

# Úvod

publikace Národního klimatického programu České republiky č. 22, Praha 1996

Změna klimatu vyvolaná lidskou činností, zejména spalováním velkého množství fosilních paliv, je nejvýznamnější ekologickou hrozbou současnosti. Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) shrnul své závěry a poznatky o změně klimatu<sup>1</sup> na podkladě předchozích hodnocení takto:

Od roku 1990 bylo dosaženo výrazného pokroku v pochopení problematiky změny klimatu a v současné době jsou k dispozici nové údaje a analýzy.

## Koncentrace skleníkových plynů trvale rostou

Od předindustriálního období (tj. asi od roku 1750) vyvolává růst koncentrací atmosférických skleníkových plynů pozitivní *radiační zátěž*<sup>2</sup> klimatu, jejímž následkem je tendence k oteplování zemského povrchu a k dalším změnám klimatu.

- Atmosférické koncentrace skleníkových plynů, především CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, a N<sub>2</sub>O podstatně vzrostly, po řadě o 30 %, 145 % a 15% (k roku 1992). Tyto trendy vyvolává z velké části lidská činnost, zejména spotřeba fosilních paliv, využívání půd a zemědělství.
- Přímá radiační zátěž vyvolávaná skleníkovými plyny s dlouhou životností činí 2,45 W.m<sup>-2</sup> a je způsobena hlavně vzrůstem koncentrace CO<sub>2</sub> (1,56 W.m<sup>-2</sup>), CH<sub>4</sub> (0,47 W.m<sup>-2</sup>) a N<sub>2</sub>O (0,14 W.m<sup>-2</sup>) (k roku 1992).
- Většina skleníkových plynů setrvává v atmosféře po dlouhou dobu (CO<sub>2</sub> a N<sub>2</sub>O po několik desetiletí až století), a proto způsobují dlouhodobou radiační zátěž.
- Kdyby byly emise CO<sub>2</sub> udržovány přibližně na úrovni z roku 1994, rostly by atmosférické koncentrace těchto plynů téměř konstantní rychlostí po dobu nejméně dvou staletí a koncem 21. století by dosáhly hodnoty asi 500 ppmv, (tj. přibližně dvojnásobku předindustriální koncentrace 280 ppmv).
- Z modelů uhlíkového cyklu vyplývá, že pro stabilizaci koncentrací atmosférického CO<sub>2</sub> na hodnotách 450, 650, resp. 1000 ppmv by bylo třeba, aby se emise CO<sub>2</sub> snížily na hodnotu z roku 1990 přibližně ode dneška za 40, 140, resp. 240 let a následně pak se udržovaly pod úrovní z roku 1990.

## Antropogenní aerosoly mají tendenci vyvolávat zápornou radiační zátěž

- Troposférické aerosoly (mikroskopické částice vznášející se v ovzduší), které vznikají spalováním fosilních paliv, biomasy a z dalších zdrojů, způsobují zápornou přímou radiační zátěž 0,5 W.m<sup>-2</sup> v celozemském průměru a současně přibližně stejně velkou nepřímou radiační zátěž. Poněvadž je tato radiační zátěž umístěna jen do určitých oblastí subkontinentálních rozměrů, může ovlivňovat klima v kontinentálním, nejvýše však v polokoulovém měřítku.
- Vliv aerosolu může být v určitých lokalitách tak velký, že může překompenzovat pozitivní radiační zátěž vyvolanou skleníkovými plyny.
- Antropogenní aerosoly mají v atmosféře v porovnání se skleníkovými plyny velmi malou životnost; proto se radiační zátěž, kterou vyvolávají, rychle přizpůsobuje nárůstům či poklesům jejich emisí.

## Klima se v posledním století měnilo

Meziroční změny počasí mohou být na libovolném místě velké. Analýzy meteorologických a dalších dat provedené pro velká území a pro období řádu desetiletí prokázaly však některé systematické změny:

- Průměrná přízemní teplota vzduchu pro celou Zemi od konce 19. století vzrostla o 0,3 až 0,6 °C.
- Noční teploty nad pevninami všeobecně vzrostly více než denní teploty.
- Výška hladiny oceánu narostla za posledních 100 let o 10 až 25 cm; za podstatnou část tohoto nárůstu nese odpovědnost nárůst teploty zemského povrchu.

## Existují jasné důkazy vlivu člověka na klima

Jakýkoliv vliv člověka na klima se prolíná se „šumem“ pozadí, tj. s přirozenou proměnlivostí klimatu, která je závislá jak na vnitřních fluktuacích klimatického systému, tak na vnějších vlivech, jakými jsou např. změny sluneční aktivity nebo vulkanické erupce.

Od roku 1990 bylo dosaženo významného pokroku v pokusech o odlišení přirozených a antropogen-

<sup>1</sup>Summary for Policymakers: The Science of Climate Change, IPCC Working Group I, 1995.  
<http://www.ipcc.ch/cc95/wg1.htm>

<sup>2</sup>Radiační zátěž (angl. radiative forcing) je jednoduchá charakteristika mechanismu možné změny klimatu. Je to změna energetické bilance soustavy Zem-atmosféra vyjádřená ve W . m<sup>-2</sup>.

ních vlivů na klimatický systém. Stalo se tak studiem společných účinků síranových aerosolů a skleníkových plynů na klima, které umožnilo realističtější odhady antropogenní radiační zátěže. Tyto poznatky byly pak zahrnuty do klimatických scénářů s cílem získat dokonalejší simulace antropogenního „signálu“ změny klimatu. Kromě toho byly získány důležité informace o přirozené vnitřní proměnlivosti klimatu v časových měřítcích desetiletí až století pomocí nových simulací provedených s využitím modelů atmosféra–oceán. Další významný pokrok přinesl přesun pozornosti od studií průměrných změn pro celou Zemi na modelové i pozorované prostorové a časové vzorky změn klimatu v menších oblastech.

### **Pokračování změn klimatu se očekává i v budoucnosti**

IPCC vypracoval řadu scénářů (IS92a-f) budoucího vývoje emisí skleníkových plynů a prekurzorů aerosolů v období let 1990–2100, založených na odhadech demografického a ekonomického vývoje, změn ve využívání půd, změn v technologiích a v používaných palivech. Se znalostí globálního uhlíkového cyklu a chemizmu atmosféry lze tyto scénáře emisí skleníkových plynů využít k projekci atmosférických koncentrací skleníkových plynů a aerosolů a následně i k odhadům změn radiační zátěže. Pomocí modelů klimatických změn lze pak získat projekce budoucího klimatu.

- Pro střední scénář emisí IPCC (IS92a) představující „nejlepší odhad“ citlivosti klimatu<sup>3</sup> a při zahrnutí vlivu vzrůstu koncentrace aerosolů vychází z modelů změny klimatu odhad vzrůstu průměrné přízemní teploty vzduchu pro celou zeměkouli o 2 °C k roku 2100 v porovnání s rokem 1990. Jestliže se nejnižší scénář IPCC (IS92c) zkombinuje s „nízkou“ hodnotou citlivosti klimatu a do výpočtu se zahrnou vlivy změn koncentrací aerosolů, vyjde odhad oteplení k roku 2100 o 1 °C. Jestliže se nejvyšší scénář IPCC (IS92e) zkombinuje s „vysokou“ hodnotou citlivosti klimatu, vyjde oteplení o ca 3,5 °C. Ve všech případech bude průměrná rychlost oteplování pravděpodobně vyšší než byla v posledních 10 000 letech. Roční až dekadní změny mohou však vykazovat značnou přirozenou proměnlivost. Regionální změny teploty se mohou podstatně lišit od celozemských průměrných hodnot. V důsledku tepelné setrvačnosti oceánů lze k roku 2100 očekávat pouze 50–90 % tep-

lotní změny určené z rovnovážných modelů klimatické změny. Teplota však poroste i po roce 2100, a to i v případě, že by byly koncentrace skleníkových plynů v tomto období již stabilizovány.

- Všechny modelové simulace, ať už byly určeny za předpokladu nárůstu koncentrací skleníkových plynů i aerosolů nebo jen za předpokladu nárůstu koncentrací skleníkových plynů, mají tyto společné znaky: větší oteplení povrchu pevnin než moří v zimním období; největší oteplení povrchu ve vysokých zeměpisných šířkách v zimě, malé oteplení nad Arktidou v létě; zesílení průměrného celozemského hydrologického cyklu, vzrůst množství srážek a půdní vlhkosti ve vysokých zeměpisných šířkách v zimě.
- Přímé a nepřímé vlivy antropogenních aerosolů významně ovlivňují projekce změny klimatu. Obecně platí, že změny teploty a srážek se zejména v mírných zeměpisných šířkách severní polokoule zmenšují, jsou-li vlivy aerosolů významné.
- Očekává se, že celkové oteplení může vést ke zvýšení výskytu extrémně horkých dnů a k poklesu výskytu extrémně studených dnů.
- Zvýšení teplot může vést k zesílení hydrologického cyklu; na některých místech lze proto očekávat intenzivnější sucha, resp. povodně, na jiných místech naopak mírnější sucha i povodně. Z některých modelů vycházejí nárůsty intenzity srážek s možností zvýšení extremity dešťů.
- Dlouhodobá rychlá změna klimatu by mohla narušit rovnováhu mezi druhy lesních porostů a na některých místech vést k zániku lesů. Tím by se změnily podmínky pohlcování a uvolňování uhlíku v ovzduší. Kvantitativní údaje těchto změn jsou nejisté; mohly by se v závislosti na rychlosti klimatické změny v příštích asi dvou stoletích pohybovat mezi nulou a 200 GtC.

### **Stále existuje mnoho nejistot**

Řada faktorů omezuje v současné době naše schopnosti projektovat a detektovat budoucí změnu klimatu. Je velmi obtížné předpovědět budoucí neočekávané, rozsáhlé a rychlé změny klimatického systému obdobné těm, k nimž docházelo v minulosti. Z toho vyplývá, že budoucí změny klimatu mohou přinést i nepředvídatelná překvapení.

<sup>3</sup>Citlivost klimatu se obvykle vztahuje k dlouhodobé (rovnovážné) změně celozemské průměrné přízemní teploty v důsledku zdvojnásobení koncentrace efektivního CO<sub>2</sub>. Dalším zobecněním je vztahení rovnovážné změny přízemní teploty vzduchu na jednotkovou změnu radiační zátěže (K/(W · m<sup>-2</sup>)).