



Environment Center
Charles University
in Prague

Emise skleníkových plynů ze sektoru nakládání s odpady

Miroslav Havranek

miroslav.havranek@czp.cuni.cz

Obsah

- Obecné souvislosti
- Metodika
 - Skládkování
 - Spalování odpadu
- Výsledky za ČR
- Doporučení

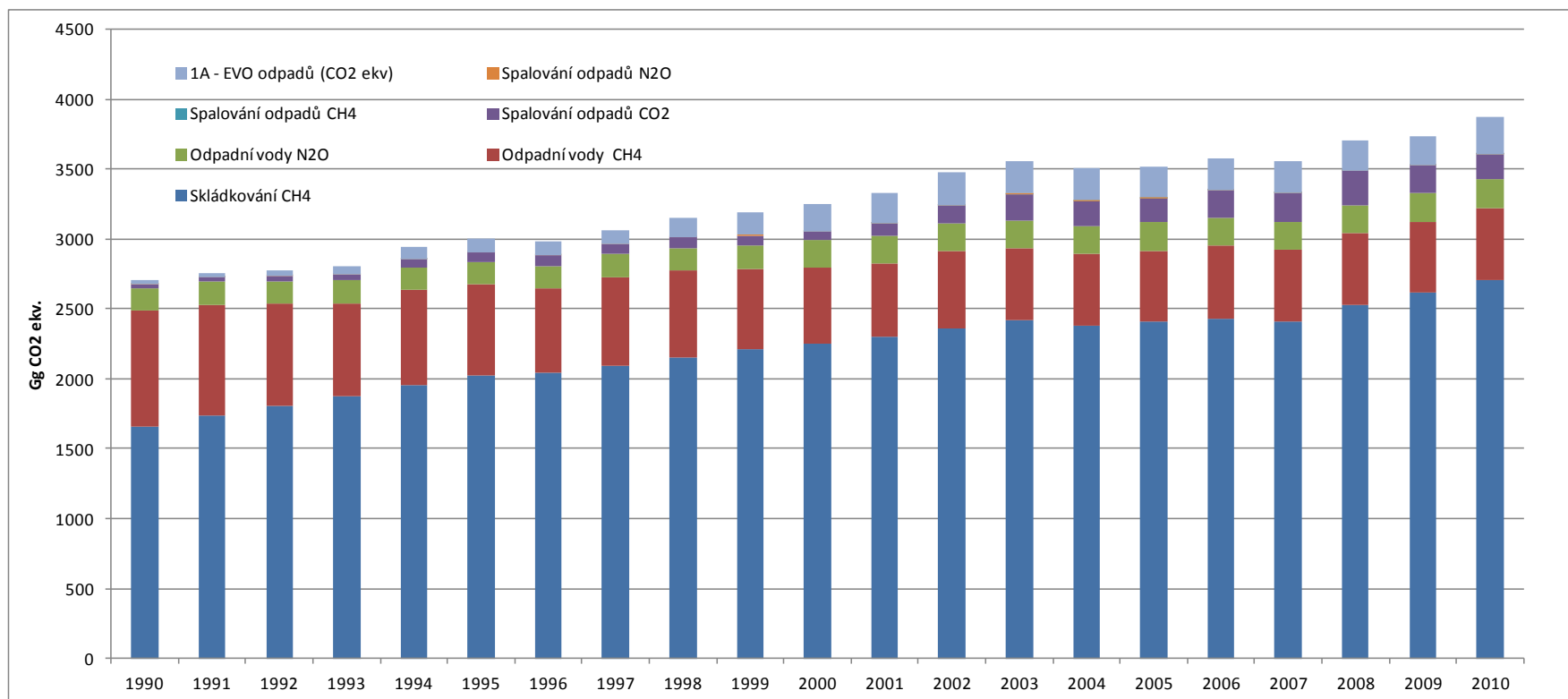
Obecné souvislosti

- Proč? Rámcová konvence OSN na změnu klimatu
- Kdo? Národní inventarizační systém (Koneko, CDV, ČHMÚ, IFER, COŽP UK)
- Jak ? Jednotná metodika - Světová meteorologická organizace - Mezivládní panel na změnu klimatu
- Kde? Národní inventarizační report, Národní sdělení
- Inventory dle principu TACCC (transparency, accuracy, consistency, comparability, completeness)

Aktivity COŽP

- Příprava národních inventur emisí GHG za sektor odpadů
 - Projekce emisí z odpadů
 - Kvantifikace nejistot
 - Transfer znalostí (UNDP Kosovo)
 - Revize národních inventur pod UNFCCC
- + Aplikace výsledků v dalším výzkumu

Emise z odpadů – přehled a vývoj



6A - Emise GHG ze skládek

- Klíčový zdroj pro ČR
- Pouze metan (prekurzory O3 nejsou uvažovány)
- Metoda FOD - tier 2

$$E_{(\text{Gg CH}_4/\text{rok})} = \left[\sum_x \left[(A \cdot k \cdot MSW_T(x) \cdot MSW_F(x) \cdot L_0(x)) \cdot \exp^{-k(t-x)} \right] - R_t \right] \cdot (1 - OX)$$

where

$$A = (1 - e^{-k}),$$

$$k = \ln 2 / t_{1/2},$$

and

$$L_0 = MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot \frac{16}{12}$$

Data potřebná pro výpočet emisí GHG ze skládek a jejich zdroje

Množství skládkovaného odpadu (CeHO)

Kategorizace skládek (CeHO)

Korekce anaerobních podmínek dle typu skládky (IPCC)

Složení odpadu (Benešová a kol.)

Doporučené parametry IPCC (IPCC)

(rozkladová rychlost, množství uhlíku v jednotlivých typech odpadu, oxidační faktor)

Spálený LFG, Podíl metanu v LFG (MPO)

Podíl metanu v LFG (MPO)

Historický uložený odpad (Havránek, 2007)

Výsledek

Nejistoty aktivitních dat (IPCC, expert judgement)

Nejistoty emisních faktorů (IPCC)

SWDS - Tier 2 methodology

$$E_{(\text{Gg CH}_4/\text{rok})} = \left[\sum_x \left[(A \cdot k \cdot MSW_T(x) \cdot MSW_F(x) \cdot L_0(x)) \cdot \exp^{-k(t-x)} \right] - R_t \right] \cdot (1 - OX)$$

where

$$A = (1 - e^{-k}),$$

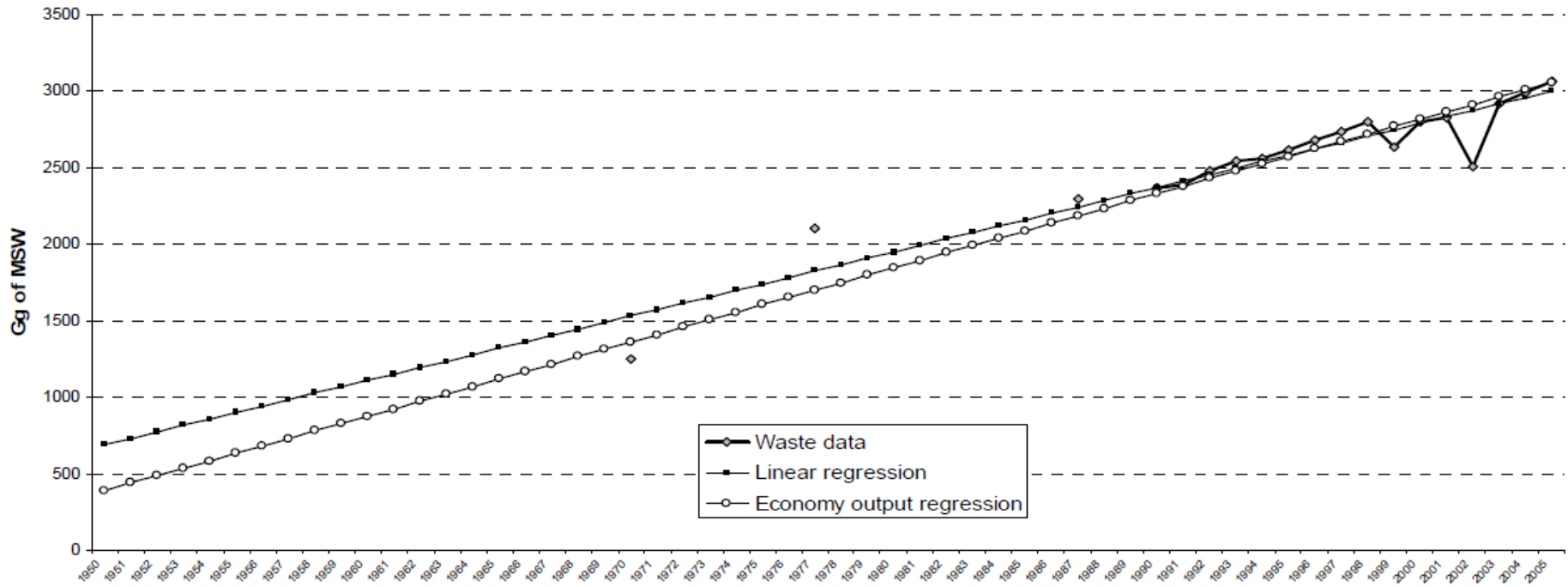
$$k = \ln 2 / t_{1/2},$$

and

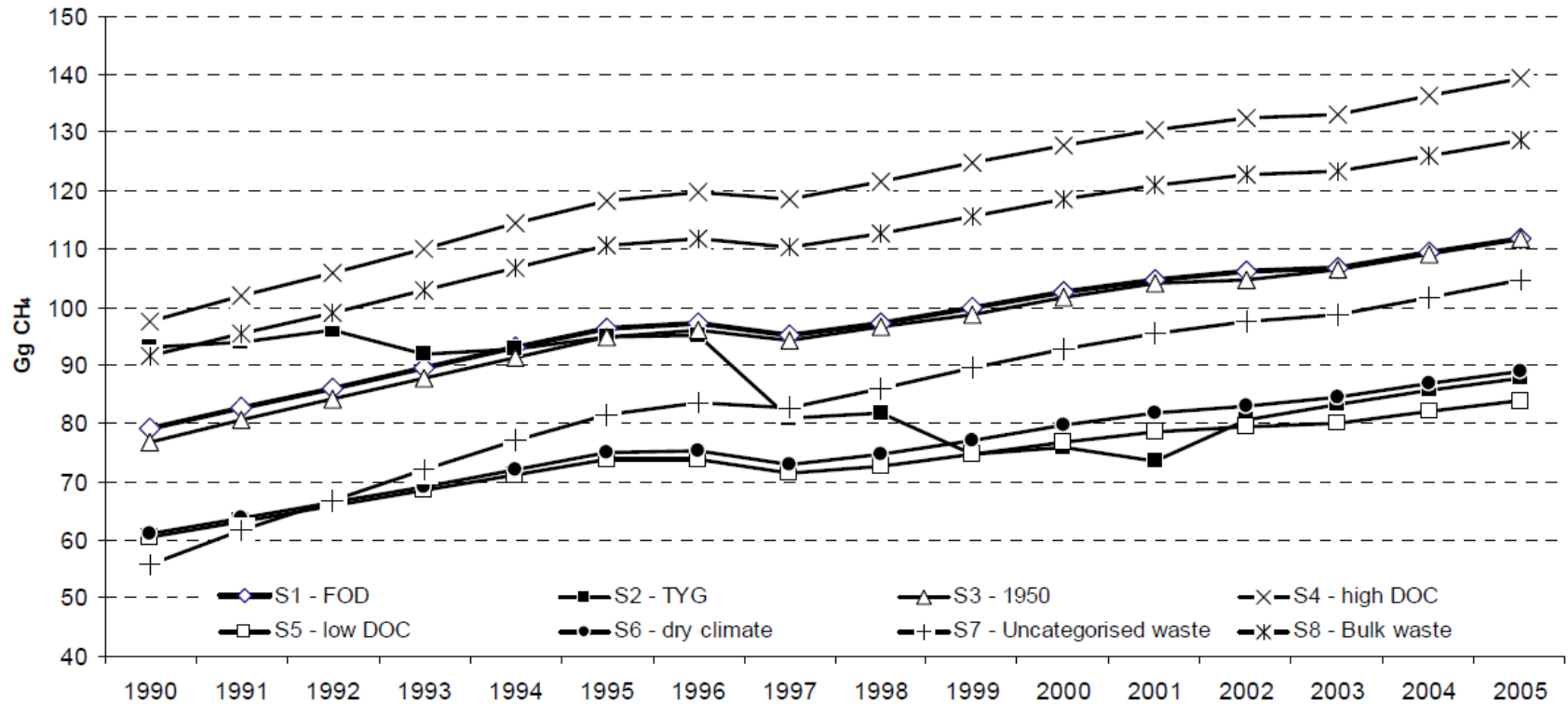
$$L_0 = MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot \frac{16}{12}$$

A is normalization factor correcting equation, t is an inventory year, x is a year of activity data input, k denotes to methane production constant (1/year), $t_{1/2}$ is half time of decomposition, i.e. time for how long it takes to decompose half of decomposable waste, MSWT is total amount of municipal solid waste produced in the given year, and MSWF is its fraction disposed to landfill. MCF is methane correction factor specifying waste management practice (value 1 for managed SWDS), DOC a DOCF is degradable organic carbon respectively fraction that actually decomposes. F is methane fraction in LFG, $R(t)$ is recovered methane, $16/12$ is methane/carbon correction and OX is oxidation factor showing a fraction of methane that is oxidized in aerobic zone of the landfill.

Waste data 1950 - 2006



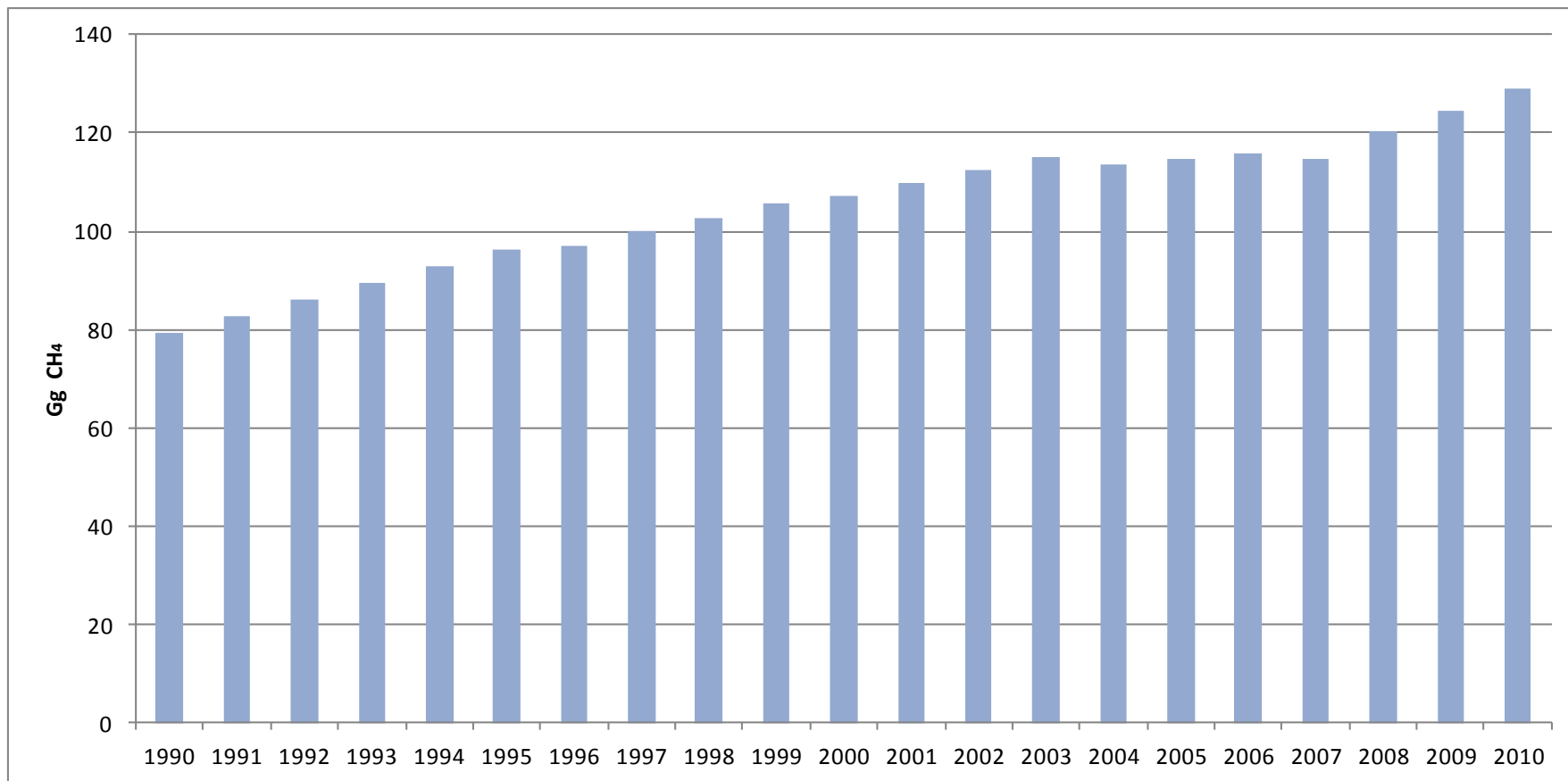
Analýza citlivosti na vybrané předpoklady



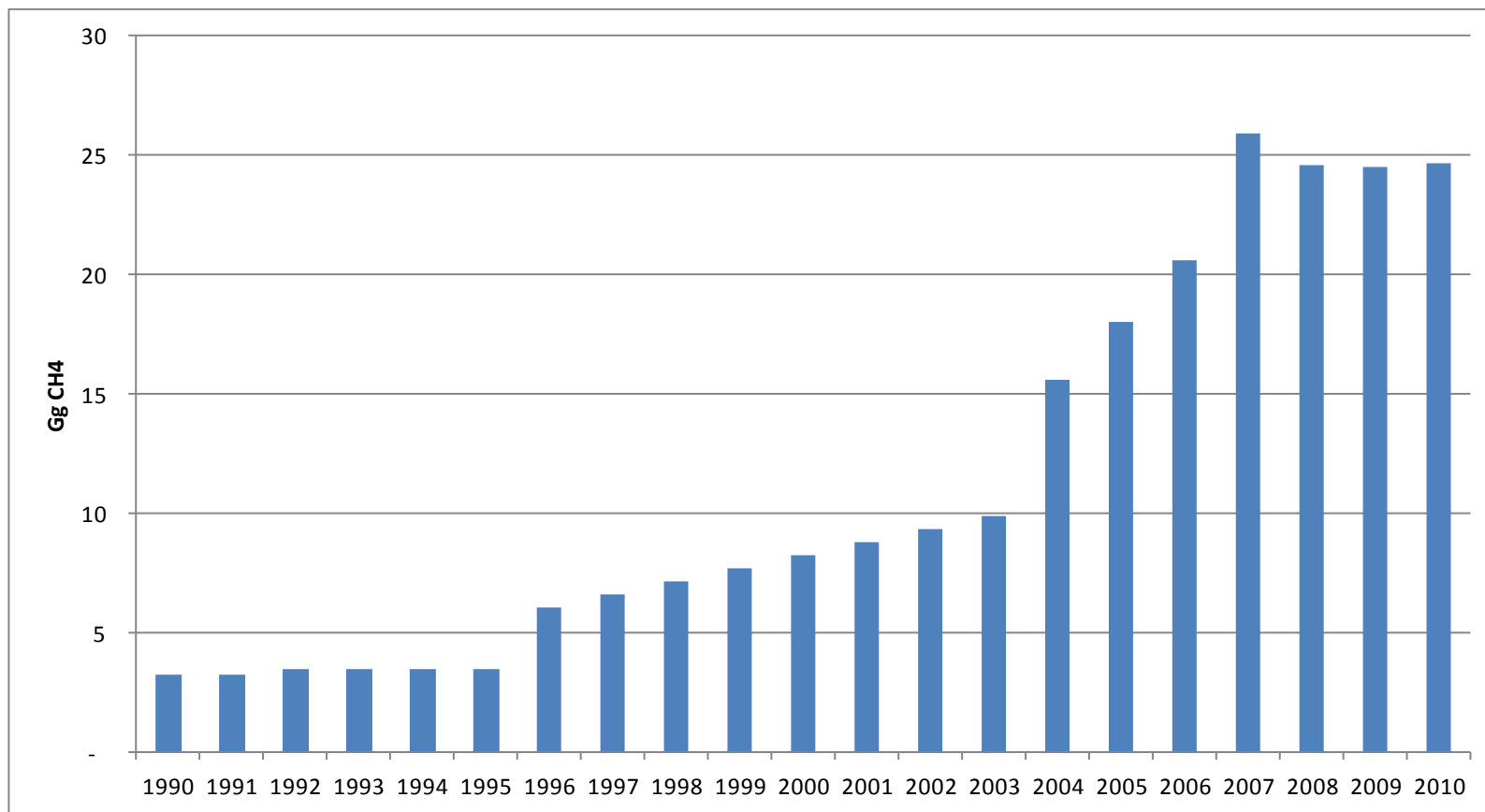
Sensitivity analysis

Name	Description
S1 - FOD	FOD method with assumption described in data chapter
S2 - TYG	TYG method results based on (NIR, 2004)
S3 – 1950	In this scenario we use different generation and disposal rate of MSW in to SWDS during 1950-1989, difference is based on change of social product (see subchapter on waste amount) in this period, all other parameters are same as in S1
S4 – High DOC	Methane generation is based on carbon content in the disposed waste. An IPCC default values come in certain range. For this scenario author chose high end of DOC value for particular MSW components. This range is shown in table 2.
S5 – Low DOC	Similar scenario as S4. An IPCC default values come in certain range. For this scenario author chose low end of DOC value for particular MSW components. This range is shown in table 2.
S6 – Dry climate	Methane generation rate (k) is based on type of waste and also on humidity of the waste. If annual precipitation is lower than potential evapotranspiration k rate might change. For this scenario author substituted k values of present wet temperate climate for dry temperate climate. Detailed values are in appendix 2 in k-rate table.
S7 - Uncategorised waste management	Methane correction factor for the Czech Republic is known from start of nineties. In period 1950-1990 author used gradual increase of MCF from 0,6 to 1,0 (see table 5). In this scenario is this gradual increase substituted by factor 0,6 (uncategorised SWDS) for entire 1950-1989 period.
S8 - Bulk waste	IPCC FOD model allows using either detailed waste composition approach or in case detailed composition is missing bulk waste approach. Bulk waste does not have specific k rates and DOC values for particular waste components. It uses DOC 0,18 and k 0,09 for total amount of disposed waste.

Vývoj emisí ze skládek KO



Energetické využití skládkového plynu



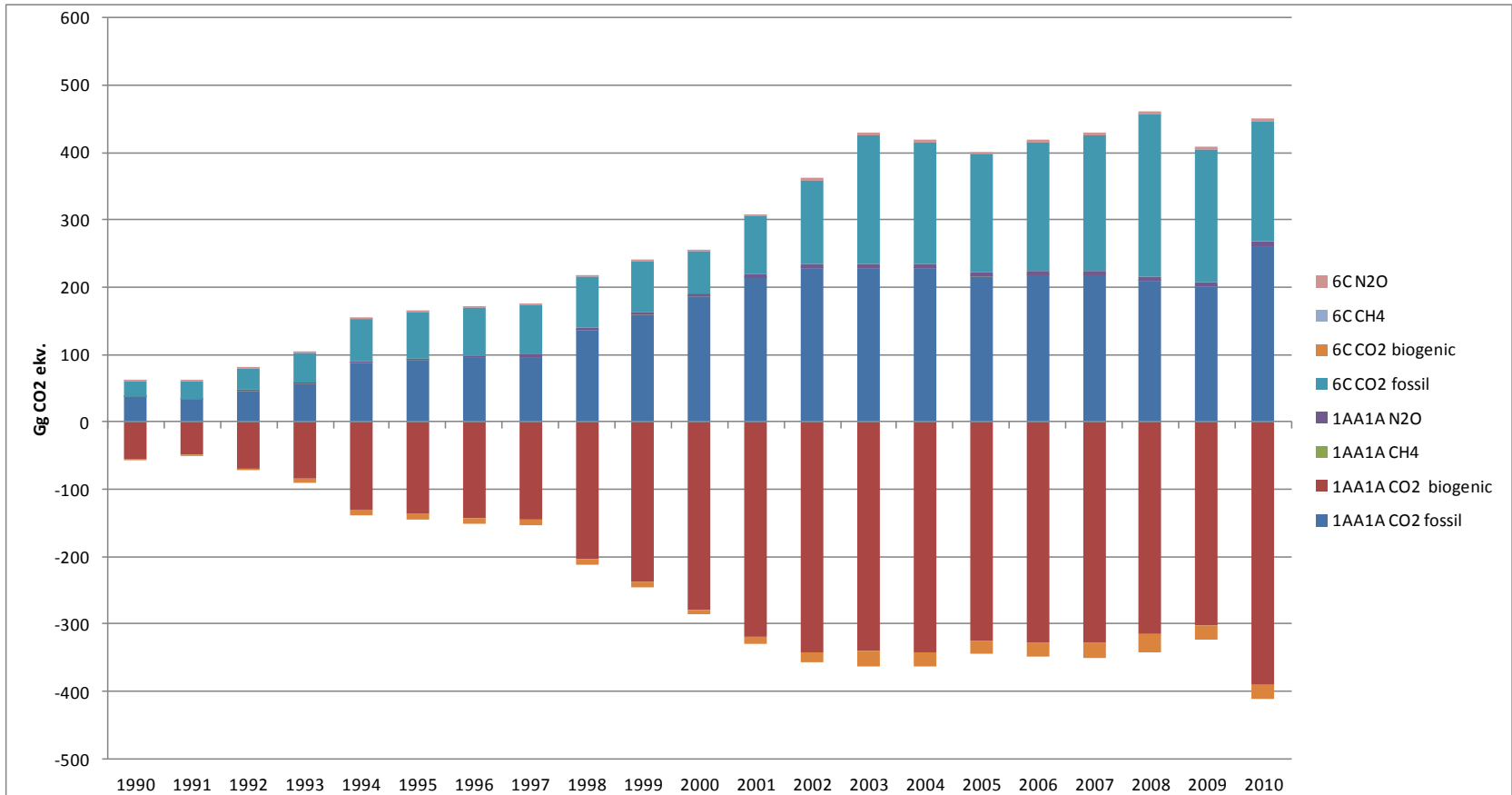
6C - Spalování odpadu

- Emise GHG ze zařízení spalující odpad
 - ZEVO – 1AA 1A – Veřejná produkce elektřiny a tepla
 - Ostatní spalovny – zatím 6C (problém kompatibility s EB)
- Dva typy CO₂ emisí (biogenní C – memo item, fosilní uhlík - GHG)
- Metodika dělí spalování KO, průmyslového odpadu, nebezpečného odpadu, nemocničního odpadu a kalů
 - Datová nedostačivost aktivitních dat, emisních faktorů a složení odpadu (vyjma KO)
 - Doporučené IPCC faktory

6 C + 1AA1A Metodika

- Výpočet přímočarý
 - aktivitní data × emisní faktor
- Aktivitní data – CEHO + provozovatelé + MPO
- Emisní faktor – doporučené IPCC hodnoty

6C + 1AA1A Emise GHG



6C – 1AA1A - Výhledy

- Změna metodiky z IPCC 1996 na IPCC 2006
- Přesun většiny SO do veřejné energetiky
 - + Možnost zapojení do ETS
 - - Větší nároky na AD (složení, technologicko provozní data, objemy)
- Výstavba nových zařízení
- Spalování kalů
 - Datově pokrýt kalové hospodářství ČR mezi sektory zemědělství, energetiky a odpadů
- (Spolu)spalování alternativních paliv
- Spalování odpadu v domácnostech
- Kompostování

Předpokládané změny

IPCC 2006	Gg CO ₂ ekv.	IPCC 1996	Gg CO ₂ ekv.
4 WASTE	3623	6 WASTE	3614
4A – Solid waste disposal	2708	6A – Solid waste disposal on land	2708
4A1 – <i>Managed waste disposal sites</i>	2708	6A1 – <i>Managed disposal on land</i>	2708
4A2 – <i>Unmanaged waste disposal sites</i>	NA	6A2 – <i>Unmanaged waste disposal sites</i>	NA
4A3 – <i>Uncategorised waste disposal sites</i>	NA	6A3 – <i>Other</i>	NA
4B – Biological treatment of solid waste	26		NA
4C – Incineration and open burning of waste	192	6C – Waste incineration	183
	NA	6C1 – <i>Biogenic (memo item)</i>	20
4C1 – <i>Waste incineration</i>	183	6C2 – <i>Other non-biogenic</i>	183
4C2 – <i>Open burning of waste</i>	9		NA
4D – Wastewater treatment and discharge	698	6B – Wastewater handling	723
4D1 – <i>Domestic ww treatment and discharge</i>	440	6B2 – <i>Domestic and comercial wastewater</i>	465
4D2 – <i>Idustrial ww treatment and discharge</i>	258	6B1 – <i>Industrial wastewater</i>	258
	NA	6B3 – <i>Other</i>	NA
4E - Other	NA	6D – Other	NA

Náměty pro výzkum

- Modelování budoucího vývoje (celý sektor)
- Tvorba scénářů + strategických výhledů (politika+průmysl)
- Chování spotřebitelů – spalování odpadů (4CA)
- Složení odpadů (4A,C) – monitorovací program
- Národně specifické hodnoty EF (4C)
- Uzavření bilance uhlíku (Energetika + Odpady)
- Uzavření bilance dusíku (Odpady + AFOLU)