

ROZVOJ TRVALE NEUDRŽITELNÝ NON-SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Vliv atmosférické koncentrace CO₂ na globální klima

The Effect of Atmospheric CO₂ Concentration on the Global Climate

Lubomír Nátr

In this contribution, the principles of the greenhouse effect are briefly described and illustrated. Attention is paid to the effect of the increasing atmospheric concentration of CO₂ and other greenhouse gases on the intensification of this effect. Using information contained in the 3rd report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, the main consequences of the temperature increase of 0.6 °C during the last century are briefly reviewed.

V předchozím příspěvku jsem uváděl změny v koloběhu uhlíku a koncentrace oxidu uhličitého v naší atmosféře. Zároveň jsem zdůraznil, že tyto změny vyplývají z doslova obrovského zvyšování počtu obyvatel na Zemi a obecně požadovaného ekonomického růstu. Ten vyžaduje stále více energie, která je zatím získávána především spalováním fosilních paliv spojeným s produkcí CO₂. Další CO₂ je uvolňován odlesňováním a přeměnami původních rostlinných ekosystémů na zemědělsky obdělávanou půdu, zástavbu, rekreaci apod.

V souvislosti s trvale udržitelným rozvojem je tato situace v zásadním rozporu s proklamovanou potřebou předat příštím generacím naši planetu ve stavu, kdy i jim bude zajišťovat jejich – nepochybně dále rostoucí – potřeby.

Ale zvyšování koncentrace CO₂ má ještě další důsledek: vyvolává změny globálního klimatu s následky, které mohou překonat většinu stávajících opatrných varování. Všimněme si nejprve, jak spolu globální klima naší planety a koncentrace CO₂ souvisejí.

Teplota povrchu Země a přízemní vrstvy vzduchu je určována poměrem mezi množstvím přijatého a vydaného tepla. Země získává teplo především absorpcí slunečního záření. Množství tohoto záření, které je pohlceno atmosférou a především pak povrchem pevnin i oceánů, v podstatě nezávisí na tom, kolik CO₂ je ve vzduchu. Připomeňme si jeden fyzikální zákon, podle něhož každé reálné těleso, které je teplejší než tzv. absolutní nula (-273 °C neboli 0 kelvinů), vyzařuje energii. Teplota povrchu Slunce je téměř 6000 °C a tomu odpovídá záření v rozsahu vlnových délek od cca 300 nm do 3000 nm, takže zahrnuje i oblast záření, které lidské oko vnímá jako světlo (360 nm až 740 nm). Průměrná teplota povrchu Země je kolem 15 °C (288 kelvinů) a každý předmět tak vyzařuje energii, jejíž vlnové délky se pohybují řádově kolem 10 000 až 25 000 nm (miliontin metru), tedy v dlouhovlnné infračervené oblasti. A toto infračervené záření emitované povrchem planety tedy spolurozhoduje o výsledné teplotě povrchu Země: čím více tohoto záření uniká do vesmíru, tím je povrch planety chladnější a naopak. A zde vstupují do hry tzv. skleníkové plyny, mezi nimiž k nejvýznamnějším patří CO₂. Oxid uhličitý totiž ono infračervené záření silně pohlcuje. Tím se atmosféra ohřívá a její složky samy zase dlouhovlnné infračervené záření emitují: jednak dále do vesmíru a jednak zpět k povrchu Země (viz obrázek). Tedy: Čím je vyšší koncentrace CO₂ v atmosféře, tím menší množství infračerveného záření emitova-

ného povrchem Země uniká do vesmíru, a naopak tím více se ohřívá naše atmosféra a povrch planety. Na tomto skleníkovém efektu se kromě CO₂ podílejí také molekuly vody, metanu, oxidu dusného a freonů (tyto poslední navíc rozrušují ozónovou vrstvu, která chrání povrch Země před přílišnými dávkami škodlivého ultrafialového záření). V průběhu minulého století se koncentrace prakticky všech uvedených skleníkových plynů zvyšovaly, takže si lidstvo svou činností svou planetu hezky přihřívá.

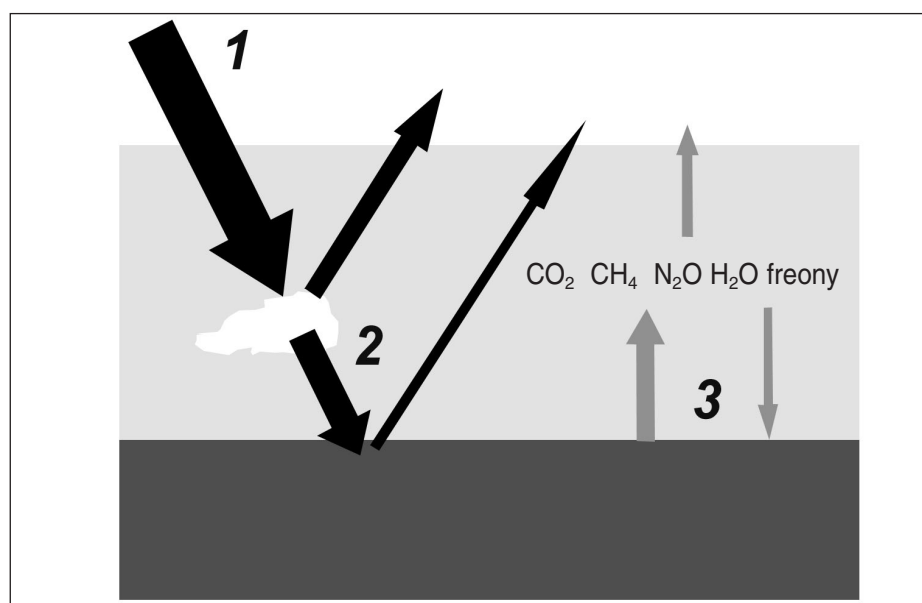
Je dobré si připomenout, že uvedený skleníkový efekt se na naší planetě uplatňuje prakticky od počátků vývoje Země, když se vytvořila atmosféra. V oněch prapradávých dobách před nějakými 4 miliardami let byl příkon slunečního záření asi o celou čtvrtinu menší, než je dnes. Teplotu příznivou pro první i následné formy života nepochybně udržovala tehdejší vyšší koncentrace CO₂ a dalších skleníkových plynů. Obdobnou teplotu v uplynulých tisíciletích, kdy se výrazně zvýšil příkon slunečního záření, udržovala podstatně nižší koncentrace CO₂ (přibližně 220 ppm až 280 ppm).

Nelze tedy říkat, že dnes se díky zvýšené koncentraci skleníkových plynů uplatňuje skleníkový efekt. To není nový jev. Ale zásadní je zesilování skleníkového efektu díky antropogennímu zvyšování koncentrací CO₂ a dalších skleníkových plynů v atmosféře.

Již koncem 19. století vynikající švédský chemik S. Arrhenius (1859–1927, v roce 1903 získal Nobelovu cenu) vypočítal, že zdvojnásobení tehdejší atmosférické koncentrace CO₂ se projeví zvýšením teploty na povrchu Země až o 5 °C. Je to velmi podobná hodnota, k níž vědci docházejí dnes – s mnohem hlubšími znalostmi o utváření klimatu a s těmi největšími počítací. A k čemu tedy soudobá věda došla?

Za velmi reprezentativní lze považovat 3. zprávu Mezivládního panelu pro změnu klimatu vydanou v roce 2001. Tento panel, jenž sdružuje desítky předních světových odborníků, byl zřízen v roce 1988 Světovou meteorologickou organizací a Organizací spojených národů (zájemci najdou podrobné informace na www.ipcc.ch).

Samotná zpráva shrnuje velmi podrobně výsledky publikované ve světové vědecké li-



Princip skleníkového efektu.

Sluneční záření pronikající do atmosféry Země (1) je částečně odraženo zpět do vesmíru, částečně se pohlcuje různými složkami atmosféry a přibližně polovina dopadá na povrch Země (2), odkud se asi 15 % zase odráží. Zbytek je pohlcen vodami oceánů, půdou a ostatními předměty na pevninách. Na obrázku není znázorněna absorpce podstatné části ultrafialového záření ozónovou vrstvou atmosféry. Zároveň všechny předměty na povrchu Země emitují dlouhovlnné infračervené záření, jehož část je skleníkovými plyny obsaženými ve vzduchu pohlcována (3). Tím se atmosféra mírně ohřívá a sama zesiluje emisi obdobného infračerveného záření jak do vesmíru, tak i zpět na povrch Země.

teratuře a představuje zevrubnou analýzu stavu klimatu Země na přelomu tisíciletí. Hodně informací včetně aktuálních poznatků se dnes objevuje i ve sdělovacích prostředcích. Proto se dále omezím jen na některé charakteristiky.

Obecně **nejznámějším důsledkem zesilování skleníkového efektu je nárůst teplot, který je odhadován na 0,6 °C v uplynulém století.** Přitom 90. léta byla nejteplejší dekadou a rok 1998 nejteplejším rokem celého 20. století, a to především díky teplotám na severní polokouli. Toto zvýšení je pravděpodobně vyšší než jakékoli jiné v průběhu posledních 1000 let.

Dalším projevem teplotních změn je prodloužení období bez výskytu mrazů, a to zejména ve středních a vyšších zeměpisných šířkách. Zcela konkrétní projevy tohoto vzestupu teploty jsou:

- a. **Zmenšování ledovců**, a to jak arktických, tak zejména vysokohorských. Existují sugestivní fotografie i líčení turistů demonstrující tento ústup v Alpách i dalších velehorách.
- b. **Pozdější zamrzání a dřívější tání ledů** na řekách a jezerech.
- c. **Prodloužení vegetačního období**, zejména ve středních a vyšších zeměpisných šířkách. To je velmi dobře doloženo – například dlouhodobým pozorováním v přírodě bylo prokázáno dřívější hnízdění některých druhů ptáků, rozvoj pupenů keřů a stromů na jaře nebo dřívější nástup kvetení dřevin. Naopak na podzim se v mnoha oblastech prokázal pozdnější opad listů stromů a keřů.
- d. **Postup mnohých teplomilných druhů rostlin a živočichů směrem k pólům a do vyšších nadmořských výšek.** To znamená, že oteplování oblastí blíže k pólu umožňuje růst teplomilnějších rostlin tam, kde pro ně bylo dosud velmi chladno. Tento jev však má i svou výraznou zápornou stránku. Umožňuje totiž migraci také nežádoucích druhů plevelů nebo i planě rostoucích rostlin do oblastí, kde se dosud nevyskytovaly. A to zároveň umožňuje také výskyt zcela nových chorob a škůdců, vůči nimž například naše polní plodiny nemají žádné obranné mechanismy.
- e. **V průběhu 20. století stoupla hladina moří o 0,1 až 0,2 m** a také se zvýšil obsah tepla v mořských vodách. Tento aspekt je velmi často připomínán i laické veřejnosti a může představovat jednu z největších hrozeb oteplování planety. Zvýšení hladiny moří o několik málo metrů by zatopilo obrovské plochy pevnin s mnoha miliony obyvatel.

A ještě jednou si připomeňme další důsledky zvyšování teploty. Zvýšené maximální teploty a větší počet horkých dnů na většině pevniny budou vyvolávat:

- (a) **Zvýšenou úmrtnost osob** starších věkových kategorií a městské chudiny. Některé novější práce odhadují, že letní vedra ve střední Evropě v létě 2003 si vyžádala kolem 30 000 lidských obětí.
- (b) **Zvýšený teplotní stres** u chovaného dobytka i u zvířat ve volné přírodě.
- (c) **Změnu v rozložení turisticky atraktivních lokalit.** Například oblast turisticky tolik oblíbeného Středomoří se může změnit v naprosto neatraktivní horké a suché území.
- (d) **Zvýšené výnosové riziko** mnoha plodin.
- (e) **Zvýšenou spotřebu elektřiny** pro chlazení a pokles spolehlivosti dodávek energie.

Vedle změn globálního klimatu se **na Zemi mění také způsob využívání podstatné části pevnin, dochází k degradaci moří i půdy, zvyšuje se míra znečištění moří, souší i atmosféry.** Překvapivě jsou uvedené skutečnosti příčinami i důsledky změny klimatu. Tyto změny také mění přírodní společenstva a lidské komunity. Přitom z pohledu lidí mezi nejvíce postižitelné oblasti patří vodní zdroje, zemědělství, lesnictví, pobřežní oblasti a oceány, lidská osídlení, produkce energie a průmyslová výroba, ale také lidské zdraví, pojišťovnictví a finanční sektor.

Těžiště tohoto příspěvku spočívá v popisu principu skleníkového efektu projevujícího se na naší planetě a důsledků, které pro přírodu i lidstvo vyvolává jeho zesílení zvyšováním koncentrací oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů. Tyto změny jsou patrné i na našem území. Zájemcům mohu doporučit obsáhlý aktuální přehled ředitele brněnské pobočky Českého hydrometeorologického ústavu Dr. J. Rožnovského, uveřejněný v roce 2004 v tomto časopise. Další příklady pak uvedu v následujícím příspěvku.

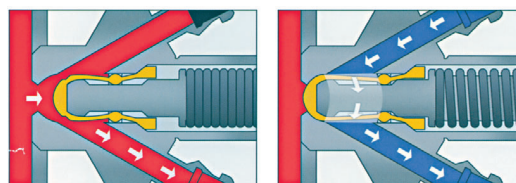
A úplně závěrem ještě důležitá poznámka. Také v obdobích, kdy vliv lidí na přírodu byl zanedbatelný, protože jich bylo velmi málo, docházelo k větším nebo menším změnám globálního klimatu. Bylo tedy důvodu vyloučit takové „mimolidské“ vlivy v současnosti. A to představuje právě nejjasný bod při soudobém výkladu příčin klimatických změn: **pokud bychom uměli vyloučit důsledky našich aktivit, docházelo by dnes k oteplování nebo naopak k ochlazování?** Jinými slovy: působí přírodní změny určité zesílení antropogenního vlivu, nebo jej naopak brzdí? Odpověď není snadná. Tato nejistota se však nemůže týkat samotné podstaty vlivu člověka na současné klima: **změny vedoucí k tak dramatickému zvyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře a tak významným posunům vegetace na pevninách se musejí promítnout v radiční bilanci Země, a tedy i klimatu.**

Literatura

Rožnovský, J.: Extrémní projevy počasí a změna klimatu. Kvasny Prum. 50, 2004, 176–179.

Vzorkovací ventily Vzorkovací systémy

keofitt[®]
WORLD LEADERS IN STERILE SAMPLING™



Výhradní zastoupení pro ČR a SR

REGOM
INSTRUMENTS

Brabcova 2 / 1159, 147 00 PRAHA 4

☎ 241 402 206
☎ 241 400 290

✉ regom@regom.cz
🌐 www.regom.com