysokých zeměpisných šířkách a nad pevninami, a způsobilo již velkou proměnu klimatu. Zvýšila se variabilita teplot a srážek, narostla četnost výjimečně horkých letních období, vyskytují se už i taková, jaká v minulých staletích vůbec nebývala. Vyšší teploty znamenají vyšší výpar, což tam, kde současně nevzrostou také srážky vhodné velikosti, znamená častější a horší zemědělské sucho. Silnější přívalové deště moc nepomáhají, zato vedou k odnosu půd, někde i k sesuvům, a ovšem k povodním a záplavám. Jde vesměs o jevy, které věda očekávala, nicméně skutečnost je ještě horší. S tím je nutno počítat i pro budoucnost.

Dnešní lidské i přírodní systémy se vyvinuly v podmínkách klimatu velmi stálého, jaké panovalo jen s pomalými nebo regionálními změnami po celý holocén, a které umožnilo vznik a rozvoj civilizací v mnoha oblastech světa. Změní-li se klima, byť i jen zvýšením variability, je to pro ně nepříznivé. Leckde to vede, a v mnoha dalších oblastech povede, ke zhoršení jejich funkčnosti, či úplnému zániku jejich obyvatelnosti.

Hlavním ohrožením obrovských oblastí jsou nebývalá dlouhodobá sucha, střídaná případně povodněmi a záplavami. V našem podnebném pásu se na tom zřejmě podílí nesmírně velké oteplení Arktidy, která ztmavla (čili pohlcuje více slunečního záření) a čím dál větší oblasti oceánu nejsou až do zimy zamrzlé, čímž se stávají zdrojem tepla a vodní páry. Mění se tím celý systém proudění ovzduší nad severní polokoulí. Místo dřívějšího častého střídání tlakových níží a výší, čili období deštivých a slunečných (to jsme označovali jako klima mírného pásu) se vyskytují dlouhá období vysokých teplot beze srážek (v zimě ev. také holomrazů) a pak zase dlouhotrvající, mohutné srážky. Ovzduší, které je teplejší než dříve, umožňuje také extrémně veliké přívalové srážky v bouřkách, jaké se kdysi vyskytovaly jen v tropech.

Kromě povodní (i bleskových) města trpí zvláště vlnami veder, která bývají ještě horší než ve venkovské krajině. Vysoké teploty podporují tvorbu přízemního ozónu, zvláště jedovaté složky letního smogu. Teplotní maxima lze snížit tím, že města zesvětlíme, zastíníme korunami mohutných stromů a chladíme výparem, který z takových stromů probíhá, mají-li k dispozici dostatek vody. Ta se při srážkách má vsáknout do hloubky, ne odtéci kanalizací a řekami pryč. Některá česká města jsou do budoucna ohrožena také vysycháním vodních zdrojů, rozumnou odpovědí je budování cisteren na vodu dešťovou; s ní vystačila mnohá středomořská města v krasových oblastech celá tisíciletí. Samozřejmě, s jinými než splachovacími toaletami.

Adaptace na zhoršení klimatu, kterému se již neubráníme, má své meze. Chceme-li svou civilizaci zachovat, musíme oteplování planety zbrzdit, zastavit, ba obrátit. Nejvíce ohrožené státy volají po tom, abychom nepřipustili už více než dalšího půl stupně oteplení. Světově uznávanou **mezí, která by rozhodně neměla být překročena, jsou 2 kelviny** (čili stupně Celsia) celkového globálního oteplení, čili 1 K oproti dnešku. To je cíl technicky ještě splnitelný, ale s každým rokem prodlení hůře a hůře.

Užívání fosilních paliv nelze ukončit naráz. Je ale potřeba alespoň nevytvářet novou infrastrukturu pro jejich těžbu a využití – místo toho je nutné věnovat úsilí, aby se snížila spotřeba paliv pro vytápění, dopravu i výrobu potravin. Nezbytná je změna zvyklostí, ale také velké investice do zlepšení budov, elektrifikace dopravních systémů (těch, které pro zachování civilizace budou nezbytné), rozvoje nefosilních technologií. Peníze na investice musí z nemalé části pocházet z toho, že toho tolik neprojíme, neprotopíme, neprolétáme...

Ještě je šance, že během století vrátíme koncentraci CO₂ z dnešní úrovně 400 ppm (čili milióntin) na snad již bezpečnou hodnotu 350 ppm. A že se tím vyhneme zvláště zlým důsledkům klimatického rozvratu přírody i společnosti. Musíme ale začít hned, a hodně razantně.

Jak? Pro Velkou Británii ukázalo cestu Centrum alternativních technologií ve Walesu. Je teď na čase vypracovat obdobnou vizi pro celou Evropu – aby mohla být bez ruského metanu a ropy, a pak i bez fosilních paliv vůbec. Tou britskou vizí [Zero Carbon Britain](#) se ale máme co nejvíce řídit už teď.