

## PROJEKT EMISIE – PRÍPRAVA METODÍK NA SKVALITNENIE EMISNÝCH INVENTÚR A PROJEKCIÍ EMISÍÍ

### Merateľný ukazovateľ P0960 č. 6: SEKTOR ODPADY

**Vypracovali:** Odbor emisie a biopalivá: Ing. Monika Jalšovská; Mgr. Michaela Câmpian, PhD.

*Bratislava, október 2023*

## Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Emisie metánu (CH<sub>4</sub>) zo skládkovania tuhých odpadov .....</b>	<b>4</b>
2.1. Zmenené parametre pre výpočet metánu CH <sub>4</sub> .....	4
DOC <sub>f</sub> (Fraction of Degradable Organic Carbon which Decomposes) .....	4
MCF (Methan Correction Factor) .....	5
2.2. Nezmenené parametre pre výpočet metánu .....	7
F (Fraction on CH <sub>4</sub> in generated landfill gas) .....	7
OX (Oxidation Factor) .....	7
Half-life .....	8
R (Methane Recovery) .....	8
Delay Time .....	8
2.3. Zmeny v neurčitostiach .....	8
<b>3. Emisie oxidu dusného (N<sub>2</sub>O) zo skládkovania tuhých odpadov .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Emisie NMVOC zo skládkovania tuhých odpadov .....</b>	<b>10</b>
<b>5. Identifikácia kľúčových zmien.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Záver .....</b>	<b>12</b>
<b>7. Referencie .....</b>	<b>13</b>
<b>8. Prílohy .....</b>	<b>14</b>

## 1. Úvod

Emisná inventúra sektoru odpadov zahŕňa priame (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O) a nepriame emisie (NMVOC) skleníkových plynov (ďalej len GHG). Metán sa vypúšťa zo skládok tuhých odpadov, z procesu biologického spracovania tuhých odpadov, spaľovania odpadov a z procesu čistenia odpadových vôd. Hlavným zdrojom emisií CO<sub>2</sub> je spaľovanie odpadov. Emisie N<sub>2</sub>O vznikajú pri biologickom spracovaní odpadov a čistenia odpadových vôd.

Najvýznamnejším zdrojom emisií GHG sú skládky odpadov (67 %), nasleduje čistenie odpadových vôd (19 %), biologické spracovanie (15 %) a spaľovanie odpadov bez energetického využitia (0,1 %).

Sektor odpadov sa člení na viaceré emisné podkategórie:

### 5.A Zneškodňovanie tuhého odpadu (*Solid waste disposal*)

#### 5.A.1 – riadené skládky odpadov

#### 5.A.2 – neriadené skládky odpadov

5.B Biologické spracovanie tuhého odpadu (*Biological treatment of solid waste*)

5.C Spaľovanie a otvorené pálenie odpadu (*Incineration and open burning of waste*)

5.D Čistenie a vypúšťanie odpadových vôd (*Wastewater treatment and discharge*)

Skládkovanie tuhých odpadov<sup>1</sup> (*Solid waste disposal sites, SWDS*) je najvýznamnejším zdrojom emisií v sektore odpadov. Celkové emisie metánu v CRF kategórii 5.A za rok 2021 predstavovali 44,93 Gg (1 258,04 Gg CO<sub>2</sub> ekv.). Emisie metánu sú vyčísľované osobitne pre komunálny odpad (*municipal solid waste, MSW*) a priemyselný odpad (*non-municipal - industrial - solid waste disposal, ISW*) použitím tzv. *IPCC Waste Model*-u. Je to jednoduchý tabuľkový súbor založený na rovniciach metódy FOD (*First Order Decay*). V mnohých priemyselných krajinách sa odpadové hospodárstvo za posledné desaťročie výrazne zmenilo. Zaviedli sa politiky minimalizácie odpadu a recyklácie/opätovného použitia odpadu s cieľom znížiť množstvo vyprodukovaného odpadu a čoraz viac sa zavádzajú alternatívne postupy nakladania s odpadom k zneškodňovaniu tuhého odpadu na zemi, aby sa znížili vplyvy odpadového hospodárstva na životné prostredie. Zhodnocovanie skládkového plynu sa tiež stalo bežnejším opatrením na zníženie emisií CH<sub>4</sub> z SWDS.

Táto správa sa venuje zmenám metodiky výpočtu emisií v sektore Zneškodňovania tuhého odpadu, ktorý zahŕňa riadené a neriadené skládky odpadov. Analyzované boli v súčasnosti používané metodiky výpočtu emisií GHG podľa „*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*“ (ďalej len „*2006 IPCC Guidelines*“), aktualizované resp. doplnené metodiky podľa „*2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*“ (ďalej len „*2019 IPCC Refinement*“), a tieto boli porovnávané. V prípade znečisťujúcich látok (NMVOC) bola analyzovaná metodika „*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016*“ (ďalej len „*EMEP Guidebook 2016*“) a jej nová verzia „*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*“ (ďalej len „*EMEP Guidebook 2019*“).

---

<sup>1</sup> Neriadené skládky (*unmanaged waste disposal site*) sa na Slovensku oficiálne nevyskytujú. Skládky na inertné odpady sa nezohľadňujú, emisne nie sú relevantné.

## 2. Emisie metánu (CH<sub>4</sub>) zo skládkovania tuhých odpadov

2019 IPCC Refinement umožňuje tri úrovne výpočtu emisií metánu, podobne ako 2006 IPCC Guidelines:

- Tier 1:** Metóda FOD s použitím všeobecných (default) aktivitných údajov a všeobecných parametrov,
- Tier 2:** Metóda FOD s použitím niektorých všeobecných parametrov a použitím špecifických aktivitných údajov,
- Tier 3:** Metóda založená na špecifických aktivitných údajoch s dobrou kvalitou a FOD metóde (so špecifickými kľúčovými parametrami vyvinutými pre krajinu, alebo špecifickými parametrami vychádzajúcimi z meraní).

Pre výpočet emisií metánu zo skládkovania v SR sa používa metodika FOD (*First Order Decay*), ktorá je považovaná za metodiku úrovne **Tier 2**. Aplikuje sa pomocou „IPCC 2006 Waste Model“-u, pre podmienky SR sa používajú predvolené parametre. Aktivitné dáta sú špecifické a zohľadňujú zloženie odpadu charakteristické pre krajinu.

Pre použitie vyššej úrovne **Tier 3** nie sú na Slovensku dostupné aktivitné údaje a kľúčové parametre.

Metodika výpočtu v 2019 IPCC Refinement ponechala všetky doterajšie existujúce výpočtové vzťahy z 2006 IPCC Guidelines, preto sa vzorce v správe neuvádzajú. IPCC Waste Model naďalej zahŕňa potrebné výpočtové vzťahy.

Menili sa niektoré vstupné parametre v rozsahu popísanom v nasledovných kapitolách.

Ako nový výpočtový vzťah pribudol výpočet MCF pre aktívne prevzdušňované skládky (Equation 3AP.1) na základe dostupných meraných údajov frakcie CH<sub>4</sub> a CO<sub>2</sub> (pred a počas ovzdušňovania).

### 2.1. Zmenené parametre pre výpočet metánu CH<sub>4</sub>

#### DOC<sub>f</sub> (Fraction of Degradable Organic Carbon which Decomposes)

Boli zavedené podrobnejšie predvolené hodnoty DOC<sub>f</sub> (frakcia degradovateľného organického uhlíka, ktorá sa skutočne rozloží) pre rôzne zložky, aktualizované boli aj hodnoty neistôt. V rámci dobrej praxe sa odporúča používať špecifické DOC<sub>f</sub> hodnoty, ak je zloženie odpadov dostupné (inak používať hodnotu 0,5 „bulk waste“).

Recommended default value  $DOC_f$ 

Type of Waste	Recommended Default $DOC_f$ Values	Remark
Less decomposable wastes e.g. wood, engineered wood products, tree branches (wood)	0.1	An average value of 0.088 was derived from $DOC_f$ values for engineered wood products, sawn woods, tree branches reported in 3 references <sup>1-3</sup>
Moderately decomposable wastes e.g. paper, textile, nappies	0.5	An average value of 0.523 was derived from $DOC_f$ values for paper products, textile and nappies reported in 4 references <sup>4-7</sup> .
Highly decomposable wastes, e.g. food wastes, grasses (garden and park waste excluding tree branches)	0.7	An average value of 0.706 was derived from $DOC_f$ values for food wastes and grasses reported in 3 references <sup>4-6</sup>
Bulk waste*	0.5	

<sup>1</sup> Wang *et al.* (2011); <sup>2</sup> Wang and Barlaz (2016); <sup>3</sup> Ximenes *et al.* (2018); <sup>4</sup> Eleazer *et al.* (1997); <sup>5</sup> Bayard *et al.* (2017); <sup>6</sup> Jeong (2016); <sup>7</sup> Wang *et al.* (2015)

\* It is used when the fractions of less, moderately and highly decomposable wastes in MSW are not known.

V inventúre sa používa predvolená hodnota  $DOC_f = 0,5$  pre anaeróbne SWDS. V prípade lepšej dostupnosti údajov o zložení odpadov, by bolo možné použiť nové hodnoty podľa typu zložky (ťažko rozložiteľná časť, napr. drevo a drevené výrobky; pomerne dobre rozložiteľná časť napr. papier, textil; dobre rozložiteľná časť, napr. odpadové potraviny, tráva).

Pribudli nové informácie o DOC v priesakovej kvapaline (ďalej „PK“), o čom sa v *2006 IPCC Guidelines* neuvažovalo (bolo to považované za zanedbateľné). Zistilo sa, že DOC v PK je významné za vlhkých klimatických podmienok, zrážky zvyšujú vylúhovanie organického uhlíka z rozkladajúceho odpadu do PK, čo vedie k znižovaniu tvorby skládkového plynu (podrobnosti v novom Boxe 3.0B). V inventúre v prípade zohľadnenia straty DOC by sa mali vyčíslieť emisie z PK – započítať do sektoru odpadových vôd (*Wastewater treatment and discharge*).

Vzhľadom na to, že v SR sa bežne vracajú priesakové kvapaliny do telesa skládky formou kropenia najmä v letných mesiacoch, bude strata DOC menej relevantná. Za predpokladu, že vymyté množstvo organického uhlíka sa tiež vracia do skládky, potenciál tvorby skládkového plynu pravdepodobne nebude významne ovplyvnený.

#### MCF (Methan Correction Factor)

Rozširuje sa klasifikácia typu SWDS podľa stupňa riadenia a stupňa prevzdušňovania s príslušnými predvolenými hodnotami MCF (metánový korekčný faktor).

## 2006 IPCC Guidelines

**TABLE 3.1**  
**SWDS CLASSIFICATION AND METHANE CORRECTION FACTORS (MCF)**

Type of Site	Methane Correction Factor (MCF) Default Values
Managed – anaerobic <sup>1</sup>	1.0
Managed – semi-aerobic <sup>2</sup>	0.5
Unmanaged <sup>3</sup> – deep (>5 m waste) and /or high water table	0.8
Unmanaged <sup>4</sup> – shallow (<5 m waste)	0.4
Uncategorised SWDS <sup>5</sup>	0.6

<sup>1</sup> **Anaerobic managed solid waste disposal sites:** These must have controlled placement of waste (i.e., waste directed to specific deposition areas, a degree of control of scavenging and a degree of control of fires) and will include at least one of the following: (i) cover material; (ii) mechanical compacting; or (iii) levelling of the waste.

<sup>2</sup> **Semi-aerobic managed solid waste disposal sites:** These must have controlled placement of waste and will include all of the following structures for introducing air to waste layer: (i) permeable cover material; (ii) leachate drainage system; (iii) regulating pondage; and (iv) gas ventilation system.

<sup>3</sup> **Unmanaged solid waste disposal sites – deep and/or with high water table:** All SWDS not meeting the criteria of managed SWDS and which have depths of greater than or equal to 5 metres and/or high water table at near ground level. Latter situation corresponds to filling inland water, such as pond, river or wetland, by waste.

<sup>4</sup> **Unmanaged shallow solid waste disposal sites:** All SWDS not meeting the criteria of managed SWDS and which have depths of less than 5 metres.

<sup>5</sup> **Uncategorised solid waste disposal sites:** Only if countries cannot categorise their SWDS into above four categories of managed and unmanaged SWDS, the MCF for this category can be used.

Sources: IPCC (2000); Matsufuji *et al.* (1996)

## 2019 IPCC Refinement to the 2006 IPCC Guidelines

**TABLE 3.1 (UPDATED)**  
**SWDS CLASSIFICATION AND METHANE CORRECTION FACTORS (MCF)**

Type of Site	Methane Correction Factor (MCF) Default Values	Remarks
Managed – anaerobic	1.0 <sup>a</sup>	These must have controlled placement of waste (i.e., waste directed to specific deposition areas, a degree of control of scavenging and a degree of control of fires) and will include at least one of the following: (i) cover material; (ii) mechanical compacting; or (iii) levelling of the waste.
Managed well – semi-aerobic	0.5 <sup>b</sup>	When semi-aerobic managed SWDS type is managed under one of the following condition, it is regarded as well management ; (i) permeable cover material; (ii) leachate drainage system without sunk; (iii) regulating pondage; and (iv) gas ventilation system without cap, (v) connection of leachate drainage system and gas ventilation system.
Managed poorly – semi-aerobic	0.7 <sup>c</sup>	When semi-aerobic managed SWDS type is managed under one of the following condition, it is regarded as poor management; (i) condition of sunk of leachate drainage system; (ii) closing of valve of drainage or atmosphere-unopening of drainage exit; (iii) capping of gas ventilation exit.
Managed well – active-aeration	0.4 <sup>d,e,f</sup>	Active aeration of managed landfills includes the technology of in-situ low pressure aeration, air sparging, bioventing, passive ventilation with extraction (suction). These must have controlled placement of waste and will include leachate drainage system to avoid the blockage of air penetration, and (i) cover material; (ii) air injection or gas extraction system without drying of waste.
Managed poorly – active-aeration	0.7 <sup>g,h</sup>	When SWDS, that is equipped as well as active aeration of managed SWDS, is managed under one of the following condition, it is judged as poor management; (i) blockage of aeration system due to failure of drainage; (ii) lack of available moisture for microorganisms due to high- pressure aeration.
Unmanaged – deep (>5 m waste) and /or high water table	0.8 <sup>a</sup>	All SWDS not meeting the criteria of managed SWDS and which have depths of greater than or equal to 5 metres and/or high water table at near ground level. Latter situation corresponds to filling inland water, such as pond, river or wetland, by waste.
Unmanaged – shallow (<5 m waste)	0.4 <sup>a</sup>	All SWDS not meeting the criteria of managed SWDS and which have depths of less than 5 metres.
Uncategorised SWDS	0.6 <sup>a</sup>	Only if countries cannot categorise their SWDS into above four categories of managed and unmanaged SWDS, the MCF for this category can be used.

Sources: <sup>a</sup>IPCC (2000); <sup>b</sup>Matsufuji *et al.* (1996); <sup>c</sup>Yamada *et al.* (2013); <sup>d</sup>Hrad *et al.* (2013); <sup>e</sup>Ishigaki *et al.* (2003); <sup>f</sup>Ritzkowski & Stegmann (2013); <sup>g</sup>Raga & Cossu (2014); <sup>h</sup>Ritzkowski *et al.* (2016)

V súčasnej inventúre MCF vychádza z výsledkov analýzy údajov v databáze skládok ŠGÚ DŠ (hĺbka skládky, rok začatia prevádzkovania, množstvo uloženého odpadu) a štatistického prieskumu. Na Slovensku sa prevádzkuje veľa menších skládok, podmienky sú skôr aeróbne ako anaeróbne. Aj keď sa jedná o riadené skládky, je ťažké ich zaradiť do kategórie „managed-anaerobic“, kritériá sú prísne. Od roku 2010 sa v inventúre používa hodnota MCF = 1.

Aktualizácia metodiky prináša možnosť lepšieho rozdelenia SWDS. Pôvodná kategória „managed – semi-aerobic“ s MCF = 0,5 sa rozčlenila na dve samostatné kategórie „managed well – semi-aerobic“ s MCF = 0,5 a „managed poorly – semi-aerobic“ s MCF = 0,7. Kritériá na zaradenie skládok do týchto nových kategórií sú oveľa viac použiteľné ako kritériá pôvodnej kategórie „managed – semi-aerobic“. Z uvedených kritérií stačí spĺňať jednu podmienku na zaradenie do danej kategórie (pôvodne všetky podmienky museli byť splnené).

Pribudli aj dve nové kategórie SWDS s aktívnym prevzdušňovaním. Aktívne prevzdušňovanie znamená privádzanie vzduchu do telesa skládky injektážou alebo nasávaním pomocou vhodného riešenia ventilácie, drenáže a priepustnej vrstvy umožňujúcou rozptýlenie vzduchu v odpade. Správne prevedené aktívne prevzdušňovanie v laboratórnych podmienkach vykázalo zníženie emisií metánu až o 70 %, v reálnych podmienkach sú však výsledky menej efektívne.

Podrobnejší popis semi-aeróbnych a aktívne prevzdušňovaných SWDS uvádza nový Box 3.0A na strane 3.6 dokumentu „2019 IPCC Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“.

Pre aktívne prevzdušňované skládky sa odporúča namiesto všeobecných MCF hodnôt získavať kvalitnejšie údaje meraním v teréne. Podrobnosti sa nachádzajú v Appendix 3A.2, kde je zavedený nový výpočtový vzťah MCF pre aktívne prevzdušňované skládky (Equation 3AP.1) na základe dostupných meraných údajov frakcie CH<sub>4</sub> a CO<sub>2</sub> (pred a počas ovzdušňovania).

## 2.2. Nezmenené parametre pre výpočet metánu

### F (Fraction on CH<sub>4</sub> in generated landfill gas)

Väčšina odpadu v SWDS vytvára plyn s približne 50 % CH<sub>4</sub>. Iba materiál obsahujúci značné množstvo tuku alebo oleja môže generovať plyn s podstatne viac ako 50 % CH<sub>4</sub>. Preto sa odporúča použitie štandardnej hodnoty IPCC pre frakciu/podiel (F) CH<sub>4</sub> v skládkovom plyne (0,5).

### OX (Oxidation Factor)

Oxidačný faktor (OX) odráža množstvo CH<sub>4</sub> z SWDS, ktoré sa oxiduje v pôde alebo inom materiáli pokrývajúcim odpad. Oxidácia CH<sub>4</sub> je spôsobená mikroorganizmami v krycích pôdach a môže sa pohybovať od zanedbateľných až po 100 % vnútorne produkovaného CH<sub>4</sub>. Hrúbka, fyzikálne vlastnosti a vlhkosť krycích pôd priamo ovplyvňujú oxidáciu CH<sub>4</sub>. Predvolená hodnota oxidačného faktora je nula. Použitie hodnoty oxidácie 0,1 je opodstatnené pre kryté, dobre riadené SWDS na odhadnutie difúzie cez uzáver a úniku cez trhliny. Použitie hodnoty oxidácie vyššej ako 0,1 by malo byť jasne zdokumentované, odkazované a podporené údajmi relevantnými pre národné podmienky. Je dôležité si zapamätať, že každý CH<sub>4</sub>, ktorý sa získa, sa musí odpočítať od množstva vytvoreného pred aplikáciou oxidačného faktora.

### Half-life

Hodnota polčasu rozpadu použiteľná pre každý jednotlivý SWDS je určená veľkým počtom faktorov spojených so zložením odpadu a podmienkami na mieste. Najvyššie rýchlosti ( $k = 0,2$  alebo polčas rozpadu približne 3 roky) sú spojené s podmienkami vysokej vlhkosti a rýchlo rozložiteľným materiálom, ako je potravinový odpad. Nižšie rýchlosti rozpadu ( $k = 0,02$  alebo polčas rozpadu približne 35 rokov) sú spojené s podmienkami suchého miesta a pomaly rozložiteľným odpadom, ako je drevo alebo papier. Oveľa dlhší polčas rozpadu 70 rokov alebo viac by mohol byť opodstatnený pre plytké suché SWDS v miernom podnebí alebo pre drevný odpad v suchom, miernom podnebí. Polčas menej ako 3 roky môže byť vhodný pre riadené SWDS vo vlhkom, miernom podnebí alebo rýchlo sa degradujúci odpad vo vlhkom, tropickom podnebí.

### R (Methane Recovery)

CH<sub>4</sub> generovaný v SWDS môže byť regenerovaný a spálený v energetickom zariadení. Množstvo CH<sub>4</sub>, ktoré sa získa späť, je vyjadrené ako R (získavanie metánu). Ak sa regenerovaný plyn používa na energiu, výsledné emisie skleníkových plynov by sa mali vykazovať v rámci sektora energetiky. Emisie zo spaľovania však nie sú významné, keďže emisie CO<sub>2</sub> sú biogénneho pôvodu a emisie CH<sub>4</sub> a N<sub>2</sub>O sú veľmi malé, takže osvedčené postupy v sektore odpadov si nevyžadujú ich odhad. Predvolená hodnota pre obnovu CH<sub>4</sub> je teda nula. Výťažnosť CH<sub>4</sub> (R) by sa mala uvádzať len vtedy, ak sú k dispozícii referencie dokumentujúce množstvo výťažku CH<sub>4</sub>.

### Delay Time

Odpad sa vo väčšine miest ukladá nepretržite počas celého roka, zvyčajne na dennej báze. Existuje však dôkaz, že produkcia CH<sub>4</sub> nezačína ihneď po uložení odpadu. Spočiatku je rozklad aeróbnym, ktorý môže trvať niekoľko týždňov, kým sa nespotrebuje všetok ľahko dostupný kyslík. Potom nasleduje okyslenie s produkciou vodíka. Často sa hovorí, že štádium acidifikácie trvá niekoľko mesiacov. Potom nasleduje prechodné obdobie z kyslých podmienok do neutrálnych, kedy sa spustí produkcia CH<sub>4</sub>. Obdobie medzi uložením odpadu a úplnou produkciou CH<sub>4</sub> je chemicky zložitá a zahŕňa postupné mikrobiálne reakcie. Časové odhady doby oneskorenia sú neisté a pravdepodobne sa budú líšiť v závislosti od zloženia odpadu a klimatických podmienok. Vhodne zvolený čas oneskorenia je od nula do šiestich mesiacov. Hodnoty mimo tohto rozsahu by mali byť podložené dôkazmi.

## 2.3. Zmeny v neurčitostiach

Aktualizované boli aj hodnoty neurčitostí parametrov, kde nastala zmena (DOC<sub>f</sub>, MCF). Neurčitosti pre DOC zostali nezmenené, pri DOC<sub>f</sub> a MCF sa rozšírilo rozdelenie intervalov.

2006 IPCC Guidelines	
Degradable Organic Carbon (DOC) <sup>7</sup>	<b>For IPCC default values :</b> ±20% <b>For country-specific values:</b> Based on representative sampling and analyses: ±10%
Fraction of Degradable Organic Carbon Decomposed (DOC <sub>f</sub> )	<b>For IPCC default value (0.5):</b> ± 20% <b>For country-specific value</b> ± 10% for countries based on the experimental data over longer time periods.
Methane Correction Factor (MCF) = 1.0 = 0.8 = 0.5 = 0.4 = 0.6	<b>For IPCC default value:</b> -10%, +0% ±20% ±20% ±30% -50%, +60%



### 2019 IPCC Refinement to the 2006 IPCC Guidelines

Degradable Organic Carbon (DOC) <sup>3</sup>	<b>For IPCC default values</b> : ±20% <b>For country-specific values:</b> Based on representative sampling and analyses: ±10%
Fraction of Degradable Organic Carbon Decomposed (DOC <sub>f</sub> ) = 0.1 = 0.5 = 0.7	<b>For IPCC default value (0.5):</b> ± 20% <b>For IPCC default value for each waste type</b> ±90% ±70% ±30% <b>For country-specific value</b> ± 10% for countries based on the experimental data over longer time periods.
Methane Correction Factor (MCF) = 1.0 = 0.8 = 0.7 = 0.5 = 0.4 = 0.4 <sup>1</sup> = 0.6	<b>For IPCC default value:</b> -10%, +0% ±20% ±30% ±20% ±30% ±60% -50%, +60%

### 3. Emisie oxidu dusného (N<sub>2</sub>O) zo skládkovania tuhých odpadov

V *2006 IPCC Guidelines* boli považované emisie N<sub>2</sub>O zo skládkovania za nevýznamné, preto ani neboli uvedené metódy pre výpočet emisií. *2019 IPCC Refinement* naďalej nepopisuje metodiku, ale v prílohe 3.A.1 uvádza aspoň rámcové informácie o tvorbe N<sub>2</sub>O za aeróbných aj anaeróbných podmienok.

Existuje schválená CDM metodika „AM0083“<sup>2</sup>, ktorá je použiteľná pre aktívne prevzdušňované skládky (cieľom je predchádzať anaeróbnym degradačným procesom a podporiť aeróbne prostredie). CDM metodika uvádza dve alternatívy: stanovenie emisií na základe merania N<sub>2</sub>O na mieste; použitie emisného faktora. Ten vychádza z poznatkov o aeróbnom rozklade počas kompostovania. Reálne sú však vlastnosti odpadov aj stupeň prevzdušnenia skládky ďaleko od podmienok kompostovania, preto CDM metodika odporúča používať údaje z lokálneho monitorovania na SWDS.

Potenciálnym zdrojom N<sub>2</sub>O je aj krycia vrstva pôdy a pracovná vrstva, lebo do nich preniká vzduch difúziou. O tvorbe emisií N<sub>2</sub>O na poloaeróbne manažovaných skládkach nie je dostatok dostupných údajov, v reporte sa s nimi neuvažuje.

Anaeróbná tvorba N<sub>2</sub>O je spojená s procesom denitrifikácie a súvisí s anaeróbnym rozkladom DOC. Stanovenie emisií limitujú neistoty týkajúce sa stupňa konverzie zlúčenín dusíka na N<sub>2</sub>O a stupňa spotreby uhlíka pri konverzii dusíka. Medzi emisiami N<sub>2</sub>O a CH<sub>4</sub> bol zistený vzájomný vzťah, pričom na získanie spoľahlivého odhadu emisií je potrebné overiť podmienky špecifické pre krajinu.

Report emisií N<sub>2</sub>O sa pre sektor zneškodňovania tuhých odpadov naďalej nevyžaduje.

<sup>2</sup> UNFCCC CDM Executive Board 2009

## 4. Emisie NMVOC zo skládkovania tuhých odpadov

Emisie NMVOC sa už v súčasnosti vyčíslujú podľa *EMEP Guidebook 2019*. Pôvodne používaná úroveň tier 1 bola na odporúčanie revízneho tímu nahradená presnejším postupom. Aplikujú sa poznatky z emisnej inventúry Spojeného Kráľovstva z roku 2004, ktorá pre určenie množstva emisií NMVOC vychádza z množstva vyprodukovaného skládkového plynu<sup>3</sup>. Keďže množstvo skládkového plynu sa spätne vypočítava z výsledných emisií CH<sub>4</sub>, ktorých výpočet bol v predošlých kapitolách popísaný, túto metodiku výpočtu NMVOC je možné považovať za vyššiu úroveň – tier 2.

---

<sup>3</sup> Jedná sa o metodiku v *EMEP Guidebook 2019* v poznámke pod tabuľkou Table 3-1, ktorá je označená „tier 1“. Metodika úrovne tier 2 oficiálne neexistuje.

## 5. Identifikácia kľúčových zmien

Prehľad kľúčových zmien v metodike je uvedený v tabuľke nižšie.

Kategória	Plyn	Reportovanie podľa 2006 IPCC Guidelines	Reportovanie podľa 2019 IPCC Refinement	Výsledok zmeny	Poznámka
5.A Skládkovanie tuhých odpadov	CH <sub>4</sub>	Tier 2	Tier 2	Žiadna zmena	
	N <sub>2</sub> O	nevyžaduje sa	nevyžaduje sa	Žiadna zmena	

Kategória	Plyn	Reportovanie podľa EMEP Guidebook 2016	Reportovanie podľa EMEP Guidebook 2019	Výsledok zmeny	Poznámka
5.A Skládkovanie tuhých odpadov	NMVOC	x	Tier 2	Žiadna zmena	

## 6. Záver

Na základe činností vykonaných v rámci aktivít „Analýza 2019 IPCC Refinement metodických príručiek“, „Príprava nových metodických postupov“ a „Harmonizácia nových metodických postupov vypracovaných na základe 2019 IPCC Refinement metodických príručiek s emisnou inventúrou znečisťujúcich látok“ je možné v tejto etape riešenia vyvodiť nasledovné závery:

- Výpočtové vzťahy emisií CH<sub>4</sub> v metodike „2019 IPCC Refinement“ v porovnaní so staršou metodikou „2006 IPCC Guidelines“ zostávajú platné. Rozširuje sa klasifikácia typu SWDS podľa stupňa riadenia a stupňa prevzdušňovania s príslušnými predvolenými hodnotami MCF (metánový korekčný faktor). Bolo zavedené podrobnejšie členenie predvolených hodnôt DOC<sub>f</sub> (frakcia degradovateľného organického uhlíka, ktorá sa skutočne rozloží) pre rôzne zložky uloženého odpadu. Jedná sa o zjemnenie vstupných parametrov, ktoré spočíva v podrobnejšom rozdelení typu uloženého odpadu podľa stupňa rozložiteľnosti a v mierne modifikovanom členení typu skládky, vrátane kritérií na zaradenie skládok do týchto typových kategórií.
- Zmenu DOC<sub>f</sub> v súčasnosti nie je možné uplatniť, vzhľadom na nedostupnosť spoľahlivých údajov o zložení uloženého odpadu. To však nevylučuje možnosť vhodných analýz zloženia odpadu v budúcnosti a tým upresnenie frakcie rozložiteľného organického uhlíka v ňom.
- Prerozdelenie typov skládok a zmena kritérií ich zaradenia je možná do novej metodiky zapracovať, ale aj tu narážame na absenciu podrobnejších údajov o jednotlivých skládkach, čo sa týka ich technického riešenia a stavu (najmä stupeň prevzdušnenia a všeobecne úroveň riadenia skládky).
- Základná štruktúra kategórií v reportovacích tabuľkách je pre sektor zneškodňovania tuhého odpadu nemenná (5.A.1, 5.A.2, 5.A.3). Rozšírila sa tabuľka pre sektorové požadované údaje podľa nového rozdelenia typu skládok pre parameter MCF.
- Pre sektor zneškodňovania tuhých odpadov nepridali ani neubudli žiadna typy emisií.

Z analýzy nevyplýva potreba vykonať zmeny v súčasne aplikovaných postupoch, všetky doterajšie parametre sú použiteľné aj naďalej. Zvýšenie presnosti vypočítaných údajov by sa dalo dosiahnuť lepšími vstupnými údajmi (zloženie odpadu, podrobnosti o skládkach), ktoré nie je možné získať v priebehu projektu.

Metodiku výpočtu emisií NMVOC táto správa podrobnejšie nerozoberá, keďže pre sektor zneškodňovania tuhých odpadov v súčasnosti sa už aplikuje novšia metodika „EMEP Guidebook 2019“.

Sumarizácia celkových zmien je uvedená v prílohe č. 1 – Checkbox.

## 7. Referencie

1. Pipatti et al.: SOLID WASTE DISPOSAL. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006.
2. Towprayoon et al.: SOLID WASTE DISPOSAL. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019.
3. Szemesová et al.: NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORY REPORT 1990 – 2021 UNDER THE UNFCCC. 2023.
4. Trozzi et al.: Biological treatment of waste - Solid waste disposal on land. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. 2016.
5. Trozzi et al.: Biological treatment of waste - solid waste disposal on land. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. 2019.
6. Jonáček et al.: Informative Inventory Report 2023 Slovak Republic. Air Pollutant Emissions 1990-2021. 2023.

## 8. Prílohy

<b>Checkbox k porovnaniu a analýze IPCC 2006 GL a IPCC 2019 refinements</b>				
<b>Sektor: Odpadové hospodárstvo – Zneškodňovanie tuhého odpadu</b>				
<b>Expert: Ing. Monika Jalšovská; Mgr. Michaela Câmpian, PhD.</b>				
<b>Kategórie</b>				
Budú pridané nové kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Budú zredukované kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Budú zmenené kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
<b>Plyny</b>				
Budú pridané nové plyny?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Budú zredukované plyny?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Budú zmenené plyny?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
<b>Metodika</b>				
Bude sa meniť úroveň Tier?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Budú nové úrovne metodiky pridané?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Budú nové úrovne metodiky odobrané?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude potrebné meniť výpočet?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude možné novú metodiku implementovať v inventúre 2024?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
<b>Emisný faktor</b>				
Bude sa meniť emisný faktor?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude sa meniť na country-specific?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude potrebné získanie nových/rozšírenie informácií?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
<b>Aktivitné údaje</b>				
Budú sa meniť alebo rozširovať aktivitné údaje?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude potrebné získať nové aktivitné údaje?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude potrebné kontaktovať nové firmy/spoločnosti?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
<b>Neistoty</b>				
Budú sa meniť kľúčové kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
<b>Reportovanie</b>				
Budú úrovne reportovania agregované/disagregované?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude možné zrekonštruovať časové rady od roku 1990?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude možné zrekonštruovať časové rady od roku 2000?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	
Bude možné zrekonštruovať časové rady od roku 2010?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR	