

*Bohdan Stejskal, Vladimír Král*

## **BILANS MASY SKŁADOWANYCH ODPADÓW A STĘŻENIE GAZU WYSYPISKOWEGO**

---

### ***WASTE QUANTITY BALANCE AND MEASURED METHANE CONCENTRATION***

#### **Streszczenie**

Powstawanie gazu wysypiskowego to zjawisko towarzyszące składowiskom odpadów przeznaczonym do składowania większej ilości biologicznie rozkładalnego odpadu (BRO). Techniki obliczeniowe do określenia produkcji gazu wysypiskowego są bardzo skomplikowane i trudno uzyskać dostatecznie dokładne dane początkowe. Z tego powodu autorzy spróbowali porównać bilans ilości składowanych odpadów oraz zmierzone stężenie metanu.

**Słowa kluczowe:** składowisko odpadów, gaz wysypiskowy, porównanie wartości

#### ***Summary***

*Landfill gas generation is an associated event of pursuit of a landfill that is projected to a large volume of biologically decomposable waste depositing. Calculation methods of landfill gas generation are extremely complicated and it is difficult to find enough truthful input data. That is why the authors tried to compare the waste quantity balance and measured methane concentration.*

**Key words:** *landfills, landfill gas, value comparison*

#### **WSTĘP**

Składowanie to najbardziej rozpowszechniony, w Republice Czeskiej, sposób unieszkodliwiania odpadów komunalnych. Ilość biologicznie rozkładalnego odpadu (BRO) w odpadzie komunalnym podawana jest w granicach 40–47%

[Slejška 2004; Slejška 2004; Mužík 2005], chociaż inni specjaliści podają o wiele mniejszą ilość – około 20% (Altman, V. osobiste spotkanie). Podczas procesów rozkładu BRO w składowisku odpadów powstaje gaz, który jest mieszanką CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> oraz szeregu domieszek śladowych. Na składowisku odpadów komunalnych w Štěpánovicích, gdzie dokonywano pomiarów, biologicznie rozkładalne odpady komunalne (BROK) stanowią około 80% składowanych BRO.

Republika Czeska musi dotrzymywać wymogi legislatywy, dotyczące postępowania z odpadami, w danym wypadku chodzi o dyrektywę Rady UE 1999/31/EC „w sprawie ziemnych składowisk odpadów“. Dyrektywa nakazuje państwom członkowskim ograniczyć ilość (BRO) na składowiskach odpadów. Głównym celem tego ograniczenia jest dążenie do obniżenia emisji gazów, przede wszystkim metanu (gazu cieplarnianego), do atmosfery. Z tego powodu Plan gospodarki odpadowej RC, ustanawia osiągnięcie celu na obniżenie maksymalnej ilości biologicznie rozkładalnego odpadu składanego na składowiskach tak, by udział tego składnika wynosił w roku 2010 maksymalnie 75% masy, w roku 2013 maksymalnie 50% masy a prognostycznie w roku 2020 maksymalnie 35% z ogólnej ilości powstałej w 1995 roku [Plan... 2008]

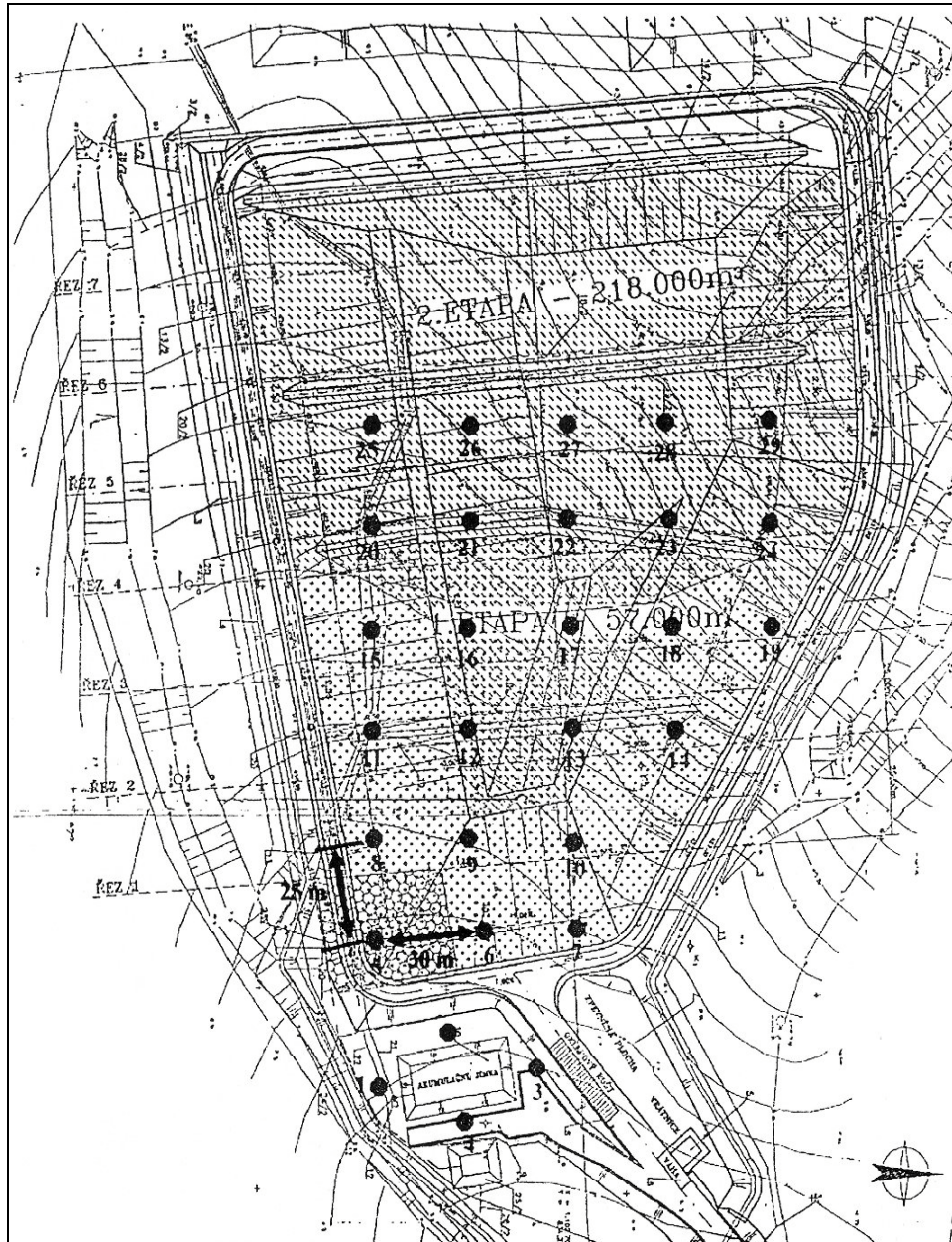
Proces powstawania gazu wysypiskowego jest bardzo długi, szacuje się aż na 30 lat. Jakość oraz skład gazu wysypiskowego zmienia się w przeciągu czasu i jest specyficzny dla każdego składowiska odpadów z powodu składu złożonych tam odpadów.

W zależności od ilości oraz jakości wyprodukowanego gazu wysypiskowego jest on wykorzystywany lub unieszkodliwiany. W celu zainstalowania odpowiedniego urządzenia do wykorzystania gazu należy znać predykcję produkcji oraz jakości gazu. Doświadczenia te można przekazywać tylko w ograniczonym zakresie (na podobne składowiska) ze względu na wspomnianą już specyficzność każdego składowiska odpadów. Dotychczas zaprojektowane metody obliczeniowe oraz modele przewidują znajomość dokładnej analizy składników składanych odpadów, co w praktyce jest całkowicie nierealne.

Celem pracy jest porównanie bilansu ilości składanych odpadów oraz zmierzone stężenie metanu, na razie bez wykorzystania metod obliczeniowych. W przyszłości należałoby znaleźć a później też sprawdzić taką metodę statystyczną, która pozwoli uogólnić zmierzone wartości produkcji gazu wysypiskowego oraz zaproponować taki sposób opracowania wartości, by można było porównywać produkcję gazu wysypiskowego na poszczególnych składowiskach odpadów.

## **MATERIAŁ ORAZ METODY**

Składowisko odpadu, na którym dokonywano pomiaru znajduje się w pobliżu miejscowości Štěpánovice u Klatov. Należy do Urzędu Miejskiego Klatov (Městský úřad Klatovy), prowadzi ją firma Odpadové hospodářství Klatovy, s.r.o.



**Rysunek 1.** Schemat punktów pomiaru  
**Figure 1.** Schedule of points of measurement

Oficjalna nazwa to „Składowisko odpadu komunalnego Štěpánovice“ („Skládka tuhého komunálního odpadu Štěpánovice“), chodzi więc o składowisko odpadów z grupy S-OO 3 (Landfill for Non-Hazardous Waste). Zaprojektowana pojemność I etapu składowiska odpadów S-OO wynosi 57 000 m<sup>3</sup>, zaprojektowana pojemność II etapu składowiska odpadów S-OO wynosi 218 000 m<sup>3</sup>. Na składowisko w ciągu roku przywozi się 19 000 do 23 000 ton odpadu z kategorii inne odpadki. Składowisko odpadów mieści się poza strefą mieszkaniową, w pobliżu zagospodarowanych obszarów rolniczych i leśniczych. Odległość od miejscowości Štěpánovice wynosi około 600 m. [Integrovaná... 2008]

Dane o ilości składowanych odpadów zostały wyjęte z dokumentacji o prowadzeniu składowiska odpadu, przeliczenia ilości BRO na podstawie zaklasyfikowania odpadów według Katalogu odpadów dokonał autor za pomocą współczynników podanych w [Slejška 2004; Slejška 2004; Mužík 2005].

Pomiar stężenia substancji organicznych (metanu) na powierzchni składowiska odpadów przeprowadzała firma SANTEO s.r.o.(spółka z o.o.), która posiada autoryzację do pomiaru emisji wydaną na podstawie decyzji nr 1687/740/05/HI. Miejsca pomiaru stężenia metanu zostały wyznaczone na składowisku odpadu na powierzchni w kształcie prostokąta o wymiarach 25 x 30 m, w sumie 25 punktów pomiaru. Kolejne cztery miejsca usytuowano obok komory akumulacyjnej (punkty 1 i 3 – 20 m od środka komory oraz punkt 2 i 4 – 12 m od środka komory).

Schemat miejsc pomiaru podano na rysunku 1.

Ciśnienie barometryczne mierzono za pomocą barometru cyfrowego GPB 1300 (fa Greisinger electronic), zakres 0–1300 mB, dokładność  $\pm 0,3$  mB.

Temperaturę mierzono za pomocą termometru GTH 1200A (fa Greisinger electronic), zakres  $(-65) - 199,9^{\circ} \text{C}$  /  $(-65) - 1150^{\circ} \text{C}$ , dokładność  $\pm 0,2^{\circ} \text{C}$ .

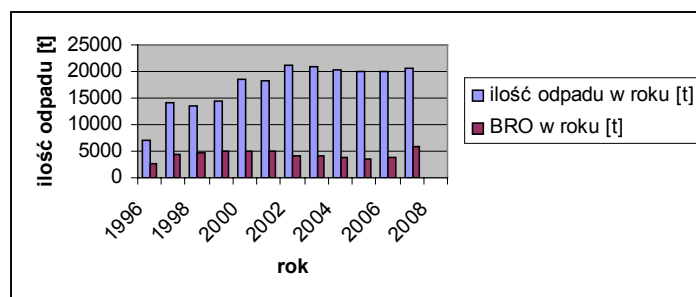
Wilgotność mierzono za pomocą wilgotnościomierza AIRFLOW o zakresie pomiaru do  $80^{\circ} \text{C}$  z dokładnością mierzenia wilgotności względnej:  $\pm 0,5\%$ .

#### ZAREJESTROWANE, ZMIERZONE I OBLICZONE WARTOŚCI

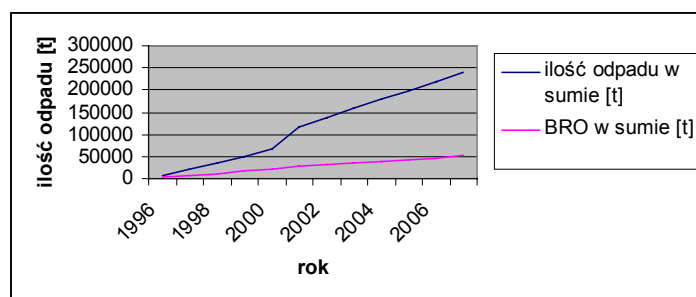
Zarejestrowane dane o ilości złożonego odpadu, łącznie z obliczoną ilością złożonego BRO podano w tabeli 1. Zmierzone oraz obliczone wartości stężenia emisji metanu podano w tabeli 2. W celu większej przejrzystości wartości przedstawiono również w postaci graficznej.

**Tabela 1.** Bilans złożonych odpadów  
**Table 1.** Balance of deposited waste

Rok	masa odpadów w roku [t]	BRO w roku [t]	masa odpadów w sumie [t]	BRO w sumie [t]
1996	7044	2694	7044	2694
1997	14100	4425	21144	7119
1998	13596	4822	34740	11941
1999	14291	5015	49031	16956
2000	18391	5123	67422	22079
2001	18290	4979	116453	27058
2002	21320	4192	137773	31250
2003	20995	4000	158768	35250
2004	20149	3686	178917	38936
2005	19967	3647	198884	42583
2006	19918	3729	218802	46312
2007	20665	5857	239467	52169



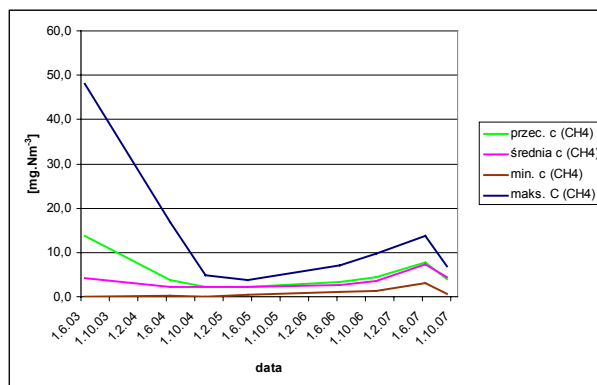
**Rysunek 2.1.** Bilans złożonego odpadu w poszczególnych latach  
**Figure 2.1.** Balance of deposited waste along the years



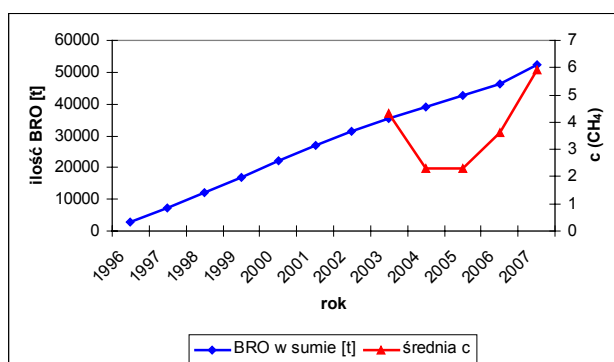
**Rysunek 2.2.** Wzrost ilości odpadów w czasie  
**Figure 2.2.** Waste quantity over time increasing

**Tabela 2.** Stężenie emisji metanu  
**Table 2.** Concentration of methane emissions

Data	przeciętny $\bar{c}$ (CH <sub>4</sub> ) [mg.Nm <sup>-3</sup> ]	średni $\tilde{c}$ (CH <sub>4</sub> ) [mg.Nm <sup>-3</sup> ]	minimalny $c$ (CH <sub>4</sub> ) [mg.Nm <sup>-3</sup> ]	maksymalny $c$ (CH <sub>4</sub> ) [mg.Nm <sup>-3</sup> ]
30.6.2003	13,8	4,3	0,1	48,1
26.6.2004	3,8	2,3	0,3	16,9
23.11.2004	2,2	2,3	0,1	4,8
4.5.2005	2,2	2,3	0,5	3,7
8.6.2006	3,4	2,7	1,1	7,0
10.11.2006	4,4	3,6	1,4	9,7
5. 6. 2007	7,8	7,2	3,0	13,8
27. 9. 2007	3,9	4,5	0,6	6,8



**Rysunek 3.** Stężenie emisji metanu  
**Figure 3.** Concentration of methane emissions



**Rysunek 4.** Porównanie złożonego BRO oraz stężenia metanu  
**Figure 4.** Comparison of deposited biodegradable waste and methane concentration

## WYNIKI

Porównanie bilansu złożonych odpadów oraz zmierzonego stężenia emisji metanu zostało przedstawione graficznie. W celu przejrzystości oraz dokładności podanych wartości rozważano porównanie łącznej ilości złożonego BRO oraz median zmierzonych stężeń metanu.

## ZAKOŃCZENIE

W pracy została przeprowadzona próba porównania ilości złożonych biologicznie rozkładanych odpadów oraz produkcji metanu na danym składowisku odpadów. Jest to dopiero początek pracy, również z tego powodu, że podane wyniki nie są zgodne z oczekiwanymi. Produkcja metanu zamiast stałego wzrostu, po początkowej relatywnie wysokiej produkcji, gwałtownie spadła a dopiero potem powoli narastała. Ostatnie pomiary wskazują na ponowny spadek produkcji metanu. Z tego powodu należałoby kontynuować prace nie tylko na badanym już składowisku odpadu komunalnego, ale też na innym składowisku jedynakowego typu. Tylko tak będzie można wysnuć uniwersalne wnioski, które można będzie wykorzystać do predykcji powstawania gazu wysypiskowego.

## BIBLIOGRAFIA

- [http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPJZFGV0QT2](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPJZFGV0QT2) – Plán odpadového hospodářství České republiky (POH ČR) – kompletní dokument [cyt. 2008-03-12].
- [http://www.env.cz/www/ippc.nsf/\\$pid/MZPAXF0250RL](http://www.env.cz/www/ippc.nsf/$pid/MZPAXF0250RL) – Integrovaná povolení – Stručné shrnutí údajů žádosti [cyt. 2008-03-12].
- Mužik O. Hutla P. *Biomasa - bilance a podmínky využití v ČR. Biom. cz* [online]. 2005-01-17 [cyt. 2008-01-29]. Dostępne na WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=217755>>. ISSN: 1801-2655.
- Slejška A. *Možnosti snižování množství skládkovaných BRKO. Biom.cz* [online]. 2004-06-21 [cyt. 2008-01-29]. Dostępne na WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=187427>>. ISSN: 1801-2655.
- Slejška A. Váňa J. *Možnosti využití BRKO prostřednictvím kompostování a anaerobní digesce. Biom.cz* [online]. 2004-01-26 [cyt. 2008-01-29]. Dostępne na WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=162150>>. ISSN: 1801-2655.

Ing. Bohdan Stejskal, Ph.D.

Ing. Vladimír Král

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně,

Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czechy

bohdan.stejskal@uake.cz

Recenzent: Prof. dr hab. Jerzy Kowalski