



ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

úsek ředitele - *oddělení klimatické změny*

úsek ochrany čistoty ovzduší - *oddělení emisí a zdrojů*

INVENTARIZACE EMISÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČESKÉ REPUBLICE V ROCE 1999

(předběžné výsledky)

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

Zpráva byla vypracována podle požadavků Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu
na předkládání výsledků národních inventarizací

Praha
prosinec 2000

O b s a h

1. ÚVOD	5
<i>Literatura</i>	6
2. METODIKA INVENTARIZACE	9
2.1 ZÁKLADNÍ RYSY METODIKY IPCC	9
2.2 NÁRODNÍ INVENTARIZAČNÍ SYSTÉM PODLE POŽADAVKŮ KJÓTSKÉHO PROTOKOLU.....	10
2.3 VÝVOJ METODIKY IPCC - „ZÁSADY DOBRÉ PRAXE“	11
2.4 UPLATŇOVÁNÍ „ZÁSAD DOBRÉ PRAXE“ V INVENTARIZACI ČR	13
2.5 STANOVENÍ KLÍČOVÝCH ZDROJŮ	14
<i>Literatura:</i>	15
3. EMISE ZE SPALOVACÍCH PROCESŮ (SEKTOR 1 A)	17
3.1 EMISE PŘÍMÝCH SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ	17
3.1.1 <i>Emise oxidu uhličitého</i>	17
3.1.2 <i>Emise metanu</i>	20
3.1.3 <i>Emise oxidu dusného</i>	21
3.1.4 <i>Zajištění aktivitních údajů</i>	22
3.2 EMISE ZE SPALOVÁNÍ – SOUHRN.....	23
3.3 EMISE PREKURZORŮ	23
<i>Literatura</i>	24
4. FUGITIVNÍ EMISE (SEKTOR 1 B)	27
4.1 PŘEHLED ZDROJŮ	27
4.2 EMISE METANU Z TĚŽBY A POTĚŽEBNÍ ÚPRAVY UHLÍ.....	27
4.3 EMISE METANU Z TĚŽBY, SKLADOVÁNÍ, TRANZITNÍ PŘEPRAVY A ROZVODU PLYNU	29
4.4 EMISE METANU Z TĚŽBY, RAFINACE A SKLADOVÁNÍ ROPY	31
4.5 FUGITIVNÍ EMISE METANU - SOUHRN.....	32
4.5.1 <i>Aktivitní data a emisní faktory</i>	32
4.5.2 <i>Časový vývoj emisí</i>	33
4.6 EMISE PREKURZORŮ	33
<i>Literatura</i>	34
5. EMISE Z PRŮMYSLOVÝCH PROCESŮ (SEKTOR 2)	37
5.1 PŘEHLED ZDROJŮ	37
5.2 EMISE CO ₂	37
5.3 EMISE N ₂ O A CH ₄	38
5.4 EMISE Z PRŮMYSLU - SOUHRN.....	39
5.4.1 <i>Aktivitní data a emisní faktory</i>	39
5.4.2 <i>Časový vývoj emisí</i>	39
5.5 EMISE PREKURZORŮ	40
<i>Literatura</i>	41

6. EMISE Z POUŽITÍ ROZPOUŠTĚDEL (SEKTOR 3)	43
<i>Literatura</i>	<i>45</i>
7. EMISE ZE ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY (SEKTOR 4).....	47
7.1 PŘEHLED ZDROJŮ	47
7.2 EMISE METANU.....	47
7.2.1 První úroveň (tier 1).....	48
7.2.2 Druhá úroveň (tier 2).....	48
7.3 EMISE OXIDU DUSNÉHO	50
7.4 EMISE ZE ZEMĚDĚLSTVÍ - SOUHRN	51
7.4.1 Aktivitní data a emisní faktory	51
7.4.2 Časový vývoj emisí	52
<i>Literatura</i>	<i>52</i>
8. LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ (SEKTOR 5).....	55
8.1 BILANCE OXIDU UHLÍČITÉHO.....	55
8.1.1 První úroveň.....	55
8.1.2 Druhá úroveň	56
8.2 EMISE CH ₄ , CO A NO _x ZE SPÁLENÉHO DŘEVA PŘI TĚŽBĚ V LESÍCH	58
8.3 EMISE Z LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ - SOUHRN.....	58
<i>Literatura</i>	<i>59</i>
9. EMISE Z ODPADŮ (SEKTOR 6).....	61
9.1 EMISE ZE SKLÁDEK PEVNÝCH ODPADŮ	61
9.2 EMISE Z ODPADNÍCH VOD A KALŮ	62
9.2.1 Emise z komunálních odpadních vod	62
9.2.2 Emise z čištění průmyslových odpadních vod	63
9.2.3 Emise N ₂ O z komunálních odpadních vod	65
9.3 EMISE Z ODPADŮ: SOUHRN.....	65
9.3.1 Aktivitní data a další parametry.....	65
9.3.2 Změny v inventarizaci.....	65
<i>Literatura</i>	<i>66</i>
10. EMISE HFC, PFC A SF₆.....	67
<i>Literatura</i>	<i>68</i>
11. ZÁVĚR.....	69

1. Úvod

Pravidelné monitorování emisí a propadů skleníkových plynů je součástí závazku vyplývajícího z Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu z roku 1992 [1], jejíž signatářem je Česká republika od roku 1993 jako země prvního dodatku. První inventarizační studie pro tyto účely byla vypracována v roce 1994 organizací SEVEN [3], další studie zaměřené na celé období od roku 1990 až do současnosti však byly již od roku 1995 vypracovávány Českým hydrometeorologickým ústavem. Celkem vypracoval ČHMÚ pět inventarizačních studií, které jsou uvedeny v seznamu literatury [4-8]. První čtyři studie byly vypracovány v rámci projektů PPŽP pro Ministerstvo životního prostředí ČR, pátá byla vypracována v rámci smlouvy o dílo s MŽP. Výsledky těchto studií byly po autorizaci MŽP dále předkládány v předepsaném elektronickém formátu Sekretariátu Rámcové úmluvy v Bonnu jako oficiální česká data. Výsledky inventarizačních studií ČHMÚ za roky 1990–95 se staly též podkladem pro druhé národní sdělení [9]. V současné době vykonává ČHMÚ inventarizaci skleníkových plynů jako součást svých povinností předepsaných zřizovatelem (MŽP ČR).

Význam provádění dostatečně přesných emisních inventur vzrostl po přijetí Kjótského protokolu z roku 1997 [2], podepsaným ČR v roce 1998 (usnesení vlády ČR č.669 ze dne 12.10.1998), 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.

Cílem této studie je provést inventarizaci skleníkových plynů v ČR za rok 1999. Hlavní pozornost je pochopitelně zaměřena na skleníkové plyny požadované Kjótským protokolem: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC a SF₆. Kromě toho jsou též sledovány i prekurzory skleníkových plynů a aerosolu v souladu s Rámcovou úmluvou tj. NO_x, CO, NMVOC, SO₂.

Inventarizace emisí a propadů skleníkových plynů byla podobně jako v předchozích letech provedena podle předepsané metodiky IPCC, která je od letošku ještě dále rozšířena o tzv. „Zásady dobré praxe“. S jejími základními principy, posledním vývojem a vazbou na Rámcovou úmluvu a Kjótský protokol bude čtenář seznámen v následující kapitole. Zde bude rovněž ukázáno, jak je tato obecná metodika aplikována na české podmínky.

Členění kapitol v této zprávě odpovídá kategoriím zdrojů podle metodiky IPCC, tj. energetika, průmyslové procesy, použití rozpouštědel, zemědělství, lesní hospodářství a odpady navazují i letos na členění používané v minulých inventurách.. Vzhledem k rozsahu a významu emisí z energetiky byla tato problematika rozdělena do dvou kapitol (spalování paliv a fugitivní zdroje). Emise látek se zvýšeným radiačně absorpčním účinkem (HFC, PFC a SF₆) jsou obsahem zvláštní kapitoly. V důsledku rozšíření metodických požadavků a přechodu na nový jednotný elektronický formulář pro předkládání výsledků orgánům Rámcové úmluvy (označovaný jako CRF) doznává však původní struktura inventarizačních zpráv z minulých let od letošního roku podstatných změn, zejména pokud o zvýšený důraz na tzv. „klíčové zdroje“, které jsou z hlediska správného stanovení emisí nejvýznamnější. Z tohoto důvodu je také letos nově zařazena již zmíněná všeobecně metodická kapitola. Závěrečná kapitola je tradičně věnována celkovému shrnutí výsledků, diskusi zjištěných stávajících emisních trendů a základnímu porovnání s výsledky z předchozích studií.

V době uzávěrky této studie nelze ještě výsledky této studie považovat za zcela konečné, neboť některé její vstupy budou v průběhu prvního čtvrtletí roku 2001 ještě verifikovány a dopracovány (v souladu s posledními údaji ČSÚ) tak, aby se staly základem verze, kterou je ČR povinna do 15.4.2001 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 sektory (kategorie zdrojů a propadů) a tabulky sumární (*Sectoral Report a Summary Tables*), které uvádějí emise skleníkových plynů v jednotlivých kategoriích zdrojů, byly vypracovány ve standardně předepsaném formátu (viz. dále) 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 1, 2, 7-11, z části též 3 a 5

a z KONEKO s.r.o.: J. Bláha - kapitola 3, V. Neužil - kapitoly 4-6.

Řešitelé rovněž děkují dalším jednotlivcům a kolektivům z ČR i ze zahraničí, kteří poskytnutím základních vstupních údajů přispěli ke zpracování inventarizace emisí skleníkových plynů v České republice za rok 1999 v požadovaném termínu. Jmenovitě je třeba zmínit:

Ing. V. Henzlíka, (Výzkumný ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs n/L),

doc. Ing. B. Bernauera, Ing. M. Markvarta, prof. M. Dohanyose a doc. J. Zábranskou (VŠCHT Praha),

Ing. F. Straku (Ústav pro výzkum a využití paliv a.s., Běchovice) a

Ing. V. Řeháčka a Ing. L. Michálka.

Na inventarizaci se též podílel M. Havránek, posluchač 5.ročníku Přírodovědecké fakulty UK.

Ze zahraničních konzultantů je třeba uvést S. Pesmajoglou (dříve National Observatory of Athens, nyní Sekretariát Úmluvy v Bonnu) a R. Acostu (Sekretariát Úmluvy v Bonnu). Cenným podnětem pro činnost pracovního kolektivu byl i průběh mezinárodního auditu, který se pod vedením T. Dallman (Sekretariát Úmluvy v Bonnu) uskutečnil v ČR v únoru 1999 a který byl zaměřen na velice detailní kontrolu způsobu provádění emisních inventarizací skleníkových plynů v ČR [10].

Literatura

1. *UN Framework Convention on Climate Change*, UN 1992
2. *The Kyoto Protokol to the Convention on Climate Change*, UN FCCC 1997
3. Tichý M., Voráčková Z., Dvořák P.: *Inventura skleníkových plynů v ČR v r. 1990*, SEVEN, Praha 1995
4. 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
5. 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
6. 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

7. 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
8. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace emisí skleníkových plynů v ČR v roce 1998*, Zpráva ČHMÚ v rámci smlouvy o dílo pro MŽP, Praha 1998
9. *Druhé sdělení ČR o plnění závazků vyplývajících z přistoupení k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu*, MŽP ČR, Praha 1997
10. *Czech Republic, FCCC/IDR.2/CZE, Závěrečná zpráva o průběhu mezinárodní kontroly plnění Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v ČR*, Bonn 1999

2. Metodika inventarizace

2.1 Základní rysy metodiky IPCC

Pro účely národních inventarizace antropogenních emisí a propadů skleníkových plynů byla vypracována jednotná metodika, která se nadále vyvíjí. Orgánů Rámcové úmluvy byl vypracováním této metodiky pověřen Mezivládní panel pro klimatickou změnu (IPCC). První verze této metodiky byla vydána v roce 1995 [1]. Brzy po svém vydání byla však tato metodika podrobena revizi, takže od roku 1997 platí její druhá verze [2].

Metodika IPCC je zaměřena na skleníkové plyny s přímým radiačně absorpčním účinkem: CO₂, CH₄ a N₂O, na látky se zvýšeným radiačně absorpčním účinkem obsahující fluór: HFC, PFC a SF₆, na prekurzory přízemního ozónu NO_x, NMVOC a CO a na aerosolový prekurzor SO₂. Naproti tomu látky narušující ozónovou vrstvu, přestože mají též absorpčně radiační účinky, jsou mnohem přísněji kontrolovány Montrealským protokolem a nikoli Rámcovou úmluvou a tudíž nejsou zahrnuty ani v metodice IPCC. Připomínáme, že Kjótský protokol, který je součástí Rámcové úmluvy a týká se zemí jejího prvního dodatku, zahrnuje pouze plyny s přímým a zvýšeným radiačním účinkem (viz dále).

Největší pozornost věnuje metodika IPCC stanovení emisí CO₂, který je nejvýznamnějším skleníkovým plynem. Jako jediné antropogenní zdroje chápe metodika pouze spalování fosilních paliv a v podstatně menší míře i výrobu cementu popř. ještě rozklad vápence a dalších karbonátových minerálů, pokud nejsou kompenzovány následnými propady (např. tavení skla, vápnění půd, vápencové odsiřování atd.).

Spalování fosilních paliv ve stacionárních i v mobilních zdrojích představuje obvykle nejvýznamnější skupinu zdrojů ve většině zemí. Ke stanovení CO₂ ze spalování paliv jsou metodikou IPCC předepsány dva, do jisté míry nezávislé postupy vycházející z národní energetické bilance. Jednodušší způsob, nazývaný též jako referenční (*Reference Approach*), byl popsán již ve starší verzi metodiky IPCC [1] a v principu stanovuje celkové množství spáleného uhlíku na základě bilančního výpočtu zdánlivé spotřeby jednotlivých druhů paliv (např. černé uhlí, ropa, benzin, zemní plyn) na území inventarizované země (tj. těžba + dovoz - vývoz - změna zásob). Tyto údaje jsou v energetické bilanci vyjádřeny v energetických jednotkách (TJ). Potřebné emisní faktory uhlíku (t C/GJ) jsou pro jednotlivé druhy paliv uvedeny v metodických materiálech a jejich přesnost je přijatelná.

Druhý způsob, nazývaný sektorový (*Sectoral Approach*), je popsán detailněji až v novější verzi metodiky IPCC [2] a vychází ze skutečné spotřeby paliv v jednotlivých sektorech (např. produkce energie, průmysl, doprava). Oba způsoby vyžadují pro výpočet odlišné položky energetické bilance. Referenční způsob vychází z tzv. primárních zdrojů, sektorový způsob z transformačních procesů a z konečné spotřeby. Oba způsoby berou též ohled na to, že menší část paliv není využita pro energetické účely (např. mazací oleje, asfalt). U ostatních paliv se předpokládá, že téměř všechen uhlík se spálí na oxid uhličitý, přičemž je uvažována i drobná korekce na nespálený uhlík. Referenční metoda je velice transparentní a proto bývá využívána zejména pro kontrolu. Na druhé straně neumožňuje posoudit v jakém sektoru či kategorii zdrojů emise oxidu uhličitého vznikají a tudíž je v poslední době spíše preferována sektorová

metoda. Předpokladem kvality inventarizace je však dostatečně spolehlivá energetická statistika. Rozdíl výsledků emisí oxidu uhličitého by u obou metod neměl přesahovat 2%.

Další zdroj či spíše jímka CO₂ souvisí se změnou ve využití krajiny. Zde se jedná zejména o kácení nebo vysazování lesů: množství uhlíku obsaženého ve vykáceném dřevu je uvažováno jako emise a naopak množství uhlíku obsažené v narůstajícím dřevu je uvažováno jako propad. Při tomto pojetí se jakákoli další emise CO₂ vzniklá např. při spalování nebo aerobním tlením dřeva nebo jiné biomasy se do celkové emisní bilance již nezapočítává.

Při inventarizaci emisí metanu a oxidu dusného je třeba si uvědomit, že vzhledem k povaze jejich nejvýznamnějších zdrojů, tj. těžba uhlí, chov zvířectva, skládky a odpadní vody (CH₄), zemědělské půdy, hospodaření se živočišným odpadem, výroba kyseliny dusičné, fluidní a lokální spalování, automobily s katalyzátory (N₂O), lze nejpřesnější způsob stanovení emisí (kontinuální elektronická měření) použít jen výjimečně (např. výroby kyseliny dusičné, fluidní kotle). Proto nezbývá, než používat výpočty založené na sledování příslušných statistických ukazatelů (těžba uhlí, stavy hospodářského zvířectva, množství vyrobené kyseliny dusičné, množství aplikovaného dusíkatého hnojiva atd.). Jako parametry jsou ve výpočetních vztazích používány zejména emisní faktory, popř. ještě další obdobné parametry. Podle složitosti výpočtů a podle druhu všech použitých emisních faktorů (všeobecně doporučené - tzv. *default*, územně, místně a technologicky specifické) jsou způsoby popsané v metodice IPCC rozděleny na tři úrovně, tzv. *tiers*.

Pro první úroveň jsou typické zejména jednodušší výpočty, založené na základních statistických ukazatelích a na použití všeobecně doporučených emisních faktorů globální popř. kontinentální působnosti. Tyto emisní faktory jsou obvykle tabelovány přímo v metodických manuálech [1] až [3].

Druhá úroveň vychází ze sofistikovanějšího výpočtu a vyžaduje obvykle i podrobnější a obtížněji dostupné statistické údaje. Emisní faktory (územně nebo technologicky specifické) jsou obvykle odvozeny na základě výpočtů založených na náročnějších výzkumech a důkladnější znalosti zdroje. I v těchto případech je někdy možno najít potřebné parametry pro výpočet ve [2], popř. [3]. Jako postupy třetí úrovně jsou obvykle chápány postupy vycházející z výsledků přímých měření provedených v místních podmínkách (místně a technologicky specifické emisní faktory).

Je zřejmé, že postupy vyšších úrovní by měly být přesnější a měly by i lépe vystihovat realitu. Jsou však po všech stránkách náročnější, a to i pokud se týká vynaložených finančních prostředků. Nicméně stanovení emisí podle postupu první úrovně by s ohledem na vysokou transparentnost mělo být provedeno vždy alespoň pro kontrolu.

2.2 Národní inventarizační systém podle požadavků Kjótského protokolu

Kjótský protokol klade podstatně vyšší technické i finanční nároky na provedení a organizační zajištění a verifikaci národní inventarizace v porovnání s původní Rámcovou úmluvou jejíž je Protokol součástí. Čl. 5 Protokolu totiž požaduje, aby v každé signatářské zemi byl vytvořen plně funkční národní systém pro každoroční inventarizaci skleníkových plynů, který musí být v souladu s aktuálně platnou verzí metodiky IPCC. Hlavní pozornost je pochopitelně zaměřena na referenční rok 1990 a na celé první kontrolní období 2008-2012. Právě k těmto rokům se budou vztahovat zvýšené požadavky na kvalitu výsledků inventarizace. Výsledky budou podrobeny přísnému mezinárodnímu auditu, který je předepsán čl. 8 Protokolu. K usnadnění této kontrolní úlohy deklaruje čl. 7 Protokolu nutnost předkládat orgánům Rámcové úmluvy i Protokolu kromě emisních dat též pomocné údaje

usnadňující kontrolu inventarizace (základní statistické ukazatele, emisní faktory a další parametry použité pro výpočet).

V současné době vypracovávají orgány Rámcové úmluvy výkonné směrnice pro zajištění uvedených článků Protokolu. K hlavním funkcím národního systému patří zejména vybudování a zprovoznění institucionálního, legislativního a procedurálního uspořádání potřebného pro plnění všech nezbytných funkcí kladených na inventarizaci. Současně je třeba ustavit hlavní řešitelskou organizaci, která ponese zodpovědnost za kvalitu a včasnost dodání výsledků inventarizace, a zajistit pro ni dostatečné kapacity (finanční i personální). Dále je třeba stanovit pravidla pro spolupráci této řešitelské organizace s vládními organizacemi (statistickým úřadem a zainteresovanými ministerstvy) a dalšími kooperujícími subjekty. V podmínkách ČR odpovídá požadavkům na hlavní řešitelskou organizaci pracoviště Českého hydrometeorologického ústavu.

Přestože Kjótský protokol dosud nenabyl právní moci, mnohé z jeho požadavků kladených na národní inventarizaci skleníkových plynů jsou uplatňovány již nyní. Např. výsledky národní inventarizace podle metodiky IPCC jsou každoročně předkládány v předepsaném termínu (15 měsíců po ukončení sledovaného roku) a v požadovaném jednotném formátu CRF (*Common Reporting Format*), který má usnadnit jejich kontrolu. Ten byl v souladu s čl.7 Protokolu zaveden v roce 2000. Jde o elektronický formulář obsahující téměř 40 tabulek s emisními údaji, emisními faktory, aktivitními údaji a dalšími ukazateli. Emise CO₂ jsou počítány především podle sektorového postupu, nicméně referenční postup je z důvodů kontroly rovněž požadován. Tento postup je rovněž v souladu se směrnicí č.1999/296/EC („Rozhodnutí Rady z 26.4.1999 upravující Rozhodnutí Rady č. 93/389/EEC pro mechanismy monitorování emisí CO₂ a dalších skleníkových plynů“).

Jak již bylo zmíněno na začátku této kapitoly, týká se Kjótský protokol pouze skleníkových plynů s přímým a zvýšeným radiačně absorpčním účinkem, které se také někdy označují jako „Kjótské plyny“. Jmenovitě se jedná o oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O), částečně fluorované uhlovodíky (HFC), zcela fluorované uhlovodíky (PFC) a fluorid sírový (SF₆). Emise těchto plynů je možno souhrnně posuzovat pomocí celkové neboli agregované emise skleníkových plynů, která se vypočte jako součet emisí jednotlivých plynů násobených příslušnými konverzními koeficienty označované jako GWP (*Global Warming Potential*). Tyto koeficienty udávají, kolikrát je daný plyn z hlediska absorpce zemské radiace účinnější než oxid uhličitý. Hodnoty GWP pro základní plyny a časový horizont 100 let jsou následující: pro CO₂ je hodnota 1, CH₄ 21 a pro N₂O 310. Emise tzv. „nových skleníkových plynů“ jsou v porovnání se základními plyny velmi malé, nicméně hodnoty jejich GWP jsou o 2-4 řády vyšší. Celková agregovaná emise, kterou právě Kjótský protokol požaduje snížit, se vyjadřuje ekvivalentním množstvím CO₂ stejného radiačně absorpčního účinku jako suma jednotlivých plynů.

2.3 Vývoj metodiky IPCC - „Zásady dobré praxe“

První verze metodiky IPCC byla vydána v roce 1995 [1] (předběžná verze v roce 1994) a ta byla doporučena pro národní inventarizace na prvních dvou konferencích stan Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. V roce 1997 byla vydána revidovaná verze [2], která byla přijata jako závazná na COP-3 v Kjótu. Revidovaná verze přináší některá vylepšení: např. lépe popisuje sektorový postup při stanovení CO₂ ze spalování paliv, předkládá nový přístup pro výpočet N₂O ze zemědělských aktivit, aktualizovaný výpočet metanu z odpadních vod jakož i přináší hlavní zásady pro stanovení emisí HFC, PFC a SF₆. V některých případech prezentuje i aktualizované a zpřesněné emisní faktory.

Z hlediska zvýšených nároků vyplývajících z plnění podmínek Kjótského protokolu se ukázalo, že i revidovanou metodiku IPCC je třeba ještě rozšířit a doplnit, zejména z hlediska zvýšení kvality inventarizace a dostatečného zvládnutí fenoménu nejistoty - nejistotu není možné úplně odstranit, ale její negativní účinky lze co možná nejvíce omezit. S touto motivací vznikla na sérii mítinků IPCC nová metodická příručka [3] nazvaná „*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*“, na kterou budeme v dalším textu zjednodušeně odkazovat jako na „zásady dobré praxe“. Ještě je třeba připomenout, že „zásady dobré praxe“ jsou zaměřeny vesměs na „kjótské plyny“, tj. látky, kontrolované Protokolem. Metodická příručka má sloužit jako doplněk revidované metodiky [2].

Cílem „zásad dobré praxe“ napomáhat zemím zpracovávajícím inventarizaci tak, aby

- emisní odhady pokud možno nebyly nadhodnoceny ani podhodnoceny,
- nejistota stanovení emisí byla v maximální možné míře omezena.

K dalším zásadám dobré praxe při národní inventarizaci patří transparentnost, náležitá dokumentace, konzistence časových řad, úplnost (zdrojů a propadů), porovnatelnost s inventarizacemi ostatních států, vyhodnocení úrovně i trendu nejistot, ověřitelnost (mechanismy QC/QA) a efektivita čerpání vynakládaných finančních zdrojů.

Zásady dobré praxe lze rozdělit do dvou skupin:

- sektorové aspekty, kde se promítají specifika jednotlivých kategorií zdrojů,
- obecně metodologické aspekty, související zejména s vystižením nejistoty, volbou optimální strategie a zajištění dostatečných kontrolních mechanismů.

U sektorových aspektů se jedná zejména o vystižení jednoznačného algoritmu, zohledňujícího pro daný sektor v maximálně možné míře místní podmínky při výběru metody, popř. úrovně (*tier*), optimálního postupu při výběru emisních faktorů a o zahrnutí všech zdrojů/propadů emisí, zajištění konzistence časových řad a vystižení nejistoty.

V rámci „zásad dobré praxe“ byla dále vytvořena pravidla pro vykazování výsledků a dokumentaci postupů v daném sektoru a pravidla umožňující efektivní kontrolu a revizi inventarizace jak řešitelským týmem – QC (*Quality Control*), tak i nezávislým auditem - QA (*Quality Assurance*).

Pokud jde o obecně metodologické aspekty je třeba zmínit zejména kvantifikaci nejistot v jednotlivém roce i v celkovém trendu. Přitom se uvažují případy nepřesnosti jednotlivých kategorií zdrojů, které se vystihnout buď statistickým rozptylem nebo alespoň na základě expertního odhadu. Pro stanovení nejistoty celkové emise nebo jejího trendu lze v první úrovni použít metodu propagace chyby, založené na matematicko-statistických vztazích pro výpočet rozptylu součtu nebo součinu z odpovídajících rozptylů jednotlivých členů. Sofistikovaněji (*2nd tier*) lze použít i modelování metodami typu Monte-Carlo.

Z praktického hlediska má velký význam identifikace klíčových zdrojů. Jedná se o ty zdroje, které se rozhodující měrou podílejí na celkové emisi nebo na její chybě, a to jak v jednotlivém roce, tak i v trendu. Klíčovými zdrojům a jejich kategoriím by měla být věnována podstatně větší pozornost než zbývajícím zdrojům či kategoriím. Znamená to, že při stanovení emisí z klíčových zdrojů by se měly používat pokud možno sofistikovanější postupy vyšších úrovní, používajících místních nebo alespoň národních hodnot emisních faktorů. To se však mnohdy neobejde bez vynaložení finančních prostředků potřebných na zajištění přiměřeného výzkumu a provedení příslušných měření. Případné prostředky na podporu kvality inventarizace by

měly být vynakládány co nejefektivněji a měly by být přednostně orientovány na klíčové zdroje.

Jednou z nejdůležitějších ze „zásad dobré praxe“ je zajištění konzistentnosti časových řad. K dosažení tohoto cíle je třeba dbát na to, aby celá časová série byla stanovována metodologicky konzistentně. V případě revize metodiky a jejího dalšího rozvoje je třeba někdy provést i přepočítání předchozích let, pokud v té době byly hodnoty emisí stanovovány podle starší a nyní již překonané verze. K přepočtu je třeba přikročit i tehdy, zjistí-li se chyba v dřívějších výpočtech nebo v použití neadekvátní metodiky.

2.4 Uplatňování „Zásad dobré praxe“ v inventarizaci ČR

„Zásady dobré praxe“ [3] byly v květnu 2000 schváleny 16. plenárním zasedáním Mezivládního Panelu IPCC a v červnu 2000 12. zasedáním SBSTA Rámcové úmluvy. Předpokládá se, že budou zaváděny postupně a jejich plné zavedení do inventarizační praxe si vyžádá nejméně dvouletého období (v souladu s doporučením orgánů Rámcové úmluvy).

Dosud provedené inventarizace ČHMÚ jsou založeny převážně na metodice dle [2]. Výsledky stanovené ještě podle starší verze [1] v době před vydáním revidovaných směrnic (jedná se vesměs o data 1990–1995) byly buď ponechány pokud nedošlo k metodickým změnám, nebo byly již přepočítány (emise metanu z dobývání uhlí) nebo jsou revidovány nyní (emise N₂O, emise metanu z odpadů). Oficiální verze [3] nebyla z pochopitelných důvodů v české inventarizaci dosud uplatňována. Nicméně již dříve nabyté zkušenosti autorů této studie z průběhu mezinárodních příprav „zásad dobré praxe“ umožnily, aby mnohé z přijatých zásad byly při české inventarizaci vědomě užívány s předstihem již v uplynulém období.

Inventarizace emisí skleníkových pro rok 1999 probíhala již ve znamení postupného zavádění „zásad dobré praxe“. Vzhledem k velkému rozsahu příslušné metodické příručky bude toto zavádění pokračovat i v průběhu přípravy inventarizace pro rok 2000. V této inventarizaci byla pozornost zaměřena zejména na identifikaci klíčových zdrojů, kterým bude v celém procesu věnována výrazně vyšší pozornost. Důraz bude kladen též na konzistentnost časových řad, neboť jedině tak je možno správně vyhodnotit existující emisní trendy.

Naopak poněkud menší pozornost byla při zpracování této inventarizace věnována emisím prekurzorům NO_x, CO, NMVOC a SO₂, které kontrolou spadají pod „Úmluvu o znečišťování ovzduší na vzdálenost přesahující hranice států“ (CLRTAP). Při jejich inventarizaci se bude třeba ještě více než dosud dbát o optimální využití systému REZZO, který však používá poněkud jinou kategorizaci zdrojů, danou vyhláškou č. 117/97 Sb.. Úkolem řešitelského týmu bude v tomto případě zejména náležitá konverze dat z formátu REZZO do kategorizace zdrojů a propadů IPCC, což ovšem představuje dosti náročný úkol.

Ačkoliv byl jednotný elektronický formulář CRF experimentálně testován již v roce 1999, jeho závazné využívání je předepsané až od roku 2000. Proto také výsledková část této zprávy prezentována v souladu s těmito novými požadavky.

Ještě je třeba upozornit na skutečnost, že pro sektor „Změna ve využití krajiny a lesnictví“ se příslušná obdoba „zásad dobré praxe“ teprve připravuje a bude panelem IPCC dokončena pravděpodobně až v roce 2002. Proto je zatím možno uplatňovat pouze ty metodické pokyny, které jsou uvedeny v [2].

2.5 Stanovení klíčových zdrojů

Všeobecně lze předpokládat, že z hlediska snížení nejistoty je vhodnější stanovovat emise z jednotlivých zdrojů co nejrigoróznějším způsobem, tj. metodami vyšších úrovní, které co nejvíce zohledňují místní podmínky a používají v maximálně možné míře územně, místně a technologicky specifické emisní faktory. Aplikace těchto metod však bývá velmi náročná, a to jak z hlediska čerpání finančních prostředků, tak i z hlediska možností pracovních kapacit. Tyto prostředky by měly být ovšem využity co nejúčelněji a měly by být orientovány zejména na ty zdroje, které rozhodujícím způsobem k celkové chybě při stanovení celkové emise přispívají. Takové zdroje, popř. jejich kategorie, jsou nazývány v [3] klíčovými zdroji. Z definice zahrnuje pojem klíčový zdroj též příslušný skleníkový plyn s přímým absorpčně radiačním účinkem.

Tabulka 2.1 Výběr klíčových zdrojů (Tier 1 – Level assesment)

Zdroje (kategorie zdrojů)	Plyn	Emise	Část	Kumul.
		Gg	%	%
Energy: Stationary Combustion - Solid (CO2)	CO2	84 958	57.4	57.4
Energy: Stationary Combustion - Gas (CO2)	CO2	17 932	12.1	69.5
Energy: Mobile Combustion - Road	CO2	10 316	7.0	76.5
Energy: Stationary Combustion - Liquid (CO2)	CO2	9 916	6.7	83.2
Energy: Fugitive Emissions - Coal Mining (CH4)	CH4	5 313	3.6	86.8
Agriculture: Direct Emissions N2O from Soils	N2O	2 995	2.0	88.8
Industrial: Mineral Products - decarbonizing (CO2)	CO2	2 661	1.8	90.6
Agriculture: Indirect Emissions N2O	N2O	1 950	1.3	91.9
Agriculture: Enteric Fermentation (CH4)	CH4	1 802	1.2	93.1
Waste: Landfiles (CH4)	CH4	1 713	1.2	94.3
Energy: Mobile Combustion - Off Road incl. Waters	CO2	1 609	1.1	95.4
Industrial: Nitric Acid (N2O)	N2O	1 197	0.8	96.2
Energy: Stationary Combustion	N2O	933	0.6	96.8
Agriculture: Manure Management (CH4)	CH4	741	0.5	97.3
Waste + Solvent Use: Waste Incineration + SU	CO2	704	0.5	97.8
Energy: Fugitive Emissions - Oil and Gas (CH4)	CH4	592	0.4	98.2
Industrial: Usage of New Gases	HFCs,..	523	0.4	98.5
Agriculture: Manure Management (N2O)	N2O	446	0.3	98.8
Energy: Stationary Combustion	CH4	432	0.3	99.1
Energy: Mobile Combustion - Road	N2O	431	0.3	99.4
Waste: Wastewater Handling	CH4	350	0.2	99.7
Energy: Mobile Combustion - Aircraft	CO2	239	0.2	99.8
Waste: Wastewater Handling	N2O	202	0.1	100.0
Energy: Mobile Combustion - Road	CH4	39	0.0	100.0
Energy: Mobile Combustion - Off Road incl. Waters	N2O	22	0.0	100.0
Energy: Mobile Combustion - Aircraft	N2O	3	0.0	100.0
Energy: Mobile Combustion - Off Road incl. Waters	CH4	2	0.0	100.0
Energy: Mobile Combustion - Aircraft	CH4	1	0.0	100.0

„Zásady“ [3] předkládají dvě úrovně stanovení těchto klíčových zdrojů. Jako klíčové zdroje jsou uvažovány ty zdroje, které se z devadesáti procent podílejí na chybě v úrovni (v emisi za jeden rok) nebo v trendu. Z této definice vychází postup druhé úrovně vyžadující důkladnou

analýzu nejistoty a využitím sofistikovaných statistických postupů a hodnocení zdrojů příslušnými charakteristikami. Zajištění potřebných informací pro tento přístup je však velmi obtížné a v ČR zatím takové informace nejsou k dispozici.

Postup druhé úrovně dle [3] je založen na skutečnosti, že na devadesátiprocentní chybě v úrovni nebo trendu se obvykle podílejí pouze ty zdroje, jejichž podíl na celkové emisi nepřesahuje 95%. Tento postup je ilustrován v Tab. 2.1. Zdroje či jejich kategorie, definované pro tyto účely v [3] jsou seřazeny podle klesajícího příspěvku k celkové emisi (uvažovány emise z roku 1998). Jako klíčové zdroje byly vybrány ty (označeny tučně), jejichž kumulativní příspěvek je menší než 95%. Kromě toho byly jako klíčové zdroje označeny emise z použití látek obsahujících fluór, které se sice zatím příliš nepodílejí na celkové emisi, ale kde se očekává rostoucí trend.

Literatura:

1. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1-3*, IPCC 1995
2. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1-3*, IPCC 1997
3. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories*, IPCC 2000

3. Emise ze spalovacích procesů (Sektor 1 A)

Spalovací procesy zařazené do sektoru 1A jsou zdrojem se podílejí rozhodujícím způsobem na celkové emisi skleníkových plynů. Téměř všechny emise oxidu uhličitého s výjimkou rozkladu karbonátových minerálů, uplatňujících se např. při výrobě cementu, připadají na spalování fosilních paliv ze stacionárních i mobilních zdrojů. Úloha spalovacích zdrojů je zřejmá z tabulky 2.1, z nichž je patrné, že 5 z 13 uvažovaných klíčových zdrojů připadá na spalování fosilních paliv v sektoru 1A a z toho první čtyři nejvýznamnější se podílejí na 83% celkové emise v roce 1998.

Inventarizaci emisí z těchto procesů je proto v metodice IPCC [1] věnována největší pozornost. S ohledem na [4] je při inventarizaci emisí skleníkových plynů uplatňován diferencovaný přístup. Emise přímých skleníkových plynů, tj. CO₂, CH₄ a N₂O jsou propočítávány na základě aktivitních údajů a emisních faktorů spalovaných paliv. U ostatních plynů (prekurzorů) jsou údaje o emisích v jednotlivých spotřebních sektorech přebírány přímo z odpovídajících oddílů REZZO. Výsledky inventarizace, včetně aktivitních dat, jsou předkládány v jednotném formuláři CRF. Součástí tohoto způsobu je u přímých skleníkových plynů předkládána i spotřeba paliv a zpětný kontrolní propočet emisních faktorů. U stacionárních zdrojů se však spotřeby paliv ve formuláři CRF udávají v agregované podobě, tj. jako paliva tuhá, kapalná a plynná ve smyslu definice IPCC. Vzhledem k propracovanosti dosavadních výpočetních postupů se podařilo naplnit požadované tabulky CFR s jednou výjimkou, kdy zpracovatelský průmysl (1A2) je vykazován jako celek. Pro rozčlenění této kategorie na jednotlivá průmyslová odvětví zatím neposkytuje současná energetická statistika potřebné aktivitní údaje.

3.1 Emise přímých skleníkových plynů

3.1.1 Emise oxidu uhličitého

Emise oxidu uhličitého dle [4] zahrnují též následujících pět klíčových zdrojů první úrovně:

- stacionární spalování tuhých paliv,
- stacionární spalování plyných paliv,
- silniční doprava,
- stacionární spalování kapalných paliv,
- ostatní doprava.

Tyto klíčové zdroje rozhodující měrou ovlivňují nejistotu absolutní úrovně i trendu inventarizace CO₂.

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 aktivitních 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 na úrovni zdrojů vstupují do tuzemské spotřeby, a to 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.

Referenční přístup

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 zkreslovaly 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 (plastické hmoty) 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. Emisní faktory, určující obsah uhlíku v jednotlivých palivech (v Mg C/TJ) jsou převzaty z metodiky IPCC, stejně jako doporučené koeficienty účinnosti konverze uhlíku na oxid uhličitý při spalování jednotlivých paliv (korekce na tzv. nedopal).

Sektorový přístup

Tato metoda, založená na evidenci spotřeby paliv v jednotlivých dílčích sektorech, je v metodice IPCC velmi detailně propracována a proti předchozím verzím (do roku 1995) 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 je možno rozdělit spalovací procesy pouze do těchto základních kategorií:

- 1A1 - Produkce energie a spotřeba paliva v transformačních procesech
 - výroba elektřiny a tepla ve veřejných zdrojích
 - rafinerie
 - ostatní zušlechťování paliv (koksovny, plynárny, vlastní spotřeba při těžbě)
- 1A2 - Zpracovatelský průmysl (včetně výroby elektřiny a tepla v závodních zdrojích)
- 1A3 - Doprava
 - vnitrostátní letecká doprava
 - silniční doprava
 - železniční doprava
 - vodní doprava
 - 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.

Metodika IPCC nespécifikuje zařazení spotřeby kompresních stanic pro tranzit zemního plynu tranzitním plynovodem. 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. Jelikož tranzitní plynovody obvykle prochází několika státy, nabízí se určitá analogie se zahraniční leteckou dopravou. Tabulky CRF ale tento přístup neumožňují, emise z vnitrostátních i tranzitních plynovodů jsou proto uváděny v jedné položce.

Obdobně jako u referenční metody jsou 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.

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 provedené oběma postupy za rok 1999 se liší o necelá 2 % (soulad s požadavkem CRF), hodnoty za poslední roky a jejich porovnání je uvedeno v Tab. 3.1.

Porovnání s rokem 1990 ukazuje výrazný pokles úrovně emisí oxidu uhličitého, který odpovídá poklesu tuzemské spotřeby prvotních energetických zdrojů zejména v důsledku nižší spotřeby uhlí a jeho částečné substituce zemním plynem. Pokles této spotřeby za poslední desetiletí uvádí Tab. 3.2.

Tabulka 3.1 Porovnání výsledků výpočtů emisí CO₂ ze spalování fosilních paliv oběma způsoby v posledních letech

Rok	Referenční metoda	Metoda spotřebních sektorů	Odchylka
1990	-	160 073 kt	-
1996	129 673 kt	129 380 kt	0,2 %
1997	131 386 kt	133 837 kt	1,8 %
1998	122 662 kt	124 392 kt	1,4 %
1999	115 136 kt	117 159 kt	1,7 %

Tabulka 3.2 Tuzemská spotřeba prvotních zdrojů paliv v letech 1990 a 1999

	1990	1999	Snížení spotřeby
Tuzemská spotřeba prvotních zdrojů paliv	1 930,1 PJ	1 461,9 PJ	468,2 PJ
z toho uhlí	1 326,8 PJ	783,3 PJ	543,5 PJ

Metoda spotřebních sektorů umožňuje na rozdíl od referenční metody analýzu struktury původu emisí. Tak je možno zjistit, že v období 1996 až 1999 došlo k určité změně odvětvové struktury původu emisí oxidu uhličitého, jak uvádí Tab. 3.3. Porovnání s předchozími roky není možné, protože inventurní výpočty v období 1990 až 1995 byly prováděny poněkud odlišnou metodikou [2].

Tabulka 3.3 Podíl odvětví na emisích oxidu uhličitého v posledních letech

rok	1996	1997	1998	1999
energetika	44,7 %	44,2 %	47,2 %	45,9 %
zpracovatelský průmysl	33,9 %	32,4 %	28,4 %	29,2 %
doprava	7,5 %	8,4 %	8,6 %	10,0 %
obchod a služby	4,1 %	4,8 %	4,7 %	4,8 %
domácnosti	8,5 %	8,8 %	9,7 %	8,7 %
zemědělství	1,3 %	1,4 %	1,4 %	1,4 %

Podíl emisí ze zpracovatelského průmyslu se snížil v důsledku výrazného poklesu spotřeby zejména uhlí. Výrazný je růst podílu emisí z dopravy vlivem zvýšené spotřeby kapalných paliv v silniční dopravě.

3.1.2 Emise metanu

Emise metanu ze spalování paliv ze stacionárních ani z mobilních zdrojů nepatří ke klíčovým zdrojům. Relativně největší příspěvek připadá na spalování paliv v lokálních topeništích.

Způsob stanovení emisí metanu je v mnohých rysech obdobný s metodou jednotlivých spotřebních sektorů u emisí oxidu uhličitého. Nejednodušší úroveň (*Tier 1*) [1] zahrnuje pouze souhrnné kategorie paliv:

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

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

Emisní faktory pro tuhá, kapalná a plynná paliva v kategoriích zdrojů metodiky IPCC 1A1 až 1A6 byly stanoveny s využitím údajů z emisní databáze REZZO, přičemž tyto emisní faktory byly vypočteny jako vážené průměry. Protože však CH_4 a NMVOC nejsou v databázi REZZO sledovány odděleně nýbrž jako suma dosud značená jako C_xH_y , byl emisní koeficient těchto plynů uvažován jako určitá část emisního koeficientu pro C_xH_y . Podíl CH_4 byl na základě údajů uvedených v metodické příručce pro CORINAIR [8] diferencován podle typů spalovacích zařízení a druhů paliv v rozmezí 20-70% (nejčastěji udávaný hmotnostní poměr je jeden díl CH_4 a ku dvěma dílům NMVOC).

V sektoru dopravy byly emise CH_4 vypočteny za základě emisních koeficientů metanu doporučených v metodice IPCC ([1], díl 3 – *Reference Manual*). Při výpočtu emisí metanu ze sektoru dopravy je třeba upozornit na skutečnost, že na rozdíl od výpočtu CH_4 ze stacionárních zdrojů se používají jako aktivitních údaje přímo jednotlivá paliva spotřebovaná v tomto sektoru. Jmenovitě jde o benzin, motorovou naftu, letecký petrolej, zemní plyn a propan butan.

3.1.3 Emise oxidu dusného

Přestože emise N_2O ze spalovacích procesů nepatří v ČR ke klíčovým zdrojům, představují tyto emise jak ze stacionárních tak i z mobilních poněkud významnější příspěvek, nežli emise CH_4 .

Emise N_2O byly vypočteny obdobným způsobem jako emise CH_4 . Při tom byly použity přímo emisní koeficienty ležící uvnitř doporučených intervalů uvedených v revidované metodice IPCC [1]. Emisní faktory ze spalování ve stacionárních zdrojích byly převzaty z [9]. Tato studie přináší kritické zhodnocení dvou dřívějších národních studií [3] a [13] a porovnává je s *default* hodnotami uvedenými v Referenčním manuálu [1]. Chybějící údaje pro spalování hnědého uhlí byly převzaty ze studie [3]. Je třeba konstatovat, že použité emisní faktory nejsou v rozporu s hodnotami uváděnými v [1] a odrážejí následující skutečnosti:

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

Při výpočtu emisí N_2O z mobilních zdrojů se jako významnější zdroj podle [1] jeví pouze osobní automobilová přeprava, a to zejména osobní vozy s katalyzátory. Emisní faktory N_2O pro vozidla na naftový pohon a pro vozidla na benzinový pohon bez použití katalyzátoru nejsou příliš vysoké a byly převzaty standardním způsobem z metodických směrnic [1]. U vozidel na benzinový pohon vybavených třicestnými katalyzátory je situace komplikovanější. Metodika [1] uvádí pro osobní vozidla s katalyzátory tři dvojice emisních faktorů (pro nový a deaktivovaný katalyzátor). Pro deaktivovaný katalyzátor se uvádí přibližně třikrát větší hodnota než pro katalyzátor nový. V souladu se studiemi [1], [7] byla pro nedostatek domácích údajů vybrána dvojice hodnot doporučená na základě kanadských výzkumů; kromě toho 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.

Při výpočtu se vychází ze spotřeby benzínu a motorové nafty hlavními typy vozidel. Přitom spotřebu benzínu je třeba rozdělit na část spalovanou ve vozidlech vybavených třicestnými katalyzátory a ostatními vozidly. Při výpočtu bylo použito odhadu dle studií Centra dopravního výzkumu (CDV) vypracovávaných každoročně pro MŽP, kde se uvádí odhad podílu vozidel na benzinový pohon vybavené třicestnými katalyzátory. Podle [10] činil v roce 1998 podíl benzinových vozidel vybavených třicestnými katalyzátory 25% (nárůst o 5%). Podobně jako v předchozích letech předpokládáme větší vytížení novějších vozidel a podobně jako v dřívějších letech jej vyjadřujeme koeficientem 1,5. Výsledkem tohoto propočtu je, že necelých 40% motorového benzínu se spálí ve vozidlech s katalyzátory.

U tohoto sektoru lze očekávat částečný nárůst emisí N_2O v souvislosti s rostoucím podílem vozidel vybavených třicestnými katalyzátory, popř. s očekávaným nárůstem počtu fluidních spalovacích jednotek.

3.1.4 Zajištění aktivitních údajů

Pro stanovení aktivitních údajů o spotřebě paliv byla užitá předběžná energetická bilance, vypracovaná na základě dosud publikovaných dílčích materiálů ČSÚ a dalších organizací o vývoji energetického hospodářství v roce 1999 v KONEKO marketing s.r.o. Je nezbytné pro tyto účely užívat předběžné údaje, protože první verzi definitivních dat vydává ČSÚ nejdříve v prvním čtvrtletí následujícího roku po aktuálním roce (údaje roku 1999 budou publikovány v roce 2001). Předběžná energetická bilance za rok 1999 byla vypracována v mezinárodně porovnatelné metodice IEA (*International Energy Agency*). Takto zpracovaná bilance umožňuje naplnit základní kategorie metodiky IPCC aktivitními údaji. V době zpracování předběžné bilance jsou obvykle k dispozici pouze základní údaje o těžbách paliv, o dovozu, vývozu a výrobě hlavních energetických komodit (ropa, zemní plyn, elektřina). Naopak chybí detailní údaje o dovozu a vývozu jednotlivých paliv, o změnách zásob a hlavně téměř veškeré údaje o spotřebě.

Sestavení energetické bilance z dostupných podkladů v metodice IEA proto vyžaduje ve zdrojové a zejména ve 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 IAEA (*International Atomic Energy Agency*). 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 ČSÚ. Všechny kategorie 1A1 až 1A6 byly naplněny údaji o spotřebě jednotlivých tuhých, kapalných a plyných paliv, včetně neenergetické spotřeby (petrochemické suroviny, mazací oleje).

Vzhledem ke značnému významu emisí skleníkových plynů ze spalovacích procesů vzrůstají zejména v souvislosti s úvahami o možné mezinárodní obchodovatelnosti emisí oxidu

uhlíčitého požadavky na přehlednost a kontrolovatelnost aktivitních údajů, užívaných pro inventurní výpočty. Z tohoto důvodu byla předběžná energetická bilance (v metodice 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.

3.2 Emise ze spalování – souhrn

Spalovací procesy energetického hospodářství jsou zdrojem emisí rozhodující části skleníkových plynů. Emise oxidu uhlíčitého ze spalovacích procesů se podílejí na celkové emisi tohoto plynu z téměř z 98 % a zahrnují pět nejvýznamnějších klíčových zdrojů. Inventarizaci emisí ze spalovacích procesů byla proto s využitím [1] a [4] věnována převažující pozornost. Emise přímých skleníkových plynů, tj. CO₂, CH₄ a N₂O byly spočteny na základě aktivitních údajů a emisních faktorů spalovaných paliv.

Aktivitní údaje zahrnují spotřebu paliv ve spalovacích procesech celého energetického hospodářství. Ke stanovení této spotřeby byla použita výše zmíněná předběžná energetická bilance. Výsledky inventarizace včetně aktivitních dat jsou zpracovány ve formátu CRF, jehož součástí je i zpětný kontrolní propočet emisních faktorů. Vzhledem k propracovanosti dosavadních výpočetních postupů se podařilo naplnit požadované tabulky CFR s jednou výjimkou, kdy je zpracovatelský průmysl (1A2) vykazován jako celek. Pro rozčlenění na jednotlivá průmyslová odvětví zatím neposkytuje současná energetická statistika potřebné aktivitní údaje.

Porovnání výsledků inventury roku 1999 s výchozím rokem 1990 ukazuje na výrazný pokles úrovně emisí přímých skleníkových plynů, který v zásadě odpovídá poklesu tuzemské spotřeby prvotních energetických zdrojů v tomto období v důsledku podstatného snížení spotřeby uhlí.

Inventurní výpočty jsou zatíženy určitou nepřesností. První nepřesnost vyplývá s použitím předběžné energetické bilance. Odchylka proti definitivní bilanci může v jednotlivých bilancovaných letech dosáhnout až 5 %.

Další nepřesnost vyplývá z odvozování emisí ze spotřeby paliv, vyjádřené v energetických jednotkách. Rozhodující úlohu zde má přesnost stanovení výhřevnosti, zejména u uhlí. Zlepšení by proto mohlo přinést též případné užití specifických emisních koeficientů, odpovídajících konkrétnímu typu uhlí, místo dosavadních default faktorů. Z [14] však vyplývá, že nelze očekávat příliš velké rozdíly mezi emisními faktory „*default*“ a územně popř. místně specifickými emisními faktory

3.3 Emise prekurzorů

Inventarizace prekurzorů tvorby ozónu (CO, NO_x a NMVOC) a prekurzor tvorby aerosolů (SO₂) ve formátu CRF uvádět emisní faktory. Hodnoty emisí jsou proto odvozovány přímo z údajů extrahovaných ze systému REZZO. Základní přiřazení jednotlivých položek je následující:

- R1 energetický a zpracovatelský průmysl
- R2 obchod a služby, zemědělství a lesnictví
- R3 obyvatelstvo
- R4 doprava včetně mobilních zdrojů v zemědělství a lesnictví

Emise kategorie R1 bylo nutno nejprve rozdělit podle způsobu vzniku na emise ze spalování a na emise z technologických pochodů.

Protože CH₄ a NMVOC nejsou v databázi REZZO sledovány odděleně, byly emise NMVOC stanoveny jako rozdíl emisí C_xH_y po odečtení emisí CH₄, vypočtených v rámci odstavce 2.1.2 u přímých skleníkových plynů.

U emisí z mobilních zdrojů (odpovídající kategorii REZZO 4) byly pro stanovení emisí ze silniční přepravy výsledné hodnoty z [10], zatímco při stanovení emisí z mobilních zemědělských a lesnických mechanismů (traktory, kombajny atd.) byla využita studie [11].

V porovnání s rokem 1998 došlo k těmto změnám emisí prekurzorů:

Tabulka 3.4 Porovnání výsledků inventury emisí prekurzorů

	1998	1999
oxidy dusíku	396,8 kt	364,4 kt
oxid uhelnatý	583,3 kt	543,2 kt
NMVOC	139,1 kt	122,0 kt
oxid siřičitý	424,7 kt	253,2 kt

Snížení emisí oxidu uhelnatého a NMVOC v roce 1999 proti předchozímu roku odpovídá zejména poklesu spotřeby paliv, převážně uhlí. Obdobně poklesly i emise oxidů dusíku ve všech odvětvích s výjimkou dopravy, kde se naopak v důsledku zvýšené spotřeby emise poněkud zvýšily. Zvláště výrazné je snížení emisí SO₂, a to jak v důsledku poklesu spotřeby uhlí, tak zejména vlivem náběhu posledních dokončených odsiřovacích 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. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories*, IPCC 2000
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*, Brusels 1994
9. Markvart M., Bernauer B.: *Emisní faktory oxidu dusného ze spalovacích procesů, chemických technologií a mobilních zdrojů*. Zpráva Kateko pro ČHMÚ, Praha 1999
10. Adamec V. et al: *Studie o vývoji dopravy za rok 1999 z hlediska životního prostředí*, Centrum dopravního výzkumu, Brno 2000
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. Kolat K., Danihelka P. et al: *Výzkum tvorby N₂O v mobilních prostředcích a ve stacionárních spalovacích zařízeních*. Zpráva VŠB Ostrava 1998
14. Fott, P.: *Carbon emission factors of coal and lignite: analysis of Czech coal data and comparison to European values*. Environmental Science and Policy (Elsevier), **2**, 1999, p. 347-354.

4. Fugitivní emise (Sektor 1 B)

Těžba, úpravy a veškeré manipulace s fosilními palivy jsou zdrojem tzv. fugitivních (těkavých) emisí. Z „kjótských plynů“ jde především o emise metanu, z tzv. „prekurzorů“ o emise těkavých organických látek NMVOC (těžba a zpracování ropy). V ČR převažují emise metanu při hlubinné těžbě černého uhlí, do jisté míry významné jsou rovněž emise metanu z povrchové těžby hnědého uhlí, emise ze skladování a rozvodu plynu. Emise metanu z těžby a zpracování ropy je méně významné. 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.

4.1 Přehled zdrojů

Emise metanu pocházejí především z hlubinné těžby černého uhlí v oblasti Ostravsko-karvinské pánve. Méně významný podíl emisí metanu vzniká při těžbě hnědého uhlí povrchovým způsobem a při potěžebních úpravách černého a hnědého uhlí. Přibližně 10% emisí metanu vzniká na území ČR v plynárenském průmyslu při těžbě, skladování, přepravě a distribuci zemního plynu a při jeho konečném užití. Menší význam mají procesy těžby a rafinace ropy.

Emise NMVOC vznikají především při rafinaci ropy a při skladování a manipulacích s ropnými produkty.

Pro výpočet emisí metanu při hlubinné těžbě černého uhlí byly použity národní emisní faktory [1], [2] a [7], pro emise z povrchové těžby hnědého uhlí a z potěžebních úprav emisní faktory podle metodiky IPCC [4], resp. podle její dřívější verze [3]. Pro stanovení emisí metanu z plynárenského průmyslu byly použity národní emisní faktory vycházející ze specifických emisních faktorů pro jednotlivé části plynárenské soustavy [5], [6]. Stanovení emisí metanu z procesů rafinace ropy se opírá o doporučené emisní faktory podle [4].

Z uvedených zdrojů či jejich kategorií byly [8, kap.7] byly vyhodnoceny jako klíčové zdroje [8] *Fugitive Emissions from Coal Mining and Handling* a *Fugitive Emissions from Oil & Gas operations* (viz Tab. 4.1).

Tabulka 4.1 Podíl emisí metanu v jednotlivých sledovaných kategoriích v roce 1998

zdroje/kategorie zdrojů podle [8]	povaha zdroje	plyn	podíl na emisi, %
Fugitive Emissions from Coal Mining and Handling	klíč. zdroj	CH ₄	3,6
Fugitive Emissions from Oil & Gas operations		CH ₄	0,4

4.2 Emise metanu 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. 4.2, viz. [2].

Tabulka 4.2 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
<i>celkem</i>	<i>167,31</i>	<i>3 375,3</i>	<i>2 421,3</i>	<i>20,2</i>	<i>14,5</i>
<i>1990 až 1996</i>	<i>50,76</i>	<i>927,8</i>	<i>665,6</i>	<i>18,3</i>	<i>13,1</i>

Vzhledem k tomu, že se jedná o klíčový zdroj, je od roku 1996 používán pro výpočet emisí metanu zjištěný národní emisní faktor (výpočet třetí úrovně – tier 3), tj. 18,3 m³ CH₄/t. Připomeňme, že do r. 1996 byl používán emisní faktor 23,9 m³ CH₄/t, který byl převzat z [4] a který byl výrazně vyšší než emisní faktor používaný v Polsku. Tento emisní faktor byl také použit pro přepočtení křivky emisí metanu v této kategorii od r. 1990 do roku 1995. Aktivitní údaje jsou převzaty z [9].

Použití emisního faktoru pro roky 1996–1999 lze z hlediska [8] považovat za vyhovující, neboť poměr ZP_k/ČU (m³/t) mezi těžbou uhlí (ČU) a karbonským zemním plynem (ZP_k) se v tomto období významně neměnil – Tab. 4.3.

Tabulka 4.3 Vývoj těžby karbonského zemního plynu a její poměr k těžbě ČU

rok	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ZP _k (mil. m ³)	127,1	124,4	151,3	139,8	139,6	154	146,9	128	126,5	118,1
index ZP _k /ČU	6,3	7,2	8,8	8,5	10,2	11,5	11,5	10,1	10,2	10,5

V období 90. let postupně klesala těžba černého uhlí hlubinným způsobem a v současné době dochází k zintenzivňování degazace. Z toho důvodu bude nezbytné ověřit pro další periodu platnost používaného emisního faktoru, příp. stanovit nový.

Ostatní oblasti hlubinné těžby nejsou z hlediska emisí metanu v ČR příliš významné. 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. Vzhledem k tomu, že pro klíčové zdroje je přípustná druhá úroveň výpočtu, byly pro výpočet emisí metanu z této lokality byly použity spodní hranice

doporučených emisních faktorů pro těžbu i potěžeční úpravy, vztažené na aktivitní 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 i z potěžečních úprav použity doporučené (default) emisní faktory IPCC a oficiální aktivitní údaj a lze konstatovat, že zvolený způsob je s ohledem na nižší emisní význam tohoto zdroje postačující a to i dle [8]. Bylo by však vhodné zpracovat studii, která by určila, jaký je poměr metanu a uhelné hmoty v těženém hnědém uhlí povrchovým způsobem, aby bylo možno zvolit emisní faktor, který by odpovídal národním specifikům. Rešerše ukázala, že podobné studie nebo analýzy doposud provedeny nebyly.

4.3 Emise metanu z těžby, skladování, tranzitní přepravy a rozvodu plynu

Plynárenský průmysl byl v období 90.let jedním z nejdynamičtěji se rozvíjejících průmyslových sektorů v ČR. Zemní plyn je významná obchodní komodita a proto je jeho spotřeba, přeprava, distribuce, skladování i doplňková těžba na území ČR pečlivě sledována. To znamená, že aktivitní údaje pro bilanci emisí metanu v této kategorii zdrojů jsou k dispozici s vysokou přesností. V Tab. 4.4 až 4.6 jsou dokumentovány základní parametry vývoje plynárenského odvětví v uplynulé periodě [11].

Tabulka 4.4 Základní vývojové parametry plynárenské soustavy

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Průmyslový velkoodběr - tis. m ³	4 670 129	5 243 111	5 769 595	5 806 221	5 741 402	5 713 277
Sektor služeb a obchodu - tis. m ³	514 178	645 277	871 967	871 314	927 951	966 074
Obyvatelstvo - tis. m ³	1 533 817	1 917 719	2 371 158	2 529 118	2 554 328	2 695 299
Prodej celkem - tis. m ³	6 718 124	7 806 107	9 012 720	9 206 653	9 187 181	9 374 650
Dálkovody - km	6 211	11 336	11 634	11 918	13 240	12 360
Místní sítě - km	15 160	25 401	29 148	33 499	39 753	38 598
Počet plynofikovaných domácností	2 010 270	2 081 354	2 159 287	2 248 870	2 328 117	2 389 115
Počet odběratelů v obchodu a služeb	96 081	101 376	108 581	117 554	127 239	133 551
Počet průmyslových velkoodběratelů	7 478	8 268	8 815	9 577	9 758	9 801
Celkový počet odběratelů	2 113 829	2 190 998	2 276 683	2 376 001	2 465 114	2 532 467
Počet plynofikovaných obcí	1 110	1 324	1 735	2 157	2 530	2 965

Emise metanu v dané kategorii vznikají v zásadě několika způsoby:

- netěsnostmi přírub a spojů, armatur, sond na těžebních a skladovacích polích a dalších prvků potrubního systému,
- perforací potrubí,
- technologickým odpouštěním plynu do ovzduší,
- při haváriích.

Z hlediska „zásad dobré praxe“ [8] je za nejzávažnější zdroj emisí třeba považovat úniky na distribučních sítích a domovních rozvodech. Distribuční sítě byly v 90.letech nově budovány téměř výhradně ze svařovaných plastů a staré sítě byly stejným způsobem v převážné míře rekonstruovány. Domovní rozvody podléhají přísným normám a případné netěsnosti lze identifikovat podle charakteristického zápachu. Všechny úniky mají ekonomický dopad a to jak na straně distribuční společnosti, tak i na straně konečného uživatele, takže jsou pečlivě sledovány a pokud možno bezodkladně odstraňovány.

Perforace potrubí, např. koroze na nízkotlaké části sítě, nemá vzhledem k dopravnímu tlaku bilanční význam a většinou je brzo identifikován zápachem. Vysokotlaká část plynovodní soustavy je kontrolována pěší i leteckou inspekcí, neboť perforace na této části může předcházet erupci potrubí a je tedy pečlivě sledována.

Tabulka 4.5 Těžba a skladování zemního plynu (mil. m³)

rok	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Těžba ZP karbon.	127,1	124,4	151,3	139,8	139,6	154,0	146,9	128,0	126,5	118,1
Těžba ZP naft.	103,2	107,2	102,0	104,0	120,0	119,0	104,0	100,7	113,9	109,5
Těžba celkem	230,3	231,6	253,3	243,8	259,6	273,0	250,9	228,7	240,4	227,6
Vtláčení ZP do PZ	358,4	553,0	1 272,1	1 477,7	1 511,4	1 465,8	1 904,4	2 032,8	1 979,0	1 953,4
Čerpání ZP z PZ	513,5	520,2	488,8	1 437,4	1 297,2	1 447,5	2 081,4	1 891,9	1 819,9	1 892,6
Stav zásob k 31. 12.					1 731,0	1 739,0	1 903,1	2 323,7	2 323,7	2 283,6

Tabulka 4.6 Kvalitativní parametry ZP

rok	Výhřevnost [MJ/m ³]	CH ₄ [%]	Vyšší C _x H _y [%]	S [mg/m ³]	CO ₂ [%]	N ₂ [%]
1998	34,05	98,29	0,83	0,2	0,09	0,79
1999	34,06	98,22	0,9	0,2	0,08	0,81

Technologické odpouštění plynu do ovzduší je nezbytné při opravách a vnitřní inspekci liniové části nebo při výměně jednotlivých prvků na systému. V těchto případech jsou technologické ztráty pečlivě sledovány z ekonomických důvodů.

Havárie vysokotlakého systému nejsou příliš četné. (v posledních letech to bylo dvakrát na síti zemního plynu a jednou na síti svítiplynu). Přestože v těchto případech unikne do atmosféry jednorázově větší množství plynu (řádově 100 tis. až 1 mil. m³) nemá ani toto množství takový význam, aby ovlivnilo celkovou bilanci.

Celkově lze hodnotit technickou úroveň plynárenské soustavy na vysoké technické úrovni a lze konstatovat, že veškeré úniky jsou pečlivě vyhledávány a odstraňovány.

Vzhledem k tomu, že v uplynulých letech byla vypracována metodika pro stanovení emisí metanu v plynárenském průmyslu pomocí specifických emisních faktorů je tento sofistikovaný způsob výpočtu používán i nadále, přestože z pohledu [8] by případně postačil i výpočet pomocí „default“ hodnot.

Tabulka 4.7 Dílčí a celkové emise metanu v plynárenství

specifikace části soustavy	tis. m ³ /rok	způsob stanovení
těžba, výroba a zpracování	372,0	EF
plynovody vvt (velmi vysokotlaké) a vt	1 150	provozní evidence
kompresní stanice	3 528	EF
podzemní skladování	2 887	EF
regulační stanice a měření	5 499	EF
distribuční síť	3 987	EF
použití plynu (počet odběratelů)	11 030	EF
Celkem	28 453	

Kvalifikovaný odhad emisí metanu je tedy prováděn pomocí specifických emisních faktorů pro jednotlivé části plynárenské soustavy ([6], [10]). V Tab. 4.7 jsou uvedeny dílčí emise na jednotlivých částech plynárenské soustavy stanovené pomocí specifických emisních faktorů publikovaných v lednu 1998 Pracovní komisí pro životní prostředí, zdraví a bezpečnost (*Working Committee „Environment, Safety and Health“* – WOC 8) ustanovenou Mezinárodní plynárenskou unií IGU (*International Gas Union*) [5], [6] a upravených pro specifické podmínky v ČR na základě konzultace s odborníky plynárenského průmyslu.

Uvedená celková hodnota emise představuje cca 0,3% celkové spotřeby zemního plynu v ČR. Uvedený podrobný výpočet odpovídá druhé úrovni (*tier 2*).

Závěrem je ještě 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.

4.4 Emise metanu z těžby, rafinace a skladování ropy

Vzhledem k tomu, že podíl této subkategorie má minoritní podíl na celkových emisích metanu v kategorii Fugitivní emise z operací s ropou a plynem, je kapitola omezena pouze na stručné komentáře.

Výpočet emisí metanu při tuzemské těžbě ropy byl proveden s pomocí emisního faktoru, stanoveného v [1] na základě údajů [12], 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. Výpočet odpovídá úrovni (*tier*) 2.

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 NMVOC. Z uvedených důvodů lze použité emisní faktory převzaté z [4] 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.

Vzhledem k tomu, že dle literatury je podíl metanu na celkové emisích 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 [4]. Technický pokrok v uplynulém období umožnil omezení emisí cca o 30%. Z toho důvodu je při výpočtu emisí metanu u rafinace ropy používána hodnota emisního faktoru 1150 kg/PJ. Obdobným způsobem byl stanoven emisní faktor pro skladování ropy na úrovni 250 kg/PJ. Ropné produkty již prakticky metan neobsahují, proto nejsou mise ze skladování a manipulací s ropnými produkty vyčísleny.

Vzhledem k nejistotám je nutno hodnotit emise metanu v této subkategorii na úrovni (*tier*) 1. Takto vzniklé nepřesnosti však nemohou významně ovlivnit celkovou bilanci.

4.5 Fugitivní emise metanu - souhrn

4.5.1 Aktivitní data a emisní faktory

Tabulka 4.7 Pracovní list (*Worksheet 1-6*) pro výpočet emisí metanu z těžby uhlí (1999)

	A	B	C	D	E
	<i>Amount of Coal Produced</i>	<i>Emission Factor</i>	<i>Methane Emissions</i>	<i>Conversion Factors</i>	<i>Methane Emissions</i>
	(mil. t)	(m ³ CH ₄ /t)	(mil. m ³)	(Gg CH ₄ /10 ⁶ m ³)	(Gg CH ₄)
			C=A*B		E=C*D
Mining (I - III)	14,419	17,6	256	0,67	171,5
OKR (<i>tier III</i>)	13,468	18,3	246	0,67	165,1
Ost. (<i>Kladno - tier I</i>)	0,951	10,0	10	0,67	6,4
Post-Mining (<i>tier I</i>)	14,419	2,3	34	0,67	22,7
OKR (<i>tier I</i>)	13,468	2,45	33	0,67	22,1
ost. (<i>Kladno - tier I</i>)	0,951	0,9	1	0,67	0,6
Mining (<i>tier I</i>)	41,524	1,15	48	0,67	32,0
Post-Mining (<i>tier I</i>)	41,524	0,1	4	0,67	2,8
				Total	228,96

Tabulka 4.8 Pracovní list (*Worksheet 1-7*) pro výpočet emisí metanu z ropy a plynu (1998)

Category	Tier	A	B	C	D
		Activity	Emission Factors	CH ₄ Emissions	Emissions CH ₄
				(kg CH ₄)	(Gg CH ₄)
				C = (A x B)	D = (C/10 ⁶)
<i>Production (domestic production)</i>	OIL	<i>PJ oil produced</i>	<i>kg CH₄/PJ</i>		
	3	4,21	5 287	22 239	0,022
<i>Refining</i>		<i>PJ oil refined</i>	<i>kg CH₄/PJ</i>		
	1 - 2	256,6	1 150	295 090	0,295
<i>Storage</i>		<i>PJ oil refined</i>	<i>kg CH₄/PJ</i>		
	1	256,6	250	64 150	0,064
				CH₄ from oil	0,381
<i>Production/Processing Undergroud storage</i>	GAS	<i>PJ gas produced</i>	<i>kg CH₄/PJ</i>		
	3	55,60	51 920	2 886 697	2,887
<i>Transmission & Distribution (tranzitní doprava, vtl a ntl sítě)</i>		<i>PJ gas consumed</i>	<i>kg CH₄/PJ</i>		
	2	1 598,1	15 997	25 565 603	25,566
				CH₄ from gas	28,452

Aktivitní údaje o těžbě jednotlivých energetických nosičů (uhlí, ropa, plyn) a o vsázkách ropy do petrochemického průmyslu jsou k dispozici v Hornické ročence [9], ve Statistické ročence ČR a od roku 1998 v periodicky se opakující publikaci Energetické hospodářství České republiky v číslech [13]. Údaje o plynárenské soustavě jsou sledovány a poskytovány s.p. TRANSGAS a Českým plynárenským a naftovým svazem. Všechny použité aktivitní údaje je možno ohodnotit poměrně vysokou úrovní přesnosti ($\pm 5\%$).

Emise metanu byly počítány vesměs počítány pomocí národních emisních faktorů stanovených v uplynulých letech z různých zdrojů uvedených v přehledu literatury a za přispění odborníků pro jednotlivé kategorie zdrojů. S ohledem na očekávaný další vývoj bude zapotřebí používané hodnoty emisních faktorů průběžně zpřesňovat. Všechny požadované údaje o aktivitních datech vzhledem k jejich vysoké validaci i s ohledem na propracovanost dosavadních výpočetních postupů vlastních emisí mohly být vyplněny i do tabulek ve formátu CRF.

Výpočet fugitivních emisí metanu z tuhých, kapalných a plyných paliv ilustrují Tab. 4.7 až 4.8.

4.5.2 Časový vývoj emisí

Zajištění konzistentnosti časového vývoje představuje jeden z požadavků „Zásad dobré praxe“. V případě emisí metanu z hlavní klíčové kategorie – Těžba a potěžební úpravy uhlí je vývojová řada po přepočítání dat po roce 1996 konzistentní a kopíruje vývoj těžby uhlí na našem území.

Tabulka 4.9 Vývoj emisí metanu (Gg) při těžbě a potěžebních úpravách uhlí

rok	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
původní údaje	427	381	363	353	338	367				
současné údaje	361,9	321,0	306,0	298,0	282,0	276,6	268,5	263,5	253,1	229,0

V kategoriích emisí metanu ze zpracování ropy a z plynárenství je časová řada rovněž dostatečně konzistentní a její klesající průběh ve druhé polovině 90. let je způsoben modernizací technologických prostředků v těchto odvětvích.

Tabulka 4.10 Vývoj emisí metanu (Gg) z operací s ropou a zemním plynem

rok	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ropa a plyn	32,2	35,4	35,9	35,3	34,6	38	32	35	28,2	28,8

4.6 Emise prekurzorů

Prekurzory ozónu (NO_x, CO, NMVOC) a aerosolů (SO₂) ve sledované skupině kategorií zdrojů vznikají převážně v procesech zpracování ropy a při jejím skladování, případně při dalších manipulacích s ropou a ropnými produkty. Určité emise NMVOC vznikají i při dopravě a manipulacích se zemním plynem a jsou dány složením zemního plynu – viz tabulka č. X.6. Protože se jedná o méně než 1 % nemá význam je bilancovat. Emise prekurzorů ozónu a SO₂ v ropném průmyslu jsou vypočteny standardním způsobem pomocí emisních faktorů:

Vypočtené údaje byly konfrontovány s údaji v národní emisní databázi REZZO (Registr zdrojů znečišťování ovzduší). Její využitelnost pro přímý přenos dat je v tomto případě poněkud omezená, neboť od sebe většinou neodděluje údaje o emisích, které vznikají spalováním nebo fugitivním způsobem. Kontrolou dat lze však alespoň zjistit, zda vypočtené údaje v tabulce 4.11 nejsou vyšší než emise z petrochemických závodů vykázané v databázi REZZO.

Vypočtené údaje byly konfrontovány s údaji v národní emisní databázi REZZO. Její využitelnost pro přímý přenos dat je v tomto případě poněkud omezená, neboť od sebe většinou neodděluje údaje o emisích, které vznikají spalováním nebo fugitivním způsobem. Kontrolou dat lze však alespoň zjistit, zda vypočtené údaje v Tab. 4.11 nejsou vyšší než emise z petrochemických závodů vykázané v databázi REZZO (Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší).

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.

Tabulka 4.11 Způsob výpočtu emisí prekurzorů ozónu a SO₂ z rafinerií

<i>TIER 1</i>	<i>OZONE PRECURSORS AND SO₂ FROM OIL</i>			<i>REFINING</i>
A	B	C	D	E
<i>Crude Oil</i>	<i>Polutant</i>	<i>Emission factor</i>	<i>Emissions</i>	<i>Emissions</i>
<i>Throughput</i>				
(kt)		(kg/t)	(t)	(Gg)
6164			D=A*C	E=D/1000
	CO	0,09	554,8	0,55
	NO _x	0,06	369,8	0,37
	NMVOC	0,095	585,6	0,59
	SO ₂	0,63	3883,3	3,88

Použité emisní faktory pro stanovení NMVOC z rafinerií vycházejí z Výroční zprávy skupiny UNIPETROL [12], která představuje seskupení podniků Česká rafinerská, a.s., Chemopoetrol, a.s., Kaučuk, a.s., Benzina, a.s. a Lovochemie, a.s. 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 1300 kt/rok.

Literatura

1. 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*
2. 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

3. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1995
4. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC, 1997
5. *Gas and the Environment*, 20th World Gas Conference, Kodaň 1997
6. Alfeld, K.: *Methane Emissions Produced by the Gas Industry Worldwide*, IGU Study Group 8,1: Methane emissions, Essen leden 1998
7. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1998*, Zpráva ČHMÚ, Praha 1999
8. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories*, IPCC 2000
9. *Hornická ročenka, 1994 – 1999*
10. *Gas and the Environment*, 21th World Gas Conference, Nice 2000
11. Grosman, J.: osobní sdělení, 8. 2. 2000, říjen 2000
12. UNIPETROL a životní prostředí – zpráva o vlivech skupiny Unipetrol na životní prostředí v roce 1998, UNIPETROL 1999
13. Energetické hospodářství České republiky v číslech 1994 – 1997, 1994 – 1998 a 1995 – 1999, KONEKO Praha, prosinec 1998, listopad 1999, listopad 2000

5. Emise z průmyslových procesů (Sektor 2)

5.1 Přehled zdrojů

Tento sektor zahrnuje pouze emise z vlastních procesů a nikoliv ze spalování paliv, které slouží k dodání energie pro realizaci těchto procesů. Tak např. u výroby cementu se uvažují jen emise pocházející z tepelného rozkladu minerálních surovin (jmenovitě emise CO₂ z rozkladu vápence) a nikoliv z paliva použitého k ohřevu rotační pece (uvažováno v sektoru 1A3). Dále je třeba mít na zřeteli, že procesy ke kterým dochází při rafinaci ropy náleží do sektoru 1B (fugitivní emise).

Pokud jde o emise přímých skleníkových plynů, jedná se zde pouze o emise CO₂ při výrobě minerálních produktů (cementu, skla). Tento zdroj lze podle „zásad dobré praxe“ chápat jako klíčový, i když ve srovnání se spalováním fosilních paliv je podstatně méně významný. Dalším zdrojem na samém pomezí mezi klíčovými a neklíčovými zdroji je výroba kyseliny dusičné, při které dochází k emisím N₂O. Souhrn zdrojů přímých skleníkových plynů ze sektoru 2 uvádí Tab. 5.1. Stejně jako v ostatních případech byly relativní podíly z celkové agregované emise vypočteny na základě údajů za rok 1998.

Tabulka 5.1 Přehled významnějších zdrojů z průmyslových procesů

Zdroje/kategorie zdrojů podle [2]	Povaha zdroje	Skl. plyn	Podíl na emisi
Výroba minerálních produktů (dekarbonizace)	Klíč. zdroj	CO ₂	1,8 %
Výroba HNO ₃	Klíč. zdroj	N ₂ O	0,8 %

Ostatní zdroje přímých skleníkových plynů jsou minoritní, je však třeba si uvědomit, že některé zdroje emisí CO₂, jako např. použití koksu ve vysokých pecích, hašení koksu v koksárenských bateriích nebo zplyňování mazutu následované konverzní reakcí zajišťující vodík pro výrobu čpavku) mohou být v principu evidovány i v tomto sektoru. V našem případě však byly tyto emise kompletně zapracovány v sektoru 1A3 s ohledem na kompatibilitu s referenční metodou (*Reference Approach*) výpočtu celkové emise CO₂ ze spalování, která je jako celek zařazena do sektoru 1A. V sektorových tabulkách ze sektoru 2 jsou sice tyto emise pro ilustraci též uvedeny, avšak nejsou zahrnuty do součtu v tomto sektoru, aby nedošlo k dvojímu započítání uvedených emisí.

Podle kategorizace zdrojů IPCC popř. UN FCCC patří do tohoto sektoru též z emise z výroby a použití emisí HFC, PFC a SF₆. V naší republice se tyto látky nevyrábí. Emisím pocházejícím z jejich užívání (vesměs se jedná o náhradu látek narušujících ozónovou vrstvu) je věnována zvláštní kapitola.

5.2 Emise CO₂

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. U emisí z výroby cementu byl po celé období devadesátých let uvažován stejný emisní faktor převzatý z metodiky IPCC, tj. 0,4985 t CO₂ / t cementu [1]. V roce 1999 emise CO₂ oproti minulým letům mírně poklesla oproti minulým letům a činila 2 114 Gg CO₂.

Poněkud méně významným zdrojem je výroba skla, kde emise CO₂ (232 Gg) pocházejí zejména z rozkladu alkalických uhličitánů přidávaných ke sklářskému písku. Hodnota emisního faktoru 0,14 t CO₂ / t skla byla převzata z nové verze „*Atmospheric Emission Inventory Guidebook*“ [3].

Dalším, „zdánlivým“ zdrojem emisí CO₂, je výroba vápna kalcinací vápence. Tato emise je však vzápětí kompenzována jeho chemickým vázáním (propadem) při tvrdnutí malty. Naproti tomu cement tvrdne jiným mechanismem.

Z hlediska chemizmu je příbuzným zdrojem emisí CO₂, byť nepříliš podstatným, odsířování spalin při spalování uhlí za použití vápence. Přitom platí, že jeden mol zachyceného SO₂ uvolní jeden mol CO₂ bez ohledu na použitou technologii odsíření a stechiometrický přebytek. Tento zdroj je však vykazován v kategorii (sektoru)1B. Tento údaj pochopitelně v posledních třech letech poněkud vzrostl až na hodnotu okolo 0,5 Mt CO₂ jako důsledek razantního zavádění odsířování zejména u elektráren. Toto číslo již však nebude narůstat.

5.3 Emise N₂O a CH₄

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 [4], 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 význačné míry odstraňuje též N₂O. Konečná hodnota agregovaného emisního faktoru je pro rok 1999 6,48 kg N₂O/t HNO₃ (uvažována 100% ní HNO₃) [4].

Studie [4] doporučuje následující emisní faktory pro různé typy technologie výroby a odstraňovacího procesu:

Tabulka 5.2 Emisní faktory N₂O doporučené studií [4]

Tlak při výrobě HNO ₃	0,1 MPa			0,4 MPa		
	Technologie DENOX	SCR	NSCR	Technologie DENOX	SCR	NSCR
Emisní faktor N ₂ O (kg N ₂ O/ t HNO ₃)	9,05	9,2	1,8	5,43	5,58	1,09

Emisní faktory odpovídajícím technologiím provozovaných v našich podmínkách jsou vyznačeny tučně. Emisní faktory pro základní proces (bez technologie RENOX) jsou v souladu uvedenými [1], resp. [2]. Vliv typu technologie odstraňování NO_x na emisní faktor N₂O byl vyhodnocen na základě bilančních výpočtů autory studie [4].

Ve studii [15] je od letošního roku též uvedena hodnota emise N_2O z výroby kaprolaktamu: 0,3 kt N_2O za rok. Ve srovnání s ostatními zdroji není však tento příspěvek příliš výrazný. Kyselina adipová, která je v celosvětovém měřítku považována za významný zdroj emisí N_2O se v ČR již delší dobu nevyrábí. Další možné úniky N_2O z dalších nitračních procesů chemické technologie by podle studie [4] již měly být zanedbatelné.

Průmyslové procesy emitují pouze 3,92 Gg emisí metanu (údaj za rok 1999), z toho přibližně polovina připadá na úniky karbonizačního plynu při výrobě koksu.

5.4 Emise z průmyslu - souhrn

5.4.1 Aktivitní data a emisní faktory

Sběr aktivitních dat je v tomto sektoru více než jinde značně omezen současnou legislativou, která znesnadňuje zveřejňování statických dat vyráběných produktů, pokud je počet výrobců menší (nebo roven) třem. V této souvislosti je třeba upozornit na skutečnost, že ve většině případů důvody k utajení produkce nejsou (podniky necítí potřebu utajovat množství výroby).

K získání potřebných údajů byly tedy použity tři způsoby

- údaje ČSÚ pokud jsou dostupné (tj. počet výrobců přesahoval 3),
- dotazování u jednotlivých výrobců,
- údaje z provozní evidence REZZO.

Např. údaj o množství vyrobeného cementu je dostupný ve Statistické ročence [5] (počet výrobců přesahuje tři), zatímco množství vyrobené kyseliny dusičné zde chybí (tři výrobci), takže bylo celkové množství zjišťováno dotazováním od všech tří výrobců [4].

O emisních faktorech již bylo pojednáno dříve: pro výrobu cementu se z ohledem na konzistentnost časové řady používá „default“ emisního faktoru z metodiky IPCC, pro výrobu kyseliny dusičné se používá národně a technologicky specifických hodnot (pochopitelně odvozených dle [1] a [2]).

5.4.2 Časový vývoj emisí

Tabulka 5.3 Časová řada emisí z výroby cementu a kyseliny dusičné

Rok	Emise CO_2 (Gg) výroba cementu	Emise N_2O (Gg CO_2 , ekv) výroba HNO_3 inventarizace	Emise N_2O (Gg CO_2 , ekv) výroba HNO_3 citace [4]
1990	3 207	1 023	1 123
1991	2 801	868	
1992	3 063	1 085	921
1993	2 693	837	705
1994	2 644	942	
1995	2 642	1 042	
1996	2 479	1 032	1 004
1997	2 498	1 117	1 036
1998	2 430	1 113	1 113
1999	2 114	915	915

Zajištění konzistentnosti časového vývoje představuje jeden z požadavků [2]). Emise CO₂ z výroby cementu, které nejvíce přispívají k celkové emisi z tohoto sektoru, představují poměrně souvislou časovou řadu, která od roku 1990 vykazuje mírný pokles. Naopak emise z výroby kyseliny dusičné poněkud kolísají okolo hodnoty 1 Mt ekvivalentu CO₂. Poslední hodnota okolo 0,9 Mt nese svědčí o poklesu, neboť předběžné odhady za rok 2000 ukazují opět na hodnotu převyšující 1 Mt CO₂.

V Tab. 5.3 jsou u emisí N₂O z výroby kyseliny dusičné předloženy kromě hodnot převzatých ze stávajících inventarizací rovněž uvedeny zpřesněné hodnoty převzaté ze studie [4]. Zdá se, že rozdíly nejsou natolik výrazné, aby bylo nutno původní hodnoty přepočítávat.

5.5 Emise prekurzorů

Emisní inventura prekurzorů (NO_x, CO, NMVOC a SO₂) 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). V některých případech je však třeba postupovat podle metodologie CORINAIR s využitím emisních faktorů uvedených v citacích [1] a [3].

V současné inventuře IPCC pro rok 1999 jsou využity veškeré disponibilní údaje z jmenovaných zdrojů, především z národní emisní databáze REZZO 1. Databáze umožňuje rozdělení na emise, které vznikají spalováním paliv pro výrobu tepla pro otopové účely a výrobu elektřiny a emise, které vznikají v technologických procesech s použitím paliva i bez něj. Tímto způsobem byl celý soubor dat rozdělen na dvě základní části.

Tabulka 5.4 Základní rozdělení zdrojů REZZO 1 a odpovídající emise prekurzorů (Gg)

rok 1999	SO ₂	NO _x	CO	C _x H _y
Stacionární zdroje spalovací celkem	245,9	130,3	210,4	53,8
Technologické zdroje celkem	15,7	25,5	142,6	9,3

Databáze REZZO dále umožňuje svou strukturou dat provést automatizovanou selekci emisních i aktivitních údajů pro různé kategorie zdrojů v členění vyhlášky 117/97 Sb., resp. ve znění vyhlášky 97/2000 Sb. Proto u většiny kategorií IPCC lze provést přímý přenos dat, např. kategorií: Výroba cementu, vápna, čpavku, kyseliny dusičné, surového železa a oceli, ferroslitin, papíru a potravin. V řadě případů je členění databáze REZZO podrobnější než vyžaduje struktura dat pro sektor průmyslu v IPCC. Například lze stanovit samostatně emise pro sklářský a keramický průmysl, emise z výroby živichných směsí, emise z různých procesů anorganické i organické chemie, emise při výrobě destilátů, piva a vína apod. Tyto emise byly sumárně uvedeny v příslušných kategoriích „Other“, nebo byly sloučeny do skupinových kategorií – např. „*Iron and Steel Production (including coke production)*“.

Při zpracování dat byla vytvořena pomocná tabulka ve formátu EXCEL a v členění SNAP – CORINAIR (*Selected Nomenclature of Air Pollution Activities*), která pro průmyslové procesy umožňuje podchytit i aktivitní údaje a vyčíslit příslušné emisní faktory. Kontrola takto vypočtených emisních faktorů s tabelovanými daty např. v manuálu „*EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*“, [3] je obtížná, neboť kategorie SNAP 4 – Průmyslové procesy obsahuje emise výhradně bez spalování paliv (emise ze spalování paliv jsou vyčísleny v kategoriích 1-3). Tabulka však dobře slouží k samostatné evidenci aktivitních

údajů v podrobnějším členění než vyžaduje IPCC, což se jeví jako racionální postup zejména z hlediska možnosti sledování vývojových řad jednotlivých produkcí. Podkladem pro zpracování této tabulky byly jednotlivé databázové věty z REZZO.

Tabulka byla dále využita pro konverzi emisních dat z REZZO do IPCC, neboť umožnila provést přehledným způsobem potřebné sumace. Pro svůj rozsah není uvedena v tištěné formě, ale je k dispozici v elektronické podobě.

Literatura

1. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 1-3, IPCC 1997
2. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories*, IPCC 2000.
3. *EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, UN ECE/EMEP 2000
4. Markvart M., Bernauer B.: *Emisní trendy oxidu dusného z průmyslových procesů v devadesátých letech*. Zpráva pro ČHMÚ, Praha 2000
5. *Statistická ročenka 2000*, ČSÚ Praha 2000.

6. Emise z použití rozpouštědel (Sektor 3)

Tento sektor zahrnuje zejména emise NMVOC (prekurzor ozónu) z použití rozpouštědel, které je současně chápáno i jako zdroj emise CO₂ (tato rozpouštědla pocházejí vesměs z fosilních paliv), protože se uvažuje jejich postupná oxidace v atmosféře. Jako zdroj CO₂ však není použití rozpouštědel příliš významné - v roce 1999 byla započtena emise CO₂ na úrovni 0,34 Mt CO₂.

Tato kategorie (*Solvent and Other Product Use*) rovněž zahrnuje emise N₂O z jeho použití v potravinářství a zdravotnictví. Nepříliš významná emise činičí 0,69 kt N₂O byla odvozena z jeho výroby v ČR.

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

Tabulka 6.1 Převod z kategorizace zdrojů SNAP do kategorizace zdrojů IPCC

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

Inventarizace emisí NMVOC za rok 1999 pro sektor „Užití a aplikace rozpouštědel“ byla provedena na základě studie, kterou zpracoval SVÚOM, s.r.o. Praha [4].

Uvedená studie zdůrazňuje, že zpracování získaných informací z jednotlivých informačních zdrojů je velmi obtížné, vzhledem k jejich neúplnosti a roztržitosti údajů, které jsou pořizovány a vedeny z jiných důvodů než je hodnocení vlivu jednotlivých výrobků na životní prostředí. V zásadě se bilance emisí NMVOC provádí bilančním způsobem, který se snaží postihnout veškerá rozpouštědla a hmoty obsahující těkavé organické látky, které jsou v daném roce použity na území ČR. Hlavní využití podklady představují především

- statistické údaje o výrobcích a dovozech Českého statistického úřadu,
- údaje REZZO,
- výroční zprávy Asociace výrobců nátěrových hmot a Asociace průmyslových lihovarů,
- údaje Celní správy.

Při zpracování bilance byla rovněž zohledněna inventarizace za rok 1998. Výpočet emisí NMVOC v jednotlivých kategoriích se opírá o průběžné sledování vybraných aktivit a

význačných provozů povrchových úprav zejména v oblasti aplikace nátěrových hmot (NH), odmašťování a čištění.

Je nutno zdůraznit, že v této kategorii je přímé využití údajů z národní emisní databáze REZZO problematické, neboť pokrývá jen poměrně malou část všech zdrojů na území ČR. Proto je nezbytné pro takové kategorie, jako je např. spotřeba nátěrových hmot, čistících prostředků, farmakologických a kosmetických přípravků a rozpouštědel v drobných provozovnách a domácnostech provádět odbornými odhady. Tyto odhady se opírají o znalost struktury jednotlivých výrobků s obsahem těkavých látek na trhu, z jejich složení a celkové spotřeby. V následujícím přehledu je uveden způsob stanovení emisí NMVOC v jednotlivých kategoriích. U hlavních kategorií jsou tučně vyznačeny ty informační zdroje, které sloužily jako základní srovnávací báze pro sumární emise v jednotlivých subkategoriích.

Tabulka 6.2 Původ emisních dat (NMVOC)

<i>A Paint Application</i>	REZZO, AVNH, ČSÚ, CSpr
<i>PAINT APPLICATION - MANUFACTURE OF AUTOMOBILES</i>	REZZO, ŠZdr
<i>PAINT APPLICATION - CAR REPAIRING</i>	Ood
<i>PAINT APPLICATION - CONSTRUCTION AND BUILDINGS</i>	Ood
<i>PAINT APPLICATION - DOMESTIC USE</i>	Ood
<i>PAINT APPLICATION - COIL COATING</i>	REZZO, ŠZdr, Ood
<i>PAINT APPLICATION - WOOD</i>	REZZO, ŠZdr, Ood
<i>OTHER INDUSTRIAL PAINT APPLICATION</i>	Ood
<i>OTHER NON INDUSTRIAL PAINT APPLICATION</i>	Ood
<i>B Degreasing and Dry Cleaning</i>	REZZO, ČSÚ, CSpr
<i>METAL DEGREASING</i>	REZZO, Ood
<i>DRY CLEANING</i>	Ood
<i>ELECTRONIC COMPONENTS MANUFACTURING</i>	Ood
<i>OTHER INDUSTRIAL CLEANING</i>	
<i>C Chemical Products Manufacture / Processing</i>	REZZO, AVNH, ČSÚ, CSpr
<i>POLYESTER PROCESSING</i>	REZZO
<i>POLYVINYLCHLORIDE PROCESSING</i>	REZZO
<i>POLYSTYRENE FOAM PROCESSING</i>	REZZO
<i>RUBBER PROCESSING</i>	REZZO, ŠZdr
<i>PHARMACEUTICAL PRODUCTS MANUFACTURING</i>	Ood
<i>PAINTS MANUFACTURING</i>	REZZO, AVNH, Ood
<i>INKS MANUFACTURING</i>	REZZO, AVNH, Ood
<i>GLUES MANUFACTURING</i>	REZZO, AVNH, Ood
<i>ADHESIVE MANUFACTURING</i>	Ood
<i>ASPHALT BLOWING</i>	Ood
<i>TEXTILE FINISHING</i>	Ood
<i>LEATHER TANNING</i>	REZZO, Ood
<i>D Other</i>	REZZO, APL, ČSÚ, CSpr

Použité zkratky:

REZZO – národní emisní databáze velkých zdrojů znečištění ovzduší – REZZO 1

ČSÚ – údaje Českého statistického úřadu

CSpr – údaje Celní správy ČR

AVNH – údaje z výroční zprávy Asociace výrobců nátěrových hmot

APL – údaje z výroční zprávy Asociace průmyslových lihovarů

ŠZdr – údaje získané přímým šetřením na nejvýznamnějších zdrojích

OOd – údaje zjištěné odborným odhadem

Ve kategorii zdrojů D *Other* byly samostatně sledovány skupiny zdrojů, které jsou dále tabelovány včetně použité metodiky pro stanovení emisí NMVOC.

Tabulka 6.3 Původ emisních dat (NMVOC, subkategorie D) - pokračování

Konečná úprava skelné vaty	REZZO, OOd
Konečná úprava minerální vaty	REZZO, OOd
Tiskárenský průmysl	REZZO, AVNH, ČSÚ, CSpr, OOd
Tuky, extrakce potravinářských tuků	REZZO, OOd
Aplikace lepidel a adheziv	OOd
Konzervování dřeva	OOd
Těsnící úprava akonzervace automobilů	OOd
Použití rozpouštědel v domácnostech	OOd
Odstraňování vosku z vozidel	OOd
Užití farmaceutických výrobků	OOd
Domácí použití farmaceutických výrobků	OOd

Současné provádění inventarizace snižování emisí NMVOC v sektoru „Užití rozpouštědel“ je značně náročné a to zejména vzhledem k současnému systému registrace výrobních subjektů, vykazování jejich spotřeby rozpouštědel a produkce emisí. Vysoká roztříštěnost malých a středních výrobních subjektů a nedokonalá evidence i u velkých producentů neumožňuje vypracovat dostatečně přesnou inventarizaci produkce emisí.

Z tohoto důvodu a navrhuje studie [4] nový způsob inventarizace, který by s dostatečnou přesností umožnil stanovit celkovou roční emisi NMVOC na základě inventarizace sumárního vstupu rozpouštědel do všech technologií užívaných v ČR včetně užití v domácnostech a dalších subkategoriích. Tento způsob předpokládá registraci všech:

- výrobců rozpouštědel v ČR
- dovozců rozpouštědel
- dovozců produktů s rozpouštědly.

Tento předběžný návrh na nový způsob registrace a vykazování výroby a dovozu rozpouštědel má rozhodující výhodu v poměrně malém počtu subjektů cca 300 až 500, oproti současnému stavu provádění odborných odhadů u mnoha tisíc výrobních subjektů. Návrh na nový způsob registrace je nutné detailně vypracovat a zajistit legislativní oporu.

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*, UN ECE - EMEP 1996
3. *CORINAIR Software*, Instruction for Use, EEA / ETC / AE, Copenhagen 1966
4. Komentář emisní inventury za rok 1999 snižování emisí NMVOC sektoru „Užití a aplikace rozpouštědel - 060000“, SVÚOM, s.r.o., Praha listopad 2000

7. Emise ze zemědělské výroby (Sektor 4)

7.1 Přehled zdrojů

Emise skleníkových plynů ze zemědělství jsou v podmínkách České republiky tvořeny převážně emisemi metanu a emisemi oxidu dusného.

Emise metanu pocházejí z chovu zvířectva. Zde se jedná především o enterickou fermentaci (trávicí pochody), která se nejvíce projevuje u sudokopytníků (v našich podmínkách zejména u skotu). Další emise pocházejí z hospodařením s hnojem, kde za anaerobních podmínek dochází ke vzniku metanu (současně dochází též ke vzniku čpavku, který se však v rámci inventarizace skleníkových plynů nesleduje).

K emisím oxidu dusného dochází ponejvíce při denitrifikačních procesech v půdách spíše za aerobních podmínek. Přitom antropogenní příspěvek, který je stanovován při národní inventarizaci skleníkových plynů, je způsoben dusíkatými látkami pocházejícími z anorganických dusíkatých hnojiv, hnojem z chovu zvířectva a dusíkem obsažených částech zemědělských plodin, které se vrací do půdy (např. ve formě slámy spolu s hnojem, nebo jsou zaorány do půdy). Kromě toho se podle metodiky IPCC [1] na rozdíl od předchozí verze [2] započítávají 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 podstatné změny).

Z uvedených zdrojů / kategorií zdrojů byly podle „zásad dobré praxe“ [13] tři z pěti zdrojů či jejich kategorií vyhodnoceny jako klíčové zdroje. Podle tohoto přístupu jsou zdroje či kategorie zdrojů chápány včetně daného polutantu. Zdroje či jejich kategorie definované podle [13] a vztahené k sektoru „Zemědělství“, včetně jejich podílu na celkové agregované emisi je uveden v Tab. 7.1. Výpočet byl proveden na základě údajů za rok 1998.

Tabulka 7.1 Klíčové a další zdroje ze zemědělství

Zdroje/kategorie zdrojů podle [13]	povaha zdroje	plyn	podíl na emisi
Přímé emise N ₂ O ze zemědělských půd	Klíč. zdroj	N ₂ O	2,0 %
Nepřímé emise N ₂ O ze zemědělských aktivit	Klíč. zdroj	N ₂ O	1,3 %
Enterická fermentace	Klíč. zdroj	CH ₄	1,2 %
Hospodaření s hnojem	-	CH ₄	0,4 %
Hospodaření s hnojem	-	N ₂ O	0,3 %

7.2 Emise metanu

Emise metanu z chovu hospodářského zvířectva jsou způsobeny jak již bylo uvedeno výše jednak enterickou fermentací, jednak rozkladem zvířecího trusu (hnoje). Stanovení těchto emisí bylo vypracováno jak pro první, tak i druhou úroveň. Jestliže enterická fermentace je podle Tab. 6.1 chápána jako klíčový zdroj, mělo by být upřednostněno stanovení podle druhé úrovně. Tento výpočet [3] vznikl v roce 1994 potřeby pro potřeby dnes již historické studie [7] a byl revidován z iniciativy ČHMÚ 1996, přičemž v emisních faktorech byly

konstatovány jen minimální rozdíly [4]. Emise ze zvířecích exkrementů by v principu mohly být počítány jen podle první úrovně (nejedná se o klíčový zdroj), ale s ohledem na tradici a konzistentnost časových řad byly konečné hodnoty rovněž počítány podle druhé úrovně s použitím emisních faktorů ze studií [3] a [4]. Stavby zvířat potřebné pro výpočet byly převzaty v obou případech ze Statistické ročenky [5].

7.2.1 První úroveň (*tier 1*)

Metodika IPCC [1] a [2] 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). Stanovení první úrovně se provádí zejména pro kontrolu, zatímco do konečných součtů se přebírají emise stanovené podle druhé úrovně.

7.2.2 Druhá úroveň (*tier 2*)

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). Převodní faktor 55,65 má rozměr MJ/kg CH₄. Hodnoty krmných dávek a konverze byly v předchozích inventarizacích [7-9] převzaty z tehdejších domácích údajů [6] a jsou uvedeny v Tab. 7.2. 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 7.2 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	0,03	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

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 [m^3/kg_{VS}] a MCF je konverzní faktor pro daný systém skládky (uložení) hnoje. Použité hodnoty VS, Bo a MCF jsou uvedeny v Tab. 7.2. Hodnoty VS byly v souladu se studii [5-7] převzaty z domácího zdroje [6], který se poněkud liší od hodnot doporučených v [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. 7.3.

Tabulka 7.3 Aktualizované emisní faktory metanu z chovu zvířectva (druhá úroveň)

Kategorie zdrojů	Emisní faktor		Emisní faktor	
	Ferment.	Hněj	Ferment.	Hněj
	[kg CH ₄ /ks.rok]		[kg CH ₄ /ks.rok]	
Druh zvířectva	Původní hodnoty [6]		Aktualizované [4]	
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

Z Tab. 7.3 je zřejmé, že rozdíly dřívějšími a nově aktualizovanými emisními faktory jsou minimální. V následující Tab. 7.4 jsou porovnány emise metanu ze zemědělství vypočtené pro první i druhou úroveň a pro západoevropské (ZE) a východoevropské země (VE).

Tabulka 7.4 Porovnání výsledků emisí metanu (Gg) 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. 7.4 je patrné, že se výsledky výpočtů pro západní a východní Evropu příliš neliší. V případě enterické fermentace jsou výsledky vypočtené podle druhé úrovně ([4] a [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 nejméně 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]. Z tohoto důvodu by bylo žádoucí stávající postup výpočtu emisí metanu z enterické fermentace podle druhé úrovně znovu prověřit (v spolupráci s domácími zemědělskými výzkumníky).

7.3 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 dříve používaná hodnota emisního faktoru 0,0036 byla příliš nízká pro hospodaření v našich podmínkách upozorňovaly již dříve některé naše odborné studie [3,11].

Pro nový přístup [1], který v inventarizacích uplatňujeme od roku 1996 [12], byl v ČHMÚ vypracován soubor vzájemně propojených pracovních listů ve formátu EXCEL. 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. 7.5

Tabulka 7.5 Porovnání výsledků emisí N₂O v r. 1997 vypočtené pro různé AWMS

Emise N ₂ O ze zemědělství v ČR, AWMS počítáno jako	západní Evropa <i>Gg N₂O</i>	východní Evropa <i>Gg N₂O</i>
Hospodaření s hnojem	1.52	2.56
Zemědělská půda (přímé emise)	8.48	7.89
Pasoucí se zvířata	2.83	2.30
Nepřímé emise: atmosferická depozice	1.12	0.97
Nepřímé emise: loužení	5.30	4.76
Celkem N ₂ O	19.26	18.49

Z Tab. 7.5 je zřejmé, že rozdíly ve výpočtu N₂O pro západoevropské a východoevropské země nejsou vzhledem k očekávané chybě výrazné. Nicméně se budeme snažit zajistit vstupy matice *X* (AWMS) charakteristické pro hospodaření v ČR, v současné době však nejsou tyto údaje 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.

„Zásady dobré praxe“ [13] vycházejí z výpočtu podle revidovaných směrnic IPCC, který byl prezentován výše a dále jej rozvíjejí o možnosti zahrnutí národních specifík. Pro plnou aplikaci tohoto přístupu by bylo nutno spolupracovat se specializovaným pracovištěm zaměřeným na zemědělský výzkum, což se dosud nepodařilo zajistit.

7.4 Emise ze zemědělství - souhrn

7.4.1 Aktivitní data a emisní faktory

Většina potřebných dat je k dispozici ve Statistické ročence ČR. Jedná se především o stavy zvířectva na úrovni: dojnice, ostatní skot, prasata, kozy, ovce, koně drůbež. Výpočet podle druhé úrovně sice vyžaduje jemnější členění kategorie „ostatní skot“ (Tab. 7.2), které ve statistické ročence nejsou běžně uváděny, avšak jejich distribuce byla zapracována emisních faktorů (viz dále). Z aktivitních dat má zejména pro emise N₂O rovněž velký význam množství dusíku aplikovaného do půd ve formě anorganického hnojiva. Tento údaj je rovněž k dispozici ve statistické ročence.

Emise metanu byly počítány s ohledem na studie [6, 4], jedná se tedy o tzv. národní hodnoty. Jak bylo řečeno, některé emisní faktory obsahují též v sobě populační distribuci (kategorie „ostatní skot“) a je tedy třeba je čas od času aktualizovat. Je však třeba znovu upozornit, že emisní faktory druhé úrovně jsou značně nižší, než „default“ hodnoty pro 1. úroveň, což bude nepochybně předmětem pozornosti mezinárodních inspekčních orgánů. Stanovení emisí N₂O ze zemědělských aktivit představuje složitý a komplexní výpočet, kde kromě emisních faktorů

se používá též i dalších jim obdobných parametrů. Zatím je k dispozici výpočet 1.úrovně s default hodnotami, jako národně specifické mohou být pojmány hodnoty AWMS.

Všechny požadované údaje ohledně aktivitních dat a emisních faktorů byly vyplněny do CRF. Nepodařily se zajistit pouze některé doplňkové informace, vztahující se k výpočtům druhé úrovně.

7.4.2 Časový vývoj emisí

Zajištění konzistentnosti časového vývoje představuje jeden z požadavků podle [13]. V případě metanu se zdá vývojová řada konzistentní, přičemž pokles emisí u enterické fermentace od roku 1990 souvisí s poklesem zvířectva zejména pak skotu zatímco pokles emisí pocházejících z hnoje (zejména se jedná o prasečí kejdu) není tak markantní, protože pokles stavů prasat byl méně markantní. U N₂O udáváme hodnoty pouze od roku 1996 hodnoty za období 1990 – 1995 nebyly ještě podle nové metodiky dopočítány. Zdá se, že od roku 1996 je situace v zemědělství poměrně stabilizovaná.

Tabulka 7.6 Vývoj emisí v devadesátých letech

Rok	Emise CH ₄ (Gg CO ₂ , ekv)		Emise N ₂ O (Gg CO ₂ , ekv)	
	enterická fermentace <i>klíčový zdroj</i>	hospodaření s hnojem	přímé emise (půda + hnůj) <i>klíčový zdroj</i>	nepřímé emise <i>klíčový zdroj</i>
1990	3 293	1 016	<i>počítáno podle staré metodiky</i>	
1991	2 900	1 004		
1992	2 560	981		
1993	2 234	867		
1994	2 096	823		
1995	2 069	848		
1996	2 054	756	4 213	2 164
1997	1 951	762	3 980	1 990
1998	1 802	741	3 441	1 950
1999	1 789	741	3 382	1 931

Pokud jde o postupné zavádění „zásad dobré praxe“ [13], byla v tomto roce v souladu [13] věnována zvýšená pozornost „klíčovým zdrojům“ a konstatována nezbytnost spolupráce se specializovanými odborníky. Rovněž byla prověřena konzistentnost časových řad a konstatována nutnost dopočítat data pro N₂O za období 1990 – 95, popř. prověřit celou sérii v souladu s [13].

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 1999*, ČSÚ Praha 1999.

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
13. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories*, IPCC 2000.

8. Lesní 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 stále z předpokladu, že tato složka bilance je konstantní. V porovnání s bilancí z „klasických“ lesů je prakticky zanedbatelná, neboť v emisích i propadech tvoří nejvýše 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.

8.1 Bilance oxidu uhličitého

8.1.1 První úroveň

Množství uhlíku pohlceného v důsledku růstu stromů v jehličnatém a listnatém lese je dáno součinem rozlohy lesa [ha], ročního hektarového přírůstku suché dřevní hmoty [t dm/ha] a faktoru 0,45 t C/ t sušiny (standardní hodnota obsahu uhlíku v suché dřevní hmotě (dm), 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 pro období 1995-1999 v Tab. 8.1.

Pro porovnání v časové řadě 1990-1999 uvádíme v Tab. 8.2 základní přehled o vývoji těžby v tomto období.

Tabulka 8.1 Základní statistické údaje pro výpočty bilancí uhlíku v letech 1995-1999

aktivitní údaj	jednotka	1995	1996	1997	1998	1999
celková výměra porostů	<i>tis. ha</i>	2 545	2 558	2 545	2 548	2 550
celková těžba dřeva bez kůry	<i>mil. m³</i>	12,40	12,58	13,49	13,99	14,20
z toho jehličnatých	<i>mil. m³</i>	11,31	11,26	11,94	12,25	12,42
ztráty při těžbě	%	~ 10	~ 10	~ 15	~ 15	~ 15
celkový přírůst ročně	<i>mil. m³</i>	18,0	18,01	18,2	18,4	18,8
prořezávky na ploše	<i>tis. ha</i>	44,8	46,0	51,7	50,8	49,3
zalesněno po těžbě	<i>ha</i>	28 883	28 426	16 705	20 753	25 770
podíl jehličnanů na těžbě	%	91	89,5	88,5	87,6	87,5
zastoupení jehličnanů v lesích	%	78,2	76,9	78,0	76,7	76,6
zalesnění zemědělských půd	<i>ha</i>	567	650	433	403	493
zničeno požáry	<i>ha</i>	N/A	N/A	195	1 132	336
přirozená obnova lesa	<i>ha</i>	N/A	N/A	2 538	2 663	2 605

Tabulka 8.2 Vývoj těžby dřeva od r. 1990 [tis. m³ bez kůry]

rok	1990	1991	1992	1993	1994
těžba celková	13 332	10 751	9 850	10 406	11 950
jehličnaté dřeviny	12 175	9 510	8 700	9 686	11 157
listnaté dřeviny	1 157	1 241	1 150	720	793
rok	1995	1996	1997	1998	1999
těžba celková	12 400	12 580	13 490	13 990	14 200
jehličnaté dřeviny	11 310	11 260	11 942	12 250	12 420
listnaté dřeviny	1 090	1 320	1 548	1 740	1 780

8.1.2 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 koeficienty, uvedené v Tab. 8.3. Ty jsou v současnosti pro výpočet celkové bilance v ČR již standardizovány a nejsou v rozporu s metodikou IPCC.

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.

Tabulka 8.3 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	3 m ³ /ha	
podíl prořezávky na celkové hmotnosti	10%	

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 nejvýše 2% celkové sektorové bilance, mohou se případné nepřesnosti promítnout do celkové sektorové bilance nejvýše na úrovni desetin procenta.

Tabulka 8.4 Přehled celkové produkce a pohlcení CO₂ v letech 1995 až 1999 (tis.t CO₂)

rok	1995	1996	1997	1998	1999
celková produkce CO ₂ v lesním hospodářství	14 102	13 796	13 833	14 916	15 677
celková produkce CO ₂ z těžby dřeva v ostatních porostech	371	371	371	371	371
<i>celková suma produkce CO₂</i>	<i>14 473</i>	<i>14 167</i>	<i>14 204</i>	<i>15 287</i>	<i>16 048</i>
celkové pohlcení CO ₂ v lesním hospodářství	18 172	18 182	18 374	18 576	18 980
celkové pohlcení CO ₂ zalesněním zemědělské půdy	6	7	5	4	5
celkové pohlcení CO ₂ přírůstem v ostatních porostech	464	464	464	464	464
<i>celková suma pohlcení CO₂</i>	<i>18 642</i>	<i>18 653</i>	<i>18 843</i>	<i>19 044</i>	<i>19 449</i>
celková bilance CO₂ (produkce minus pohlcení)	-4 169	- 4 486	- 4 639	-3 757	-3 401

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. 8.4. Jak je z hodnot v tabulce 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.

8.2 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. 8.5, 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 8.5 Produkce ostatních plynů při spalování biomasy na místě těžby dřeva (v tunách)

plyn	1995	1996	1997	1998	1999
metan	1 620	2 310	2 250	2 250	2 580
oxid uhelnatý	14 170	20 210	19 650	19 650	22 560
oxid dusný	2	2	2	2	2
oxidy dusíku	29	42	41	41	47

8.3 Emise z lesního hospodářství - souhrn

V porovnání s inventurou ze sektoru lesního hospodářství za rok 1998 nedošlo v roce 1999 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, jejichž odborný základ byl publikován v materiálu IPCC *Special Report on Land Use, Land Use Change and Forestry (SRLULUCF)*, odsouhlaseném na XVI. plenární zasedání IPCC v květnu 2000. Ten by se měl stát odborným podkladem pro vytvoření nové metodiky pro bilancování emisí z tohoto aktivitního sektoru. Důvodem je, že pod Kjótský protokol byly kromě emisí skleníkových plynů zahrnuty i jejich propady v sektoru LULUCF. 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 až poloviny celkové bilance emisí skleníkových plynů, což je hodnota několikanásobně vyšší, než činí jejich redukční cíl. Nutnost vypracování metodiky byla mj. potvrzena neúspěchem jednání na 6. konferenci smluvních stran Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v listopadu 2000 v Haagu, kde jednání ztroskotala zejména na problematice emisí/propadů z tohoto aktivitního sektoru.

Vzhledem k tomu, že úroveň propadů oxidu uhličitého v lesním hospodářství tvoří v ČR zcela minoritní podíl z celkové emisní bilance skleníkových plynů, nepovažují autoři za účelné provádět v tomto mezidobí jakékoli nestandardní a předčasné 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., *Aktivitní údaje ze sektoru lesního hospodářství pro rok 1999 dle údajů ÚHÚL* (písemné sdělení z 3.11.2000)

9. Emise z odpadů (Sektor 6)

Emise skleníkových plynů z odpadů jsou tvořeny zejména emisemi metanu ze skládek komunálního odpadu a emisemi metanu z čištění odpadních vod (průmyslových i komunálních). Dále do tohoto sektoru spadají emise CO₂ a N₂O ze spalování odpadů a emise oxidu dusného z odpadních vod. S ohledem na poněkud menší pozornost věnovanou tomu sektoru v našich předchozích inventarizacích [1, 2, 5 a 9] a s ohledem na vývoj metodiky prezentovaný v „zásadách dobré praxe“ [8] je v současné době vypracována nová detailnější studie. Na této studii spolupracuje ČHMÚ s Ústavem pro ochranu životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Dosud jsou k dispozici pouze předběžné výsledky v oblasti emisí metanu z odpadních vod, které jsou již zařazeny do této inventarizace.

Naproti tomu zpracování emisí ze skládek pevných odpadů, je ještě letos provedeno stávajícím způsobem, tj. na základě národní studie [4] z roku 1997. U emisí CO₂ ze spalování odpadů se v souladu s metodikou IPCC evidují pouze ty emise oxidu uhličitého, které vznikají spálením fosilního uhlíku (plasty, umělé hmoty apod.). I v tomto případě je čerpáno ze studie [4].

Z dílčích podkategorií spadajících do sektoru „Odpady“ náleží do skupiny klíčových zdrojů (viz. [8].) pouze emise metanu ze skládek. Podíly na celkové agregované emisi jsou uvedeny v následující tabulce. Výpočet je založen na inventarizaci za rok 1998.

Tabulka 9.1 Klíčové a další zdroje z odpadů

zdroje/kategorie zdrojů (viz [8])	povaha zdroje	skleníkový plyn	podíl na emisi
emise CH ₄ ze skládek tuhého odpadu	Klíčový	CH ₄	1,2 %
emise CH ₄ z odpadních vod	-	CH ₄	0,2 %
emise N ₂ O z odpadních vod	-	N ₂ O	0,1 %
emise CO ₂ ze spalování odpadů	-	CO ₂	0,2 %
emise N ₂ O ze spalování odpadů	-	N ₂ O	0,0 %

9.1 Emise ze skládek pevných odpadů

Tento sektor patří ke klíčovým zdrojům, proto mu metodika IPCC [3, 8] doporučuje věnovat zvýšenou pozornost. Hlavním skleníkovým plynem tohoto sektoru je metan, ten vniká ve skládkách jako součást tzv. skládkového plynu z anaerobního odbourávání biologicky rozložitelného uhlíku. Pro stanovení emisí je třeba znát několik výchozích údajů. Musíme znát množství odpadu uloženého na skládky, podíl biologicky rozložitelného uhlíku v odpadu a další parametry specifické pro vznik metanu u nás. Podobně jako loni vycházíme i letos z národní studie [4], kterou je sice možno chápat jako postup třetí úrovně, avšak nezohledňuje časový vývoj od roku 1997. Na nové studii umožňující zohlednit časové změny od roku 1997 do roku 1999 se teprve pracuje.

Podle první úrovně je množství emitovaného metanu z komunálních skládek vzorcem [3]

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

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 údajů ze studie [4] platí

$$\text{emise CH}_4 = 1\,792 \text{ (Gg)} * 0,7 * 0,0971 * 0,62 * 16,032/12 = 100,9 \text{ Gg CH}_4/\text{rok}.$$

Pro stanovení hodnoty MSW bylo uvažována hodnota TKO 173,6 kg/rok/obyv. Postup podle první úrovně je ve studii [4] uveden jen pro srovnání. Hlavní důraz je položen na stanovení podle třetí úrovně (tj. s využitím přímých měření v našich podmínkách). Jako výslednou emisi uvádí 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].

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.

9.2 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 BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku, dále jen jako BSK, nebo angl. *BOD*). BSK patří mezi tzv. skupinové metody stanovení organických látek a vyjadřuje množství kyslíku spotřebovaného na jejich biochemickou oxidaci a je tedy měřítkem látek biochemicky rozložitelných. Naproti tomu CHSK (chemická spotřeba kyslíku, angl. *COD*) je množství kyslíku potřebné na jejich chemickou oxidaci a zahrnuje organické látky biologicky rozložitelné i biologicky nerozložitelné. CHSK, která se používá podle [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. Za tímto účelem byla i letos navázána odborná spolupráce s VŠCHT a bude jimi vypracována zpráva navazující a doplňující předchozí studii [6].

9.2.1 Emise z komunálních odpadních vod

Zdrojová data pro stanovení emisí z komunálních odpadních vod jsou:

- počet obyvatel
- znečištění produkované na jednoho obyvatele
- podmínky za nichž se odpadní vody zpracovávají

Pro naše podmínky se vychází z produkce znečištění na 1 obyvatele 18,25 kg BSK/rok [3] z toho se cca 33% ve formě nerozpuštěné, tj. oddělí se jako kal [6]. Dále se vychází z toho, že u nás je na veřejnou kanalizaci připojeno v roce 1999 74,6 % obyvatel a z celkového množství odpadních vod se čistí 95 % [7, 10]. Maximální teoretická produkce metanu B₀ činí podle „Zásad dobré praxe“ [8] 0,25 kg CH₄/kg CHSK což činí 0,6 kg CH₄/kg BSK. 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 dodat k nim 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. Konverzní faktory jsou ve výpočtu znázorněny proloženě. Dále je zde cca 25 % odpadních vod, jenž se nedostávají do kanalizace a jsou zpracovávány na místě. Vzhledem k obtížnější uchopitelnosti nakládání s těmito vodami, doporučuje [3] nedělit je na odpadní vody a kal (jedná se o latríny, senkrovny, žumpy apod.)

Výpočet je prováděn pomocí standardních pracovních listů (Metodika IPCC [3] – *Workbook*), zpracovaných v prostředí EXCEL.

Schéma výpočtu:

Odpadní vody:

$$EF, \text{vody} = EF, \text{vody(aerobně)} + EF, \text{vody(septické tanky)} + EF, \text{vody (nečištěné)}$$

$$EF, \text{vody} = 0,7 * 0,05 * 0,6 + 0,25 * 0,5 * 0,6 + 0,05 * 0,05 * 0,6 = 0,0975 \text{ kg CH}_4/\text{kg BSK}$$

$$BSK, \text{vody} = 10\,283\,000 * 18,25 * (1 - 0,330) * 0,746 = 93\,789\,595 \text{ kg BSK/rok}$$

$$\text{Vznik metanu, vody} = 0,0975 * 93,789 = 9,145 \text{ Gg CH}_4/\text{rok}$$

Kaly:

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

$$EF, \text{kal} = 0,4 * 0,1 * 0,6 + 0,6 * 0,5 * 0,6 = 0,204 \text{ kg CH}_4/\text{kg BSK}$$

$$BSK, \text{kal} = 10\,300\,000 * 18,2 * 0,330 * 0,746 = 46\,199\,308 \text{ kg BSK/rok}$$

$$\text{Vznik metanu, kal} = 0,204 * 46,199 = 9,424 \text{ Gg CH}_4$$

$$\text{Spáleno metanu} = 46,199 * 0,6 * 0,5 * 0,6 = 8,315 \text{ Gg CH}_4$$

Místní zpracování (např. latríny):

$$EF, \text{místní zpracování} = 0,15 * 0,6 = 0,09 \text{ kg CH}_4/\text{kg BSK}$$

$$BSK, \text{místní zpracování} = 2\,612\,000 * 18,25 = 47\,666$$

$$\text{Vznik metanu, místní zpracování} = 47,666 * 0,09 = 4,29 \text{ Gg CH}_4$$

Emise methanu (komunální splašky) celkem = 9,145 + 9,424 - 8,315 + 4,29 = 14,54 Gg CH₄/rok

Jako spálený byl uvažován veškerý metan generovaný z anaerobních procesů v případě kalů, ostatní metan byl uvažován jako emitovaný.

9.2.2 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 postup z metodiky IPCC [3, 8] založený na znalosti produkce. Potřebná aktivitní data byla převzata z materiálů ČSÚ [11], ostatní parametry potřebné pro výpočet převzaty ze „zásad dobré praxe“ [8].

Na základě údaje o celkovém množství průmyslových odpadních vod 246,8 mil m³ [7] bylo možno stanovit též „neidentifikované“ odpadní vody (90,6 mil. m³) jimž byla přiřazena koncentrace 3,4 kg CHSK/m³, viz [6]. Dále byl učiněn odhad, že množství kalů činí 10% celkového znečištění v průmyslových vodách (v některých odvětvích je uvažováno více).

Tabulka 9.2 Výpočet CHSK generované z jednotlivých odvětví

Odvětví	Produkce	CHSK/m ³	OV/tunu	Podíl	CHSKcelk	Produkce OV
	kt/rok	kg /m ³	m ³ /t	kalu	kt	tis. m ³ /rok
Výroba alkoholu	144	11,00	24,00	0,10	38 131	3 466
Mléko a mléčné výrobky	977	2,70	7,00	0,10	18 460	6 837
Pivo a slad	2 202	2,90	6,30	0,10	40 228	13 872
Maso a drůbež	497	4,10	13,00	0,25	26 492	6 461
Organické chemikálie	387	3,00	67,00	0,10	77 774	25 925
Petrochemický průmysl	3 320	1,00	0,60	0,10	1 992	1 992
Plasty a pryskyřice	733	3,70	0,60	0,10	1 628	440
Papír a celulóza	467	9,00	162,00	0,25	680 552	75 617
Mýdla a detergenty	46	0,85	3,00	0,10	117	138
Škrob	38	10,00	9,00	0,10	3 381	338
Cukr rafinovaný	420	3,20	9,00	0,10	12 094	3 779
Textil přírodní	71	0,90	172,00	0,10	10 995	12 217
Rostlinné oleje	147	0,85	3,10	0,10	387	456
Ovoce, zelenina a šťávy	167	5,00	20,00	0,25	16 684	3 337
Víno a ocet	56	1,50	23,00	0,10	1 942	1 294
Neidentifikované odpadní vody		3,40		0,10	308 143	90 630
Celkem (identif. + neidentif.)					1 239 002	246 800

Maximální teoretická produkce metanu B₀ byla zde v souladu s [8] uvažována 0,25 kg CH₄/kg CHSK.

Při výpočtu emisního faktoru pro odpadní vody se vycházelo z kvalifikovaných odhadů, že 75% průmyslových odpadních vod je čištěno aerobně a zbytek (25%) anaerobně. Tento poměr se bude i v budoucích letech posunovat směrem k anaerobnímu zpracování odpadních vod i kalů díky energetické výhodnosti tohoto způsobu zpracování odpadních vod. 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 0,1. Podobně jako v předchozím případě se předpokládalo, že veškerý metan z anaerobních procesů se spálí (převážně účelně v kogeneračních jednotkách, neboť flérování se praktikuje čím dál méně, kogenerační technologie jsou finančně efektivnější), avšak na rozdíl od komunálních vod se uvažoval nejen metan z kalů, ale i z odpadních vod. Při výpočtu emisí metanu tedy postačí, budeme-li uvažovat pouze aerobní procesy (tento metan není pochopitelně spalován).. Konverzní faktory (ve výpočtu značeny kurzívou) a další parametry uvedené v tomto oddíle byly doporučeny odborníky z VŠCHT, viz [6].

Výpočet emisí metanu:

CHSK, vody = CHSK ident.vody + CHSK neident.vody

CHSK, vody = 729,21 + 277,33 = 1 006,54 Gg CHSK/rok

CHSK, kal = 201,65 + 30,81 = 232,46 Gg CHSK/rok

EF, vody (aerobic) = 0,75*0,06*0,25 = 0,01125 kg CH₄/kg CHSK

EF, kal (other) = 0,6*0,1*0,25 = 0,0075 kg CH₄/kg CHSK

Emise metanu z čištění průmyslových vod = 1 006,54*0,01125 + 232,46*0,015 = 14,81 Gg CH₄/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 zatím příliš významné.

9.2.3 Emise N₂O z komunálních odpadních vod

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

$$\text{Emise N}_2\text{O} = 10\,283\,000 * 25 * 0,16 * 0,01 * 44/28 / 1\,000\,000 = 0,647 \text{ Gg/rok.}$$

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

9.3 Emise z odpadů: souhrn

9.3.1 Aktivitní data a další parametry

Inventarizace emisí z odpadů se stále potýká s nedostatkem údajů potřebných pro výpočet, některá aktivitní data, například počet obyvatel připojených na kanalizaci a produkce vybraných výrobků jsou dostupná z ročenek ČSÚ a ČSÚ blízkých materiálů, ale jiné parametry, kupříkladu zastoupení biologicky rozložitelného materiálu v odpadu, nebo typy čištění odpadních vod jsou z oficiálních statistik nedostupné. Nezbyvá tedy nic jiného nežli se ohlížet na odborné studie a doporučení národních expertů, viz. studie [4,6], s nimiž je tato problematika často konzultována.

9.3.2 Změny v inventarizaci

Od poslední inventury dochází k postupnému zavádění „zásad dobré praxe“ [8]. Ta klade důraz zejména na konzistentní časové řady, klíčové zdroje a transparentnost výpočtů. Díky [8] došlo k několika změnám ve stanovení emisí z odpadních vod.

- U biologické spotřeby kyslíku se maximální produkce metanu, tzv. faktor B₀ se nově doporučuje 0,6 kg CH₄/kg BSK, což je více nežli dosud používaná hodnota B₀ 0,25 CH₄/kg BSK, neboť tohoto faktoru se používá u CHSK a ta je vždy vyšší nežli BSK.
- Místo průměrné koncentrace u průmyslových odpadních vod se prosazuje jejich identifikace a tím dochází k částečnému navýšení emise oproti dřívějšímu výpočtu. CHSK pro výpočet je nyní převážně stanovena na základě produkce jednotlivých odvětví

- Výpočet emisí pro tu část populace, která není napojena na veřejnou kanalizaci, je nově vypracován odděleně s ohledem na odlišné podmínky

V současné době však ještě nejsou k dispozici přepočty starších roků podle nového způsobu výpočtu, který již plně zohledňuje [8], ale pro třetí národní sdělení by měly již být tyto číselné řady k dispozici. Lze očekávat, že emise z odpadních vod budou po přepočtení téměř dvojnásobné oproti dřívějšímu výpočtu, avšak vzhledem k tomu, že dříve byl podíl emisí z tohoto zdroje menší než 0,2 % z celkové emise skleníkových plynů, nebudou mít ani nově uskutečněné změny zásadní vliv na dřívější výsledky.

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., Zábranská J.: *Nový způsob výpočtu emisí CH₄ z čištění odpadních vod*. Zpráva pro ČHMÚ, Praha 1998
7. *Statistická ročenka životního prostředí České republiky. MŽP ČR, Praha 1999*
8. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories*, IPCC 2000.
9. Fott P., Pretel J., Bláha J., Neužil V.: *Inventarizace skleníkových plynů v ČR v roce 1998*, Zpráva ČHMÚ, Projekt „Globální změna klimatu“, Praha 1999
10. *Statistická ročenka České republiky 2000*, Český statistický úřad, Scientia, spol. s r.o., Praha 2000
11. *Výroba vybraných výrobků v průmyslu ČR (ve zvolených měrných jednotkách) za leden až prosinec 1999*, Odbor statistiky průmyslu, stavebnictví a energetiky, ČSÚ, Praha 2000

10. Emise HFC, PFC a SF₆

Předmětem této kapitoly jsou základní informace o emisích průmyslových fluorovaných látkách nesledovaných Montrealským protokolem a ovlivňujících klimatickou změnu. Jedná se o částečně fluorované uhlovodíky (HFC), zcela fluorované uhlovodíky (PFC) a fluorid sírový (SF₆). Tyto látky jsou sledované Rámcovou úmluvou OSN o změně klimatu i Kjótským protokolem. V ČR se tyto látky nevyrábějí a spotřeba se kryje pouze dovozem.

Praktické využití těchto látek leží v řadě průmyslových oborů.

HFC se používají jako důležitá chladicí media místo zakázaných zcela halogenovaných chlorfluoruhlovodíků (CFC) a částečně halogenovaných chlorfluoruhlovodíků (HCFC), které poškozují ozónovou vrstvu Země, dále pak jako nadouvadla při výrobě pěnových izolačních materiálů, hnací plyny pro aerosolové přípravky, čisticí prostředky (zvláště pro elektrotechniku) a hasiva jako náhrady za zakázané halony.

PFC nalézají podobné použití jako HFC v chladiřnictví a protipožární technice, ale v mnohem omezenějším rozsahu a spíše jen pro specifické případy.

SF₆ se vyznačuje vynikajícími izolačními vlastnostmi. Slouží především jako izolační medium v silnoproudé elektrotechnice a energetice.

Metodika IPCC [2] definuje jednak tzv. potenciální emise pro inventarizaci podle 1. úrovně (*tier 1*) a tzv. aktuální emise pro inventarizaci podle druhé úrovně (*tier 2*). Tato inventarizace byla zaměřena na spotřebu a potenciální emise zmíněných látek (šetření aktuálních emisí nebylo za dané situace proveditelné z důvodu absence potřebné legislativy - viz dále). Podle [2] se potenciální emise vypočítávají ze spotřeby definované jako součet tuzemské výroby a dovozu látky mínus její vývoz a ekologicky šetrná likvidace v daném roce. Metodika předpokládá, že skutečné emise by neměly převyšovat potenciálové emise.

Vzhledem k absenci výroby fluorovaných látek v ČR jsou pro stanovení potenciálních emisí klíčové údaje o dovozu a vývozu od celních orgánů. Šetřené látky nemají v celním sazebníku samostatné celní kódy jako jednotlivá chemická individua a pro jejich rozklíčování je nutno znát z celní statistiky jednotlivé dovozce a jimi dovážená množství a druhy látek včetně jejich užití. GŘ cel ale tyto údaje neposkytuje s odkazem na dodržování obchodního tajemství. Poslední úplné údaje byly poskytnuty pro inventuru za r. 1996. Od té doby jsou k dispozici pouze souhrnné údaje o celé skupině látek daného kódu, která obsahuje šetřenou látku. Problém je řešitelný do budoucna pouze legislativní cestou (novela zákona o ochraně ovzduší, ozónové vrstvy a klimatické změny).

Data o dovozu a vývozu čistých látek byla proto získávána od předpokládaných větších dovozců a uživatelů (na základě znalostí ze šetření v předchozích letech). Výsledky tohoto šetření jsou uvedeny v následující tabulce 10.1:

Celkové potenciální emise průmyslových fluorovaných látek podle údajů dovozců v ČR v r. 1999 dosahovaly 525,5 Gg CO₂. Z toho tvořily emise HFC více než 78 %, emise SF₆ přes 21 % a zhruba 0,5 % emise PFC.

Ve srovnání s rokem 1996, kdy byly potřebné údaje z GŘ cel poskytnuty v rozklíčované formě, poklesla spotřeba SF₆ zhruba o 40 %, ale zvýšila se spotřeba HFC více než dvojnásobně. Spotřeba PFC zůstává okrajová.

Tabulka 10.1 Potenciální emise v ČR v r. 1999

látka	potenciální emise (spotřeba) t	GWP _{100yr}	ekvivalent CO ₂ ,Gg
SF ₆	4,638	23 900	110,85
PFC:			
typ 14	0,06	6 500	0,39
218	0,33	7 000	2,31
PFC celkem			2,70
HFC:			
typ 23	0,4	11 700	4,68
32	0,9	650	0,59
125	32,83	2 800	91,92
134a	142,38	1 300	185,1
143a	33,18	3 800	126,1
152a	2,5	140	0,35
236fa	0,5	6 300	3,15
HFC celkem			411,89
Fluorované látky celkem			525,44

Pokles spotřeby SF₆ může sice do jisté míry souviset s neúplností auditu, ale může být také způsoben současnou změnou průmyslu vyrábějícího energetická zařízení (Škoda Plzeň). S oživením hospodářské situace by mělo dojít ke zvyšování spotřeby SF₆.

Nárůst spotřeby HFC (zejména typu 134a) je zcela logický. HFC nahrazují zakázané CFC a omezované HCFC v chladírenství a není pochyby, že jejich spotřeba bude dále vzrůstat. V ostatních oborech užití (nadouvadla, hnací plyny v aerosolech) se budou HFC u nás uplatňovat jen okrajově a příliš neovlivní nárůst skleníkových plynů. Z druhů HFC největší význam má typ HFC 134a. Ostatní typy se uplatňují v azeotropických chladících směsích jako přísady, pomocí nichž se "formují" termodynamické vlastnosti chladiva.

PFC se u nás budou uplatňovat v omezené míře asi jako hasiva, případně technické prostředky pro užití ve speciálních případech (elektronika).

Při celkovém posouzení potenciálních emisí průmyslových fluorovaných látek představují tyto v měřítku ČR jen okolo půl procenta celkové emise skleníkových plynů. Ani do budoucna se neočekává, že by mohly vystoupit nad rámec několika málo procent.

Literatura

1. Řeháček V., Michálek L.: *Informace o emisích skleníkových plynů obsahujících fluór v ČR za rok 1999*. Zpráva pro ČHMÚ, Praha 2000
2. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1-3, IPCC / OECD / IEA, 1997*
3. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories, IPCC 2000*.

11. 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. Tato metodika je zaměřena na bilancování antropogenních emisí a propadů plynů s tzv. přímým radiačně absorpčním 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 (HFC, PFC a SF_6). Význam látek obsahujících fluór je podtržen tím, že v roce 1997 byly tyto látky zahrnuty pod kontrolu Kjótským Protokolem. Tato metodika, jejíž principy byly vysvětleny v kapitole 2, byla použita při zpracování celé inventarizace. Od tohoto roku je metodika již částečně rozšířena o „Zásady dobré praxe“ IPCC, které jsou postupně zahrnovány do pracovních postupů při inventarizaci skleníkových plynů. Proces zkvalitnění metodiky plným zavedením těchto „zásad“ by měl být završen během dvou let.

Předmětem výstupu je rovněž zajištění konzistentnosti časových řad z předchozích inventur, které jsou v ČR pravidelně získávány od roku 1990. Řešitelé úkolu jsou si 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 dalšího 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 totiž zcela pochopitelně celá řada vstupních údajů používaných při zpracovávání modelových projekcí mění rychleji, než jsou modely vývojových projekcí schopny postihnout.

Inventura emisí skleníkových plynů pro rok 1999 logicky navazuje na inventuru pro rok 1998. Při jejím zpracování jsme postupovali v souladu se „zásadami dobré praxe“, tj. u klíčových zdrojů byly pokud možno preferovány postupy druhé a třetí úrovně s využitím emisních faktorů stanovených na základě národních údajů. V ostatních případech byly použity standardně doporučené (*default*) faktory metodiky IPCC.

Již při zavádění revidovaných metodických směrnic IPCC vyvstala potřeba přepočítat některé výsledky z období 1990-1995. Jednalo se zejména o číselnou řadu emisí metanu z těžby a potěžební úpravy uhlí. Nedávno vydané „zásady dobré praxe“, významně rozšiřující a doplňující metodiku IPCC, právě kladou velký důraz na zajištění konzistentnosti časových řad. Tento důraz totiž zohledňuje cíle Kjótského protokolu, jehož závazek je formulován relativně - od smluvních stran je požadováno, aby v prvním kontrolním období (2008-2012) snížily svoje emise vzhledem k referenčnímu roku 1990 (např. ČR o 8%). Ukazuje se, že v případě inventarizace v ČR je třeba jednak dopracovat některé číselné série ještě za období 1990-1995 (jako důsledek zavedení revidovaných směrnic IPCC), avšak některé série je třeba revidovat až k roku 1998 (jako reakce na „zásady dobré praxe“). Konkrétně se jedná především o dokončení přepočítávání emisí N_2O za období 1990-95, upřesnění emisí HFC, PFC a SF_6 za období 1995-98 a vystižení časového vývoje emisí metanu z odpadového hospodářství za celé sledované období.

Lze očekávat, že k jistým změnám dojde i v inventarizaci emisí či propadů CO₂ v sektoru lesního hospodářství, kde IPCC připravuje novou metodickou směrnici, rovněž odpovídající „zásadám dobré praxe“. Právě tento sektor, nově nazývaný jako „Využití krajiny, změny ve využití krajiny a lesnictví“, byl na COP-6 v Haagu shledán jako velmi kontroverzní.

V Tab. 11.1 jsou uvedeny emise skleníkových plynů s přímým radiačně absorpčním účinkem za celé období 1990 až 1999. Hodnoty uvedené v tabulce byly přepočteny na ekvivalentní množství oxidu uhličitého za použití předepsaných přepočítávacích koeficientů pro celé sledované období (*1995 Global Warming Potential*) a odvozené pro časový horizont 100 let, tj. CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310. Hodnoty látek obsahujících fluór jsou uvedeny v tisíckrát menších jednotkách než ostatní plyny. Dále je třeba upozornit na skutečnost, že hodnoty pro CO₂ v sobě zahrnují též propady z lesního hospodářství. Podrobnější výsledky na úrovni *IPCC Summary Tables* jsou pro celé období 1990 – 1999 uvedeny v tabulkové příloze. Kromě toho jsou v příloze uvedeny mnohem podrobnější *Sectoral Tables*, převzaté z nového formátu CRF a předepsaném orgány Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. Uvedený formulář (*Common Reporting Format*) ovšem obsahuje ještě celou řadu dalších tabulek s doplňujícími informacemi pro kontrolní účely.

Tabulka 11.1 Souhrnné výsledky inventarizace skleníkových plynů na období let 1990 až 1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CO ₂ [mil. t]	163,2	148,1	134,2	129,2	123,8	123,4	128,2	130,4	124,7	118,2
CH ₄ [mil. t CO ₂]	16,3	14,9	14,0	13,3	12,9	12,6	12,0	11,8	11,1	10,9
N ₂ O [mil. t CO ₂]	8,0	7,3	7,0	6,6	6,7	6,7	9,0	8,9	8,4	8,1
HFC, PFC, SF ₆ [tis. t CO ₂]	inventura nebyla prováděna					63,1	407,5	415,8	523,4	525,4
celkem [mil. t CO ₂]	187,5	170,3	155,2	149,1	143,4	142,7	149,6	151,5	144,8	137,7
relativně [v % 1990]	100,0	90,8	82,7	79,5	76,4	76,1	79,8	80,8	77,2	73,4

Z tabulky je zřejmé, že k největšímu poklesu emisí (okolo 20%) došlo již v letech 1991 a 1992 jako důsledek poklesu a posléze i restrukturalizace výroby po zásadní změně politického systému (v roce 1990 se tato změna v ekonomice ještě příliš neprojevila). Další již méně výrazný pokles až na hodnotu asi o 25% nižší ve srovnání s referenčním rokem byl dočasně přerušen v letech 1996 a 1997, kdy se emise začaly mírně narůstat a přiblížily se na úroveň 80% referenční hodnoty z roku 1990. Údaje za rok 1999 a částečně i z roku 1998 naznačují, že se jednalo spíše o vybočení ze stagnace trvající od roku 1994.

Příčiny dočasného a krátkodobého nárůstu v letech 1996 a 1997 nemáme dosud zcela vyhodnoceny, nezanedbatelný vliv mohou mít i průběhy teplot v zimním období (tento vliv by se mohl projevit zejména v roce 1996). Další vysvětlení spočívá v dočasné konjunktuře energeticky náročnějších výrob. Při detailním hledání příčin by bylo rovněž třeba sledovat i případné mezinárodní transfery elektrické energie během celého období. Na celkovém dosavadním trendu emisí se pochopitelně pozitivně projevuje postupná deregulace cen paliv a energie.

Na tomto místě je třeba konstatovat, že analýza příčin emisních trendů není úkolem této inventarizační studie, jejímž hlavním cílem je co nejpřesnější a co nejobjektivnější monitorování emisí od roku 1990 do současnosti za účelem kontroly plnění mezinárodních závazků: Rámcové úmluvy OSN a jejího Kjótského protokolu. Z tohoto hlediska by požadavky na kvalitu inventarizace měly dále narůstat s ohledem na blížící se termín kontrolního období 2008 – 2012 a požadavku na „prokazatelný pokrok“ v roce 2005, jakkoli

se zdá být proces ratifikace Kjótského protokolu po letošní ne příliš úspěšné konferenci OSN v Haagu poněkud pozdržen. Zlepšení kvality inventarizace by měla napomoci i chystaná legislativní opatření v ČR, která by též měla zajistit podmínky pro plné fungování „Národního emisního systému“ v souladu s čl.5 Kjótského protokolu.

Podíly zastoupení jednotlivých skleníkových plynů ve sledovaném období je patrný z Tab. 11.2. Je zřejmé, že hodnoty podílů se mění pouze nevýznamně a v rámci přesnosti provedených inventarizací. 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 zatím menší než půl procenta celkové agregované emise. Jejich očekávaný nárůst v důsledku jejich náhrady za zakázané látky narušující ozónovou vrstvu nelze však zatím plně prokázat v důsledku dosud nedostačujících celních předpisů, znemožňujících dostatečně spolehlivou evidenci dovozu jednotlivých látek.

Tabulka 11.2 Podíly přímých skleníkových plynů na celkové bilanci v letech 1990 až 1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CO ₂ [%]	86,0	85,9	85,3	85,5	85,1	86,4	85,7	86,0	86,1	85,8
CH ₄ [%]	9,8	9,9	10,3	10,2	10,3	8,8	8,0	7,8	7,7	7,9
N ₂ O [%]	4,2	4,2	4,4	4,3	4,6	4,7	6,0	5,9	5,8	5,9
HFC, PFC, SF ₆ [%]	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4

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%. Vesměs jde o hodnoty, které jsou v přijatelném souladu s hodnotami, které uvádějí zahraniční zpracovatelé inventur. Stávající způsob provedení odhadu nejistoty, který je založen především na odborných odhadech není plně postačující z hlediska „zásad dobré praxe“. Proto bude potřeba věnovat tomuto problému v budoucnu větší pozornost a aplikovat v požadovaném rozsahu alespoň postup „první úrovně“ dle platné metodiky.

Některé aktivní údaje, ze kterých byly bilance počítány, nebyly ještě v termínu dokončování této studie plně verifikovány ČSÚ. Rovněž nebyly dosud aplikovány kontrolní a verifikační mechanismy (označované jako QC/QA) podle „zásad dobré praxe“. Proto je třeba uvedené výsledky považovat stále za předběžné a jejich korekce bude provedena v průběhu prvního čtvrtletí roku 2000. Nelze vyloučit, že ještě dojde k nepatrným změnám v emisních bilancích jednotlivých sektorů. Ty však určitě 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 1999, které budou předloženy Sekretariátu Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu do stanoveného termínu, tj. 15.4.2000.

Na závěr je možno konstatovat, že se splněním tzv. kjótského redukčního cíle by neměla mít ČR v prvním kontrolním období zásadní problémy. Po zprovoznění JET nelze v nejbližších letech očekávat podstatnější emisní nárůst. V této souvislosti je ovšem třeba upozornit na skutečnost, že v podobně výhodné situaci se nacházejí i další evropské země s tranzitní ekonomikou. V ekonomicky rozvinutých zemích je ovšem situace odlišná. Např. Evropské unii se jako celku se zatím podařilo emise nejvýše pouze stabilizovat a v dalších smluvních stranách Kjótského protokolu emise dokonce výrazně narůstají.

Možnosti relativně snadného snížení emisí (pokles a restrukturalizace výroby po pádu totalitního režimu, popř. dostavění a uvedení do provozu více než 15 let rozestavěné kontroverzní JET) jsou již v ČR prakticky vyčerpány. Další snižování bude v budoucnosti možné jen důsledným zaváděním cílených opatření spočívajících jednak v dalších úsporách energie, jednak v postupném zavádění alternativních zdrojů. To však bude stěžejní možné bez vytvoření dostatečně účinných ekonomických nástrojů.

Příloha I

EMISNÍ INVENTURA

ROK 1999

Příloha II

ZÁKLADNÍ PŘEHLED EMISNÍCH INVENTUR 1990-1999

