



ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

úsek ředitele - *oddělení klimatické změny*

úsek ochrany čistoty ovzduší - *oddělení emisí a zdrojů*

**INVENTARIZACE EMISÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ
V ČESKÉ REPUBLICĚ V ROCE 1998**
(předběžné výsledky)

Řešitelé: **Pavel Fott, Jan Pretel (ČHMÚ)**
Vladimír Neužil, Jan Bláha (KONEKO marketing s.r.o.)

Výstup smlouvy o dílo mezi MŽP a ČHMÚ
na zpracování pravidelné roční inventury emisí skleníkových plynů z území České republiky za rok 1998 a
aktualizaci emisní řady oxidu dusného za období 1990-1995 podle metodiky IPCC

Praha
listopad 1999

OBSAH

SHRNUTÍ.....	3
1. ÚVOD.....	6
2. EMISE ZE SPALOVACÍCH PROCESŮ (SEKTOR 1 A).....	10
2.1 EMISE OXIDU UHLIČITÉHO.....	10
2.2 EMISE OSTATNÍCH SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ.....	13
2.3 ZMĚNY PROVEDENÉ OD POSLEDNÍ INVENTARIZACE.....	15
3. FUGITIVNÍ EMISE (SEKTOR 1 B).....	18
3.1 EMISE Z TĚŽBY A POTĚŽEBNÍ ÚPRAVY UHLÍ.....	18
3.2 EMISE Z TĚŽBY ROPY.....	19
3.3 RAFINACE ROPY.....	19
3.4 EMISE ZE SKLADOVÁNÍ ROPY A ROPNÝCH PRODUKTŮ.....	20
3.5 EMISE Z TĚŽBY, ÚPRAVY, VÝROBY, SKLADOVÁNÍ, TRANZITNÍ PŘEPRAVY A ROZVODU PLYNU.....	21
3.6 SOUHRN VÝSLEDKŮ.....	22
3.7 ZMĚNY PROVEDENÉ OD POSLEDNÍ INVENTARIZACE.....	22
4. EMISE Z PRŮMYSLOVÝCH PROCESŮ (SEKTOR 2).....	26
4.1 VÝROBA MINERÁLNÍCH PRODUKTŮ.....	27
4.2 CHEMICKÝ PRŮMYSL.....	28
4.3 HUTNICTVÍ A VÝROBA ŽELEZA.....	28
4.4 OSTATNÍ PRODUKCE.....	29
4.5 ZMĚNY PROVEDENÉ OD POSLEDNÍ INVENTARIZACE.....	29
5. EMISE Z POUŽITÍ ROZPOUŠTĚDEL (SEKTOR 3).....	34
5.1 POUŽITÍ NÁTĚROVÝCH HMOT.....	35
5.2 ODMAŠŤOVÁNÍ A SUCHÉ ČIŠTĚNÍ.....	37
5.3 VÝROBA A ZPRACOVÁNÍ CHEMICKÝCH PRODUKTŮ.....	37
5.4 OSTATNÍ UŽITÍ ROZPOUŠTĚDEL A PŘÍBUZNÉ AKTIVITY.....	38
5.5 SOUHRN VÝSLEDKŮ.....	38
5.6 ZMĚNY PROVEDENÉ OD POSLEDNÍ INVENTARIZACE.....	39
6. EMISE ZE ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY (SEKTOR 4).....	40
6.1 EMISE METANU.....	40
6.2 EMISE OXIDU DUSNÉHO.....	42
6.3 ZMĚNY PROVEDENÉ OD POSLEDNÍ INVENTARIZACE.....	44
7. EMISE Z LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ (SEKTOR 5).....	45
7.1 BILANCE UHLÍKU.....	45
7.2 EMISE CH ₄ , CO A NO _x ZE SPÁLENÉHO DŘEVA PŘI TĚŽBĚ V LESÍCH.....	47
7.3 ZMĚNY PROVEDENÉ OD POSLEDNÍ INVENTARIZACE.....	48
8. EMISE Z ODPADŮ (SEKTOR 6).....	49
8.1 EMISE ZE SKLÁDEK PEVNÝCH ODPADŮ.....	49
8.2 EMISE Z ODPADNÍCH VOD A KALŮ.....	50
8.3 ZMĚNY PROVEDENÉ OD POSLEDNÍ INVENTARIZACE.....	52
9. EMISE PFC, HFC A SF₆.....	53
10. ZÁVĚR.....	55
PŘÍLOHA I: EMISNÍ INVENTURA - ROK 1998	

PŘÍLOHA II: ZÁKLADNÍ PŘEHLED EMISNÍCH INVENTUR 1990-1998

Shrnutí

Smlouva o dílo mezi MŽP a ČHMÚ na zpracování pravidelné roční inventury emisí skleníkových plynů z území České republiky za rok 1998 a aktualizaci emisní řady oxidu dusného za období 1990-1995 podle metodiky IPCC je přímým pokračováním Projektu č. PPŽP/310/2/98 „Globální změna klimatu IV“ z roku 1998, který byl zaměřen zpracování emisní bilance skleníkových plynů ze zdrojů a propadů na území České republiky v roce 1997. Povinnost každoročního zpracování emisní inventury vyplývá z Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu a z Kjótského protokolu k této úmluvě.

Inventarizace emisí skleníkových plynů antropogenního původu byla zaměřena na evidenci emisí plynů s přímým radiačním účinkem, tj. CO₂, CH₄, N₂O, plynů s nepřímým účinkem, tj. CO, NO_x, NMVOC, které jsou prekurzory vzniku ozónu a SO₂ jakožto jednoho z prekurzorů vzniku aerosolů. Největší důraz byl přitom kladen na správné vystižení emisí tří plynů s přímým účinkem a zejména oxidu uhličitého. Do emisní bilance jsou rovněž zahrnuty plyny obsahující fluór (HFCs, PFCs a SF₆) a nekontrolované Montrealským protokolem.

Provedená inventura emisí skleníkových plynů strukturálně navazuje na inventuru z roku 1997, kdy bylo poprvé použito revidované metodiky IPCC. V roce 1998 byly na základě nové metodiky rovněž přepočteny emise metanu z období 1990-1995. Největší změny doznal způsob výpočtu emisí metanu z dobývání uhlí, kde bylo přihlédnuto k výsledkům národní studie. Podobný přepočet bilancí oxidu dusného za období 1990-1995 probíhá nyní. Po jeho závěrečné revizi tak dojde k ukončení celého procesu přepočtů národních emisních bilancí dle direktiv Sekretariátu Rámcové úmluvy a tím bude zároveň zajištěna zpětná kontinuita časové řady všech tří hlavních skleníkových plynů od roku 1990.

Základní emisní údaje pro období 1990-1998 shrnuje následující tabulka:

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
CO ₂ [mil. t]	163,2	148,1	134,2	129,2	123,8	123,4	128,2	130,4	124,5
CH ₄ v (CO ₂) _{ekv} [mil. t]	16,3	14,9	14,0	13,3	12,9	12,6	12,0	11,8	11,1
N ₂ O v (CO ₂) _{ekv} [mil. t]	8,0	7,3	7,0	6,6	6,7	6,7	9,0	8,9	8,9
HFC, PFC, SF ₆ v (CO ₂) _{ekv} [tis. t]	inventura nebyla prováděna					63,1	407,5	415,8	523,4
(CO₂)_{ekv} [mil. t]	187,5	170,3	155,2	149,1	143,4	142,7	149,6	151,5	145,0
(CO ₂) _{ekv} [v % 1990]	100,0	90,8	82,7	79,5	76,4	76,1	79,8	80,8	77,3
meziroční změna (CO ₂) _{ekv} [%]	-	-9,2	-8,8	-4,0	-3,8	-0,5	+4,8	+1,1	-4,3
meziroční změna CO ₂ [%]	-	-9,3	-9,4	-3,7	-4,2	-0,3	+3,9	+1,7	-4,5
meziroční změna CH ₄ [%]	-	-8,6	-6,0	-5,2	-3,2	-2,3	-4,3	-1,7	-5,9

Energetický sektor se v současnosti podílí na celkových emisích oxidu uhličitého 92%, přičemž např. výroba energie 41%, průmyslová výroba 25% a doprava 8%. Meziročně poklesly celkové emise v sektoru výroby energie o 5%, v sektoru průmyslové výroby o 18% a v dopravě o 8%. Pokles zaznamenal i propad emisí v lesním hospodářství. Signalizuje to, že v hodnoceném období došlo zejména k celkovému poklesu spotřeby energie a ke snížení

průmyslové výroby. V ostatních základních sektorech byly změny v porovnání s rokem 1997 minimální a jsou v intervalu přesnosti stanovení celkové bilance.

K termínu dokončení této studie existuje ještě řada údajů, které nejsou Českým statistickým úřadem verifikovány. Z tohoto důvodu nebyl prozatím prováděn podrobnější rozbor změn. Výsledky této studie budou po získání konečných aktivitních údajů opětovně zkontrolovány a případně opraveny. Korekce budou posléze zapracovány do oficiálních údajů emisních bilancí za rok 1998, které budou jako každoročně předloženy Sekretariátu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu do Bonnu do 15.4.2000, čímž bude splněna jedna ze základních povinností ČR jako smluvního státu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu a signatářského státu Kjótského protokolu.

Předběžné výsledky emisní inventury pro rok 1998 lze však i v této podobě použít pro věcnou část odborných příprav delegací České republiky k mezinárodním jednáním k problematice Rámcové úmluvy a dále ke zjišťování, do jaké míry je v praxi skutečně naplňována Strategie ochrany klimatického systému Země v ČR a Usnesení Vlády ČR č.480 ze dne 17.května 1999. Mohou rovněž posloužit ke zpřesnění úvah o předpokladech pro plnění Kjótského protokolu ze strany České republiky.

1. Úvod

Závěrečná zpráva se zabývá monitorováním bilancí emisí skleníkových plynů z území České republiky v roce 1998 a přímo navazuje na závěrečnou zprávu projektu PPŽP 310/1/98 s názvem „Globální změna klimatu IV“, zaměřeného na inventarizaci těchto látek za rok 1997 [14].

Jejím hlavním cílem je provést uvedenou inventarizaci a tím přispět ke splnění jedné z nejzákladnějších povinností České republiky, vyplývající z podpisu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu z roku 1993 a z následného podpisu Kjótského protokolu v roce 1998 (usnesení vlády ČR č.669 ze dne 12.10.1998).

Význam provádění dostatečně přesných emisních inventur byl podtržen právě přijetím Kjótského protokolu, podle kterého se Česká republika zavázala snížit do období 2008-2012 celkové emise o 8% v porovnání se stavem v referenčním roce 1990. Jelikož je provádění modelových projekcí vývoje emisí ve větších časových horizontech zatíženo značnými neurčitostmi (základními vstupy do modelů jsou odhady makroekonomických parametrů, které v období nepříliš stabilní ekonomiky, jak zkušenost ukazuje, nebývají příliš přesné), je třeba bedlivě a pravidelně sledovat skutečný emisní vývoj a používat k tomu standardní a jednotnou metodiku. S využitím výsledků sledovaných vývojových trendů lze principiálně na změny ve vývoji reagovat a operativně upřesňovat přijímaná opatření na snižování emisí.

Stejně jako v předchozích inventurách vycházeli řešitelé při přípravě emisní inventury za rok 1998 ze standardní metodiky IPCC/OECD v její revidované verzi [3], která upravuje a zpřesňuje verzi z roku 1995 [4], podle které byly prováděny inventury předchozí [6-10].

Metodika inventarizace skleníkových plynů [3,4] je zaměřena kromě antropogenních emisí skleníkových plynů s přímým radiačním účinkem (CO_2 , CH_4 , N_2O) též na plyny s nepřímým účinkem (CO , NO_x , NMVOC a SO_2), které jsou prekurzory tvorby přízemního ozónu a atmosférických aerosolů. Největší důraz je kladen na správné vystižení emisí tří hlavních skleníkových plynů a zejména oxidu uhličitého, který v celkových bilancích výrazně převažuje. Dále zpráva sleduje emise látek obsahujících fluór nepodléhajících pod kontrolu Montrealského protokolu o látkách narušujících ozónosféru a majících při tom zvýšený radiační účinek.

Charakteristickým rysem inventur jsou i nadále dvě až tři možné úrovně sledování. První úroveň vychází z nezbytného minima informací o emisích a umožňuje provést inventuru pouze na základě zcela běžných statistických údajů. Potřebné doporučené emisní faktory pro různá geografická seskupení států jsou uvedeny v metodice IPCC [3]. Stanovení emisí oxidu uhličitého, jakožto nejvýznamnější látky, je prováděno na základě výsledků energetické bilance v hodnoceném období. Tato základní část inventury je pro všechny země provádějící inventuru skleníkových plynů povinná.

Druhá, popř. třetí úroveň inventury zahrnuje detailnější přístupy, umožňující využít národních emisních databází. Tento přístup vyžaduje podrobnější statistické informace o produkci v jednotlivých odvětvích hospodářství a využívá výsledků národních oborových výzkumů,

včetně přímých emisních měření. Měly by jej preferovat zejména vyspělejší země, které věnují větší pozornost i prostředky na ochranu životního prostředí. Na řadě míst v inventuře (podrobněji v jednotlivých kapitolách) je tento přístup rovněž aplikován v ČR. Na jeho větší rozšíření není však k dispozici dostatek finančních prostředků, neboť provádění přímých experimentálních měření a upřesňování potřebných emisních faktorů je záležitost finančně značně náročná.

Základními metodickými prameny pro zpracování emisních bilancí od roku 1996 byly nově upravené směrnice IPCC [3]. Potřebné aktivitní údaje byly čerpány především z oficiálních materiálů Českého statistického úřadu. Kde to bylo možné, byly emise stanoveny jak standardním způsobem s využitím tabelovaných standardních emisních faktorů IPCC [3] (první úroveň), tak i s využitím emisních faktorů stanovených na základě domácích poznatků (druhá, popř. třetí úroveň). V souladu s mezinárodní praxí byly do celkové inventury přednostně započteny výsledné emise stanovené podle druhé, resp. třetí úrovně.

S ohledem na tradiční procentuální zastoupení, byla největší pozornost věnována stanovení emisí oxidu uhličitého ze spalovacích procesů. K tomuto účelu byly použity dva, do jisté míry nezávislé postupy, vycházející z energetické bilance ČR. První způsob, označený v metodice IPCC jako *Reference Approach*, stanovuje celkové množství spáleného uhlíku na základě bilančního výpočtu zdánlivé spotřeby jednotlivých druhů paliv na území ČR (tj. součet těžby a dovozu minus vývoz a změna palivových zásob). Tento způsob výpočtu není závislý na tom, zda bilancované palivo bylo skutečně spáleno či transformováno na jiné palivo a není proto třeba znát údaje o množství vyrobeného koksu, benzínu, motorové nafty apod. Např. uhlík spálený ve formě benzínu byl započten v bilanci ve formě dovezené ropy nebo dovezeného benzínu.

Druhý způsob, používaný již v předchozích inventarizacích [7-9], vychází ze skutečné (tj. konečné) spotřeby paliv v jednotlivých sektorech (např. výroba energie, průmysl, doprava). Tento způsob byl precizován v [3] a je označen jako *Sectoral Approach*. Oba způsoby vyžadují pro výpočet odlišné položky energetické bilance a rovněž způsob použití emisních faktorů uhlíku, který převádí množství jednotlivého druhu paliva v energetických jednotkách na množství uhlíku obsaženého v tomto palivu, je rozdílný. Např. u prvního způsobu je, na rozdíl od druhého, významný emisní faktor pro ropu, která se v podstatném množství dováží, avšak nespaluje. Naopak např. koksárenský plyn se netěží, nedováží, avšak spaluje, takže jeho emisní faktor se použije pouze u druhého způsobu výpočtu. Z uvedených důvodů může případná shoda obou metod potvrzovat spolehlivost výsledných emisí oxidu uhličitého. Vzhledem k dostatečné přesnosti výpočtu CO₂ (do 10%) není již další zpřesňování na druhé nebo třetí úrovni požadováno.

Údaje z národní emisní databáze REZZO/EB byly použity pouze pro bilancování emisí NO_x, CO, SO₂ a částečně i při stanovení CH₄ a NMVOC (v sektoru spalovacích procesů).

Při stanovení emisní bilance za rok 1998 byly již použity i výstupy ze série seminářů *Good Practice*, které v letech 1998 a 1999 uspořádal pro různé aktivitní sektory *Task Force on GHG Inventories* pod záštitou Mezivládního panelu klimatické změny IPCC, kterých se naši specialisté rovněž zúčastnili, příp. byly využity materiály, které byly jejich hlavními výstupy.

Členění kapitol v této zprávě odpovídá kategoriím zdrojů podle metodiky IPCC/OECD, tj. energetika, průmyslové procesy, použití rozpouštědel, zemědělství, lesní hospodářství a odpady a je zcela identické se členěním, použitým v minulých inventurách. Tím se série výstupů v posledních letech stává pro případného uživatele nepoměrně transparentnější.

Vzhledem k rozsahu a významu emisí z energetiky byla tato problematika rozdělena do dvou kapitol (spalování paliv a fugitivní zdroje). Emise látek se zvýšeným radiačním účinkem (HFCs, PFCs a SF₆) jsou obsahem zvláštní kapitoly.

Závěrečná kapitola je věnována celkovému shrnutí výsledků, diskusi zjištěných stávajících emisních trendů a porovnání s výsledky z předchozí studie [9]. Jsou zde rovněž uvedeny předběžné a základní souhrnné analýzy bilance emisí skleníkových plynů v roce 1997 a její porovnání s průběžnými výsledky od roku 1990. Podrobné zpracování lze technicky provést až po celé emisní inventury, tj. v časové závislosti verifikaci potřebných a dostupných aktivitních údajů Českým statistickým úřadem. Výsledky tudíž nelze považovat za zcela konečné a po verifikaci některých vstupních údajů budou v průběhu prvního čtvrtletí roku 2000 dopracovány tak, aby se staly základem verze, kterou je ČR povinna do 15.4.2000 poskytnout Sekretariátu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v Bonnu. Předáním údajů dojde ke splnění jedné ze základních povinností ČR jako smluvního státu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu a signatářského státu Kjótského protokolu.

Výsledné tabulky pro jednotlivé aktivitní sektory a tabulky sumární (*Sectorial Report a Summary Report Tables*), které uvádějí emise skleníkových plynů v jednotlivých kategoriích zdrojů, byly vypracovány podle [3] a jsou uvedeny ve speciální tabulkové příloze. Je v nich použito standardní anglické terminologie, neboť jde o sestavy, které jsou používány v mezinárodním styku.

Na zpracování inventury se podíleli řešitelé z ČHMÚ (P. Fott a J. Pretel - kapitoly 0, 1, 6-10, z části též 2 a 5) a KONEKO s.r.o. (J. Bláha - kapitola 2 a 3, V. Neužil - kapitoly 3-5).

Řešitelé rovněž děkují dalším jednotlivcům (v ČR i v zahraničí) a kolektivům, kteří poskytnutím základních vstupních údajů přispěli ke zpracování celkové bilance emisí skleníkových plynů z území České republiky za rok 1998 v požadovaném termínu. Jmenovitě je třeba zmínit zejména Ing.VI.Henzlíka, (Výzkumný ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs n/L), doc. Ing. B.Bernauera a Ing. M.Markvarta (VŠCHT Praha) a Ing.F.Straku (Ústav pro výzkum a využití paliv a.s., Běchovice). Ze zahraničních konsultantů je třeba uvést S.Pesmajoglou (dříve National Observatory of Athens, Řecko, nyní Sekretariát Úmluvy v Bonu) a R.Acostu (Sekretariát Úmluvy v Bonu).

Cenným podnětem pro činnost pracovního kolektivu byl i průběh mezinárodního auditu, který se pod vedením T.Dallman (Sekretariát Úmluvy v Bonu) uskutečnil v ČR v únoru 1999 a který byl zaměřen na velice detailní kontrolu způsobu provádění emisních bilancí skleníkových plynů v ČR [15].

V seznamu literatury k této kapitole uvádíme též přehled všech publikací, které se váží k jednotlivým zpracovávaným inventurám v České republice v období od roku 1990.

Literatura:

1. *Climate Change 1995*, Science of Climate Change, Cambridge University Press 1996
2. *UN Framework Convention on Climate Change*, 1992
3. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997*
4. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1995*
5. *EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, EMEP 1996

6. Krátká H., Bretschneider B., Machálek P.: *Inventura emisí skleníkových plynů v České republice 1990*, ČHMÚ, Praha 1994
7. Tichý M., Voráčková Z., Dvořák P.: *Inventura emisí skleníkových plynů v České republice 1990*, SEVEN, Praha 1995
8. Fott P., Bláha J., Pecka K.: *Inventarizace skleníkových plynů v letech 1990-1993*. Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.49/14/1/95, Praha 1995
9. Fott P., Pretel J., Bláha J., Pecka K., Rábl V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v letech 1994 a 1995*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu II“, PPŽP č.310/1/96, Praha 1996
10. *Druhé sdělení ČR o plnění závazků vyplývajících z přistoupení k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu*, MŽP ČR, Praha 1997
11. Takla G., Nováček P.: *Emise důlních plynů v ostravsko-karvinském uhelném revíru a možnosti jejich minimalizace*, Sborník z konference Emise zemního plynu - ekonomické a ekologické dopady, ČPNS Praha, květen 1997
12. Fott P.: *Zpřesňování emisních faktorů skleníkových plynů v podmínkách ČR*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu II“, PPŽP/310/1/96, Praha 1996
13. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1996*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu III“, PPŽP č.310/1/97, Praha 1997
14. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1997*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu IV“, PPŽP PPŽP/310/2/98, Praha 1998
15. *Czech Republic, FCCC/IDR.2/CZE, Závěrečná zpráva o průběhu mezinárodní kontroly plnění Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v ČR*, Bonn 1999

2. Emise ze spalovacích procesů (Sektor 1 A)

Spalovací procesy energetického hospodářství jsou zdrojem emisí rozhodující části skleníkových plynů. U oxidů uhličitých a siřičitých je podíl spalovacích procesů na celkových emisích těchto plynů 98 %, u oxidů dusíku 95 % a u oxidu uhelnatého 74 %. Inventarizaci emisí z těchto procesů je proto v metodice IPCC [1] věnována převažující pozornost.

2.1 Emise oxidu uhličitého

Emise oxidu uhličitého jsou podle [1] propočítávány dvojím způsobem:

1. *Referenčním přístupem*, tj. na základě celkové tuzemské spotřeby jednotlivých paliv. Tato poměrně jednoduchá metoda vychází z předpokladu, že téměř veškeré spotřebované palivo je spáleno ve spalovacích procesech energetického hospodářství. Nevyžaduje velké množství vstupních aktivních údajů a postačují pouze základní hodnoty zdrojové části celostátní energetické bilance a některé doplňující údaje. Podává informaci pouze o celkových emisích bez jejich dalšího rozčlenění. Emisní faktory jsou vztaženy na ty druhy paliv, které vstupují do tuzemské spotřeby (na úrovni zdrojů), bez ohledu na konkrétní druhy paliv spalované ve spotřební části energetické bilance. To např. u kapalných paliv znamená, že emise jsou zjišťovány prakticky pouze na základě tuzemské spotřeby ropy.
2. *Metodou spotřeby jednotlivých paliv ve všech spotřebních sektorech*. Tato metoda je podstatně náročnější na vstupní data a vyžaduje informaci o spotřebě paliv podle druhů v jednotlivých spotřebních sektorech. Výhodou je ovšem možnost analýzy struktury původu emisí. Protože užívané emisní faktory jsou specifické pro každý spalovaný druh paliva, měly by být výpočty podle této metody přesnější. Z dalšího však vyplývá, že rozdíly ve výsledcích obou metod nejsou příliš významné.

2.1.1 Metoda tuzemské spotřeby paliv

Referenční přístup IPCC je založen na stanovení emisí oxidu uhličitého z tuzemské spotřeby jednotlivých paliv. *Tuzemská spotřeba paliv* je propočítávána běžným způsobem jako:

$$\text{těžba} + \text{dovoz} - \text{vývoz} - \text{změna (růst) zásob}.$$

Těžba obsahuje tuzemskou těžbu ropy, zemního plynu (naftového i karbonského) a černého a hnědého uhlí. Získávání "ostatních tuhých paliv", představujících převážně palivové dříví, je při výpočtu uvedeno ve zvláštní položce "tuhá biomasa". Emise z tohoto paliva nejsou zahrnovány do emisí ze spalovacích procesů, protože jsou započítávány do inventury v sektoru lesnictví. *Dovoz* paliv zahrnuje dovoz zemního plynu, ropy, jednotlivých kapalných paliv, černého a hnědého uhlí, koksu a briket. *Obdobné položky* obsahuje i *vývoz* a *změna zásob*. Do položky *změna zásob* jsou rovněž zahrnovány ztráty a bilanční rozdíly, které neprocházejí spalovacími procesy a zakreslovaly by výsledky.

Tuzemská spotřeba je korigována *odečtením neenergetické spotřeby*. Podstatnou část neenergetické spotřeby tvoří neenergetická spotřeba ropy (mazací a speciální oleje, asfalt a hlavně petrochemické suroviny, používané pro výrobu plastických hmot aj.). Významné jsou rovněž neenergetické produkty, vznikající z černého uhlí v koksovárnách a z hnědého uhlí při výrobě svítiplynu a energetického plynu. Odečítáním celého objemu této spotřeby byla podle původní metodiky [2] užívané až do inventury roku 1995, poněkud snižována skutečná úroveň emisí oxidu uhličitého. Část meziproductů z pyrolýzy petrochemických surovin se totiž užívá přímo jako topné plyny a oleje, část finálních výrobků – plastických hmot – se rovněž po upotřebení spálí. Také většina mazacích a speciálních olejů se nakonec využije jako topné oleje, nebo se spálí již při svém užití (mazací oleje spalovacích motorů). Současná metodika již tuto skutečnost respektuje. Propočtené emise jsou pak asi o 1% vyšší proti staré metodice. U petrochemických surovin a mazacích olejů se předpokládá spálení z 50 %, u neenergetických produktů z uhlí z 25 %.

Z korigované tuzemské spotřeby jednotlivých paliv je emisními faktory odvozen obsah uhlíku a s respektováním účinnosti konverze uhlíku při spalování jsou propočteny emise oxidu uhličitého. Pro stanovení tuzemské spotřeby paliv byla užitá předběžná energetická bilance, vypracovaná v KONEKO marketing s.r.o. na základě dosud publikovaných dílčích materiálů Českého statistického úřadu a dalších organizací o vývoji energetického hospodářství v roce 1997. Je nezbytné pro tyto účely užívat předběžné údaje, protože oficiální data vydává ČSÚ příliš pozdě (energetickou bilanci 1996 vydal ČSÚ 25.6.1998).

Emisní faktory, určující obsah uhlíku v jednotlivých palivech (v Mg C/TJ) byly převzaty z metodiky IPCC, stejně jako doporučené koeficienty účinnosti konverze uhlíku na oxid uhličitý při spalování jednotlivých paliv. Emisní faktory jsou uvedeny v pracovním listu 1-1 ve sloupci I, koeficienty účinnosti konverze uhlíku ve sloupci N. Výsledky propočtů uvedeny v tabulkové příloze.

2.1.2 Metoda spotřeby paliv v jednotlivých spotřebních sektorech

Tato metoda je v nové metodice velmi detailně propracována a proti předchozím verzím vyžaduje ve všech spotřebních sektorech stanovení spotřeby jednotlivých druhů paliv (ne pouze jejich základních skupin, tj. tuhá, kapalná a plynná paliva).

Stanovení spotřeby paliv

Vzhledem k současným možnostem české energetické statistiky zjistit odpovídající spotřebu paliv bylo možno rozdělit spalovací procesy pouze do těchto základních kategorií:

- 1A1 - Produkce energie a spotřeba paliva v transformačních procesech
 - a - výroba elektřiny a tepla ve veřejných zdrojích
 - b - rafinerie
 - c - ostatní zušlechťování paliv (koksovny, plynárny, vlastní spotřeba při těžbě)
- 1A2 - Zpracovatelský průmysl (včetně výroby elektřiny a tepla v závodních zdrojích)
- 1A3 - Doprava
 - a - vnitrostátní letecká doprava
 - b - silniční doprava
 - c - železniční doprava
 - d - vodní doprava
 - e - ropovody a plynovody
- 1A4 - Obchod a služby
- 1A5 - Domácnosti

- 1A6 - Zemědělství a lesní hospodářství

Spotřeba zahraniční letecké dopravy je zařazena do zvláštní kategorie "*International Bunkers*". Emise z paliv v této kategorii nejsou započítávány do celkových emisí na území státu, ale jsou sumarizovány přímo do celosvětových emisí.

Vzhledem k tomu, že metodika IPCC jinou možnost neposkytuje, byla do této kategorie zařazena i spotřeba kompresních stanic pro tranzit zemního plynu tranzitním plynovodem přes naše území. Emise z této spotřeby sice vznikají na našem území, ale spotřeba kompresních stanic není součástí energetické bilance našeho státu a je ovlivňována pouze vnějšími faktory. Protože tranzitní plynovod obvykle prochází několika státy, je zde určitá analogie se zahraniční leteckou dopravou. Podobný přístup je aplikován i většinou dalších států.

Energetická statistika ČSÚ zatím neposkytuje včas a v potřebné metodice podklady pro naplnění spotřebních údajů ve všech kategoriích IPCC. To bylo důvodem, proč byla v KONEKO marketing, s. r. o. vypracována předběžná energetická bilance za rok 1997 v mezinárodně porovnatelné metodice IEA (*International Energy Agency*). Takto zpracovaná bilance již umožňuje naplnit základní kategorie metodiky IPCC aktivními údaji.

Sestavení energetické bilance z dostupných podkladů v metodice IEA vyžaduje ve zdrojové i spotřební části užití řady specializovaných postupů. Ve zdrojové části se jedná zejména o vyjádření výroby centralizovaného tepla, která v metodice IEA zahrnuje pouze veřejné zdroje, u průmyslových zdrojů pak pouze tu část, která je prodávána jiným subjektům. Se značnými problémy je spojeno sestavení potřebného členění energetické bilance spotřební části.

Pro rozčlenění spotřeby v sektoru *doprava* na jednotlivé podsektory byl užit specializovaný model dopravy typu MAED. Jedná se o jeden z řady modelů Mezinárodní agentury pro atomovou energii. Tyto modely jsou užívány k projekcím spotřeby všech druhů energie v celém národním hospodářství. Přímým způsobem nelze potřebné údaje o jednotlivých segmentech dopravy získat, protože v tomto členění nejsou sledovány. Z obdobného důvodu byl pro stanovení energetické spotřeby v sektoru *domácnosti* využit další specializovaný model, opět typu MAED. V obou případech byly při výpočtech zohledněny výsledky statistického sledování „Spotřeba energie v domácnostech“, který v roce 1997 podle metodiky PHARE/EUROSTAT provedl Český statistický úřad. Všechny kategorie 1A1 až 1A6 byly naplněny údaji o spotřebě jednotlivých tuhých, kapalných a plyných paliv, včetně neenergetické spotřeby (petrochemické suroviny, mazací oleje).

Obdobně jako u referenční metody byly emisní faktory, určující obsah uhlíku v jednotlivých palivech (v Mg C/TJ) převzaty z metodiky IPCC, stejně jako doporučené koeficienty účinnosti konverze uhlíku na oxid uhličitý při spalování jednotlivých paliv. Emisní koeficienty jsou uvedeny v pracovním listu 1-2 ve sloupci D, koeficienty účinnosti konverze uhlíku ve sloupci J. Výsledky propočtů uvedeny v tabulkové příloze.

V porovnání s referenčním postupem jsou výsledky obou metod velmi blízké a rozdíly leží pod mezí přesnosti vstupních dat. Z tohoto hlediska lze tedy považovat obě metody za rovnocenné. Výsledky inventury roku 1997 se liší o necelá 2 % emisí oxidu uhličitého:

<i>referenční metoda</i>	131 386 kt
<i>metoda spotřebních sektorů</i>	133 837 kt.

Porovnání s rokem 1996, kdy byla úroveň emisí CO₂ 130 mil.t, ukazuje na stagnaci úrovně těchto emisí, která je dána stagnací spotřeby paliv.

Metoda spotřebních sektorů umožňuje na rozdíl od referenční metody analýzu struktury původu emisí. Tak je možno zjistit, že proti roku 1996 došlo k určité změně odvětvové struktury původu emisí oxidu uhličitého, jak uvádí následující přehled:

Tabulka 2.1 Podíl odvětví na emisích oxidu uhličitého

rok	1996	1997
energetika	44,7 %	44,2 %
zpracovatelský průmysl	33,9 %	32,4 %
doprava	7,9 %	8,4 %
obchod a služby	4,0 %	4,8 %
domácnosti	8,5 %	8,8 %
zemědělství	1,3 %	1,4 %

Podíl energetiky zůstal v podstatě stejný. Pokles podílu zpracovatelského průmyslu byl kompenzován růstem podílu ostatních odvětví, zejména dopravy a obchodu a služeb. Tyto změny korespondují se změnami spotřeby paliv v těchto odvětvích.

2.2 Emise ostatních skleníkových plynů

Metoda stanovení emisí těchto plynů je v podstatě shodná s metodou jednotlivých spotřebních sektorů u emisí oxidu uhličitého. Je zde ale výrazné zjednodušení, protože v metodice IPCC jsou sledovány pouze tyto kategorie paliv:

- tuhá paliva typu uhlí
- plynná paliva
- kapalná paliva
- palivové dříví
- dřevěné uhlí
- ostatní biomasa

V nové metodice jsou mezi skleníkové plyny zařazeny také emise oxidu siřičitého, které až do roku 1995 nebyly z tohoto hlediska sledovány.

Aktivitními údaji o spotřebě paliv byly při inventarizaci naplněny pouze první čtyři kategorie. Tyto údaje jsou agregovány přímo z propojených pracovních listů pro výpočet emisí oxidu uhličitého metodou spotřebních sektorů.

Emisní faktory plynů NO_x, CO, „C_xH_y“, a nově též SO₂ pro tuhá, kapalná a plynná paliva v kategoriích metodiky IPCC 1A1 až 1A6 byly vypočteny jako vážené průměry emisních faktorů z databáze REZZO tak, aby se celková suma emisí kryla s údaji národní emisní databáze REZZO/EMISE.

Pro výpočet emisí N₂O byly užity přímo emisní koeficienty ležící uvnitř doporučených intervalů uvedených v nově revidované metodice IPCC [1]. Konkrétní hodnoty emisních faktorů pro stacionární zdroje byly převzaty ze studie [3], zatímco v předchozích inventarizacích [4-6] byly emisní faktory převzaty ze starší verze manuálu pro CORINAIR [8]. Podle nových hodnot emisních koeficientů vychází emisní bilance oxidu dusného ze spalování ve stacionárních zdrojích na poněkud nižší úrovni než v předchozích letech, neboť významnější zdroje představují pouze fluidní topeniště [3, 7]. Při výpočtu byl učiněn odborný

odhad, že při spalování v sektoru 1A1a (výroba elektřiny a tepla) připadá na fluidní kotle asi 5% energie spotřebované při spalování uhlí [3].

Při výpočtu emisí N_2O z mobilních zdrojů se jako významnější zdroj podle nové metodiky jeví pouze osobní automobilová přeprava, a to osobní vozy s katalyzátory. Při výpočtu bylo použito odhadu ze studie Centra dopravního výzkumu (CDV) [10], podle něhož bylo v roce 1996 18% osobních vozidel v ČR vybaveno katalyzátory. Vzhledem k tomu, že se předpokládá další nárůst jakož i větší využití těchto vozidel, byla pro rok 1997 uvažována hodnota 21%. Dále byl učiněn předpoklad, že novější vozidla vybavená katalyzátory jsou více využívána než starší vozidla, což je vyjádřeno koeficientem 1,5. To znamená, že asi 30% motorového benzínu se spálilo v roce 1997 ve vozidlech s katalyzátory. Metodika IPCC [1] uvádí pro osobní vozidla s katalyzátory tři dvojice emisních faktorů (pro nový a deaktivovaný katalyzátor). Pro deaktivovaný katalyzátor se uvádí přibližně dvakrát větší hodnota než pro katalyzátor nový. V souladu se studiemi [3,7] byla pro nedostatek domácích údajů vybrána dvojice hodnot doporučená na základě kanadských výzkumů (kromě ní jsou v nových metodických směrnících [1] k dispozici též americké a francouzské koeficienty). Jako výsledný emisní faktor pro osobní vozidla s katalyzátorem byl vzat aritmetický průměr hodnot pro nový a déle používaný katalyzátor. Ve srovnání s emisemi ze zemědělství však nejsou emise N_2O ze spalování paliv ze stacionárních a mobilních zdrojů zatím příliš významné. Lze však očekávat jejich částečný vzrůst v závislosti na rostoucím podílu vozidel vybavených třicestnými katalyzátory, popř. na očekávaném nárůstu počtu fluidních spalovacích jednotek.

Protože CH_4 a NMVOC nejsou v databázi REZZO sledovány odděleně, byl emisní koeficient těchto plynů uvažován podílem emisního koeficientu pro C_xH_y . Podíl metanu byl na základě údajů CORINAIR diferencován podle kategorií spotřeby a druhů paliv v rozmezí 20-70% [8]. U dopravy byl tento podíl stanoven na 4,9% na základě emisních faktorů CH_4 a NMVOC, uvedených v nových metodických směrnících pro základní typy vozidel.

U emisí SO_2 , CO, NO_x a C_xH_y z mobilních zdrojů (odpovídající domácí kategorii REZZO 4) byly pro sledování emisí z dopravy v zemědělství respektovány výsledné hodnoty podle Výzkumného ústavu zemědělské techniky [11] a pro ostatní dopravu podle Centra dopravního výzkumu [10].

Výsledky výpočtu emisí ostatních skleníkových plynů (mimo CO_2) jako součinu emisních faktorů a množství spotřebovaných paliv jsou uvedeny v příložených tabulkách. Emisní faktory jsou uvedeny v pracovních sešitech 1-3 ve sloupcích B až E. Výsledné emise ze spalovacích procesů energetiky za rok 1997 jsou uvedeny v tabulkové příloze.

Ke zvýšení emisí ostatních skleníkových plynů proti inventuře roku 1996 došlo pouze u CO a NMVOC a to zejména zvýšením spotřeby kapalných paliv v sektoru doprava. U CH_4 , NO_x a SO_2 došlo ke snížení emisí. Zvláště výrazné je snížení u oxidu siřičitého, a to jak v důsledku snížení spotřeby uhlí, tak zejména náběhem odsiřovacích zařízení u velkých elektráren.

Výpočet emisí ze Sektoru 1A byl proveden v prostředí EXCEL pomocí metodikou doporučených pracovních listů. Výpočtové soubory jsou přímo propojeny (stejně jako u ostatních sektorů) na *Sectorial Tables* a *Summary Tables*, které jsou požadovanými výstupy celé emisní databáze skleníkových plynů ve smyslu metodiky (viz tabulková příloha).

2.3 Změny provedené od poslední inventarizace

2.3.1 Emise CO₂

Vzhledem ke značnému významu emisí skleníkových plynů ze spalovacích procesů vzrůstají zejména v souvislosti s úvahami o možné mezinárodní obchodovatelnosti emisí oxidu uhličitého požadavky na přehlednost a kontrolovatelnost aktivitních údajů, užívaných pro inventurní výpočty. Z tohoto důvodu byla předběžná energetická bilance (v metodice Mezinárodní energetické agentury IEA a po úpravě podle požadavků IPCC) zapracována jako součást souboru pro výpočet emisí skleníkových plynů ze spalovacích procesů. Tím je zaručena jednoznačná vazba mezi bilančními a emisními hodnotami.

Obdobně jako v roce 1997 jsou výsledky obou metod výpočtu emisí oxidu uhličitého velmi blízké:

Tabulka 2.2 Podíl výsledných hodnot CO₂ stanovených oběma použitými metodami

	1997	1998
referenční metoda	131 386 kt	122 662 kt
metoda spotřebních sektorů	133 837 kt	124 392 kt
odchylka	1,8 %	1,4 %

Snížení emisí oxidu uhličitého v roce 1998 proti předchozímu roku o cca 7 % je ovlivněno zejména poklesem spotřeby uhlí.

U podílu odvětví na emisích oxidu uhličitého v tabulce 2.1 došlo v roce 1998 k těmto změnám:

Tabulka 2.3 Podíl odvětví na emisích oxidu uhličitého, srovnání let 1996 - 1998

rok	1996	1997	1998
energetika	44,7 %	44,2 %	47,2 %
zpracovatelský průmysl	33,9 %	32,4 %	28,4 %
doprava	7,9 %	8,4 %	8,6 %
obchod a služby	4,0 %	4,8 %	4,7 %
domácnosti	8,5 %	8,8 %	9,7 %
zemědělství	1,3 %	1,4 %	1,4 %

Výrazně se snížil podíl zpracovatelského průmyslu v důsledku absolutního poklesu spotřeby paliv v tomto odvětví. Relativně se zvýšil podíl odvětví energetiky a domácností při stagnaci jejich absolutní spotřeby, projevuje se zde vliv absolutního snížení celkové spotřeby paliv. U ostatních odvětví bylo snížení absolutní spotřeby v relaci se snížením celkové spotřeby, takže podíly zůstaly v podstatě zachovány.

2.3.2 Emise CH₄ a N₂O

Podíl CH₄ na emisích C_xH_y z dopravy byl proti minulým inventurám stanoven odlišným způsobem: emise CH₄ byly propočteny na základě emisních koeficientů doporučených v metodice IPCC [1]. Emise NMVOC pak byly stanoveny jako rozdíl k celkovým emisím C_xH_y. Tímto způsobem vypočtené emise CH₄ jsou zhruba poloviční proti hodnotám podle

předchozí metody. Vzhledem k nízkým hodnotám emisí CH₄ z dopravy však tato změna se v celkové bilanci nijak výrazně neprojeví.

Emisní faktory ze spalování ve stacionárních zdrojích byly převzaty z nové studie Markvarta M. a Bernauera B. [13]. Tato studie přináší kritické zhodnocení dvou dřívějších národních studií – K. Svobody [3] a Kolata K., Danihelky P. et al. [14]. a porovnává je se s *default* hodnotami uvedenými v Referenčním manuálu Revidované metodiky IPCC [1]. Chybějící údaje (spalování hnědého uhlí) byly převzaty ze studie K. Svobody [3]. Je třeba konstatovat, že použité emisní faktory nejsou v rozporu s hodnotami uváděnými v metodice IPCC [1] a odrážejí následující skutečnosti:

- EF(N₂O) ze spalování práškového uhlí v granulačních kotlích nabývají nejmenší hodnoty
- Jen o trochu vyšší jsou hodnoty použité pro roštová topeniště
- Nejvyšší hodnoty nabývají EF(N₂O) pro fluidní topeniště, zejména pro černé uhlí a nižší relativní výkony kotlů (ve srovnání s jmenovitým), které se projevují i nižší teplotou spalování.

Mobilní zdroje byly zpracovány stejným postupem jako v předchozím roce – nejvíce se podílejí vozidla vybavená třícestnými katalyzátory. Podle nejnovější studie Centra dopravního výzkumu (CDV) činil v roce 1998 podíl benzinových vozidel vybavených třícestnými katalyzátory 25% (došlo k nárůstu o 5%). Protože podobně jako v předchozích letech předpokládáme větší vytížení novějších vozidel, které podobně jako v dřívějších letech vyjadřujeme koeficientem 1,5, vychází nám, že necelých 40% motorového benzínu se spálí ve vozidlech s katalyzátory. Emisní faktory pro vozidla s katalyzátory i bez něho byly použity stejné, jako v předchozím roce, rozdíl je pouze v nárůstu vozidel s katalyzátory.

U všech emisí ostatních skleníkových plynů – prekurzorů ozónu (NO_x, CO, NMVOC) došlo oproti roku 1997 ke snížení. Zvláště výrazné je snížení emisí SO₂ (prekurzor aerosolů), a to jak v důsledku poklesu spotřeby uhlí, tak zejména vlivem náběhu dalších odsířovacích zařízení u velkých elektráren.

Literatura

1. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997
2. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1995
3. Svoboda K.: *Emisní faktory oxidu dusného ze spalování uhlí ve stacionárních zdrojích*, Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1996
4. Tichý M., Voráčková Z., Dvořák P.: *Inventura emisí skleníkových plynů v ČR 1990*, SEVEN, Praha 1995
5. Fott P., Bláha J., Pecka K.: *Inventarizace skleníkových plynů v letech 1990 - 1993*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.49/14/1/95, Praha 1995
6. Fott P., Pretel J., Bláha J., Pecka K.: *Inventarizace skleníkových plynů v letech 1994 a 1995*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/96, Praha 1996
7. Fott P.: *Zpřesňování emisních faktorů skleníkových plynů v podmínkách ČR*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/96, Praha 1996
8. *CORINAIR Default Emission Factor Handbook*, Brusells 1994
9. Michálek J., Bernauer B.: *Emisní faktory oxidu dusného z průmyslových procesů a z dopravy*, Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1996

10. Novotný Z. et al: *Studie o vývoji dopravy za rok 1996 z hlediska životního prostředí*, Centrum dopravního výzkumu, Brno 1997
11. Jelínek A., Plíva P.: *Emise z provozu zemědělských a lesních vozidel a strojů za rok 1996*, VÚZT Praha-Řepy, Praha 1997
12. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1966*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/97, Praha 1997
13. Markvart M., Bernauer B.: *Emise oxidu dusného ze spalovacích procesů a chemických technologií*. Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1999
14. Kolat K., Danihelka P, Ochodek T., Borovec K. a Kula P.: *Výzkum tvorby N₂O ve spalovacích zařízeních*, Závěrečná zpráva projektu č. 101/96/0730, VŠB, Ostrava 1998

3. Fugitivní emise (Sektor 1 B)

Těžba, úpravy a veškeré manipulace s fosilními palivy jsou zdrojem tzv. fugitivních (těkavých) emisí [1,2]. Jedná se především o emise metanu a těkavých organických látek (NMVOC). V ČR převažují emise metanu při hlubinné těžbě černého uhlí na Ostravsku, významné jsou rovněž emise metanu z povrchové těžby hnědého uhlí. Ostatní průmyslové aktivity zařazené do tohoto sektoru, mají spíše okrajový význam, a to jak z hlediska úrovně emisí metanu, tak z hlediska emisí NMVOC. Do sektoru 1B jsou též zařazeny emise CO₂ z odstraňování oxidu siřičitého ze spalin za použití vápence.

3.1 Emise z těžby a potěžební úpravy uhlí

Těžba uhlí, zejména černého, je doprovázena výskytem metanu. Metan jako produkt *prouhelňovacího procesu* je fyzikálně vázán na uhelnou hmotu nebo je jako volný plyn přítomen v pórech a trhlinách v uhlí i v okolních horninách. Při *hlubinné těžbě černého uhlí* se metan uvolňuje z uhelné hmoty i z doprovodných hornin do důlních větrů a musí být jimi odváděn na povrch, aby nedošlo k tvorbě nebezpečných koncentrací v dole. Podle množství uvolněného plynu musí být dimenzováno důlní větrání. Proto byla v závěru padesátých let při otevírání nových dolů a pater zavedena v ostravsko-karvinském uhelném revíru (dále jen OKR) důlní degazace, která také umožnila dlouhodobé sledování množství degazačního plynu a důlních větrů. Z koncentrací metanu v důlních větrech a jejich celkového ročního objemu lze pak poměrně přesně bilancovat celkové množství emitovaného metanu. Poměr mezi těžbou a objemem emisí metanu je uveden v Tab.3.1 [3].

Tabulka 3.1 Těžba uhlí a emise metanu v OKR

rok	těžba mil. t/rok	emise metanu		emisní faktor	
		mil. m ³ /rok	kt/rok	m ³ /t	kg/t
1960	20,90	348,9	250,3	16,7	12,0
1970	23,90	589,5	422,9	24,7	17,7
1975	24,11	523,9	375,8	21,7	15,6
1980	24,69	505,3	362,5	20,5	14,7
1985	22,95	479,9	344,3	20,9	15,0
1990	20,06	381,1	273,4	19,0	13,6
1995	15,60	270,7	194,2	17,4	12,4
1996	15,10	276	198,0	18,3	13,1
celkem	167,31	3 375,3	2 421,3	20,2	14,5
1990 až 1996	50,76	927,8	665,6	18,3	13,1

Pro výpočet celkové emise metanu v této kategorii byl použit emisní faktor z roku 1996.

Ostatní oblasti hlubinné těžby nejsou z hlediska emisí metanu v ČR příliš zajímavé. V oblasti Kladenského revíru, kde se doposud těží necelá 1/10 celkové tuzemské produkce je metanu podstatně méně, takže nepřináší bezpečnostní problémy a energetické využití důlních větrů by nebylo rentabilní. To je také důvod proč není množství emitovaného metanu v této lokalitě sledováno. Pro výpočet emisí metanu z této lokality byly použity spodní hranice doporučených emisních faktorů (první úroveň) pro těžbu i potěžební úpravy, vztažené na údaj o těžbě v kladenské oblasti.

Při *povrchové těžbě* není unikající metan vázán na konkrétní proud vzdušiny a proto je sledování množství unikajícího metanu do ovzduší podstatně složitější. Z toho důvodu jsou pro výpočty emisí metanu z povrchové těžby použity doporučené emisní faktory pro první úroveň.

Vzhledem k tomu, že doposud nejsou k dispozici údaje o emisích metanu z *těžby hnědého uhlí* (57 446 kt v roce 1997 [4]), která je v ČR prováděna v rozhodující míře povrchovým způsobem, byly v tomto případě použity emisní faktory z minulé inventury a to i pro potěžební úpravy.

Souhrn výsledků je uveden na konci kapitoly

3.2 Emise z těžby ropy

Těžba ropy představuje z hlediska emisí uhlovodíků značně specifický proces. Každá těžená ropa je nasycena uhlovodíkovými plyny, což je uváděno jako koeficient rozpustnosti plynu v ropě a udává se jako poměr uvolněného plynu na 1 m³ (1 tuna) vytěžené ropy, tzv. P/O faktor. Hodnota tohoto faktoru je pro jednotlivá ložiska a sondy značně rozdílná, je také časově proměnná a pohybuje se v řádu 10⁰-10³ m³/den a závisí na řadě faktorů (geologických, fyzikálních, těžebních aj.) Tomuto stavu je proto nutno přizpůsobit technologii odplynění, aby proces těžby uhlovodíků minimálně zatěžoval emisemi životní prostředí.

Výpočet emisí metanu při tuzemské těžbě ropy byl proveden s pomocí emisního faktoru, stanoveného v [2], který má v současnosti hodnotu 5287 kg/PJ těžené ropy. Tento emisní faktor je poněkud vyšší než max. hodnota doporučená IPCC (4670 kg/PJ), řádově však velmi dobře koresponduje.

3.3 Rafinace ropy

Pro výpočty emisí SO₂ a látek způsobujících skleníkový efekt v ropném průmyslu byly použity emisní faktory z minulé inventarizace v první úrovni a odpovídající aktivní údaj. Tím je celkové zpracování ropy v ČR v roce 1998 – 6 815 kt [4]. V Tab.3.2 je pak uveden příklad výpočtu emisí z rafinérií v ČR.

Je třeba zdůraznit, že české rafinérie prošly v uplynulém období poměrně rozsáhlým procesem inovace a rekonstrukcí, které byly zaměřeny na omezení technologických ztrát suroviny i výsledných produktů. Bylo prováděno rozsáhlé prověřování těsnosti jednotlivých armatur, čerpadel i celého technologického zařízení. Celý tento proces podmíněný především ekonomickými důvody vedl pochopitelně i k omezení celkových emisí především MNVOC. Z uvedených důvodů lze použité emisní faktory převzaté z *CORINAIR Guidebook* považovat za odpovídající současnému technickému stavu našich rafinérií. V této souvislosti je nezbytné připomenout, že fugitivní emise na rafinérských technologiích nelze přímo stanovit měřením, neboť se neváží na konkrétní výduchy nebo komíny. To znamená, že je možné je stanovit jen

na základě odborných odhadů z bilančních ztrát a nebo právě pomocí emisních faktorů. Výsledné emise jednotlivých látek byly konfrontovány s údaji v národní emisní databázi a lze konstatovat, že jsou řádově shodné.

Tabulka 3.2 Příklad výpočtu emisí z rafinerií v základní úrovni (1998)

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	OZONE PRECURSORS AND SO2 FROM OIL REFINING			
TIER	I			
WORKSHEET	1-8 OZONE PRECURSORS AND SO2 FROM REFINING			
SHEET	1 OF 4			
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (kt)	Polutant	Emission factor (kg/t)	Emissions (t) D=A*C	Emissions (Gg) E=D/1000
6 815				
	CO	0,09	613,4	0,61
	NOx	0,06	408,9	0,41
	NM VOC	0,095	647,4	0,65
	SO2	0,63	4293,5	4,29

Vzhledem k tomu, že dle literatury je podíl metanu na celkové emisi VOC cca 10 %, lze konstatovat, že by emisní faktor pro metan odpovídal úrovni cca 0,07 kg/t zpracované ropy, což je horní hranice uvedená v [1]. Technický pokrok k roku 1997 umožnil omezení emisí cca o 30%. Z toho důvodu byla při výpočtu emisí metanu u rafinace ropy použita hodnota emisního faktoru 1150 kg/PJ.

3.4 Emise ze skladování ropy a ropných produktů

Všechny rafinerie mají skladovací areál, jehož kapacita je dimenzována tak, aby byl zabezpečen jejich hladký chod. Skladovací objem musí zaručit vyrovnávání okamžitých výkyvů v dodávkách suroviny i v odběru produktů.

Skladování a manipulace s ropou a ropnými produkty v rafinériích představují následující operace:

- plnění tanků surovou ropu před jejím zpracováním
- postupné vyprazdňování těchto tanků při nástřiku surové ropy do vlastní technologie
- postupné plnění zásobníků produkty rafinérského zpracování
- odčerpávání těchto produktů do distribuce

V ČR se na rafinériích převážně používají pro skladování ropy a většiny těkavějších produktů zásobníky s vnějšími plovoucími střechami, pro skladování méně těkavých látek, jako je nafta a topné oleje tanky s pevnými střechami. V následující tabulce je proveden výpočet emisí NMVOC ze skladování ropy.

Tabulka 3.3 Emise NMVOC ze skladování ropy (1997)

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	OZONE PRECURSORS AND SO2 FROM OIL REFINING			
TIER	II			
WORKSHEET	1-8 NMVOC EMISSIONS FROM STORAGE AND HANDLING			
SHEET	4 OF 4			
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (kt)	Storage type	Emission factor (kg/t)	Emissions (t)	Emissions (Gg)
7040			D=(A*C)	E=D/1000
0	Secondary Seals	0,2	0	0,00
7040	Primary Seals	0,7	4928	4,93
0	Fixed Roof	4,9	0	0,00

Použitý emisní faktor pro skladování v zásobnících s plovoucími střechami, vybavenými primárním těsněním, odpovídá technickému stavu skladovacích areálů našich dvou největších rafinérií na úrovni roku 1997. Je třeba však připomenout, že i zde pokračuje technický vývoj a všechny zásobníky jsou postupně dodatečně vybavovány i sekundárním těsněním. Tento proces je dnes již v podstatě ukončen, což znamená, že při inventarizaci IPCC pro rok 1998 bude zapotřebí již použít hodnotu emisního faktoru 0,2 kg/t na místo 0,7. Tato změna je naprosto oprávněná, což bylo mimo jiné potvrzeno i měřením emisí v letošním roce (např. INPEK, s.r.o.) [5, 6].

3.5 Emise z těžby, úpravy, výroby, skladování, tranzitní přepravy a rozvodu plynu

Úvodem je nutno připomenout, že od roku 1997 již tato kapitola nezahrnuje dopravu a distribuci svítiplynu, jehož výroba byla v roce 1996 ukončena a celá plynárenská soustava byla převedena výhradně na zemní plyn. Závod na výrobu energetického plynu v tlakové plynárně Vřesová (Sokolovská uhelná, a.s.) byl přestavěn na integrované paroplynové zařízení (IPPC). Význam tohoto zdroje fugitivních emisí je však z hlediska celkové bilance je pod hranicí přesností ostatních odborných odhadů.

Plynárenská soustava v ČR má několik částí, které mají svá technologická specifika. Tyto odlišnosti je při hodnocení emisí metanu nutno vzít v úvahu. Při odhadu celkové emise metanu při provozu plynárenské soustavy a při dodávkách plynu konečným spotřebitelům se lze opřít o několik základních údajů, které jsou v plynárenských společnostech sledovány. Jedná se především o tzv. technologické ztráty (řízené odpouštění zemního plynu do ovzduší), které jsou nevyhnutelné při opravách a inspekci potrubních systémů. Tyto ztráty jsou pečlivě evidovány především z ekonomických důvodů. V roce 1997 byly evidovány technologické ztráty ve výši 937.543 m³ zemního plynu. Vedle této hodnoty je každoročně vyčíslen bilanční rozdíl mezi dodávkou plynu a skutečně vyfakturovaným zemním plynem. Tento bilanční rozdíl však nelze celý brát jako emise, neboť vedle přímých úniků netěsnostmi na distribučních plynovodech obsahuje např. nepřesnosti měření a také krádeže plynu. Jedná se však o orientační limit, který by neměl být překročen při odhadu celkové emise metanu v této

kategorii. Jeho hodnota pro rok 1997 byla vybilancována na úrovni 55 mil. m³, což představuje cca 36 kt metanu.

Běžným způsobem jak provést kvalifikovaný odhad emisí metanu je použití specifických emisních faktorů pro jednotlivé části plynárenské soustavy [7, 8]. V následující Tab.3.4 jsou uvedeny dílčí emisní faktory stanovené v lednu 1998 Pracovní komisí pro životní prostředí, zdraví a bezpečnost (*Working Committee „Environment, Safety and Health„ – WOC 8*) ustanovenou Mezinárodní plynárenskou unií (*International Gas Union*) [9].

Tabulka 3.4 *Emisní faktory z rozvodu plynu*

Emisní faktory	nízké	střední	vysoké	jednotky	Poznámky
těžba, výroba a zpracování	0,05	0,2	0,7	%	dodávky do sítě
vvt a vt plynovody	200	2 000	20 000	m ³ /km.rok	
kompresní stanice	6 000	20 000	100 000	m ³ /MW.rok	
podzemní skladování	0,05	0,1	0,7	%	ročního obrátu
zkapalňování ZP - LNG	0,005	0,05	0,1	%	produkce
regulační stanice a měření	1 000	5 000	50 000	m ³	na stanici a rok
distribuční síť	100	1 000	10 000	m ³ /km.rok	
použití plynu	2	5	20	m ³	na spotřební místo a rok

S použitím těchto emisních faktorů byla provedena kontrola námi navržených emisních faktorů v roce 1997 (pro inventarizaci roku 1996) a byla zjištěna dobrá shoda. Proto byly loňské emisní faktory použity i v letošním roce.

3.6 *Souhrn výsledků*

Výsledky fugitivních emisí z těžby a potěžeční úpravy uhlí včetně použitých emisních faktorů shrnuje Tab. 3.5 a výpočet fugitivních emisí metanu z kapalných a plyných paliv Tab. 3.6.

3.7 *Změny provedené od poslední inventarizace*

3.7.1 *Rafinace a skladování ropy a ropných produktů*

Český petrochemický průmysl prošel v uplynulém období modernizačním procesem. Pokud budeme tento proces hodnotit z hlediska omezování emisí VOC, je třeba poznamenat, že tyto emise fugitivního charakteru znamenají v praxi ztráty surovin a produktů. Z toho důvodu byly uplatněna veškerá ekonomicky dostupná opatření pro jejich omezení. Došlo k výměně stávajících armatur a uzávěrů za bezúkapové, nebo alespoň k jejich přetěsnění. Na velkých zásobnících s plovoucími střechami, byly aplikovány primární i sekundární těsnící prvky, jsou vybudovány i rekuperační jednotky. Proto bylo třeba přehodnotit výpočty uvedené v tabulce 3.3 a změnit použitý emisní faktor pro primární těsnění za faktor pro sekundární těsnění.

Tabulka 3.5 Pracovní list (Worksheet I-6) pro výpočet emisí metanu z těžby uhlí (1998)

	A Amount of Coal Produced (million t)	B Emission Factor (m ³ CH ₄ /t)	C Methane Emissions (million m ³) C=A*B	D Conversion Factors (Gg CH ₄ /10+6m ³)	E Methane Emissions (Gg CH ₄) E=C*D
Mining (I - III)	15,863	17,6	280	0,67	187,6
OKR (tier III)	14,620	18,3	268	0,67	179,3
Ost. (Kladno - tier I)	1,243	10,0	12	0,67	8,3
Post-Mining (tier I)	15,863	2,3	37	0,67	24,7
OKR (tier I)	14,620	2,45	36	0,67	24,0
Ost. (Kladno - tier I)	1,243	0,9	1	0,67	0,7
Mining (tier I)	48,619	1,15	56	0,67	37,5
Post-Mining (tier I)	48,619	0,1	5	0,67	3,3
				Total	253,1

Tabulka 3.6 Pracovní list (Worksheet I-7) pro výpočet fugitivních emisí metanu (1998)

Category	Tier	A Activity	B Emission Factors	C CH ₄ Emissions (kg CH ₄) C = (A x B)	D Emissions CH ₄ (Gg CH ₄) D = (C/10 ⁶)
OIL					
Exploration		<i>number of wells drilled</i>	<i>kg CH₄/well drilled</i>		
Production <i>tuzemská těžba ropy</i>	3	<i>PJ oil produced</i> 4,82	<i>kg CH₄/PJ</i> 5 287	25 469	0,025
Transport		<i>PJ oil loaded in tankers</i> 0	<i>kg CH₄/PJ</i>	0	0
Refining	1 - 2	<i>PJ oil refined</i> 283,7	<i>kg CH₄/PJ</i> 1 150	326 216	0,326
Storage	1	<i>PJ oil refined</i> 283,7	<i>kg CH₄/PJ</i> 250	70 917	0,071
			TOTAL CH₄ FROM OIL		0,423
GAS					
Production/Processing <i>skladování ZP v podz. zásobnících</i>	3	<i>PJ gas produced</i> 53,46	<i>kg CH₄/PJ</i> 51 920	2 775 811	2,776
Transmission and Distribution <i>tranzitní doprava, vtl a nit sítě</i>	2	<i>PJ gas consumed</i> 1 448,3	<i>kg CH₄/PJ</i> 17 252	24 985 410	24,985
Other Leakage		<i>PJ gas consumed</i>	<i>kg CH₄/PJ</i>		
			TOTAL CH₄ FROM GAS		27,761
VENTING AND FLARING FROM OIL/GAS PRODUCTION		<i>PJ oil and gas produced</i>	<i>kg CH₄/PJ</i>		
			TOTAL CH₄ EMISSIONS FROM OIL AND GAS		28,184

Tabulka 3.7 Emise NMVOC ze skladování ropy (1998)

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	OZONE PRECURSORS AND SO2 FROM OIL REFINING			
TIER	II			
WORKSHEET	1-8 NMVOC EMISSIONS FROM STORAGE AND HANDLING			
SHEET	4 OF 4			
A Crude Oil Throughput (kt)	B Storage type	C Emission factor (kg/t)	D Emissions (t) D=(A*C)	E Emissions (Gg) E=D/1000
6 815	Secondary Seals	0,13	885,95	0,89
	Primary Seals	0,7	0	0,00
	Fixed Roof	4,9	0	0,00

Použitý emisní faktor vychází z Výroční zprávy skupiny UNIPETROL[11], která představuje seskupení podniků Česká rafinérská, a.s., Chemopoetrol, a.s., Kaučuk, a.s., Benzina, a.s. a Lovochemie, a.s. Ve zprávě se uvádí celková emise VOC (tedy i ze spalovacích procesů) na úrovni 1.543 t/rok 1998. Pro úplnost je v následujícím přehledu uvedena výroba hlavních produktů této skupiny podniků.

Tabulka 3.8 Hlavní produkty skupiny UNIPETROL v roce 1998

	t/rok	index 98/97
motorová paliva	2703	0,88
topná média	1343	0,99
ostatní rafinérské produkty	460	0,61
organické meziprodukty	521	1,09
plasty a kaučuky	391	1,05
agrochemikálie	994,9	2,92

Fluidní katalytická krakovací jednotka, která byla v uplynulých bilancích modelově uvažována s výrobní kapacitou 100 kt ročně, byla zatím z této bilance vypuštěna. Jednotka je doposud ve výstavbě v areálu KAUČUK, a.s. v Kralupech a bude dokončena v roce 2001 s celkovou výrobní kapacitou 1100 kt/rok.

Literatura

1. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997
2. Fott P., Pretel J, Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v České republice v roce 1996*, Projekt „Globální změna klimatu III,“, PPŽP č. 310/1/97, Praha 1997
3. Takla G., Nováček P.: *Emise důlních plynů v ostravsko-karvinském uhelném revíru a možnosti jejich minimalizace*, sborník z konference Emise zemního plynu - ekonomické a ekologické dopady, ČPNS Praha květen 1997

4. Bláha J.: Ústní sdělení - předběžný údaj ČSÚ pro rok 1997, Praha září 1998
5. INPEK Praha: Vyhodnocení a odvození vybraných emisních faktorů znečišťujících látek (NO_x, VOCs, TK) na základě provedených měření a jiných adekvátních způsobů stanovení, příloha č. 4 k závěrečné zprávě projektu PPŽP 520/2/97, ČHMÚ 1997
6. Heppnerová V.: soukromé podklady, říjen 1998
7. *Gas and the Environment*, 20th World Gas Conference, Kodaň 1997
8. *Extraction and Distribution of Fossil Fuels*, 3. 3. 5. 1. Distribution Networks, Univ. Karlsruhe, 1997 (Seják, J. - ČEÚ Praha)
9. Alfeld, K.: Methane Emissions Produced by the Gas Industry Worldwide, IGU Study Group 8,1: Methane emissions, Essen leden 1998
10. *Hornická ročenka 97*
11. *UNIPETROL a životní prostředí – zpráva o vlivech skupiny Unipetrol na životní prostředí v roce 1998, UNIPETROL 1999*
12. *Grossmann, J.: Množství dodaného ZP pro tranzitní přepravu a vnitřní potřebu v ČR v roce 1998 - vstup Lanžhot, osobní sdělení, září 1999*

4. Emise z průmyslových procesů (Sektor 2)

Emisní inventura v oblasti průmyslových procesů je poměrně složitou záležitostí [1]. Nejpodrobnější údaje v ČR z této kategorie lze získat ze dvou základních zdrojů, kterými jsou REZZO 1 a databáze agendy poplatků za znečišťování ovzduší (EB). Vedle nich lze využít dat z připravované emisní inventarizace podle jednotného celoevropského standardu CORINAIR a z inventury skleníkových plynů podle dřívější metodiky IPCC [2] za rok 1995 (zpracované v roce 1996) [3] a za rok 1996 (zpracované v roce 1997) [7].

V současné inventuře IPCC pro rok 1998 jsou využity veškeré disponibilní údaje z jmenovaných souborů s přihlédnutím k hodnotám emisních faktorů doporučeným v Metodických směrnících IPCC [1] a v manuálu „*EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*“, [4]. Pro aktivní údaje byly využity zdroje dat z oficiální statistiky ČSÚ, pokud jsou zveřejňovány. V ostatních případech, kterých je značné množství byly aktivní údaje získány přímo od producentů a šetřením na MPO ČR. Ve zbylých případech jsou aktivní údaje odhadnuty z celkového trendu národní ekonomiky, příp. jejich relevantních odvětví.

Tímto způsobem byla vytvořena sestava údajů, která svojí strukturou odpovídá členění kategorií zdrojů SNAP94 (*Selected Nomenclature of Air Pollution Activities*). Do této sestavy jsou vedle látek, které byly dosud sledovány v připravované emisní databázi CORINAIR (MNVOC, CH₄, NO_x), připojeny i údaje za další škodliviny - SO₂ a CO.

Výpočetní pracovní list byl konstruován v prostředí EXCEL, kde v jednotlivých řádcích jsou uvedeny hodnoty aktivních údajů, emisních faktorů i celkových emisí pro každou kategorii zdrojů. V samostatném sloupci jsou uvedeny hodnoty použité úrovně zpracování (*tier*) pro použité emisní faktory, podle toho zda byly údaje získány jako agregovaný údaj z národní emisní bilance z více zdrojů (nejčastěji REZZO 1 - druhá úroveň), nebo přímo od provozovatele zdroje na základě konkrétních měření (třetí úroveň). Většina uvedených dat je v tabulkovém editoru ještě podrobně komentována ve skryté poznámce, která většinou přesně specifikuje jejich zdroj.

Pracovní list byl členěn ve strukturu zdrojů SNAP94, která odpovídá CORINARu a byl agregován tak, aby bylo možno provést konverzi z těchto údajů (automatizovaným propojením na příslušné další listy) do struktury IPCC (viz tabulková příloha).

Poněkud odlišně byly vyhodnoceny emise oxidu uhličitého a oxidu dusného, které nebyly dosud v připravované emisní databázi CORINAIR uvažovány. Zde bylo použito, podobně jako u Sektoru I, originálních pracovních listů ve smyslu revidované metodiky metodiky IPCC. Pokud jde o emise CO₂, je nebezpečí dvojího započítávání emisí oxidu uhličitého souvisejících se spalováním (stejně jako zplyňováním) fosilních paliv v některých technologických zařízeních (zejména použití koksu ve vysokých pecích, hašení koksu v koksárenských bateriích, zplyňování mazutu následované konverzní reakcí při výrobě vodíku pro výrobu čpavku). S ohledem na kompatibilitu s referenční metodou výpočtu celkové emise CO₂ ze spalování, která je jako celek zařazena do Sektoru 1 (*Reference Approach*), byly i emise z uvedených technologií kompletně zařazeny do Sektoru 1 (první

úroveň - *Sectorial Approach*). V sektorových tabulkách ze Sektoru 2 jsou nicméně uvedeny emise CO₂ kurzívou, avšak nejsou zahrnuty do celkového součtu.

4.1 Výroba minerálních produktů

Podkategorie zahrnuje řadu výrob, z nichž nejdůležitější je *výroba cementu*. Tato kategorie byla podrobně konzultována se Svazem výrobců cementu a vápna Čech, Moravy a Slezska. Z dat dodaných za rok 1996 a 1997 byly stanoveny agregované emisní faktory pro celou výrobu cementu v ČR. Podobným způsobem byly stanoveny EF pro výrobu vápna. V obou případech byly stanovené EF konfrontovány z údaji REZZO 1 za rok 1997 a bylo možno konstatovat dobrou shodu obou postupů. Aktivitní údaje byly převzaty z předběžných údajů ČSÚ pro rok 1998.

Výroba cementu je jedním s tradičně uvažovaných antropogenních zdrojů oxidu uhličitého, jehož význam je však nesrovnatelně nižší ve srovnání se spalováním fosilních paliv. Emise oxidu uhličitého lze podle metodiky IPCC v principu počítat z produkce slínku nebo cementu. V této inventarizaci bylo použito druhého způsobu, protože v ČR je standardně dostupným statistickým údajem produkce cementu. Dalším, „zdánlivým“, zdrojem emisí CO₂, je výroba vápna kalcinací vápence. Tato emise je však vzápětí kompenzována jeho propadem při tvrdnutí malty. Naproti tomu cement tvrdne jiným mechanismem.

Z hlediska chemismu je příbuzným zdrojem emisí CO₂, byť nepříliš podstatným, odsiřování spalin při spalování uhlí za použití vápence. Přitom platí, že jeden mol zachyceného SO₂ uvolní jeden mol CO₂ bez ohledu na použitou technologii (mokrý či suchý odsiřování) a stechiometrický přebytek. Tento zdroj je však vykazován v kategorii (sektoru)1B

Nová struktura provozní evidence velkých zdrojů znečišťování ovzduší, upravená vyhl. č.117/97 přinesla v řadě případů pozitivní efekt pro převod dat z REZZO do inventarizací CORINAIR a IPCC. To platí například pro *výrobu obalovaných směsí*, kde bylo možno poměrně přesně vyčíslit celkovou výrobu v ČR za rok 1997 (tento údaj není pořizován ČSÚ). Z toho důvodu je pro rok 1997 uvedena zhruba 2x vyšší výroba než v roce 1996. U *výroby skla* se rovněž vyskytuje poněkud vyšší aktivitní údaj než v roce 1996. Je to z toho důvodu, že v předchozích inventarizacích byly sčítány pouze ty objemy produkce, které byly vyjadřovány v hmotnostních jednotkách. Výrobci však velice často používají jiná vyjádření (vedle hmotnostních jednotek se často vyskytuje vyjádření produkce v m² plochého skla). Konzultací se specialistou v oboru výroby skla [9] byl stanoven průměrný přepočítávací koeficient 7,5 kg/m², který umožnil sjednotit různě vyjadřované produkce. Celková produkce skla a sklářských výrobků, stanovená z REZZO 1 pro rok 1997, byla rovněž konfrontována s údaji ČSÚ a bylo možno konstatovat poměrně dobrou shodu. Emisní faktory byly stanoveny z REZZO 1.

Zastavme se u různého vyjadřování produkce, které je velice časté a znesnadňuje nebo úplně znemožňuje použití standardních hodnot emisních faktorů, nebo alespoň jejich porovnání s tuzemskými emisními faktory. Při harmonizaci tuzemských směrnic a nástrojů pro sběr emisních dat s podobnými směrnicemi a standardy Evropské unie bude nezbytné sjednotit i způsoby vyjadřování aktivitních údajů. To znamená, že by se v budoucnu mělo usilovat o to, aby údaje poskytované provozovateli zdrojů znečišťování ovzduší byly v maximální možné míře uváděny v hmotnostních jednotkách. Současně by se mělo usilovat o to, aby i ČSÚ vytvořil podmínky pro sledování statistických údajů v takové struktuře, která by umožnila jejich konverzi do struktury evropského standardu (SNAP).

To platí i v případě dalších kategorií jako je *výroba tašek a cihel*. Zde je výroba v oficiálních údajích ČSÚ uváděna v tzv. cihelných jednotkách. Pro účely této inventarizace byly tyto jednotky přepočteny koeficientem 6 kg/c.j. Podobně musely být stanoveny i přepočtové koeficienty pro *výrobu keramických materiálů*, kde byly použity hodnoty 9 kg/m² pro obkladačky a 20 kg/m² pro dlažby. Celkové emise a odpovídající emisní faktory byly stanoveny z REZZO 1 – 97. Objem *produkce porobetonu* byl ponechán na úrovni roku 1996, což byl údaj verifikovaný Ing. Drotnerovou z Výzkumného ústavu stavebních hmot. Emisní faktory byly stanoveny nově z REZZO 1997. Nově je to této skupiny zdrojů zařazena *výroba azbestu*, která se vyznačuje značnými emisemi NMVOC. Použitý emisní faktor je poměrně spolehlivý, neboť je vypočten z bilančních ztrát použitých rozpouštědel.

4.2 Chemický průmysl

Jedná se o podkategorii, která zahrnuje několik desítek výrob začleněných do nejrůznějších petrochemických a chemických závodů. Kategorizace SNAP pro CORINAIR je pro tento sektor detailnější než kategorizace IPCC, která zdůrazňuje zejména *výrobu kyseliny dusičné a adipové*.

Výroba kyseliny dusičné je středně významným zdrojem emisí oxidu dusného (3,6 Gg). Hodnota emisního faktoru je podle metodických směrnic závislá na typu technologie. Výběr vhodného emisního faktoru (7,6 kg/t) byl konzultován s Ústavem anorganické technologie VŠCHT [5, 8]. *Kyselina adipová*, která je v celosvětovém měřítku považována za významný zdroj emisí N₂O se v ČR již delší dobu nevyrábí. Další možné úniky N₂O z nitračních procesů chemické technologie by podle studie [8] neměly být příliš významné.

Vzhledem k tomu, že v REZZO 97 jsou uvedeny kategorie *výrob kyseliny sírové, hnojiv a TiO₂* byly pro tyto výroby stanoveny objemy produkce a nové emisní faktory. Tam, kde to bylo možné byly tyto hodnoty konfrontovány i s údaji ČSÚ (kyselina sírová, hnojiva) a byla konstatována dobrá shoda. Pro kategorie výrob v oblasti *organické chemie*, které nejsou v IPCC samostatně sledovány, byl použit nový přístup. Vzhledem k tomu, že se jedná o velký počet údajů, které není nutno oproti inventarizaci CORINAIR detailně zpracovávat, byly z databáze REZZO 97 vybrány veškeré emise, které se týkají procesů v organické chemii (vyloučeny byly ovšem emise z ropných rafinérií, které se sledují v jiné skupině a ty byly sumarizovány na jednom řádku).

4.3 Hutnictví a výroba železa

Tato podkategorie je velice významným zdrojem emisí a je přísně sledována i z pohledu naší legislativy. Z tohoto důvodu bylo možno převzít údaje o emisích základních znečišťujících látek z národní databáze. Aktivitní údaje jsou v tomto případě omezeně dostupné ze statistických dat ČSÚ, s případnou kontrolou s daty REZZO1. Emisní faktory jsou v tomto případě odvozeny z aktivitních údajů a příslušných emisí stanovených z národní emisní databáze REZZO/EB, u NMVOC byly převzaty emisní faktory z předchozích prací [3] a u CH₄ z manuálu pro CORINAIR [4]. Hutnické výroby jsou významným zdrojem emisí CO (aglomerace, výroba oceli). Do uvedené podkategorie patří i výroba koksu, která je středně významným zdrojem emisí metanu a NMVOC. Emise z *aglomerace rud, výroby surového železa, oceli a koksu* byly vypočteny samostatně pomocí emisních faktorů. Pro ostatní kategorie výrob a zpracování kovů jako jsou *slévárny železných i neželezných kovů, válcovny,*

výroba ferroslitin a další speciální hutní výroby byly stanoveny obdobným způsobem jako u procesů organické chemie pouze celkové emise jednotlivých znečišťujících látek.

4.4 Ostatní produkce

V ČR jsou tři výrobci papíru a buničiny s celkovou produkcí v roce 1997: 214 862 t. V národní emisní databázi jsou tyto procesy podrobně uvedeny a lze konstatovat, že uvedené emise lze považovat za hodnověrné, neboť jsou stanoveny na základě skutečně provedených měření. Proto i v tomto případě nebylo využito emisních faktorů, ale sumy dat o celkových emisích uvedených jednotlivými provozovateli těchto zdrojů. Stejným způsobem byly stanoveny celkové emise znečišťujících látek při výrobě dřevotřískových desek a obdobných materiálů. Kategorie je doplněna i orientačním údajem ČSÚ o celkové produkci, která je ovšem i v tomto případě uváděna v jiných než hmotnostních jednotkách – v m² a v m³. Tyto údaje byly přepočteny pomocí měrné hmotnosti těchto materiálů, která je cca 1000 kg/m³ a koeficientu 20 m²/m³.

Výroba pečiva, vína, piva a lihovin byla stanovena z letošních předběžných údajů ČSÚ pro rok 1997. Emisní faktory byly převzaty z manuálu *EMEP/CORINAIR Guidebook* [4] po konfrontaci s prací Doc. Hajšlové [6]. Procesy zařazené v této kategorii jsou vesměs uvažovány jako středně významné zdroje NMVOC. Výsledky výpočtů jsou přehledně uspořádány v tabulkové příloze.

4.5 Změny provedené od poslední inventarizace

4.5.1 Emise prekurzorů (NO_x, CO, NMVOC a SO₂) z výroby železa a oceli

V rámci současně probíhajících projektů MŽP byly detailně zpracovány procesy pro výrobu a zpracování kovů v ČR. Probíhající paralelní řešení umožnilo rozšířit i informace o emisích skleníkových plynů v této kategorii zdrojů [10, 11].

Tabulka 4.1 Produkce rozhodujících výrobků v oblasti hutnictví železa a oceli.

rok	[tis. t/rok]						
	koks celkem	z toho metalurgický	aglomerát	surové železo	ocel celkem	z toho	
						EOP	KKO
1992	.	3 787	6 793	5 086	5 906	337	5 569
1993	.	3 560	5 945	4 652	5 506	325	5 181
1994	5 173	3 422	6 492	5 268	6 312	366	5 946
1995	4 963	3 168	6 488	5 274	6 351	384	5 967
1996	4 854	3 087	6 455	4 898	6 123	350	5 773
1997	4 289	2 916	6 371	5 195	6 371	361	6 010
1998	4 009	2 671	6 327	4 982	6 153	342	5 811

EOP – elektrické obloukové pece, KKO – kyslíkové konvertory

Vývoj hutních provozů v ČR od roku 1990 do roku 1998

Vývoj od roku 1990 do roku 1998 v oblasti hutnictví v ČR byl charakterizován poklesem finální výroby (oceli) o cca 36 %. V tomto období byla zrušena celá řada zastaralých hutních

provozů podílejících se významně na znečišťování životního prostředí, zejména ovzduší:

typ provozu	zastavena výroba
aglomerace	4 aglomerační pásy
koksárenské baterie	10 baterií
Siemens-Martinské pece	32 pecí
elektrické obloukové pece	10 pecí
vysoké pece	5 pecí

Z provozů podílejících se nejvýznamněji na znečišťování ovzduší jsou v roce 1999 provozovány:

typ provozu	místo	počet	počet celkem
aglomerační pásy	Třinec	4	9
	Ostrava	5	
koksárenské baterie	Ostrava	3	5
	Třinec	2	
vysoké pece	Ostrava	4	6
	Třinec	2	
tandemové pece	Ostrava	4	4
pánvové pece	Ostrava	2	2
Siemens-Martinské pece	Plzeň	2	3
	Hrádek	1	
elektrické obloukové pece	Vítkovice	3	20
	Mníšek p.B.	2	
	Plzeň	4	
	Hrádek	1	
	Kladno	5	
	Třinec	3	
	České Budějovice	1	
	Brno	1	
konvertory	Třinec	2	4
	Vítkovice	2	

Zavedením postupů kontinuálního odlévání oceli (zařízení pro plynulé odlévání oceli – zkratka ZPO) v Třinci a NH Ostrava došlo ke změně struktury používaného šrotu ve výrobním procesu. Zmenšil se podíl tzv. těžkého šrotu tvořeného čistým železem (odpad ze zpracování odlitků) na úkor podílu tzv. lehkého šrotu dodávaného prostřednictvím Kovošrotu (šrot s velkým podílem cizorodých látek). Tato změna negativním způsobem ovlivnila znečišťování životního prostředí, zejména těžkými kovy a organickými látkami.

Pokud jde o výrobu koksu, lze konstatovat, že koksovna ČSA byla v roce 1997 odstavena. Vítkovická koksovna byla odstavena v roce 1998.

Odstavení nejproblémovějších koksárenských provozů a postupná modernizace stávajících povede k významnému snížení emisí.

Vývoj emisí z provozů výroby železa a oceli v letech 1990 až 1998

Pokles výroby železa a oceli v uvedeném období měl za následek i podstatné snížení emisí znečišťujících látek do ovzduší. K dalšímu podstatnému snížení emisí došlo instalací nových technologií čištění odpadních plynů vypouštěných do ovzduší a realizací dalších ekologických opatření, zejména v provozech aglomerací a koksoven. Pokles emisí v uvedeném období:

látko	pokles emisí v období 90 - 98
SO ₂	57 %
NO _x	67 %

Vývoj slévárenských provozů v uplynulých letech

V současné době je evidováno na 150 hutních a slévárenských podniků a provozů s celkovou produkcí 406 tis. t litiny a dalších cca 100 tis. t oceli. Celková bilance produkce jednotlivých druhů slitin železných a neželezných kovů přesahuje rámec této zprávy a je prováděna v projektu MŽP VaV 520/7/99, který bude uzavřen v prosinci 1999.

V průběhu roku 1998-9 byly v řadě sléváren ČR realizovány ekologické rekonstrukce odprašování tavíren (kuploven a elektrických indukčních pecí) s hlavním zaměřením na snižování emisí tuhých znečišťujících látek a v některých případech i pro omezení emisí CO. Tato opatření, která spočívají v instalaci dopalovacích jednotek, představují z hlediska skleníkových plynů spíše krok nesprávným směrem. V praxi některých Oblastních inspektorátů ČIŽP se skutečně stává, že slévárny jsou tlačeny k omezování emisí CO, který je v redukčních procesech nevyhnutelný. Jedinou možností je pak vybudování drahého koncového zařízení na dopalování CO, což do procesu vnáší další fosilní palivo (většinou ZP) a což znamená další vyvolané emise skleníkových plynů. Z tohoto hlediska lze jen doporučit změnu této praxe. Pro snižování emisí CO je jedinou možností optimalizace vedení procesu tavení v kuplovnách.

Na závěr je provedena rekapitulace celkových emisí v období od roku 1992 do roku 1998 v této kategorii zdrojů a zjištěné aktuální emisní faktory pro sledované skleníkové plyny [12].

Tabulka 4.2 Vývoj emisí v oblasti hutnictví železa a oceli.

rok	emise [t/rok]			
	SO ₂	NO _x	CO	C _x H _y
1992	9 985	11 284	283 467	3 616
1993	9 857	10 078	208 899	3 194
1994	8 428	7 445	213 502	2 727
1995	10 089	6 260	239 540	1 959
1996	9 387	6 075	208 340	1 536
1997	9 091	4 707	205 470	1 289
1998	7 251	3 782	170 477	688

Tabulka 4.3 Aktuální emisní faktory pro rok 1998

Výroba	emisní faktory [g/t]			
	SO ₂	NO _x	CO	C _x H _y
- koksu	265	354	1 740	232
- aglomerátu	920	330	14 477	10,7
- surového železa	121	50	4 165	0,8
- oceli	20	81	8 692	

Aktivitní údaje pro rok 1998 byly převzaty z údajů ČSÚ pro výrobu minerálních produktů [13], pro výrobu skla a keramických materiálů z výroční zprávy Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR [14]. Ostatní údaje byly stanoveny podle databáze REZZO 1 za rok 1998.

4.5.2 Emise CO₂ a N₂O

V tomto sektoru jsou uvažovány pouze ty emise CO₂, které nepocházejí ze spalování fosilních paliv. U emisí z výroby cementu, byl uvažován stejný emisní faktor jako v minulém roce, takže ani emise z výroby cementu se prakticky nezměnila a činí v roce 1998 2 430 Gg. Nově byly v roce zařazeny emise z výroby skla, neboť na „Good practice“, IPCC mítinku ve Washingtonu (únor 1999) bylo na tento nepříliš významný zdroj upozorněno. Emise CO₂ pocházejí z rozkladu alkalických uhličitánů přidávaných ke sklářskému písku. Hodnota emisního faktoru 0,14 t CO₂/ t skla byla převzata z předběžné verze nového vydání „Atmospheric Emission Inventory Guidebook“, . Nicméně odpovídající emise CO₂ z výroby skla není příliš významná, 232 Gg CO₂.

Emise oxidu dusného v tomto sektoru pocházejí zejména z výroby kyseliny dusičné. Oxid dusný je generován jako vedlejší produkt při katalytickém procesu oxidace amoniaku. Jak vyplývá z nejnovější studie Markvarta M. a Bernauera B. [15], záleží přitom na použité technologii: vyšší hodnoty emisního faktoru bývají uváděny pro proces uskutečňovaný za normálního tlaku, zatímco nižší hodnoty bývají uváděny pro středotlakový proces. U nás jsou realizovány oba typy, tj. při tlacích 0,1 MPa a 0,4 MPa. Množství oxidu dusného ve výstupním plynu je dále ovlivňováno typem procesu odstraňování oxidů dusíku NO_x (tj. NO a NO₂). U nás se používá převážně proces selektivní katalytické redukce (SCR), který množství generovaného N₂O mírně zvyšuje, a z části též i neselektivní katalytické redukce (NSCR), který naopak do jisté míry odstraňuje též N₂O. Konečná hodnota agregovaného emisního faktoru je pro rok 1998 6,74 kg N₂O / t HNO₃ (uvažována 100% ní HNO₃) [15]. Množství vyrobené kyseliny dusičné v ČR od posledního roku mírně stoupl, z hodnoty 483 na 532 kt.

Ve studii [15] je od letošního roku též nově uvedena hodnota emise N₂O z výroby kaprolaktamu: 0,3 kt N₂O za rok. Ve srovnání s ostatními zdroji není tento příspěvek příliš výrazný.

Literatura

1. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997
2. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1995

3. Fott P., Bláha J., Pecka K., Pretel J.: *Inventarizace skleníkových plynů v letech 1994 a Zpráva ČHMÚ*, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/96, Praha 1996
4. EMEP/CORINAIR *Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, EMEP 1996
5. Michálek J., Bernauer B.: *Emisní faktory oxidu dusného z průmyslových procesů a z dopravy*, Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1996
6. Hajšlová L.: *Přehled emisí v potravinářském průmyslu*, VŠCHT Praha listopad 1995
7. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1966*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/97, Praha 1997
8. Markvart M., Bernauer B.: *Emise oxidu dusného z průmyslových procesů*, Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1998
9. Beránek, P.: ústní sdělení, VÚSU, a.s. Teplice
10. Energetické hospodářství ČR 1994 – 1998 v číslech, KONEKO, Praha říjen 1999
11. Hutnictví železa, a.s. Praha srpen 1999
12. Dílčí výsledky z projektu MŽP VaV 520/7/99, který bude uzavřen v prosinci 1999.
13. ČSÚ: *Energetická náročnost výroby vybraných výrobků 1992 – 1998*, Praha září 1999
14. Sklář a keramik, roč. 48, č. 11
15. Markvart M., Bernauer B.: *Emise oxidu dusného ze spalovacích procesů a chemických technologií*. Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1999

5. Emise z použití rozpouštědel (Sektor 3)

Při zpracovávání emisí z tohoto sektoru doporučuje metodika IPCC [1] využívat metodiky CORINAIR [2]. Při konverzi dat ze struktury CORINAIR (tj. SNAP94) do členění IPCC je možno vyjít z manuálu pro CORINAIR [3], který uvádí pro odpovídající aktivity následující převody.

Tabulka 5.1 Převod z kategorie zdrojů SNAP94 do kategorie zdrojů IPCC

06	SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE		
06 01	Paint application Items 06.01.01 to 06.01.09	3A	Solvent and other product use - Paint application
06 02	Degreasing, dry cleaning and electronic Items 06.02.01 to 06.02.04	3B	Solvent and other product use - Degreasing and dry cleaning
06 03	Chemical products manufacturing or processing Items 06.03.01 to 06.03.14	3C	Solvent and other product use - Chemical products
06 04	Other use of solvents and related activities Items 06.04.01 to 06.04.12	3D	Solvent and other product use - Other
06 05	Use of N ₂ O Items 06.06.01 to 06.06.02	3D	Solvent and other product use - Other

Tabulka 5.2 Inventarizace NMVOC z použití rozpouštědel ve formátu CORINAIR (1997 a 1998)

SNAP	N_VYROBKU	produkce		jednotky	emise 97	emise 98
		1 998	EF-98		[t]	[t]
060000	Užití rozpouštědel a ostatních produktů				112 911	109 798
060100	Aplikace nátěrových hmot	5	5		44 163	41 790
060101	výroba automobilů	26 375	66 969	tis. m ²	1 834	2 758
060102	opravy automobilů - suma emisí	5 000	1 000 000	t NH	5 000	5 000
060103	konstrukce a stavby -suma emisí	41 187	200 921	t NH	8 753	8 275
060104	použití v domácnostech	30 000	269 895	t NH	8 800	8 097
060105	navalování	5 000 000	2	m ²	10	10
060107	dřevo - suma emisí	8 875	550 383	t NH	5 118	4 885
060108	ostatní průmyslové aplikace -suma emisí	11 729	543 515	t NH	6 566	6 375
060109	ostatní neprůmyslové aplikace	7 670	833 176	t NH	8 082	6 390
060200	Odmašťování, chem. čištění, elektronika				37 585	36 647
060201	odmašťování kovů - suma emisí	47 812	630 004	t	30 970	30 122
060202	chemické čištění	2 947	600 000	t	1 700	1 768
060203	výroba elektronických součástek	285	73 319	t	19	21
060204	ostatní průmyslové čištění	7 685	616 338	t	4 896	4 737
060300	Výroba a zpracování chem. produktů				6 348	6 330
060400	Ostat. užití rozpouštědel a příb. aktivity				24 814	25 030

Pro účely inventarizace emisí NMVOC v tomto sektoru pro rok 1997 a 1998 bylo možno vyjít z prací, které byly v roce 1997 provedeny v projektu MŽP VaV 520/3/97 „Zřízení a

provádění Národního programu snižování emisí těkavých organických látek NMVOC,, [5]. Při řešení projektu byla hlavní pozornost věnována právě sektoru použití rozpouštědel. Jedním z výsledků prací bylo provedení detailní inventarizace ve struktuře CORINAIR 060000 až do třetí úrovně. V průběhu řešení projektu byly aktivní údaje pro všechny sledované kategorie zdrojů získány z řady podkladů. Především byly využity veškeré dostupné informace z dat o výrobě vybraných výrobků v průmyslu České republiky, která uveřejňuje ČSÚ. Dále byly získány údaje o dovozech nátěrových hmot a tiskařských barev. Pro účely podrobnějšího členění bylo provedeno šetření u výrobců i velkých spotřebitelů nátěrových hmot i dalších látek s obsahem uhlovodíků.

V některých případech se nepodařilo zajistit všechny potřebné aktivní údaje za zpracovávaný rok 1998. V těchto případech byly tyto údaje stanoveny na základě extrapolace údajů za léta 1994-1997, kdy byla prováděna velmi důkladná emisní studie (viz [5]). V následující tabulce jsou uvedeny výsledky inventarizace ve formátu CORINAIR (tj. podle kategorizace zdrojů SNAP) přičemž významnější kategorie „Aplikace nátěrových hmot,, a „Odmašťování a chemické čištění,, jsou pro lepší názornost prezentovány na detailnější úrovni. Postup při inventarizaci emisí v jednotlivých podkategoriích je podrobněji rozveden v dalším textu.

5.1 Použití nátěrových hmot

V posledním období dochází k určitému odklonu od používání nátěrových hmot s vysokým obsahem organických rozpouštědel. Stále větší uplatnění nacházejí epoxidové, práškové a vodou ředitelné nátěrové hmoty. Přestože lze sledovat zbrzdění poklesu spotřeby nátěrových hmot oproti první polovině 90. let, je to spíše zavádění jiných systémů, které v této oblasti vedou ke snížení celkových emisí NMVOC.

Lze tedy očekávat, že v následujících letech bude tato emise i nadále postupně klesat, i když nelze očekávat, že syntetické nátěrové hmoty budou zcela vytlačeny. V některých případech má použití vodou ředitelných a dalších nátěrových systémů s nízkým obsahem uhlovodíkových rozpouštědel svá omezení a nebo si konečný odběratel přímo vyžaduje použití syntetických nátěrových hmot.

5.1.1 Výroba automobilů

V této podkategorii byly sledována výroba osobních automobilů, nákladních automobilů a autobusů.

Monopolním výrobcem *osobních automobilů* je ŠKODA Mladá Boleslav s roční produkcí na úrovni cca 275 000 ks. Ve starších lakovnách (Vrchlabí a Kvasiny) se provádí cca 20 % povrchových úprav a zbytek v moderní lakovně v závodě v Ml. Boleslavi. Starší lakovny vykazují emisní faktor cca 85 g/m² lakované plochy a nová automatizovaná linka dosahuje emisního faktoru 48 g/m². S ohledem na platný emisní limit, který je podle vyhl.č.117/97 60 g/m² lakované plochy je možné očekávat od příštího roku odstavení starších lakoven, nebo takové technologické úpravy, které umožní dodržení emisního limitu. Znamená to, že v následujících letech lze očekávat další snižování emisí těkavých organických látek v tomto oboru.

Výrobu *nákladních automobilů* zajišťují v ČR tři hlavní výrobci: DAEWOO AVIA Praha, TATRA Kopřivnice a ŠKODA – LIAZ Mnichovo Hradiště. Dalších cca 15 výrobců většinou provádí dodatečné úpravy a zajišťuje výrobu nástaveb na výrobky hlavních dodavatelů.

Hlavní možností jak omezovat emise v tomto oboru je zvýšení podílu vodou ředitelných nátěrových hmot, jejichž podíl je v současné době doposud poměrně nízký (cca 8 %). Nanášecí procesy jsou zatím na relativně nízkém stupni automatizace a vybavení sekundárními opatřeními na záchyt emisí je na nízké úrovni. To vše nasvědčuje tomu, že i zde lze očekávat další postupné snižování emisí.

Ve výrobě autobusů dominuje KAROSA Vysoké Mýto. I přes skutečnost, že podnik nepoužívá vodou ředitelné nátěrové hmoty, jsou nanášecí techniky vybaveny elektrostatikou a tím ve srovnání s produkcí nákladních automobilů dochází k výrazně nižším měrným emisím. Sekundární opatření nejsou zavedena.

5.1.2 Opravy automobilů

Opravy automobilů se provádějí většinou v autoservisech, ale i v zámečnických dílnách. Většina autoservisů, kde se provádějí karosářské opravy, není vybavena stříkacími kabinami. Pouze větší renomované autoservisy jsou vybaveny odpovídajícím technologickým zařízením pro nástřik nátěrových hmot s příslušným zařízením pro záchyt unikajících rozpouštědel. I tato zařízení však bývají často ve špatném technickém stavu a účinnost záchyt je poměrně malá. Pro ředění nátěrových hmot se používá nadměrné množství ředidel, což výrazně zvyšuje celkové emise. Čištění dílů pro nástřik nátěrových hmot se provádí většinou přímo v atmosféře dílny technickým benzinem nebo dalšími komerčně dostupnými ředidly bez jakýchkoliv opatření. Vzhledem k tomu, že neexistuje žádná statistická evidence, byl v této podkategorii proveden odhad celkové spotřeby ředidel, který je nutno současně považovat za celkovou emisi NMVOC.

5.1.3 Navalování povlaků

Povrchová úprava „*coil coating*“, je progresivní technologie, která se velmi intenzivně rozvíjí. Její hlavní předností je vysoká produktivita práce, kvalitní povrchová úprava a možnost dokonalé mechanizace a automatizace procesu. Navalování povlaků respektuje trend, který směřuje k používání barev s vyšším obsahem sušiny, přičemž emise na výstupu ze zařízení jsou likvidovány termickým spalováním. Vyrobené teplo z dopalovacích zařízení se zpětně využívá v technologii.

5.1.4 Konstrukce a stavby, použití nátěrových hmot v domácnostech, průmyslové a neprůmyslové aplikace

Nanášení nátěrových hmot se provádí ve značné míře ve venkovní atmosféře, nebo v atmosféře interiérů budov a technologických objektů a nelze zde uplatnit žádná sekundární opatření. Za hlavním primární opatření je nutné považovat přechod na nátěrové hmoty s nízkým obsahem těkavých složek.

Roční výroba nátěrových hmot se v současné době pohybuje na úrovni 65 000 t. Podíl vodou ředitelných barev je cca 35 000 t, přičemž se dováží dalších 15 000 t těchto NH. S ohledem na to, že vývoz není významný, lze považovat součet tuzemské produkce a dovozu (cca 50 000 t) za tuzemskou spotřebu. Z celkové spotřeby nátěrových hmot se odhaduje, že 80 % je použito na úpravu a údržbu budov a domácností, 10 % pro povrchovou úpravu dřeva a zbývajících 10 % pro nátěry konstrukcí a další aplikace, kde se využívají především nátěrové hmoty s vysokým obsahem rozpouštědel (40–60 %). V celé této oblasti nastává určitý trvalý růst spotřeby vodou ředitelných nátěrových hmot a barev s vysokým podílem sušiny (práškové nátěrové hmoty). Vzhledem k širokému sortimentu pojivové báze používané pro výrobu

těchto typů nátěrových hmot, nelze přesně stanovit podíl těkavých složek. Odhadem je možno je však určit na 3%, což činí zhruba 1 500 t ročně. Spotřebu nátěrových hmot s vysokým obsahem rozpouštědel pro údržbu budov a v domácnostech lze odhadnout na 10 000 t. Vzhledem k tomu, že k této spotřebě je nutno připočítat i dodatečnou spotřebu rozpouštědel pro čištění nanášecích prvků a zařízení, je možno celkovou emisi NMVOC odhadnout na úrovni 7 000 t ročně.

5.2 Odmašťování a suché čištění

Sektor zahrnuje veškeré odmašťovací procesy při povrchových úpravách, dále chemické čištění textilií, odmašťovací a čistící procesy při výrobě elektroniky a procesy dalšího čištění v průmyslu, jako je mezioperační odmašťování a čištění.

5.2.1 Odmašťování kovů

Odmašťování kovů, zejména před následnou povrchovou úpravou, je technologicky řešeno většinou s ohledem na kapacitu výroby. Podniky s vyšší výrobní produkcí řeší odmašťování dnes již převážně s použitím technologií s vodou ředitelnými odmašťovacími systémy. Z hlediska ochrany životního prostředí však v těchto případech dochází k přesunu problémů z oblasti ochrany ovzduší do oblasti úpravy odpadních vod. Menší a malá výrobní produkce je odmašťována ve většině případů různými typy rozpouštědel, která jsou aplikována převážně ručně (pomocí štětců a hadrů), výjimečně postřikem nebo ponorem. U ručních aplikací dochází většinou k totálnímu odparu použitých rozpouštědel.

Z provedené inventarizace je patrné, že v této oblasti použití přípravků s vysokým podílem NMVOC je doposud značný potenciál pro další snižování emisí. Hlavním opatřením je přechod na nové ekologické odmašťovací přípravky. Tyto prostředky jsou rozpouštědla s vyšším bodem varu, takže při jejich aplikaci dochází k výraznému snížení měrných emisí. Podstatnou výhodou je dobrá kvalita odmaštění a organizovaný odběr použitých přípravků. Nevýhodou je však jejich vysoká cena. V některých speciálních případech však nelze původní rozpouštědla, především chlorovaná vytěsnit vůbec. Jako příklad lze uvést dokonalé odmašťování kyslíkových kompresorů, kde je nezbytné z hlediska budoucího bezpečného provozu i nadále používat trichlorethylen, který je jinak dnes již naprosto nepřijatelný.

Suché čištění oděvů a textilií se provádí na technologiích, která musí splňovat kritéria ochrany ovzduší. Po roce 1990 jsou přísně sledovány dovozy zařízení pro suché čištění. Preferovány jsou ty, které provádějí recyklaci použitých čistících prostředků, což vedlo k jejich výraznému poklesu a tím i k poklesu celkové emise, která je odhadnuta na 1 700 t. V této oblasti nelze očekávat další podstatné snížení emisí NMVOC.

5.3 Výroba a zpracování chemických produktů

Sektor zahrnuje především zpracování produktů chemického průmyslu, výrobu lepidel, tiskařských a nátěrových hmot, konečnou úpravu textilií a další průmyslové činnosti. Je nutno konstatovat, že z hlediska emisí NMVOC se jedná o minoritní podkategorii v daném členění. Je to dáno především tím, že v tomto případě jde o technologie, které lze buď poměrně dobře ošetřit na výstupu do atmosféry, nebo je obsah organických látek ve zpracovávané surovině nízký. Z tohoto důvodu ani celkové emise nejsou vysoké. Významnější podíl na těchto

emisích je ze *zpracování pryže, farmaceutických výrob, výroby lepidel a konečné úpravy textilií.*

Hlavními *zpracovateli pryže* jsou v ČR gumárny v Otrokovicích (BARUM) a v Praze (MITAS), dále pak závody v Náchodě, Zubří a další závody, vyrábějící hlavně technickou pryž. Organická rozpouštědla se při těchto výroбах používají zejména pro úpravu vsázky před vlastním technologickým procesem, ze kterého pak unikají. Emise NMVOC nejsou z pohledu celkové bilance příliš vysoké, mají však značný lokální význam a proto se v současné době zavádějí technická opatření pro jejich omezení. Při výrobě *farmaceutických výrobků a prostředků* se uplatňuje celá škála fyzikálně chemických procesů. Z tohoto pohledu se jedná o nejrozmanitější oblast výrob a to jak co do typů produktů tak i z hlediska výrobních technologií. Charakteristickým prvkem je i vysoká měrná spotřeba pracovních médií ve vztahu ke konečným produktům. Z toho důvodu je zde uplatňována široká škála jak primárních tak sekundárních opatření. Většina hlavních výrobců již tato opatření aplikovala, takže nelze v následujícím období očekávat podstatné omezení těchto emisí.

Rozhodujícím producentem emisí NMVOC je v tomto sektoru *výroba lepidel*. Výrobu lepidel provozuje v ČR odhadem cca 30 výrobců, z nichž bylo při loňském šetření kontaktováno 15 největších. U šesti z nich byla zjištěna primární opatření – přechod na vodou rozpustná lepidla s nízkým obsahem těkavých organických složek (do 5%). Ve čtyřech případech byla zavedena sekundární opatření pro omezení emisí NMVOC – vymrazování, katalytické spalování, regenerativní kondenzace a adsorpce na aktivním uhlí. Podkategorie již neskýtá velký potenciál pro další omezování emisí. Druhou nevýznamnější podkategorii je zde *konečná úprava textilií*. V tomto případě je to způsobeno především obrovským rozsahem produkce, ve které dochází ročně k nejrůznějším úpravám cca 0,5 miliardy m² textilu. Odhadnutá sumární emise pak překračuje 1 kt ročních emisí NMVOC i při velmi nízkém emisním faktoru, který je pro toto průmyslové odvětví odhadnut na 3 g/m².

5.4 Ostatní užití rozpouštědel a příbuzné aktivity

Struktura této podkategorie je patrná z předchozích tabulek. Je patrné, že za nejvýznamnější je v tomto sektoru nutno považovat především *použití rozpouštědel v domácnostech a aplikace lepidel a adheziv*. Vysoký údaj o emisích z použití rozpouštědel v domácnostech vychází z bilance obsahu těkavých složek v nejrůznějších kosmetických a čistících prostředcích. Překvapivě vysoká hodnota celkové emise je podložena bilanční úvahou, která vychází z odhadu cca 4 kg emitovaných uhlovodíků na jednu domácnost. Podstatnější omezení emisí NMVOC v tomto sektoru bude záviset především na tom, zda bude možno nahradit současné prostředky a lepidla používaná v domácnostech i v průmyslu jinými s nižším obsahem těkavých látek.

V této kategorii je vykazována rovněž spotřeba oxidu dusného v medicíně a k potravinářským účelům. Podle studie Ústavu anorganické technologie VŠCHT [4] činí tato spotřeba přibližně 0,6 kt

5.5 Souhrn výsledků

Lze konstatovat, že předložená emisní inventura vychází z verifikovaných dat pro tři po sobě jdoucí roky. Výpočet trendových závislostí je v tomto případě oprávněným postupem, neboť každoroční detailní analýza tohoto sektoru by byla neúměrně nákladná zvláště v takových

oborech, kde se nedají očekávat významné skokové změny. Využití národních databází pro sledování emisí je v tomto případě značně omezené pro rozmanitost sledovaného sektoru.

Dle sdělení pracovníků SVUOM, a.s. Praha vyplývá, že celkově je možné hodnotit uvedenou bilanci emisí poměrně vysoko, neboť zhruba 80% dat bylo verifikováno na základě publikovaných údajů, dat získaných z neveřejných informačních bází, na základě konzultací s výrobcí a spotřebiteli a vlastních znalostí procesů aplikace nátěrových hmot a dalších látek s vysokým obsahem rozpouštědel. Zbylých 20% hodnot bylo získáno odbornými odhady. Z tohoto důvodu lze předloženou inventuru hodnotit v rámci druhé a třetí úrovně zpracování bilance.

5.6 Změny provedené od poslední inventarizace

V posledním období lze sledovat pozvolný pokles emisí VOC. Rozhodující období pro správné vyhodnocení tohoto poklesu bude rok 1999, ve kterém se již projeví aplikace emisních limitů platných v plném rozsahu od 1. 1. 1999 a může tak být zaznamenán skokový pokles emisí mezi rokem 1998 a 1999. Povinnost dodržení emisních limitů vedla k použití nových aplikačních technologií s nižšími vstupy těkavých organických látek do procesů. Přechod na nové technologie byl umožněn dostupností nových nátěrových systémů s nízkým obsahem VOC. Nadále pokračuje vývoj nátěrových systémů, odmašťovadel a dalších produktů s nízkým obsahem organických rozpouštědel. Proto je nutno doporučit provést novou detailní inventarizaci v roce 2000, která bude vycházet z řady relevantních podkladů – jedná se především o statistické údaje o výrobě rozpouštědel, nátěrových hmot, o celní statistiky apod.

Tato inventarizace bude nezbytná i z dalších důvodů. Česká republika se připravuje na podpis a následnou ratifikaci Protokolu o omezení acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu [6]. Hlavním cílem Protokolu je dosažení tzv. emisních stropů (pro VOC je pro ČR stanoven emisní strop ve výši 220 kt/rok 2010). Vedle mobilních zdrojů to bude především sektor použití rozpouštědel, který rozhodujícím způsobem ovlivní reálnost dosažení tohoto emisního stropu. V současné době představují emise z použití rozpouštědel cca 50 % emisního stropu a bez pečlivého vybilancování celkových emisí alespoň v průřezových letech, nebude mít státní správa dostatek věrohodných informací k racionální regulaci těchto emisí.

Literatura

1. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997
2. *EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, EMEP 1996
3. *CORINAIR Software*, Instruction for Use, EEA / ETC / AE, Copenhagen 1966
4. Markvart M., Bernauer B.: *Emise oxidu dusného z průmyslových procesů*, Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1998
5. Zřízení a provádění Národního programu snižování emisí těkavých organických látek NMVOC, projekt MŽP VaV 520/3/97, SVUOM Praha a.s. listopad 1997
6. The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution – PROTOCOL TO ABATE ACIDIFICATION, EUTROPHICATION AND GROUND-LEVEL OZONE

6. Emise ze zemědělské výroby (Sektor 4)

Emise skleníkových plynů ze zemědělství jsou podle metodiky IPCC/OECD [1] tvořeny převážně emisemi metanu z chovu hospodářského zvířectva a z emisí oxidu dusného ze zemědělských půd. Ve srovnání s dřívější metodikou [2] došlo v tomto sektoru k významným změnám v přístupu k stanovení emisí oxidu dusného ze zemědělských půd, který nově zahrnuje též emise z ustájení a hospodaření s hnojem a nepřímé emise pocházející z atmosférické depozice a z dusíkatých látek spláchnutých do vodních toků a nádrží. Současně došlo k významnému zvýšení emisního faktoru pro stanovení emisí ze zemědělských půd. U emisí metanu metodika nedoznala žádné změny.

6.1 Emise metanu

Emise z chovu hospodářského zvířectva jsou způsobeny jednak enterickou fermentací, jednak rozkladem zvířecího trusu (hnoje). Bilance těchto emisí byla vypracována jak pro první, tak i druhou úroveň. Při výpočtu podle druhé úrovně bylo v souladu se studií [3] využito též výsledků domácí oborové studie [4]. Stavby zvířat potřebné pro výpočet byly převzaty ze Statistické ročenky [5].

6.1.1 První úroveň

Metodika umožňuje při hledání odpovídajících emisních faktorů v oblasti živočišné výroby možnost volby mezi rozvinutými a rozvojovými zeměmi popř. mezi zeměmi západní a východní Evropy. Vzhledem k tradici intenzivního zemědělství v ČR a kulturní blízkosti západní Evropy byly zvoleny vesměs hodnoty pro rozvinuté státy, popř. západní Evropu. Pro srovnání byl proveden též výpočet pro východoevropské země. V případě emisí ze zvířecího hnoje se jako další parametr vyskytuje teplotní pásmo (chladné, střední, teplé). Vzhledem k tomu, že průměrná roční teplota v ČR nepřevyšuje 10°C, byly zvoleny hodnoty pro chladné klima (<15°C).

6.1.2 Druhá úroveň

Emisní faktor *metanu z fermentace* (EF) v kg/rok je podle [1] úměrný dennímu příjmu potravy a faktoru konverze. Platí tedy

$$EF = 365 / 55,65 * \text{denní příjem potravy} * Y ,$$

kde jako denní příjem potravy [MJ/den] se uvažuje střední krmná dávka pro daný typ dobytka (u skotu se vyskytuje několik podkategorií) a Y je konverze, která se rovněž liší podle druhu dobytka (pro skot obvykle 0,06-0,08). Hodnoty krmných dávek a konverze byly v předchozích inventarizacích [7-9] převzaty z tehdejších domácích údajů [6] a jsou uvedeny v Tab. 6.1. Převzatá hodnota konverze 0,08 pro skot je poněkud vyšší než obvyklá hodnota udávaná pro západní Evropu 0,06 [1]. U nedojného (ostatního) skotu jsou zde navíc uvedeny i stavy jednotlivých podkategorií (např. telata) pro rok 1990, aby bylo možné vypočítat agregovaný emisní faktor pro celou kategorii nedojného skotu.

Tabulka 6.1 Vstupní údaje pro původní výpočet emisí metanu podle druhé úrovně [6]

Druh zvířectva (údaje z roku 1994)	Stavy tis.	Dávka MJ/den	Y -	VS kg/den	Bo m ³ /kg	MCF -
Dojnice	1 195	128	0,08	5,6	0,24	0,01
Ostatní skot	2 165			3,6	0,17	0,01
Krávy na maso	350	104	0,08			
Chovní býci	1	95	0,08			
Telata před odstavem	60	10	0,08			
Dorůst. jalovice a býčci	626	21	0,08			
Mladí býci a jal. (výkrm)	1 128	45	0,08			
Prasata	4 589	26	0,02	0,8	0,45	0,10
Drůbež	33 278	1	0,01	0,0 3	0,32	0,01
Koně	25	90	0,08	4,5	0,33	0,01
Ovce	430	15	0,08	0,7	0,19	0,01
Kozy	42	10	0,07	0,5	0,17	0,01

Tabulka 6.2 Aktualizované emisní faktory metanu z chovu zvířectva (druhá úroveň)

Kategorie zdrojů	Emisní faktor		Emisní faktor	
	Ferment.	Hnůj	Ferment.	Hnůj
	[kg CH ₄ /ks.rok]		[kg CH ₄ /ks.rok]	
Druh zvířectva	<i>Původní hodnoty (6)</i>		<i>Aktualizované (4)</i>	
1 Skot				
a) Dojnice	67.16	3.29	68.20	3.29
b) Ostatní skot	24.48	1.50	23.61	1.01
3 Ovce	7.87	0.33	5.01	0.23
4 Kozy	4.59	0.21	4.13	0.19
6 Koně	47.22	3.63	47.20	3.63
8 Prasata	3.41	8.80	3.41	7.87
9 Drůbež	0.07	0.02	0.07	0.02

Emisní faktory metanu z hnoje zvířat se pro každý druh dobytka vypočtou podle vztahu [1, 2]

$$EF = VS * 365 * Bo * 0,67 * MCF ,$$

kde EF je emisní faktor [kg/rok], VS je denní exkrece (produkce rozkládajících se organických látek v hnoji) [kg/den], Bo je maximální produkce metanu z exkrece [m³/kg_{VS}] a MCF je konverzní faktor pro daný systém skládky (uložení) hnoje. Použité hodnoty VS, Bo a MCF jsou uvedeny v Tab.4.1. Hodnoty VS byly v souladu se studii [5-7] převzaty z domácího zdroje [6], který se poněkud liší od hodnot doporučených ve Směrnicih IPCC [1]. Hodnoty Bo a MCF byly převzaty z [1], faktor MCF = 0,01 odpovídá volnému uložení hnoje (v chladném teplotním pásmu), hodnota 0,1 (u prasat) odpovídá obvyklému způsobu uložení kejdy. Emisní faktory pro stanovení emisí metanu z chovu hospodářského zvířectva podle druhé úrovně byly nedávno znovu prověřovány a aktualizovány na základě nové studie

našich zemědělských odborníků [4]. K výpočtu emisních faktorů bylo použito zootechnických dat z roku 1995. Původní a aktualizované údaje jsou uvedeny v následující Tab.6.2.

Z Tab.6.2 je zřejmé, že rozdíly dřívějšími a nově aktualizovanými emisními faktory jsou minimální. V následující Tab. 6.3 jsou porovnány emise metanu ze zemědělství vypočtené pro první i druhou úroveň a pro západoevropské (ZE) a východoevropské země (VE).

Tabulka 6.3 Porovnání výsledků emisí metanu v r. 1997 vypočtené různými způsoby

Druh zvířat Metoda	dojnice	ostatní skot	vepří	ostatní zvířectvo	CELKEM
1. úroveň (ZE)	80	63	18	4	165
<i>fermentace</i>	70	56	6	2	134
<i>z hnoje</i>	10	7	12	2	31
1. úroveň (VE)	61	70	22	4	157
<i>fermentace</i>	57	65	6	2	130
<i>z hnoje</i>	4	5	16	2	27
2. úroveň (J)	50	29	46	4	129
<i>fermentace</i>	48	27	14	4	93
<i>z hnoje</i>	2	1	32	1	36

Z Tab. 6.3 je patrné, že se výsledky výpočtů pro západní a východní Evropu příliš neliší. V případě enterické fermentace jsou výsledky vypočtené podle druhé úrovně ([4, 6]) zhruba o třetinu nižší než odpovídající hodnoty vypočtené pro první úroveň a to jak pro východní, tak i západní Evropu. Naproti tomu u emisí z hnoje jsou výsledné hodnoty pro obě úrovně srovnatelné, podle druhé úrovně jsou však způsobeny zejména emisemi z prasečí kejdy. Na emisích z enterické fermentace se nejvýznamněji podílí chov skotu. V konečných součtech emise metanu figurují pochopitelně údaje vypočtené pro druhou úroveň, které zohledňují národní zootechnická data. Nicméně rozdíl v emisích metanu z enterické fermentace vypočtené pro první i pro druhou úroveň poněkud přesahuje obvykle předpokládanou chybu při stanovení emisí metanu z enterické fermentace do 25% [10].

6.2 Emise oxidu dusného

V předchozích inventarizacích skleníkových plynů (do roku 1995) se v souladu se starší verzí metodických směrnic IPCC [2] uvažovaly pouze emise ze zemědělských půd, přičemž jako obvyklá střední hodnota emisního faktoru byla uvažována hodnota 0,0036 kg N-N₂O/kg N. Výsledné emise se podle starého způsobu výpočtu, který navíc nedefinoval jasně jak stanovit pro výpočet potřebné údaje o množství organického a biologicky vázaného dusíku v půdách ze standardních statistických dat vedl k výsledné emisi v ČR okolo 2 kt N₂O.

Rovněž v celosvětovém měřítku byla roční emise oxidu dusného stanovena na základě provedených inventarizací, popř. jejich odhadů, poněkud nižší, než hodnota očekávaná z ročního nárůstu průměrné koncentrace oxidu dusného v ovzduší [10]. Na základě nově provedených výzkumů (viz odkazy v [1]) byla vypracovaná nová komplexní metodika pro výpočet emisí ze zemědělství, která kromě již dříve uvažovaných emisí ze zemědělských půd zahrnuje též emise z ustájení zvířectva a hospodaření s hnojem jakož i nepřímé emise pocházející z atmosférické depozice a z dusíkatých látek spláchnutých do vodních toků a

nádrží. Současně došlo k významnému zvýšení emisního faktoru pro stanovení emisí N₂O ze zemědělských půd na obvyklou střední hodnotu 0,0125 která by měla ležet uvnitř intervalu pravděpodobnosti 0,0025 až 0,0225) [1]. Na skutečnost, že dosud používaná hodnota emisního faktoru 0,0036 je příliš nízká pro hospodaření v našich podmínkách upozorňovaly již dříve některé naše odborné studie [3,11].

Pro nový přístup, který uplatňujeme od roku 1996 [12], byl v rámci řešení tohoto úkolu vypracován soubor vzájemně propojených pracovních listů ve formátu EXCEL (listy 4-1 a 4-5) ([1]). Standardní výpočet podle v první úrovni vyžaduje jako vstupní informace následující údaje:

- stavy hospodářského zvířectva (statistika FAO) (dojnice, ostatní skot, prasata, ovce, drůbež, koně a kozy),
- roční množství aplikovaného dusíku ve formě průmyslových hnojiv,
- roční sklizeň obilí a luskovin.

Všechny tyto údaje byly převzaty ze Statistické ročenky ČR.

Dalším vstupním údajem je již pouze rozdělení hmotnosti $X_{i,j}$ (hmotnostní zlomek) zvířecích exkrementů kategorie zvířat i (i = dojnice, ostatní skot, prasata ...) v různých typech hospodaření s exkrementy (AWMS - *Animal Waste Management System*) j (j = anaerobní laguny, kejda, pevný hnůj, pastva, denní rozvoz na pole, ostatní). Přitom platí $X_{i,1} + X_{i,2} + \dots + X_{i,6} = 1$. V [1] jsou zatím pro první úroveň uvedeny pouze hodnoty matice X pro typické způsoby hospodaření se zvířecími výkaly ve východní a západní Evropě. Protože jsme si vědomi, že zemědělské hospodaření v ČR nelze podle uvedeného klíče jednoznačně zařadit provedli jsme výpočet pro oba charakteristické typy hospodaření. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 6.4

Tabulka 6.4 Porovnání výsledků emisí N₂O v r. 1997 vypočtené pro různé AWMS

N ₂ O FROM AGRICULTURE	Western Europe <i>Gg N₂O</i>	Eastern Europe <i>Gg N₂O</i>
Animal Production	1.52	2.56
Agriculture Soils	8.48	7.89
Grazing Animals	2.83	2.30
Indirect Emission: Atmospheric Deposition	1.12	0.97
Indirect Emission: Leaching	5.30	4.76
TOTAL N₂O	19.26	18.49

Z Tab.6.4 je zřejmé, že rozdíly ve výpočtu N₂O pro západoevropské a východoevropské země nejsou vzhledem k očekávané chybě výrazné. Nicméně se snažíme zajistit vstupy matice X (AWMS) charakteristické pro hospodaření v ČR. V době uzávěrky této zprávy nebyly potřebné údaje dosud k dispozici. Do výsledných tabulek jsme se zařadily výsledky výpočtu se vstupy AWMS z [1] z tabulek odvozených pro západní Evropu, které považujeme za bližší našim podmínkám. Ostatní vstupy (stavy zvířectva, aplikace dusíku v průmyslových hnojivech) byly pochopitelně převzaty z našich statistických údajů [5].

Z tabulky je patrné, že největší příspěvek činí příspěvek ze již diskutovaný příspěvek ze zemědělských půd. Kompletní výsledky ze sektoru zemědělství jsou uvedeny v tabulkové příloze.

6.3 Změny provedené od poslední inventarizace

Použité emisní a další parametry sloužící k výpočtu emisí skleníkových plynů ze zemědělství byly odvozeny pro celou druhou polovinu devadesátých let. Tudiž emise skleníkových plynů se změnilo zejména v důsledku změn aktivitních dat - statistických údajů, z nichž k nejvýznamnějším patří stavy hospodářského zvířectva a množství aplikovaného dusíkatého hnojiva. Souhrnně lze konstatovat, že celková (agregovaná) emise skleníkových plynů ze zemědělství poklesla oproti minulé inventuře za rok 1997 z hodnoty 8 694 na hodnotu 8 371 Gg ekvivalentního množství CO₂, což představuje pokles o 3,7 %.

Literatura

1. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997
2. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1995
3. Fott P.: *Zpřesňování emisních faktorů skleníkových plynů v podmínkách ČR*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/96, Praha 1996
4. Jelínek A, Plíva P., Vostoupal B.: *Stanovení emisí VOC ze zemědělské činnosti v ČR*, Zpráva pro ČHMÚ, VÚZT Praha, 1996
5. *Statistická ročenka 1996*, ČSÚ Praha 1996.
6. Dolejš: *Emise skleníkových plynů v zemědělství v ČR*, Zpráva pro PROINCOM Pardubice, Výzkumný ústav živočišné výroby Uhřetěves, Praha 1994.
7. Tichý M., Voráčková Z., Dvořák P.: *Inventura emisí skleníkových plynů v ČR 1990*, SEVEN, Praha 1995
8. Fott P., Bláha J., Pecka K.: *Inventarizace skleníkových plynů v letech 1990 - 1993*, Zpráva ČHMÚ v rámci projektu „Globální změna klimatu“, pro MŽP, ed. J. Pretel, Praha 1995
9. Fott P., Pretel J., Bláha J., Pecka K.: *Inventarizace skleníkových plynů v letech 1994 - 1995*, Zpráva ČHMÚ v rámci projektu „Globální změna klimatu“, pro MŽP, ed. J. Pretel, Praha 1996
10. *IPCC Expert meeting on Greenhouse Gases Inventories*, Bilthoven (Netherlands 5-7) Nov.1997
11. Skořepová I: *Zpřesnění emisního faktoru oxidu dusného ze zemědělských půd*. Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1996
12. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1966*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/97, Praha 1997

7. Emise z lesního hospodářství (Sektor 5)

Lesy v ČR jsou většinou hospodářsky využívané a s výjimkou zcela zanedbatelných ploch nejde o tzv. primární les. Bilance byla proto v tomto aktivním sektoru počítána pro kategorii "lesa mírného pásma hospodářsky využívaného". Výpočet bilance pohlceného a uvolněného oxidu uhličitého při lesním hospodaření byl proveden ve dvou úrovních. Priorita byla dána, stejně jako v minulých letech druhé úrovni, vycházející z poznatků a zkušeností expertů Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse n.L. (ÚHÚL). Takto stanovená emisní bilance výrazně lépe reaguje na skutečné podmínky v lesním hospodářství na území ČR a osvědčila se rovněž při zpracování podobných inventur v minulých letech.

Bilance byla doplněna o odhad bilance skleníkových plynů ze zalesnění zemědělské půdy a zejména z těžby dřeva podél vodních toků a ze skupin stromů rostoucích mimo les. Datová základna se oproti předchozím létům nemění a vychází z předpokladu, že je tato složka bilance konstantní. V porovnání s bilancí z „klasických“ lesů je prakticky zanedbatelná, neboť v emisích i propadech tvoří přibližně 2% celkové sektorové bilance.

Při první úrovni bylo postupováno podle [1], u druhé úrovně byly převážně využity výsledky tuzemských informačních zdrojů, zejména údajů ÚHÚL [3]. Metodika výpočtu pro rok 1998 je plně konsistentní s postupem použitým pro zpracování inventury za roku 1995 až 1997.

7.1 Bilance uhlíku

7.1.1 První úroveň

Množství uhlíku pohlceného v důsledku růstu stromů v jehličnatém a listnatém lese je dáno součinem rozlohy lesa [ha], ročního hektarového přírůstku [t dm/ha] a faktoru 0,45 t C/ t sušiny (standardní hodnota obsahu uhlíku v suché dřevní hmotě pro klimatické a geografické podmínky ČR, akceptovaná též ÚHÚL). Hodnoty celkové rozlohy lesa byly převzaty z údajů ČSÚ, resp. z údajů ÚHÚL, který statistické údaje připravuje.

Množství uhlíku obsažené ve veškeré odklizené dřevní biomase z jehličnatých a listnatých stromů se vypočte jako součin těžby příslušného druhu dřeva [m^3 kulatiny bez kůry], tzv. konverzně expanzního faktoru a převodního faktoru 0,45 t C/t sušiny. Konverzně expanzní faktor zohledňuje mj. ztráty při těžbě, prořezávky, množství kůry atd. Jeho hodnota závisí do značné míry na typu lesa a způsobu těžby. Pro ČR přichází v úvahu hodnota 0,68 t dm/ m^3 , která byla odvozena z 2.úrovně výpočtu a je poněkud nižší než hodnota doporučená metodikou IPCC. Výsledné množství uhlíku, které může být emitováno z dřevní biomasy, je uvedeno ve výsledných tabulkách, potřebné vstupní statistické údaje v Tab.7.1.

Tabulka 7.1 Základní statistické údaje pro výpočty bilancí uhlíku

Aktivitní údaj	jednotka	1995	1996	1997	1998
Celková výměra porostů	<i>tis. ha</i>	2545	2558	2545	2548
Celková těžba dřeva bez kůry	<i>mil. m³</i>	12,40	12,58	13,49	13,99
z toho jehličnatých	<i>mil. m³</i>	11,31	11,26	11,94	12,25
Ztráty při těžbě	%	~ 10	~ 10	~ 15	~ 15
Celkový přírůst ročně	<i>mil. m³</i>	18,0	18,01	18,2	18,4
Prořezávky na ploše	<i>tis. ha</i>	44,8	46,0	51,7	50,8
Zalesněno po těžbě	<i>ha</i>	28883	28426	16705	20753
Podíl jehličnanů na těžbě	%	91	89,5	88,5	87,6
Zastoupení jehličnanů v lesích	%	78,2	76,9	78,0	76,7
Zalesnění zemědělských půd	<i>ha</i>	567	650	433	403
Zničeno požáry	<i>ha</i>	N/A	N/A	195	1132
Přirozená obnova lesa	<i>ha</i>	N/A	N/A	2 538	2663

Pro porovnání v časové řadě 1990-1998 uvádíme v Tab.7.2 základní přehled o vývoji těžby v tomto období.

Tabulka 7.2 Vývoj těžby dřeva od r.1990 [tis. m³ bez kůry]

rok	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
těžba celková	13332	10751	9850	10406	11950	12400	12580	13490	13990
jehličnaté dřeviny	12175	9510	8700	9686	11157	11310	11260	11942	12250
listnaté dřeviny	1157	1241	1150	720	793	1090	1320	1548	1740

7.1.2 Druhá úroveň

Druhý způsob bilance uhlíku v lesním hospodářství je založen na analýzách ÚHÚL a vychází z detailnějších informací týkajících se jak těžby, tak přírůstků dřevní hmoty. Při výpočtech byly použity následující koeficienty, které jsou v současnosti v ČR již standardizovány, příp. byly převzaty z metodiky IPCC.

Tabulka 7.3 Použité přepočební koeficienty

parametr	koeficient
přepočet hmotnosti hroubí bez kůry / hmotnost hroubí s kůrou	1,1
přepočet objemu dříví s kůrou / hmotnost sušiny	- standardní těžba 0,465 t/m ³ - mýtní těžba 0,41 t/m ³
přepočet objemu dříví s kůrou / hmotnost sušiny	- listnaté stromy 0,65 t sušiny/m ³ - jehličnaté stromy 0,45 t sušiny/m ³
přepočet hmotnosti nehroubí / hmotnost hroubí s kůrou	- probírky 0,1782 - mýtní těžba 0,0686 - průměr 0,1003
přepočet hmotnosti pařezů / hmotnost hroubí s kůrou	0,018
průměrná hmotnost sušiny asimilačních orgánů jehličnatých dřevin	18 t/ha
obsah uhlíku v sušině	0,45 t C/t sušiny
průměrná těžba při prořezávkách	3m ³ /ha
podíl prořezávky na celkové hmotnosti	10%

Hroubí je definováno jako část stromu (tj. kmene a větví), kde průměr kmene i s kůrou ve výšce 130 cm nad zemí je větší než 7 cm. Výpočty byly provedeny za následujících pracovních předpokladů:

- množství biomasy, které po těžbě v lese zůstává je přibližně konstantní a nachází se ve všech fázích rozpadu ve stejném množství,
- rozpad humusu a podzemní biomasy po těžbě je průběžně nahrazován tvorbou nové biomasy buřeně a následných porostů lesních dřevin,
- těžba listnatých dřevin se provádí převážně v zimě, tj. po opadu listů, a nemá za následek zvýšené uvolnění uhlíku na rozdíl od jehličnatých porostů,
- plocha nově zalesňovaných porostů se rovná průměrné ploše odlesněné těžbou mimořádnou,
- produkce uhlíku z ročního opadu asimilačních orgánů se rovná ročnímu pohlcení v nových asimilačních orgánech.

Pro bilancování oxidu uhličitého z těžby dřeva podél vodních toků a ze skupin stromů rostoucích mimo les bylo použito posledních údajů ÚHÚL z roku 1976, u kterých lze předpokládat, že se od skutečného stavu neliší o více než 20%. Aktuálnější údaje nejsou k dispozici, nicméně jelikož odhady emisí i propadů z této skupiny porostů činí přibližně 2% celkové sektorové bilance, mohou se případné nepřesnosti promítnout do celkové sektorové bilance nejvýše na úrovni desetin procenta.

Výsledky výpočtů pro lesní porosty ČR jsou uvedeny v pracovních listech uložených řešitelském pracovišti a sumarizovány jsou v pracovním listu 5-2-1, resp. v přehledné formě Tab.7.4.

Tabulka 7.4 Přehled celkové produkce a pohlcení CO₂ v letech 1995 až 1998 (tis.t CO₂)

	1995	1996	1997	1998
celková produkce CO ₂ v lesním hospodářství	14102	13796	13833	14916
celková produkce CO ₂ z těžby dřeva v ostatních porostech	371	371	371	371
<i>celková suma produkce CO₂</i>	<i>14473</i>	<i>14167</i>	<i>14204</i>	<i>15287</i>
celkové pohlcení CO ₂ v lesním hospodářství	18172	18182	18374	18576
celkové pohlcení CO ₂ zalesněním zemědělské půdy	6	7	5	4
celkové pohlcení CO ₂ přírůstem v ostatních porostech	464	464	464	464
<i>celková suma pohlcení CO₂</i>	<i>18642</i>	<i>18653</i>	<i>18843</i>	<i>19044</i>
celková bilance CO₂ (produkce minus pohlcení)	-4169	- 4486	- 4639	-3757

Jak je z Tab.7.4 patrné, v celkové bilanci pohlcení uhlíku nepatrně převládá nad jeho produkcí. Podle tohoto výpočtu lesy v ČR fungovaly jako mírná jímka oxidu uhličitého, což je odrazem přijatelné míry hospodaření v lesích a jejich postupné obnovy.

7.2 Emise CH₄, CO a NO_x ze spáleného dřeva při těžbě v lesích

Podle [2] se předpokládá, že na pasece se spálí asi 7% mýtní těžby. Množství emitovaných plynů při jeho pálení na místě těžby není příliš významné a uvádíme je spíše pro úplnost.

Podobným způsobem byly v sektoru energetika počítány i emise ze spalování dřeva v kamnech či v jiných topeništích. Množství oxidu uhličitého uvolněného při spalování ať už na místě nebo v kamnech nebylo v souladu s metodikou IPCC započítáno do celkové bilance, aby nedošlo k jeho dvojímu započtení. Výsledky bilance pro období 1995-1998 jsou uvedeny v Tab.7.5, přičemž údaje pro rok 1998 zatím nejsou k dispozici. Podle odhadu ÚHÚL se plochy probírek v porovnání s rokem 1997 prakticky nezměnily a proto lze pro účely předběžné bilance předpokládat, že hodnoty budou v roce 1998 prakticky stejné *), jak již i naznačuje zjištěná změna v letech 1996 a 1997.

Tabulka 7.5 Produkce ostatních plynů při spalování biomasy na místě těžby dřeva (v tunách)

plyn	1995	1996	1997	1998 *)
metan	1620	2310	2250	2250
oxid uhelnatý	14170	20210	19650	19650
oxid dusný	2	2	2	2
oxidy dusíku	29	42	41	41

7.3 Změny provedené od poslední inventarizace

V porovnání s inventurou ze sektoru lesního hospodářství za rok 1997 v roce 1998 nedošlo k žádné metodické ani jiné změně v systému výpočtu. Tento sektor má svoji zvláštnost v tom, že v současné době jsou na mezinárodní úrovni podrobně analyzovány metodické postupy pro stanovování bilancí, které by měly být publikovány v materiálu IPCC *Special Report on Land Use Change and Forestry (SRLUCF)* v roce 2000 a který by se měl stát podkladem pro vytvoření nové metodiky pro bilancování. Důvodem je, že pod Kjótský protokol byly kromě emisí skleníkových plynů zahrnuty i jejich propady v sektoru LUCF. Proto je vyžadována zevrubná analýza dosavadní metodických postupů, neboť složka propadů emisí oxidu uhličitého v sektoru lesního hospodářství a využívání krajiny může v některých státech s významnými lesními plochami (Kanada, USA, Rusko aj.) dosáhnout 10-30% celkové bilance emisí skleníkových plynů, což je hodnota několikanásobně vyšší, než činí jejich redukční cíl.

Z tohoto důvodu a dále vzhledem k tomu, že úroveň propadů oxidu uhličitého v lesním hospodářství tvoří v ČR přibližně pouhých 3% z celkové emisní bilance skleníkových plynů, nepovažují řešitelé za účelné provádět v tomto mezidobí jakékoliv nestandardní změny.

Literatura

1. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997
2. Henžlík, V., Zatloukal V. a kol., *Odhad celkové emise skleníkových plynů při hospodaření v lesích ČR*, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 1994
3. Henžlík, V., *Aktivní údaje ze sektoru lesního hospodářství dle údajů ÚHÚL* (písemné sdělení z 24.8.1998)

8. Emise z odpadů (Sektor 6)

Emise skleníkových plynů z odpadů tvoří zejména emise metanu ze skládek komunálního odpadu a částečně i emise metanu z čištění odpadních vod (průmyslových i komunálních). S ohledem na poněkud menší pozornost věnovanou tomu zdroji v našich předchozích inventarizacích [1,2] a s ohledem na některé nové metodické požadavky [3], byla pro tuto inventarizaci vypracována v loňském roce nová detailnější studie Ústavem pro výzkum a využití paliv [4], která se zabývá emisemi ze skládek komunálního odpadu. Těžiště tohoto sdělení je původní studie výpočtu emisí metanu ze skládek metodou odpovídající třetí úrovni. Rovněž stanovení emisí metanu z odpadních vod bylo nedávno revidováno s ohledem na novou metodiku [3]. K tomuto účelu byla v letošním roce vypracována studie na VŠCHT [6], využívající zejména postupy odpovídající první až druhé úrovni.

8.1 Emise ze skládek pevných odpadů

Množství emitovaného metanu z komunálních skládek je podle první úrovně dáno vzorcem [4]

$$MSW * MCF * DOC * F * 16,032/12,$$

kde

MSW je množství komunálního odpadu ukládaného každoročně na skládky,

MCF je korekční faktor na metan,

DOC je zlomek rozložitelného organického uhlíku ve skládkách,

F je zlomek metanu v bioplynu.

Po dosazení podle [4] platí,

$$\text{emise CH}_4 = 1792 \text{ (Gg)} * 0,7 * 0,0971 * 0,62 * 16,032/12 = 100,9 \text{ Gg CH}_4/\text{rok}.$$

Pro stanovení hodnoty *MSW* bylo uvažována hodnota TKO 173,6 kg/rok/obyv.

Podle výpočtu třetí úrovně uvádí příložená zpráva [4] hodnotu 81,2 Gg CH₄/rok. Při výpočtu bylo respektováno, že 6,9 % všeho vzniklého bioplynu je spáleno. Podrobný postup uveden ve studii [4].

Emise oxidu dusného ze skládek byla vyčíslena postupem třetí úrovně jako [4] 0,36 Gg N₂O/rok.

Při stanovení emise oxidu uhličitého bylo v souladu s metodikou uvažováno pouze spalování uhlíku fosilního původu (uhlík v plastech, syntetických textiliích atd.). Vypočítaná hodnota činí podle [4] 357 Gg CO₂/rok.

8.2 Emise z odpadních vod a kalů

Základním faktorem pro stanovení emisí *metanu* z odpadních vod je obsah organického znečištění ve vodách. Obsah organického znečištění v komunálních vodách a kalech se udává jako BSK (biochemická spotřeba kyslíku, angl. *BOD – Biochemical Oxygen Demand*). BSK patří mezi tzv. skupinové metody stanovení organických látek a vyjadřuje množství kyslíku spotřebovaného na jejich biochemickou oxidaci a je tedy měřítkem organických látek biochemicky rozložitelných. Naproti tomu CHSK (chemická spotřeba kyslíku, angl. *COD – Chemical Oxygen Demand*) je množství kyslíku potřebné na jejich chemickou oxidaci a zahrnuje organické látky biologicky rozložitelné i biologicky nerozložitelné. CHSK, která se používá podle metodiky IPCC [3] při výpočtu emisí metanu z čistíren průmyslových odpadních vod je vždy větší než BSK.

Současná metodika IPCC užívá pro hodnocení komunálních vod a kalů BSK a pro průmyslové vody CHSK. Nová metodika je navíc rozšířena o stanovení emisí z kalů, které jsou vedlejším produktem při různých metodách čištění odpadních vod a za anaerobních podmínek mohou podléhat metanizaci a tak se podílet na emisích metanu.

Pro stanovení emise metanu z odpadních vod a kalů je potřebné stanovit celkové množství organických látek v nich obsažených a stanovit (odhadnout) emisní faktory pro jednotlivé způsoby čištění odpadních vod. To ovšem vyžaduje znalost příslušných technologií.

8.2.1 Emise z komunálních odpadních vod

Zdrojová data pro stanovení emisí z komunálních odpadních vod jsou:

- počet obyvatel
- znečištění produkované na jednoho obyvatele

Pro naše podmínky se vychází z produkce znečištění na 1 obyvatele 18,2 kg BSK/rok z toho je cca 33% ve formě nerozpuštěné, tj. oddělí se jako kal. Dále se vychází z toho, že u nás je na veřejnou kanalizaci připojeno 73,3% obyvatel a z celkového množství odpadních vod se čistí 90,6% [6,7]. Maximální teoretická produkce metanu činí 0,25 kg CH₄/kg BSK (za předpokladu, že jsou veškeré přítomné organické látky transformovány na metan).

Z těchto údajů se stanovují emisní faktory pro komunální odpadní vody a kaly. Při stanovení emisního faktoru kalů je nutno posoudit technologie jimiž se dané kaly zpracovávají a odhadnout konverzní faktor (tj. jaká část organických látek bude transformována na metan). Pro naše podmínky se uvažovalo, že cca 60% kalů se zpracovává anaerobně a 40% jinými metodami.

Výpočet byl prováděn pomocí standardních pracovních listů, zpracovaných v prostředí EXCEL.

Schéma výpočtu (odpadní vody + kal):

$$EF_{\text{vody}} = EF_{\text{vody(aerobně)}} + EF_{\text{vody(septické tanky)}}$$

$$EF_{\text{vody}} = 0,66 \cdot 0,05 \cdot 0,25 + 0,25 \cdot 0,5 \cdot 0,25 = 0,0395 \text{ kg CH}_4/\text{kg BSK}$$

$$BSK_{\text{vody}} = 10\,300\,000 \cdot 18,2 \cdot (1 - 0,330) = 125\,598\,200 \text{ kg BSK}$$

$$\text{Vznik metanu, vody} = 0,0395 \cdot 125\,898 = 4,96 \text{ kt CH}_4/\text{rok}$$

$$EF_{\text{kal}} = EF_{\text{kal(aerobně)}} + EF_{\text{kal(anaerobně)}}$$

$$EF_{\text{kal}} = 0,4 * 0,1 * 0,25 + 0,6 * 0,5 * 0,25 = 0,085 \text{ kg CH}_4/\text{kg BSK}$$

$$BSK_{\text{kal}} = 10\,300\,000 * 18,2 * 0,330 = 61\,861\,800 \text{ kg BSK}$$

$$\text{Vznik metanu, kal} = 0,085 * 61,86 = 5,26 \text{ kt CH}_4$$

$$\text{Spáleno metanu} = 61,86 * 0,6 * 0,5 * 0,25 = 4,64 \text{ kt CH}_4$$

Pro výpočet spáleného metanu byl uvažován veškerý metan generovaný z anaerobních procesů v případě kalů.

$$\text{Emise methanu (komunální splašky) celkem} = 4,96 + 5,26 - 4,64 = 5,58 \text{ kt CH}_4/\text{rok}$$

8.2.2 Emise z čištění průmyslových odpadních vod

Rozhodujícím kritériem pro přesnost stanovení metanu při čištění je stanovení množství znečištění. Toho lze dosáhnout buď na základě specifické produkce znečištění (množství znečištění na jednotku produktu - kg CHSK/kg produktu) a ze znalosti produkce, nebo z celkového množství průmyslových vod a z kvalifikovaného odhadu jejich koncentrace (v kg CHSK/m³). První způsob se zdá přesnější, avšak je dosti obtížné získat všechny potřebné údaje o produkci jednotlivých komodit. Ještě obtížněji získatelné jsou údaje o specifické produkci odpadních vod, které jsou závislé na použitých technologiích a mnohdy jsou drženy jako výrobní tajemství.

V našem případě jsme použili kvalifikovaného odhadu množství průmyslových odpadních vod 267 mil m³ [6,7]. a doporučené koncentrace 3,4 kg CHSK m³ = 1,7*2 kg BSK/m³ (standardně se používá hodnoty CHSK/BSK = 1,7) [3]. Dále byl učiněn odhad, že množství kalů činí 10% celkového znečištění v průmyslových vodách.

Při výpočtu emisního faktoru pro odpadní vody se vycházelo z kvalifikovaných odhadů, že 80% průmyslových odpadních vod je čištěno aerobně a zbytek anaerobně. Konverzní faktor pro aerobní čištění byl vzat 0,06 a pro anaerobní 0,7.

Při výpočtu emisního faktoru pro kaly se vycházelo z předpokladu, že 40% se zpracovává anaerobně s konverzním faktorem 0,3 a zbylých 60% jinými metodami s konverzním faktorem 0,05. Podobně jako v předchozím případě se předpokládalo, že veškerý metan z anaerobních procesů se spálí (převážně účelně v kogeneračních jednotkách), avšak v tomto případě se uvažoval metan nejen z kalů, ale i z odpadních vod. Při výpočtu emisí metanu tedy postačí, budeme-li uvažovat pouze aerobní procesy.

Ukázka výpočtu:

$$\text{CHSK, vody} = 3,4 * 267,6 * 0,9 = 818,9 \text{ kt CHSK/rok}$$

$$\text{CHSK, kal} = 3,4 * 267,6 * 0,1 = 91 \text{ kt CHSK/rok}$$

$$EF_{\text{vody (aerobic)}} = 0,8 * 0,06 * 0,25 = 0,012 \text{ kg CH}_4/\text{kg CHSK}$$

$$EF_{\text{kal (other)}} = 0,6 * 0,05 * 0,25 = 0,0075 \text{ kg CH}_4/\text{kg CHSK}$$

$$\text{Emise metanu z čištění průmyslových vod} = 818,9 * 0,012 + 91 * 0,0075 = 10,51 \text{ kt CH}_4/\text{rok}$$

Díky spalování metanu z anaerobních procesů a vzhledem k nízké hodnotě konverzního faktoru (0,05–0,06) nejsou emise metanu z odpadních vod v ČR příliš významné.

Stanovení emisí N₂O z komunálních odpadních vod je součástí širšího komplexu výpočtů, zaměřeného zejména na oblast zemědělství. Při použití výpočtu první úrovně se vychází

z počtu obyvatel a z odhadu průměrné roční konzumace bílkovin. Emise N₂O by pak měla podle [3] být

$$\text{Emise N}_2\text{O} = 10\,300\,000 * 20 * 0,16 * 0,01 * 44/28 / 1\,000\,000 = 0,52 \text{ Gg/rok.}$$

Hodnoty 0,16 kg N/kg bílkoviny a 0,01 kg N₂O-N/kg N představují hmotnostní zlomek a standardně doporučený emisní faktor.

8.3 Změny provedené od poslední inventarizace

Emise metanu ze skládek se počítají na základě studie F. Straky a kol. [4] z roku 1997. Jedná se o kombinaci postupu první a třetí úrovně: na základě údajů měření emisí ze skládek byly zpřesněny parametry pro výpočet emisí metanu první úrovně, jejichž součin má význam emisního faktoru. Ve studii [4] však nebyla řešena časová závislost těchto parametrů a proto stanovená emise představuje pouze průměrnou hodnotu použitelnou pro celou druhou polovinu devadesátých let. Protože devadesátá léta se již chýlí ke konci je projektována studie ČHMÚ a PŘF UK cílená na podrobnější vystižení časového trendu v souladu se zásadami IPCC „*Good Practice*„.

Ve výpočtu emise metanu z odpadních vod dochází k velmi malému navýšení emise v důsledku nevýznamné změny statistických údajů [4]. Vlastní parametry pro výpočet se nemění.

Literatura

1. Fott P., Bláha J., Pecka K.: *Inventarizace skleníkových plynů v letech 1990 - 1993*. Zpráva ČHMÚ k projektu „Globální změna klimatu“, PPŽP č.49/14/1/95, Praha 1995
2. Fott P., Pretel J., Bláha J., Pecka K., Rábl V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v letech 1994 a 1995*, Zpráva ČHMÚ k projektu „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/97, Praha 1996
3. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997*
4. Straka F., Musilová M., Crha J., Pavlas M.: *Emise skleníkových plynů z odpadů na území ČR v roce 1996*. Zpráva ÚVVP Praha-Běchovice pro ČHMÚ, Praha 1997
5. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1966*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, PPŽP č.310/1/97, Praha 1997
6. Dohanyos M.: *Nový způsob výpočtu emisí CH₄ z čištění odpadních vod*. Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1998
7. *Statistická ročenka životního prostředí České republiky*. MŽP ČR, Praha 1997

9. Emise PFC, HFC a SF₆

Předmětem této kapitoly jsou základní informace o vybraných látkách obsahujících fluor, které působí na celkovou radiční bilanci atmosféry a nejsou sledovány v rámci Montrealského protokolu. Jde o částečně fluorované uhlovodíky (hydrogenfluorouhliky) označované jako *HFCs* (*hydrofluorocarbons*), úplně fluorované uhlovodíky (perfluorouhliky nebo též fluorouhliky) značené jako *PFCs* (*perfluorocarbons*) a fluorid sírový *SF₆* (*sulphure hexafluoride*). Jejich výroba není v ČR zavedena a ani se o ní výhledově neuvažuje. Jde výhradně o látky dovozového charakteru.

Dodavatel údajů (TECHEM Praha s.r.o.) tuto informaci po dohodě se zpracovatelem inventury tuto informaci zaměřil na obecné průmyslové využití uvedených látek, jejich výrobu, spotřebu a užití na území ČR. Jako podklady pro šetření [2] byly stejně jako v předchozích letech [1] využity údaje celní statistiky, získané od celních orgánů ČR (*SF₆* - celní položka 281290, HFCs a PFCs - celní položka 29033010).

Stejně jako v případě inventury HFCs, PFCs a *SF₆* údaje poskytnuté z GŘ cel neobsahovaly informace o dovozcích a vývozcích a proto nemohl být proveden audit u jednotlivých deklarantů pro detailnější ověření např. konkrétního užití. V případech, kdy sledovaná látka není samostatnou položkou celního sazebníku, jsou dostupné pouze souhrnné údaje za celou skupinu látek příslušné celní položky. Tento problém zůstává stále otevřený a je nutné ho řešit legislativní cestou. Nápravu by měla přinést již novela zákona o ochraně ovzduší, resp. zákona o ochraně ozónové vrstvy Země, kde se podobný problém vyskytuje rovněž.

Tabulka 9.1 Přehled emisí látek obsahujících fluor v letech 1995 až 1998

Látka	emise 1998 (t)	GWP	1995 (tCO ₂ ekv.)	1996 (tCO ₂ ekv.)	1997 (tCO ₂ ekv.)	1998 (tCO ₂ ekv.)
<i>HFC 134a</i>		1 300	949	213 850		
<i>152a</i>		140		462		
<i>227ea</i>		2 900		1 160		
<i>143</i>		300		390		
<i>125</i>		2 800		4 340		
<i>Celkem HFC</i>	(278,993)	(1 300)	949	220 202	<i>N/A</i>	362 691
<i>PFC 218</i>		7 000		4 060		
<i>14</i>		7 000		168		
<i>Celkem PFC</i>	(14,684)	7 000	0	4 228	<i>N/A</i>	102 788
<i>Celkem HFC+PFC</i>	293,677		949	224 430	273 598	465 479
<i>Celkem SF₆</i>	2,432	23 900	62 140	183 074	142 205	57 910
Celkem skupina			63 089	407 504	415 803	523 389

Přibližně 85% emisí této skupiny plynů emisí v přepočtu podle *GWP* tvoří látky skupiny HFCs a PFCs. Podle expertního odhadu z nich tvoří HFC 134a více než 95%.

Jelikož výsledná inventura požaduje, pokud možno, separaci jednotlivých plynů, byla sumární

hodnota spotřeby HFCs a PFCs při stanovení bilance v roce 1998 v uvedeném poměru rozdělena (nebylo provedeno v roce 1997). Doporučené emisní faktory jsou pro obě skupiny plynů prakticky shodné a blíží se hodnotě 1,0 (přesněji 0,985). Pro přepočítání radiční efektivity HFCs použita hodnota GWP = 1300, platná pro HFC 134a, pro podobný přepočítání pro PFCs byla použita hodnota GWP = 7000 (logický předpoklad, že byly v roce 1998 používány stejné látky jako v roce 1996). Ve výpočtu sumárních emisí celé této skupiny plynů v přepočtu na CO₂ může dojít k chybě v řádu pouze několika procent; použité hodnoty zároveň zajišťují, že výsledná hodnota je horní hranicí odhadu.

Proti předchozímu roku se snížil dovoz SF₆ a celková spotřeba HFCs a PFCs se zvýšila o cca 100 tun. Nárůst spotřeby však přesto nepotvrdil výraznější emisní nárůst předpovídaný v minulém roce. Důvodem jsou zřejmě změny ve struktuře příslušné průmyslové výroby, snížená spotřeba těchto látek v elektrotechnickém průmyslu a i celkový pokles průmyslové výroby v ČR. Nárůst celkových emisí této skupiny oproti roku 1997 o cca 25% je dán zejména separací mezi látkami HFCs a PFCs; pokud by k separaci nedošlo a bylo použito stejné metody bilancování jako v minulém roce, potom by meziroční nárůst činil pouze asi 5%. V celkové bilanci skleníkových plynů v ČR tyto látky však i nadále tvoří pouze zanedbatelnou část (0,3-0,4%).

HFC 134a při svém využití v aerosolových přípravcích představuje dnes celosvětově hlavní náhradu za hnací plyny na bázi CFC, které jsou postupně zakázané a omezované podle Montrealského protokolu. Největší podíly na dovozu v r.1998 měla SRN (102 t), Velká Británie (95 t) a USA (41 t). Vývoz směřoval zejména do Rumunska (18 t).

V mnohem menší míře byly dováženy jiné typy HFCs (náhradní chladicí media zejména pro klimatizační jednotky) a PFCs (náhrada za halony v protipožárních přístrojích).

Přibližně jedna třetina emisí látek této skupiny je tvořena fluoridem sírovým SF₆, který je průmyslově využíván hlavně v elektrotechnickém průmyslu a v silnoproudé elektrotechnice, jako izolant v rozvodných skříních a při plnění izolačního prostoru ve dvojitě zasklívaní oken.

Výsledné hodnoty celkové bilance fluorovaných látek jsou předmětem Tab.9.1.

Literatura

1. Řeháček V.I., *Informace o spotřebě a užití fluorovaných látek působících klimatické změny v r.1997 v ČR* (interní zpráva), říjen 1998
2. Řeháček V.I., *Informace o spotřebě a užití fluoridu sírového, hydrogenfluoruhliků a perfluoruhliků v roce 1998 v české republice* (interní zpráva), listopad 1999

10. Závěr

Jedním z hlavních závazků, které pro Českou republiku vyplývají z přijetí Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu (čl.4.1(a)) je pravidelné monitorování antropogenních emisí skleníkových plynů z území státu. K zajištění transparentnosti a vzájemného porovnávání údajů poskytovaných Sekretariátu Rámcové úmluvy byla vypracována jednotná metodika inventarizace, označovaná jako metodika IPCC/OECD. Tato metodika je zaměřena na bilancování antropogenních emisí plynů s tzv. přímým radiačním účinkem (CO_2 , CH_4 a N_2O), plynů s účinkem nepřímým (NO_x , CO a NMVOC), SO_2 a dále látek obsahujících fluór a nekontrolovaných Montrealským protokolem (HFCs, PFCs a SF_6). Při zpracování inventarizace byla používána závazná metodika *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997*.

Hlavní důraz je ve smyslu zadání studie kladen na co nejpřesnější vystižení emisí přímých skleníkových plynů, tj. CO_2 , CH_4 a N_2O , které s ohledem na tzv. národní zvláštnosti sehrávají v celkové emisní bilanci ČR dominantní úlohu. Od roku 1995 jsou pravidelně monitorovány rovněž tzv. „nové skleníkové plyny“, tj. HFC, PFC a SF_6 . Jde o ty látky obsahující fluór, které nejsou sledovány Montrealským protokolem na omezení emisí látek narušujících ozónosféru. Jejich význam je podtržen tím, že v roce 1997 byly tyto látky zahrnuty pod kontrolu Kjótským Protokolem.

Předmětem výstupu je pokračování v kontinuitě časové řady předchozích inventur, které byly při použití neměnného metodického přístupu pravidelně prováděny od roku 1990. Řešitelé úkolu, ve shodě se zadavatelem projektu, si jsou vědomi toho, že podrobný popis časových trendů vývoje emisí za co nejdéší období je základním odrazovým můstkem pro odhad mezi možností ČR při vedení mezinárodních jednání, jakož i pro přípravu realistických projekcí další vývoje emisí skleníkových plynů z území ČR. Znalost trendu vývoje časové řady lze využít i pro přijímání návazných efektivních opatření na další omezování emisí. Tuto úlohu považujeme za zcela zásadní zvláště pro ČR, jakožto stát s transformující se ekonomikou. V období ekonomické transformace se zcela pochopitelně celá řada vstupních údajů používaných při zpracovávání modelových projekcí mění rychleji, než jsou modely vývojových projekcí schopny postihnout.

Tato inventura emisí skleníkových plynů zcela navazuje na inventuru k roku 1997. Při zpracování emisní bilance skleníkových plynů za rok 1998 jsme postupovali již zavedeným způsobem, tj. pokud to získané aktivní údaje umožňovaly, byly emise stanoveny jak standardním způsobem s využitím standardně doporučených faktorů IPCC/OECD (první úroveň), tak i s využitím emisních faktorů stanovených na základě národních údajů (druhá, příp. třetí úroveň). Do celkové bilance byly přednostně zahrnuty údaje z druhé, příp. třetí úrovně.

V roce 1997 byl ve smyslu nové metodiky IPCC proveden zpětný přepočít bilancí oxidu uhličitého za roky 1990-1995, v roce 1998 podobný přepočít bilancí metanu a v letošním roce zahájen analogický **přepočít bilancí oxidu dusného**. Tím bude ukončen proces zpětného přepočtu všech emisí podle nové metodiky a bude tak získána kontinuální časová řada od roku 1990. K termínu předání tohoto výstupu mají řešitelé veškeré podklady, nutné pro stanovení korigovaných emisních faktorů. **Vlastní přepočít a závěrečná kontrola výstupů**

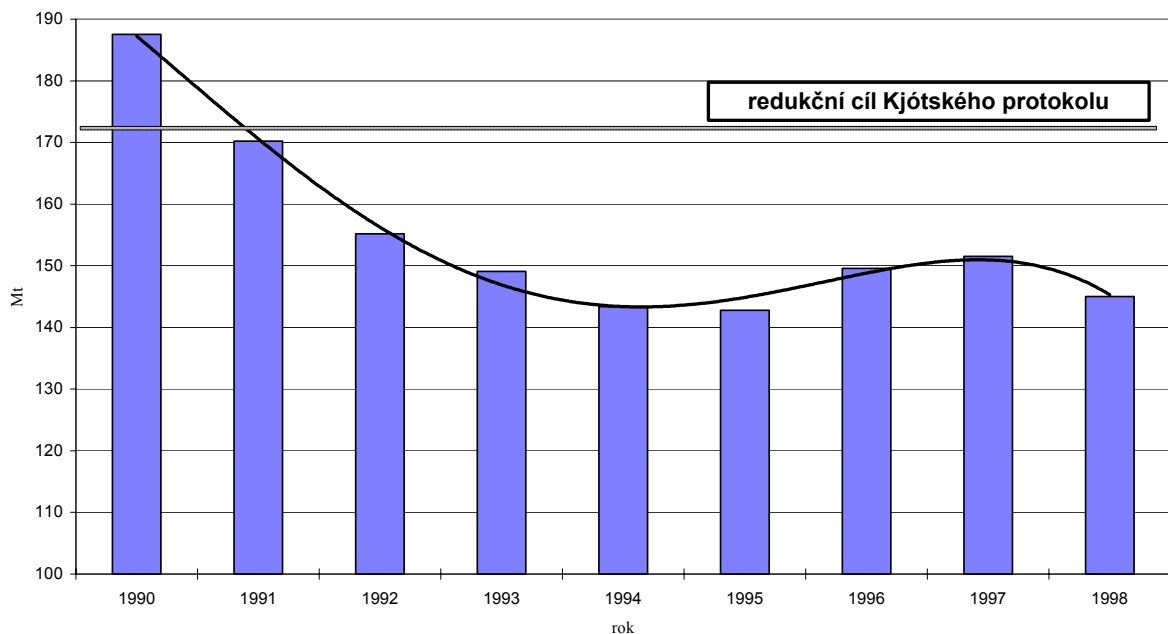
bude provedena v průběhu prosince 1999 a ledna 2000 tak, aby výsledná korigovaná emisní řada byla předána Sekretariátu Rámcové úmluvy v požadovaném termínu (tj. do 15.4.2000).

V Tab.10.1 jsou uvedeny hodnoty celkových emisí všech sledovaných skleníkových plynů za celé období 1990 až 1997. Pro výpočet tzv. *agregovaných emisí* bylo použito stejných faktorů radiční účinnosti jednotlivých plynů (*1995 Global Warming Potential*) pro časový horizont 100 let jako v předchozím roce, tj. $\text{CO}_2 = 1$, $\text{CH}_4 = 21$, $\text{N}_2\text{O} = 310$.

Tab. 10.1 Výsledky inventarizace skleníkových plynů na období let 1990 až 1998

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
CO_2 [mil. t]	163,2	148,1	134,2	129,2	123,8	123,4	128,2	130,4	124,5
CH_4 v $(\text{CO}_2)_{\text{ekv}}$ [mil. t]	16,3	14,9	14,0	13,3	12,9	12,6	12,0	11,8	11,1
N_2O v $(\text{CO}_2)_{\text{ekv}}$ [mil. t]	8,0	7,3	7,0	6,6	6,7	6,7	9,0	8,9	8,9
HFC, PFC, SF_6 v $(\text{CO}_2)_{\text{ekv}}$ [tis. t]	inventura nebyla prováděna					63,1	407,5	415,8	523,4
$(\text{CO}_2)_{\text{ekv}}$ [mil. t]	187,5	170,3	155,2	149,1	143,4	142,7	149,6	151,5	145,0
$(\text{CO}_2)_{\text{ekv}}$ [v % 1990]	100,0	90,8	82,7	79,5	76,4	76,1	79,8	80,8	77,3
meziroční změna $(\text{CO}_2)_{\text{ekv}}$ [%]	-	-9,2	-8,8	-4,0	-3,8	-0,5	+4,8	+1,1	-4,3
meziroční změna CO_2 [%]	-	-9,3	-9,4	-3,7	-4,2	-0,3	+3,9	+1,7	-4,5
meziroční změna CH_4 [%]	-	-8,6	-6,0	-5,2	-3,2	-2,3	-4,3	-1,7	-5,9

Celkové emise skleníkových plynů 1990-1998



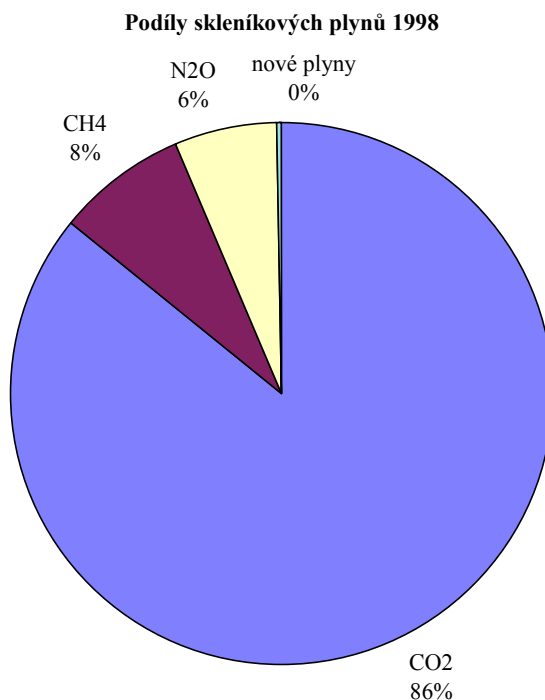
Výsledky emisních bilancí uvedené v Tab.10.1 ukazují, že výrazný pokles emisí skleníkových plynů po roce 1990 se v roce 1995 zastavil. Zejména příznivý vývoj ekonomiky po roce 1995 se projevil emisním nárůstem, který se v roce 1997 zpomalil a v roce 1998 se změnil na pokles. Meziroční pokles agregovaných emisí v roce 1998 (o 4,3%) reaguje jak na efekt postupně zaváděných opatření na snižování emisí skleníkových plynů v ČR, tak i na celkový ekonomický vývoj. Odlišit vliv obou těchto aspektů nelze. Podobný průběh vývoje můžeme

pozorovat rovněž u emisí „čistého“ oxidu uhličitého či metanu. Nárůst emisí „nových plynů“ je třeba připsat spíše vlivu metody disagregace hodnot PFC a HFC, které jsou v celních deklaracích uváděny společně, než skutečným změnám v jejich spotřebě a užití.

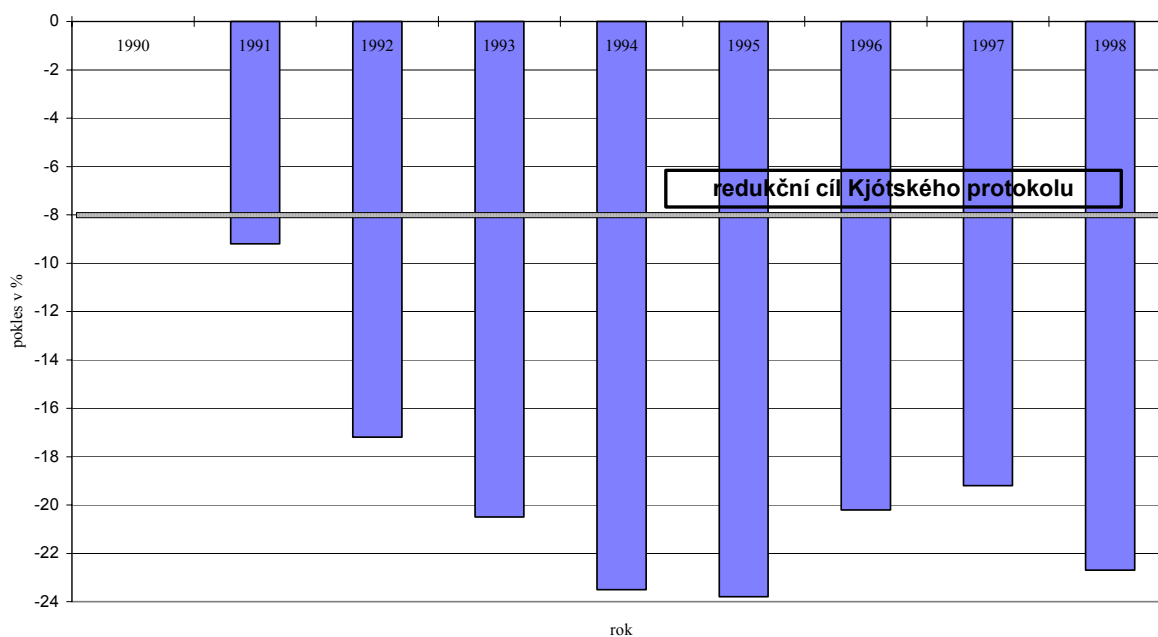
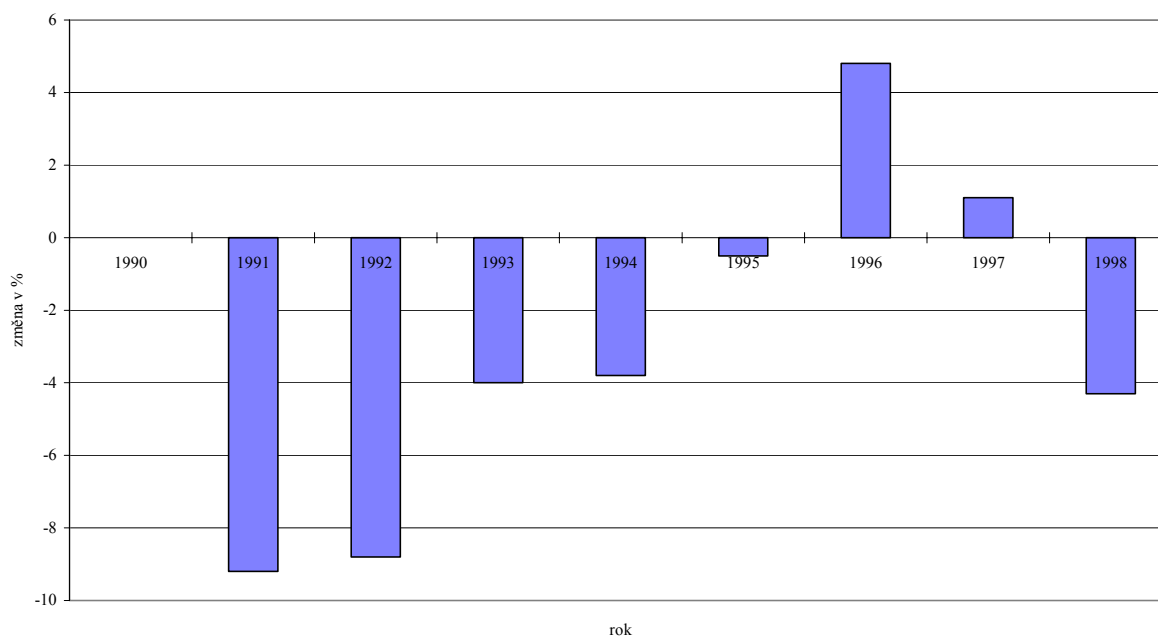
Podíl zastoupení jednotlivých skleníkových plynů v roce je patrný z Tab.10.2. Je zřejmé, že hodnoty podílů se mění pouze nevýznamně a v rámci přesností stanovení bilancí. Vzhledem ke struktuře energetického sektoru a průmyslové výroby v ČR je dominujícím plynem oxid uhličitý, jehož podíl je nad celkovým průměrem států Evropské unie, zatímco podíl metanu je naopak pod jejím průměrem. Podíl látek obsahujících fluór je v našich podmínkách prozatím zanedbatelný (kolem 0,3%).

Tabulka 10.2 Podíly přímých skleníkových plynů na celkové bilanci v letech 1990 až 1998

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
CO ₂ [%]	86,0	85,9	85,3	85,5	85,1	86,4	85,7	86,0	85,9
CH ₄ [%]	9,8	9,9	10,3	10,2	10,3	8,8	8,0	7,8	7,7
N ₂ O [%]	4,2	4,2	4,4	4,3	4,6	4,7	6,0	5,9	6,1
HFC, PFC, SF ₆ [%]	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,3	0,3



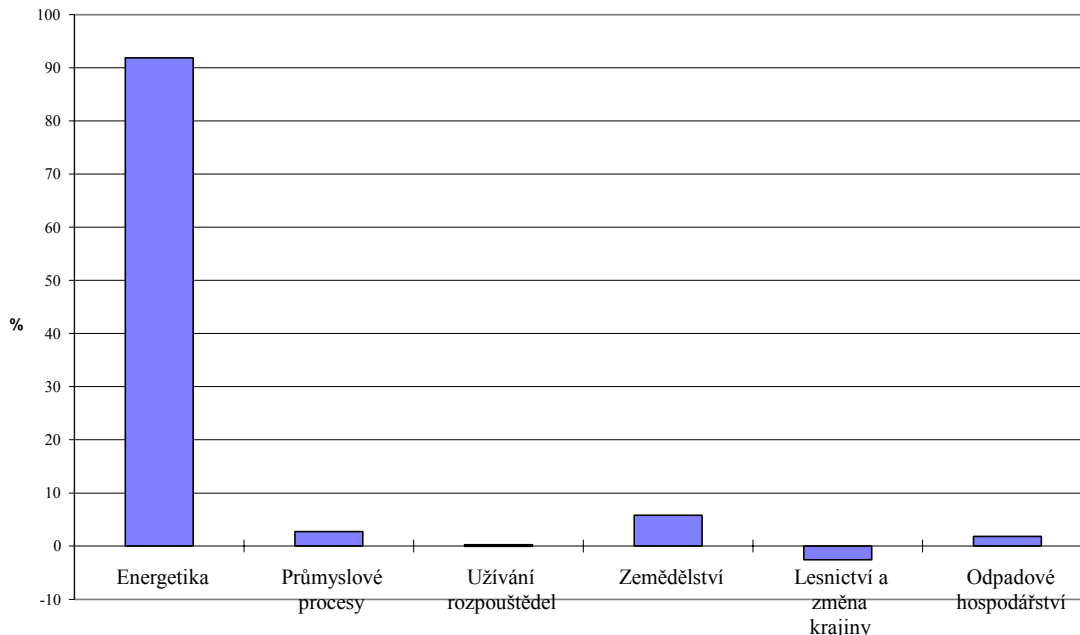
Energetický sektor se v současnosti podílí na celkových emisích oxidu uhličitého 92%, přičemž např. výroba energie 41%, průmyslová výroba 25% a doprava 8%. Meziročně poklesly celkové emise v sektoru výroby energie o 5%, v sektoru průmyslové výroby o 18% a v dopravě o 8%. Pokles zaznamenal i propad emisí v lesním hospodářství. Signalizuje to např., že v hodnoceném období došlo zejména k celkovému poklesu spotřeby energie a ke snížení průmyslové výroby. V ostatních základních sektorech byly změny v porovnání s rokem 1997 minimální a jsou v intervalu přesnosti stanovení celkové bilance.

Snížení celkových emisí skleníkových plynů vůči roku 1990

Meziroční změna celkových emisí skleníkových plynů 1990-1998


V často diskutovaném sektoru dopravy se podíl emisí skleníkových plynů zvýšil od roku 1990 o 33%. Na celkových emisích se podílí zatím přibližně 8%, což je stále hluboko pod průměrem vyspělých evropských průmyslových států (15-25%) a proto je třeba tento pokles považovat pouze jako časový výkyv. I nadále je třeba počítat spíše s dalším nárůstem. Důvodem pro nízkou hodnotu podílu sektoru dopravy v ČR je stále relativně vysoká hodnota

emisí CO₂ v celém sektoru energetiky.

Podíly aktivitních sektorů na celkových emisích



Přesnosti stanovení emisí jednotlivých plynů se pohybují stále na stejné úrovni jako v minulém roce, a to v následujícím rozsahu - oxid uhličitý 7-10%, metan 35-40%, oxid dusný 70-100%. Přesnost celkové emisní inventury lze odhadnout hodnotou 15%. Vesměš jde o hodnoty, které jsou v přijatelném souladu s hodnotami, které uvádějí zahraniční zpracovatelé inventur.

Některé aktivitní údaje, ze kterých byly bilance počítány, nebyly ještě v termínu dokončování projektu plně verifikovány Českým statistickým úřadem. Proto je třeba uvedené výsledky považovat stále za předběžné a jejich korekce bude provedena v průběhu prvního čtvrtletí roku 2000. Je třeba proto předpokládat, že ještě dojde k nepatrným změnám v emisních bilancích jednotlivých sektorů. Ty však nepřekročí rámec přesnosti stanovení bilancí podle platné metodiky IPCC a nedotknou se základních rozložení bilancí podle jednotlivých plynů a sektorů. **Korekce, které z verifikace údajů vyplynou, budou zapracovány do výsledných údajů emisních bilancí za rok 1998, předkládaných Sekretariátu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v požadovaném termínu. Tímto termínem pro inventury roku 1998 je 15.4.2000.**

Příloha I

EMISNÍ INVENTURA

ROK 1998

Příloha II

ZÁKLADNÍ PŘEHLED EMISNÍCH INVENTUR 1990-1998