

cializovaných na vzdelávanie vlastníkov pozemkov v manažmente území významných pre rastliny) a *technickú a vedeckú spoluprácu* (prezentácia Stratégie popredným medzinárodným organizáciám v oblasti ochrany prírody a vedeckého výskumu, komunikácia a výmena informácií, vytvorenie mechanizmu v rámci Planta Europa na poskytovanie podpory v ochrane ohrozených území, významných pre ochranu rastlín).

K prvej verzii Stratégie sa rozbehol pripomienkový proces na viacerých úrovniach: účastníci konferencie, orgány Dohovoru o biodiverzite a Bernskej konvencie, členovia

Planta Europa, partnerské organizácie, napr. IUCN, WWF, UNEP. Cieľom bolo pripraviť jej konečnú verziu pre 6. stretnutie Konferencie členských štátov Dohovoru o biodiverzite, ktoré sa bude konať v apríli 2002 v Haagu. Tým sa uzavrie jedna etapa – etapa prípravy Stratégie. Ciele Stratégie sú jasné, realistické a merateľné, realizácia úloh a aktivít zaradených do Stratégie je plánovaná na obdobie r. 2002 – 2007.

Bližšie informácie o Stratégii ochrany rastlín a Planta Europa možno nájsť na <http://www.plantaeuropa.org>

Luboš Halada

keď sa tento efekt prejavuje skôr krátkodobo (dni, týždne) a zväčša regionálne.

Zmeny v koncentráciách skleníkových plynov v atmosfére

V tisícročí pred tzv. priemyselnou revolúciou (štandardne sa berie ako prelomový rok 1750) boli koncentrácie skleníkových plynov v spodnej atmosfére relatívne konštantné. Odvtedy významne vzrástli. Väčšina týchto zmien je priamo či nepriamo spojená s ľudskými aktivitami, hlavne so spaľovaním fosílnych palív, poľnohospodárskou činnosťou a odlesňovaním či zmenou využívania krajiny. (IPCC používa pre túto kategóriu označenie *Land use change and forestry – LUC&F*). Antropogénne podmienené emisie skleníkových plynov, ktoré sú veľmi stabilné a dlhodobo zostávajú v atmosfére, znamenajú prakticky nevratné dodatočné zvýšenie jej tepelného príjmu (*radičné zosilnenie – radiative forcing*) počas desaťročí, stáročí či dokonca tisícročí, kým sa emitované množstvo postupne odstráni niektorým z prírodných mechanizmov.

• **Oxid uhličitý.** Od konca osemnásteho storočia narástla koncentrácia CO₂ v atmosfére o 31 % (z 280 ppm na 368 ppm v r. 2000). Dnešná koncentrácia CO₂ nebola dosiahnutá v priebehu posledných 420 tis. rokov a pravdepodobne ani posledných 15 mil. rokov. V porovnaní s relatívne stabilným obdobím pred r. 1800 (280 ppm ± 10 %) je rýchlosť, akou oxid uhličitý pribúda v atmosfére bezprecedentná (0,4 % za rok), prinajmenšom za posledných 20 000 rokov. Prispieva až 60 % k celkovému radičnému zosilneniu. Hlavným zdrojom antropogénneho CO₂ je spaľovanie fosílnych palív (výroba elektriny, tepla a doprava) a odlesňovanie.

Vývoj globálnych emisií skleníkových plynov

Narastanie koncentrácií skleníkových plynov a aerosólov v atmosfére patrí medzi kľúčové procesy, ktoré ovplyvňujú radiačnú bilanciu Zeme, čo sa v konečnom dôsledku prejavuje ako jeden z významných faktorov prispievajúcich ku klimatickej zmene.

Nárast koncentrácií emisií skleníkových plynov v atmosfére redukuje schopnosť Zeme vyžarovať do vesmíru teplo formou dlhovlnného žiarenia. Výsledkom je kladná radiačná bilancia a nasledujúce otepľovanie spodnej vrstvy atmosféry. Toto je tzv. *dodatočný skleníkový efekt atmosféry* – efekt, ktorý sa prejavuje na zemeguli miliardy rokov vďaka "prirodzeným" zmenám koncentrácií skleníkových plynov: vodnej pary, oxidu uhličitého, ozónu, metánu a oxidu dusného. Výsledný efekt

(veľkosť a rýchlosť tohto otepľovania) závisí od tempa rastu koncentrácie jednotlivých plynov, ich radiačných vlastností i od koncentrácií plynov, ktoré sa už v atmosfére nachádzajú. Mnohé z radiačne aktívnych plynov zostávajú v atmosfére stáročia, takže ich účinky sa prejavujú dlhodobo.

Na druhej strane, antropogénne podmienené aerosóly (malé častice) v troposfére, väčšinou pochádzajúce z emisií SO₂, môžu absorbovať a odrážať slnečné žiarenie, čo vedie zasa k ochladzovaniu klímy. Výnimku tvorí aerosól s uhlíkovým základom, ktorý má tendenciu atmosféru otepľovať. Zmeny v koncentráciách aerosólu navyše ovplyvňujú aj tvorbu a odrazivosť (albedo) oblačkov. Vo väčšine prípadov majú aerosóly tendenciu atmosféru ochladzovať, aj

Tab. 1. Projekcie agregovaných emisií skleníkových plynov (Tg CO₂ ekvivalent) v SR

Scenár vývoja emisií	1990	2000	2005	2010	2015
Bez opatrení	70	45	49	53	55
S opatreniami	70	45	47	51	52
S ďalšími opatreniami	70	45	44	46	45

• **Metán, oxid dusný.** Koncentrácie CH₄ narástli za posledných 200 rokov zhruba 2,5-krát (zo 700 ppb na 1745 ppb). Metán sa uvoľňuje do atmosféry z antropogénnych, ale aj z prírodných zdrojov. Medzi hlavné antropogénne zdroje patrí poľnohospodárstvo (chov dobytka, pestovanie ryže), manipulácia s odpadmi a ťažba i transport fosílnych palív. Na radiačnom zosilňovaní sa podieľa 22 %. Koncentrácie N₂O rastú pomalšie, od polovice 18. storočia vzrástli asi o 16 % (z 270 ppb na 316 ppb v r. 2000) a prispievajú zhruba 5 % k celkovému radiačnému zosilňovaniu. Hlavným antropogénnym zdrojom N₂O je pravdepodobne poľnohospodárstvo.

• **Halogénové uhľovodíky.** Látky obsahujúce chlór, fluór, bróm alebo jód voláme halokarbóny (HFCs, PFCs a SF₆). Jediným zdrojom emisií väčšiny týchto látok do atmosféry sú ľudské aktivity. Napriek relatívne malým globálnym emisiám prispievajú výrazne k radiačnému zosilňovaniu (asi 14 %), pretože sú veľmi stabilné a majú dlhú dobu zotrvania v atmosfére. Tieto látky sa používajú ako chladivá, hasivá, nadúvadlá do PUR, v aerosólových výrobkoch a ako izolačné plyny. Niektoré vznikajú pri výrobe hliníka, polovodičov, HCFC-22 a mnohých iných aktivitách.

Scenáre vývoja emisií

Emisné scenáre predstavujú jeden zo základných vstupov klimatických modelov. V r. 2000 bola publikovaná špeciálna správa IPCC (Medzivládneho panelu pre klima-

tickú zmenu) zaoberajúca sa novými scenármi emisií (*Special Report on Emission Scenarios – SRES*). Správa analyzuje široký rozsah demografických, sociálno-ekonomických a technologických faktorov (*driving forces*), ktoré ovplyvňujú budúce emisie skleníkových plynov a iných radiačne aktívnych plynov, ako napr. aerosólov. Oproti scenárom z r. 1992 (tzv. Bernským scenárom) sú scenáre v SRES komplexnejšie. Bolo ich vypracovaných spolu 40 pre 4 základné typy možného vývoja spoločnosti (SRES, 2000). Väčšina z nich predpokladá bohatšiu ľudskú populáciu ako dnes a mnohé predpokladajú znižovanie relatívnych rozdielov medzi jednotlivými regiónmi na Zemi. Mnohé zo SRES scenárov predikujú nižšie emisie skleníkových plynov a SO₂ oproti scenárom z r. 1992 ako dôsledok pomalšieho demografického vývoja a úspešnej implementácie technologických inovácií.

Projekcie globálnych emisií CO₂ pre r. 2100 z výroby energie sa pohybujú v rozmedzí 3,3 – 37 gigaton uhlíka (GtC), scenáre bilancie zo zalesňovania, resp. odlesňovania sa pohybujú medzi záchyтом 2,5 GtC a emisiou 1,5 GtC. Terajšie emisie z výroby energie sú 6 GtC a na približne 1 GtC sa odhadujú emisie zo zmeny hospodárenia v krajine. Scenáre vývoja antropogénnych emisií metánu a oxidu dusného do r. 2100 sú spojené ešte väčšími neurčitostami ako scenáre vývoja emisií oxidu uhličitého. Zatiaľ vládne značná neistota ohľadne budúceho rozloženia zdrojov týchto látok.

Mnohé energetické scenáre predpokladajú nárast emisií uhlíka počas

najbližších 2 dekád, ale potom postupný pokles. Zalesnené plochy sa budú podľa väčšiny SRES scenárov naďalej znižovať, hlavne v dôsledku nárastu populácie a extenzívneho ekonomického vývoja, ale tento trend sa môže časom zvrátiť. Globálne emisie SO₂ by podľa všetkého mali dosiahnuť vrchol v priebehu budúcich 20 – 30 rokov a do r. 2100 klesnúť na hodnoty medzi 11 – 83 megaton síry (dnešné celosvetové antropogénne emisie sa pohybujú na úrovni 76 megaton S).

Podľa týchto scenárov a modelov vývoj povedie k radiačnému zosilneniu, a v dôsledku toho k väčšiemu otepleniu atmosféry ako predpovedali scenáre z druhej správy IPCC. Tento predpoklad vychádza práve z očakávaného znižovania emisií SO₂, ktoré majú tendenciu atmosféru ochladzovať.

Zo záverov SRES vyplýva, že vývoj technológií je aspoň taký dôležitý z hľadiska trendu vývoja emisií, ako demografický vývin a hospodárska prosperita. Scenáre ďalej ukazujú, že veľmi rozdielny socioekonomický rozvoj môže vyústiť do takmer zhodných budúcich globálnych emisií. Na druhej strane veľmi podobný vývoj kľúčových faktorov môže skončiť úplne odlišnými emisiami v r. 2100.

Samozrejme, všetky emisné scenáre a priori obsahujú mnoho neurčitostí, takže klimatologický výskum a politické rozhodnutia musia brať do úvahy veľmi široké spektrum možného vývoja. Správa zásadne neodporúča pri návrhu adaptačných opatrení vychádzať z "najlepšieho odhadu" alebo "business as usual", ale bezpodmienečne brať do úvahy neurčitosti možného vývoja.

Vývoj emisií skleníkových plynov na Slovensku

Slovensko, ako signatár Rámcového dohovoru OSN o klimatickej zmene, inventarizuje každoročne

zdroje a emisie skleníkových plynov a posielala tieto informácie v súlade s Dohovorom na jeho sekretariát. Okrem toho sa v pravidelných intervaloch pripravuje Národná správa, kde SR prezentuje národné scenáre vývoja emisií vrátane prijatých a navrhovaných opatrení na zníženie emisií do r. 2015 (tab. 1).

Emisie skleníkových plynov na Slovensku od r. 1990 do r. 1995 výrazne klesli v dôsledku zníženia výkonnosti ekonomiky a odvtedy viacmenej stagnujú. Vypracované scenáre nepredpokladajú, že by sa do r. 2015 prekročila úroveň emisií z r. 1990 a dá sa predpokladať, žeby Slovensko mohlo splniť záväzky vyplývajúce z Kjótskeho protokolu. Napriek tomu všetky scenáre vývoja predpokladajú postupný rast emisií na Slovensku aj po r. 2015.

Globálna klíma v 21. storočí bude závisieť od prírodných faktorov, ale

aj od odozvy klímy na ľudské aktivity. Dlhodobé predpovede prirodzených i antropogénne vyvolaných variácií klímy sú zložité a závislé od mnohých parametrov, ale súčasná technika už dnes umožňuje spočítať a vytvoriť scenáre rôznych variantov možného vývoja.

Významným výsledkom doteraz spočítaných simulácií je fakt, že otepľovanie atmosféry, ale aj zvyšovanie hladiny svetových oceánov, bude pokračovať aj po r. 2100 prakticky podľa všetkých scenárov vývoja emisií, a to dokonca aj v prípade, ak by sa emisie v dohľadnom čase podarilo významne zredukovať. Je to v dôsledku jednak dlhej doby zotrvávania prakticky všetkých skleníkových plynov v atmosfére (napr. oxidu uhličitého 60 – 120 rokov) a jednak veľkej tepelnej stability (kapacity) oceánov.

Katarína Marečková

Literatúra

- IPCC 1996 Guidelines for National GHG Inventories.
- Marečková, K. et al.: Emissions of GHG in Slovakia, 1990 – 1994. Záverečná správa projektu Country Study. SHMÚ Bratislava, 1996.
- Marečková, K., Spišáková, K., Magulová, K., Sajtáková, E.: Zabezpečenie medzinárodných záväzkov SR, hodnotenie znečistenia ovzdušia a jeho globálnych rizík. Záverečná správa SHMÚ Bratislava, 2000.
- Special Report on Emission Scenarios. IPCC WGIII, 2000.
- The Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change. UNEP France, 1998, <http://www.unep.ch/siuc/>
- Third Assessment Report, Summary for Policy Makers. IPCC WG1, Geneva, 2001.
- Tretia národná správa o zmene klímy, Bratislava, 2001.

Environmentálna výchova a vzdelávanie na slovenských univerzitách 10 rokov po Riu

Od r. 1992, keď sa uskutočnil Summit Zeme v Riu de Janeiro, sa dosiahli pozitívne zmeny v inštitucionálnom zabezpečení a rozvoji environmentálnej výchovy a vzdelávania na vysokých školách v Slovenskej republike. Vytvorili sa nové ekologicky a environmentálne orientované fakulty a katedry, akreditovali sa nové odbory a špecializácie a významne stúpol celkový počet študentov na vysokých školách (podľa *Koncepcie ďalšieho rozvoja vysokého školstva na Slovensku pre 21. storočie* stúpol od r. 1990 do r. 1999 počet vysokoškolských študentov o viac ako 70 %). V rámci Technickej univerzity vo Zvolene sa založili dve nové environmentálne orientované

fakulty: v r. 1992 Fakulta ekológie a environmentalistiky so sídlom v Banskej Štiavnici a v r. 1996 Fakulta environmentálnej a výrobných techník so sídlom vo Zvolene. Na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského sa r. 1992 vytvorila nová environmentálna sekcia, ktorú tvoria štyri katedry, z nich tri vznikli po r. 1991 (katedra ekosozológie a fyziotaktiky, katedra krajinnej ekológie a katedra pedológie).

Celkovo je na slovenských vysokých školách akreditovaných viac ako 30 odborov zameraných na ekológiu a environmentalistiku. Pozitívne treba hodnotiť, že je čoraz viac univerzít, resp. fakúlt, kde sa už prednáša problematika udržateľ-

ného rozvoja. Jeto najmä Fakulta ekológie a environmentalistiky TU vo Zvolene (so sídlom v Banskej Štiavnici), Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológie TU v Košiciach, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici a Fakulta architektúry STU v Bratislave (Huba, 2001).

Aj napriek tomu naďalej zaostávame za domácimi očakávaniami Agendy 21, odporúčaniami a závermi národných konferencií venovaných environmentálnej výchove a vzdelávaniu, ktoré sa konali v r. 1995 v Bratislave, v r. 1998 vo Zvolene a v r. 2001 v Košiciach. V záveroch 3. národnej konferencie Environmentálna výchova a vzdelávanie na školách v Slovenskej republike, ktorá sa konala v decembri 2001 v Košiciach, sa okrem iného konštatuje, že *Koncepcia environmentálnej výchovy a vzdelávania* (schválená uznesením vlády SR č. 846 z 25. 11.