

Emisné inventúry skleníkových plynov v SR

Rámcový dohovor OSN o zmene klímy nadobudol pre SR platnosť 23. novembra 1994. Krajina si od tohto dátumu plnila základné povinnosti, ktoré z prístúpenia k tomuto dohovoru vyplývajú. Prvá národná správa SR o zmene klímy bola publikovaná v máji 1995 (teda presne 6 mesiacov od nadobudnutia platnosti pre SR) a priniesla prvú komplexnú informáciu o prijatej politike a opatreniach na zmierňovanie nepriaznivých dôsledkov klimatických zmien, inventarizáciu emisií skleníkových plynov a projekcie ich budúceho vývoja. V máji 2002 SR ratifikovala Kjótsky protokol (KP). Prijatý kvantifikovaný redukčný záväzok SR na obdobie 2008 – 2012 v Prílohe B Kjótskeho protokolu je ekvivalentný 5-násobku 92 % celkových národných emisií skleníkových plynov v roku 1990. V stratégii SR plnenia záväzok Kjótskeho protokolu je celkové množstvo pre prvé cieľové obdobie (2008 – 2012) znížené o ďalších 5 %, nie však proporcionálne pre všetky sektory. Zámerom je vytvoriť redukčnú rezervu, ktorá by mohla kompenzovať nerovnomerný ekonomický vývoj, prípadne iné zmeny s možným dôsledkom na tvorbu emisií. Podľa posledných projekcií agregovaných emisií skleníkových plynov v roku 2003 je splnenie prijatého záväzku reálne pre všetky modelované scenáre, teda aj v prípade dynamického vývoja ekonomiky, sprevádzaného vysokým rastom konečnej spotreby energie. Podľa emisnej inventúry, aktualizovanej k 15. januáru 2005, dosiahlo Slovensko pokles celkových antropogénnych emisií skleníkových plynov, vyjadrených ako CO₂ ekvivalent, o 32,9 % v porovnaní s rokom 1990 (základný rok). Znamená to teda, že by sme záväzky vyplývajúce z Kjótskeho protokolu splnili.

Pokles tvorby emisií indikovaný na obr. 1 je výsledkom celého radu vplyvov a procesov, ktoré sprevádzajú obdobie transformácie ekonomiky SR na trhový typ. Za rozhodujúce pre danú oblasť možno považovať: postupný pokles celkovej energetickej náročnosti od roku 1993, zvýšenie podielu služieb na tvorbe HDP, zvýšenie podielu plyných palív na PEZ, reštrukturalizácia priemyslu a pokles konečnej spotreby energie v energeticky náročných odvetviach (s výnimkou metalurgie), ale aj menej náročných priemyselných odvetviach a účinok legislatívnych opatrení s priamym alebo nepriamym vplyvom na tvorbu emisií skleníkových plynov.

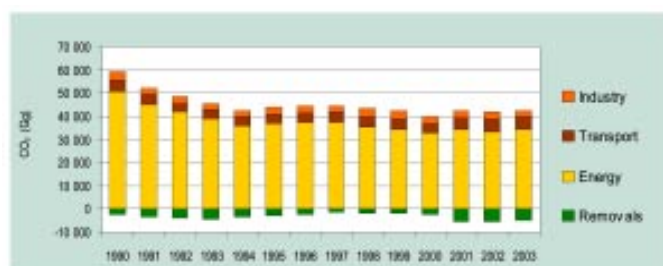
Tab. 1 Agregované emisie skleníkových plynov podľa sektorov (tony CO₂ ekvivalentu)

Emisie skleníkových plynov	1990 referenčný	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003
IPCC kategórie								
1. Energetika (vrátane dopravy)	57 675,3	42 761,9	41 890,5	40 765,7	38 703,3	41 100,6	40 649,5	41 444,8
2. Priemyselné procesy	4 266,7	3 557,4	4 365,8	4 473,7	3 909,4	4 107,1	3 993,5	3 938,3
3. Použitie rozpúšťadiel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Poľnohosp.	8 060,0	5 099,2	4 324,8	4 131,4	4 104,4	4 171,2	4 127,0	4 016,5
5. Lesné ekosystémy	-2 409,3	-2 681,3	-1 923,2	-1 636,4	-2 427,6	-5 248,8	-5 262,1	-4 864,1
6. Odpady	2 087,7	1 928,7	1 796,1	1 820,8	1 857,9	1 855,0	2 122,1	2 223,2

Emisie skleníkových plynov sa stanovujú v súlade s požiadavkami dohovoru a Kjótskeho protokolu metódou IPCC. Emisie skleníkových plynov dosahovali najvyššiu úroveň koncom 80-tych rokov, v období 1990 – 1994 došlo k 25 % poklesu, od roku 1994 emisie dosahovali stabilnú úroveň, ale od roku 2000 sa opäť zaznamenal výraznejší pokles. V posledných rokoch očakávame v súvislosti s oživením priemyselnej výroby mierny nárast emisií hlavne z prevádzky cestnej dopravy a priemyselných procesov.

Národný inventarizačný systém

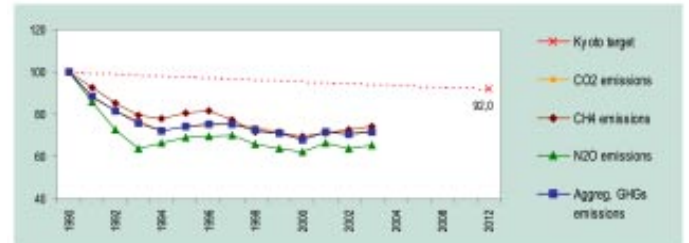
Inventarizácia emisií skleníkových plynov pre potreby sekretariátu UNFCCC sa realizuje od roku 1995, od roku 2000 vo formátoch CRF (Common Reporting Format). Každoročne je prostredníctvom NFP (MŽP SR), ktorý je legislatívnym garantom prípravy emisných inventúr, k 15. aprílu odovzdávaná kompletná inventarizácia sekretariátu UNFCCC. Po hlbkovej kontrole zverejňuje UNFCCC súhrnnú správu (Slovakia Centralized Review) na stránke <http://unfccc.//>



Obr. 2 Podiel jednotlivých sektorov na emisiách CO₂ (Gg) 1990 – 2003

mis/ghg/indrev2003.html. Súčasťou inventúry je aj správa NIR (National inventory report), ktorú pripravuje slovenská strana od roku 2003 vždy k 15. aprílu. Emisie skleníkových plynov sa v podmienkach SR doteraz nespotalňovali, nemali pridelené emisné stropy ani kvóty a systematicky sa nemerali. Podľa zákona č. 478/2002 Z. z. o ochrane ovzdušia však majú zdroje znečistenia oznamovaciu povinnosť, týkajúcu sa aj skleníkových plynov, hlavne CO₂. K výrazným posunom termínov a rozšíreniu povinností, ktoré si vyžadujú urýchlené po-

silnenie kapacít pre oblasť monitorovania a reportingu, dochádza po našom vstupe do EÚ. Inventarizácia emisií skleníkových plynov v SR je spracovávaná štandardnými metódami: IPCC (revidovaná 1996, resp. 2000),



Obr. 1 Trend poklesu emisií skleníkových plynov (CO₂ ekvivalent) v porovnaní s Kjótskym záväzkom v rokoch 1990 – 2003

CORINAIR (revidovaná 2003), COPERT III (revidovaná 2002), národnou metódou (napr. odpady, NEIS), inou metódou a v kombinácii. V súlade s metódami sa používajú aj emisné faktory: IPCC default, národné špecifické a iné, prebraté z literatúry. Bilancie emisií sa robia pre sedem základných sektorov (Príloha A KP), ktoré sa ďalej delia na príslušné podkategórie: Energetika (spaľovacie procesy, doprava, fúgiové emisie), Priemyselné procesy (priemyselné technológie, F-plyny), Rozpúšťadlá a použitie rozpúšťadiel, Poľnohospodárstvo, Zmeny vo využívaní krajiny a lesy, Odpady a Iné. Systém kvality podľa IPCC vyžaduje pre emisné údaje: transparentnosť, konzistentnosť, porovnateľnosť, kompletnosť (expertný odhad je okolo 95 %), presnosť a používanie zásad „dobrej praxe“. Neurčitosti emisných faktorov a aktivitných údajov sú dôsledne vyhodnocované, používajú sa aj expertné odhady.

Emisie CO₂

Najvýznamnejším zdrojom antropogénnych emisií CO₂ v Slovenskej republike je spaľovanie a transformácia fosílnych palív, ktoré predstavujú viac ako 95 % celkových emisií. Ďalej oxid uhličitý vzniká v technologických procesoch pri výrobe cementu, vápna, magnezitu a používaní vápenca. V tejto bilancii je zahrnutá aj výroba koksu, železa a ocele a emisie CO₂ vznikajúce pri produkcii hliníka a amoniaku. Použité boli emisné faktory stanovené na základe obsahu uhlíka v palivách. Do ovzdušia sa CO₂ dostáva aj pri konverzii lúk a lesných plôch na poľnohospodársku pôdu a pri lesných požiaroch. Výpočet emisií CO₂ je založený na použití IPCC referenčnej metódy (reference approach) a opiera sa o štatistické dáta energetickej bilancie SR. Hlavné zdroje antropogénnych emisií CO₂ v technologických procesoch sú výroba cementu, vápenca, dolomitu, magnezitu a emisie z používania dolomitu. Bilancia zahŕňa aj emisie z produkcie železa a ocele, hliníka a amoniaku (obr. 2). Použité emisné faktory boli založené na obsahu uhlíka v palive. Oxid uhličitý sa dostáva do atmosféry aj cestou konverzie pasienkov a zalesnených oblastí na poľnohospodársku pôdu a lesnými požiarom.

Emisie CH₄

Poľnohospodárstvo a veľkochovy hovädzieho dobytku a ošpaných sú hlavnými zdrojmi emisií metánu v SR. Metán sa uvoľňuje ako priamy produkt metabolizmu bylinožravcov a pri organickej degradácii živočíšnych exkrementov. Výpočet emisií metánu je založený na údajoch publikovaných v Štatistickej ročenke SR a Zele-

nej správe MP SR. Úniky zemného plynu v distribučnej sieti sú tiež veľmi dôležitým zdrojom emisií metánu do atmosféry. Úniky metánu zaznamenáva v SR aj ťažba a spracovanie hnedého uhlia a spaľovanie biomasy. V neposlednom rade je dôležitým zdrojom emisií metánu nakladanie s komunálnym odpadom a odpadovými vodami (obr. 3).

Tab. 2 Prehľad jednotlivých príspevkov skleníkových plynov k celkovým emisiám

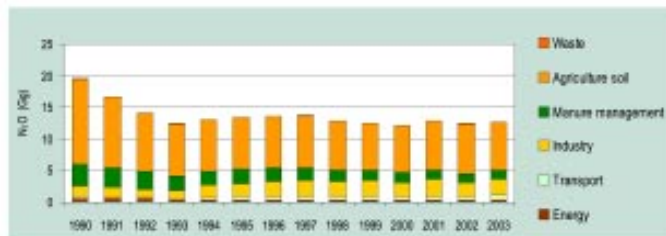
GHG (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂	100	88	82	77	72	74	75	75	74	72	68	72	71	72
CH ₄	100	93	85	77	78	80	82	77	72	71	69	71	73	74
N ₂ O	100	86	73	64	66	69	70	70	66	64	62	66	64	65



Obr. 3 Podiel jednotlivých sektorov na emisiách CH₄ (Gg) 1990 - 2003

Emisie N₂O

V porovnaní s ostatnými skleníkovými plynmi mechanizmus emisií N₂O je odvodený z dusíkového cyklu v atmosfére a jeho kvantifikácia je výrazne zložitejšia. Globálna antropogénna emisia N₂O sa odhaduje na 3 - 7 mil. ton za rok. Prírodné zdroje oxidu dusného sú pravdepodobne dvakrát väčšie ako antropogénne. Primárnym zdrojom N₂O emisií v SR je poľnohospodárstvo, odpadové hospodárstvo a spaľovanie fosílnych palív (energetika a doprava) (obr. 4).



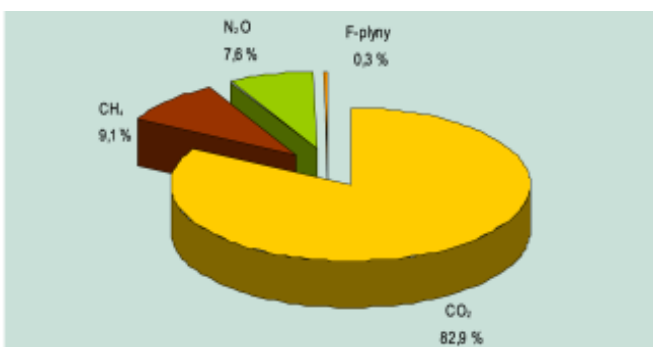
Obr. 4 Podiel jednotlivých sektorov v emisiách N₂O (Gg) 1990 - 2003

Emisie HFCs, PFCs a SF₆

Prvá inventúra hydrogénechlórofluóro karbohydrátov, perchlórofluóro karbohydrátov a fluoridu sírového, ktoré nie sú kontrolované Montrealským protokolom sa uskutočnila v SR v roku 1995. Tieto látky sa v SR nevyrábajú, k dispozícii sú len údaje o ich dovoze, vývoze a spotrebe. Používajú sa ako chladivá, nadúvadlá pre PUR (polyuretánové peny), aerosóly a izolačné plyny. V odbornej literatúre sa zaužívalo všeobecné pomenovanie F - plyny.

Agregované emisie

Agregované emisie skleníkových plynov sa vyjadrujú ako CO₂ ekvivalent, pričom sú prepočítavané cez global warming potential (GWP). Vyjadrené ako CO₂ ekvivalent prispieva oxid uhličitý k celkovým emisiám viac ako 80 %, metán (GWP = 21) približne 10 %, oxid dusný (GWP = 310) prispieva približne 7 % a príspevok „F - plynov“ (HFCs, PFCs a SF₆) je menší ako 1 %. Hlavným sektorom, ktorý prispieva k celkovým emisiám skleníkových plynov je energetika, ktorá predstavuje viac ako 80 % (obr. 5).



Obr. 6 Agregované emisie skleníkových plynov po jednotlivých zložkách

Popis kľúčových zdrojov

Pre zníženie neurčitosti emisných inventúr je dôležité rozpoznať kľúčové zdroje a kategórie. Kľúčové zdroje boli vybraté podľa kumulatívneho príspevku k celkovým emisiám a spolu predstavujú viac ako 95 % celkových emisií skleníkových plynov. Kľúčové zdroje a kategórie boli stanovené podľa metódy IPCC. Slovenská republika určila v roku 2003 14 kľúčových zdrojov pre zhodnotenie podľa úrovne a 16

toستí emisných inventúr podľa hodnotenia na úrovni a v trende postupovalo podľa metódy tier 1. Použitie sofistikovanejšej metódy tier 2 - Monte Carlo nebolo možné uskutočniť pre nedostatok vstupných údajov a zdrojov. Napriek tomu analýza neurčitosti uskutočnená metódou tier 1 stanovila pre emisnú inventúru skleníkových plynov na rok 2003 neurčitost' 9,99 % v úrovňovom hodnotení a 3,15 % v trendovom hodnotení.

Záver a zhodnotenie

Podiel Slovenskej republiky na globálnej antropogénnej emisii skleníkových plynov tvorí zhruba 0,2 %. Ročná emisia CO₂ pripadajúca na jedného obyvateľa v súčasnosti sa pohybuje okolo 7,7 t/rok a zaraďuje SR medzi štáty s najvyššími mernými emisiami na svete. Celkové emisie skleníkových plynov, aj emisie CO₂ v roku 2003 klesli skoro o 33 %, takže požiadavka dohovoru OSN bola splnená a dá sa predpokladať, že pri uplatňovaní vhodných opatrení aj požiadavky Kjótskeho protokolu budú splnené. Prehľadná tabuľka 2 poskytuje trendy v redukcii skleníkových plynov v porovnaní so základným rokom 1990. Celkový pokles antropogénnych emisií pre jednotlivé plyny je vyjadrený ako pomer k základnému roku 1990, ktorý predstavuje 100 %.

Na základe emisnej bilancie k 15. januáru 2005 dosahovali antropogénne emisie CO₂ za rok 2003 42,8 Tg, čo je zvýšenie oproti roku 2002 o 0,5 Tg. Oproti základ-

nému roku 1990 pokles predstavuje 28 %. Celkové antropogénne emisie metánu dosiahli v roku 2003 224 Gg a vzrástli oproti minulému roku o 1,8 Gg. Tento nárast bol spôsobený nárastom emisií metánu v sektore odpadového hospodárstva, ktorý má rastúcu tendenciu už druhý rok. Naopak, oproti základnému roku 1990 klesli emisie metánu o 26 %. Celkové antropogénne emisie N₂O za rok 2003 predstavovali 12,73 Gg, čo predstavuje celkové zníženie o 35 % oproti základnému roku 1990. Celkové emisie „F - plynov“ vzrástli oproti minuloročnej bilancii o 40 Gg, avšak oproti základnému roku 1995 vzrástli o 14 %, čo je spôsobené rastúcou spotrebou HFCs a SF₆ plynov oproti klesajúcej spotrebe PFCs plynov. Spotreba SF₆ rastie aj v súvislosti s vyššou produkciou hliníka v priemyselnom sektore (obr. 6).

Proces QA/QC

Emisné bilancie vypracované externými riešiteľmi pre jednotlivé sektory sa zhromažďujú v SHMÚ odbore kvalita ovzdušia, kde sa kontrolujú a prepočítavajú. Aktivitné dáta majoritných znečisťovateľov sú porovnávané s národnými štatistikami a s predchádzajúcimi emisnými inventúrami, prípadne sú konzultované s prevádzkovateľmi. Energetické bilancie sú porovnávané na základe spotreby paliva podľa zdrojov znečistenia. Spotreba paliva v sektore dopravy je porovnávaná s výsledkami medzinárodne uznávaných modelov COPERT III. Každoročne sú emisné inventúry oponované externými odborníkmi z Českej republiky. Postupne sa pracuje na zavádzaní Národného emisného systému v zmysle zásad dobrej praxe.

Všeobecné vyhodnotenie neurčitosti

Neurčitosti emisných inventúr sú prevažne zapríčinené a ovplyvnené nepresnosťou v štatistických aktívnych dátach na strane spotreby paliva. Ďalším zdrojom neurčitosti sú používané emisné faktory. Dodatocné odchýlky vo výpočtoch emisií sú spôsobené výberom menej exaktných metód a nemôžu byť kvantifikované. Stanovenie neurči-



Obr. 5 Príspevok jednotlivých sektorov k celkovým emisiám skleníkových plynov

te emisných inventúr podľa hodnotenia na úrovni a v trende postupovalo podľa metódy tier 1. Použitie sofistikovanejšej metódy tier 2 - Monte Carlo nebolo možné uskutočniť pre nedostatok vstupných údajov a zdrojov. Napriek tomu analýza neurčitosti uskutočnená metódou tier 1 stanovila pre emisnú inventúru skleníkových plynov na rok 2003 neurčitost' 9,99 % v úrovňovom hodnotení a 3,15 % v trendovom hodnotení.

Janka Szemesová

Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava
odbor kvalita ovzdušia
janka.szemesova@shmu.sk