

**INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS**

Nr 9/2008, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 181–187
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Bohdan Stejskal, Vladimír Král

**BILANS MASY SKŁADOWANYCH ODPADÓW
A STEŽENIE GAZU WYSYPISKOWEGO**

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

Streszczenie

Powstawanie gazu wysypiskowego to zjawisko towarzyszące składowiskom odpadów przeznaczonym do składania 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.

Slowa 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 specjalisci podają o wiele mniejszą ilość – około 20% (Altman, V. osobiste spotkanie). Podczas procesów rozkładu BRO w składowisku odpadów powstaje gaz, który jest mieszaną CH₄, CO₂ 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 prognozycznie w roku 2020 maksymalnie 35% z ogólnej ilości powstałej w 1995 roku [Plan... 2008]

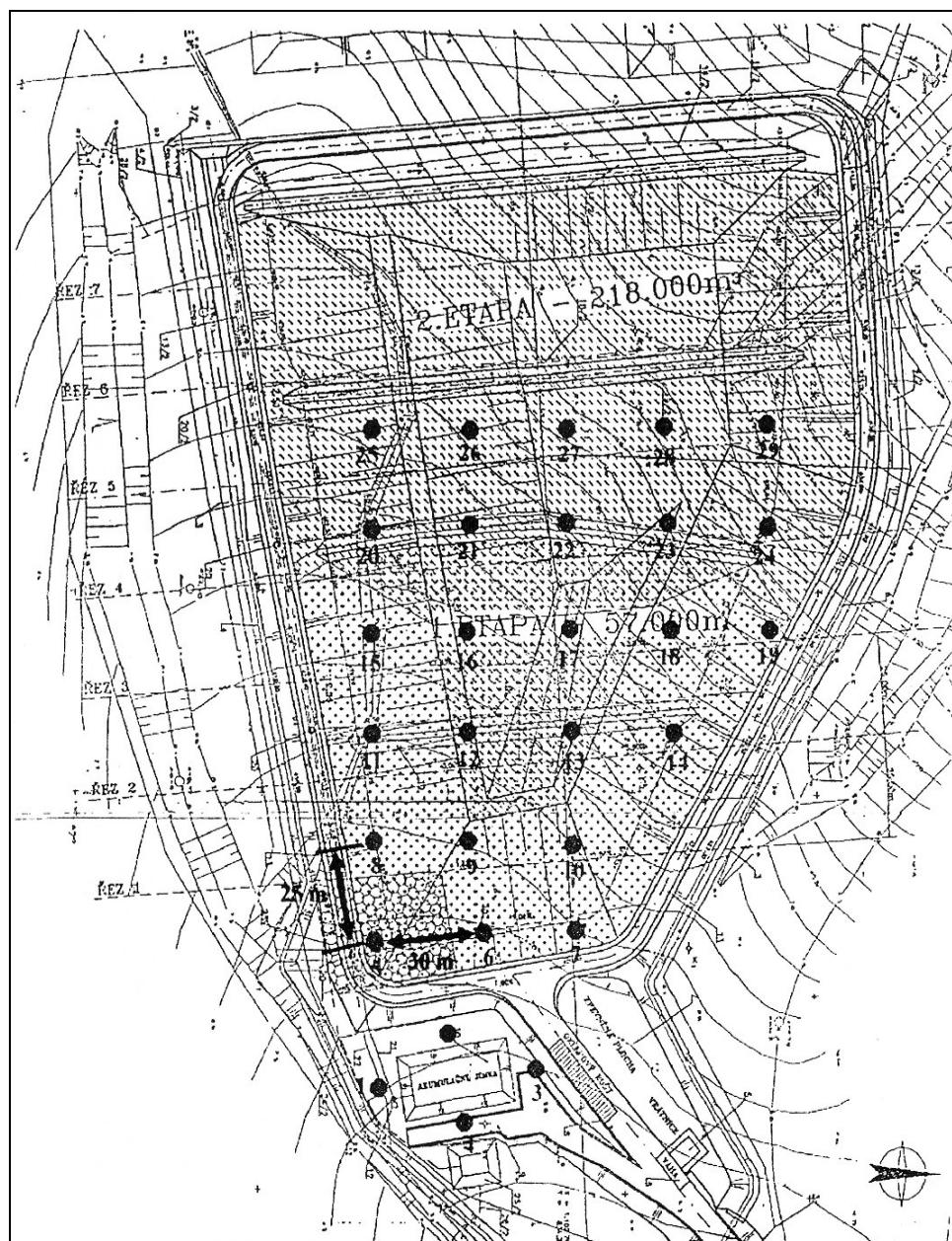
Proces powstawania gazu wysypiskowego jest bardzo długi, szacuje się aż na 30 lat. Jakość oraz skład gazu wysypiskowego zmienia się w przeciagu czasu i jest specyficzny dla każdego składowiska odpadów z powodu składu złożonych tam odpadów.

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 komunálneho 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 m³, zaprojektowana pojemność II etapu składowiska odpadów S-OO wynosi 218 000 m³. 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 składanych 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 ± 0,3 mB.

Temperaturę mierzono za pomocą termometru GTH 1200A (fa Greisinger electronic), zakres (-65) – 199,9° C / (- 65) – 1150° C, dokładność ± 0,2° C.

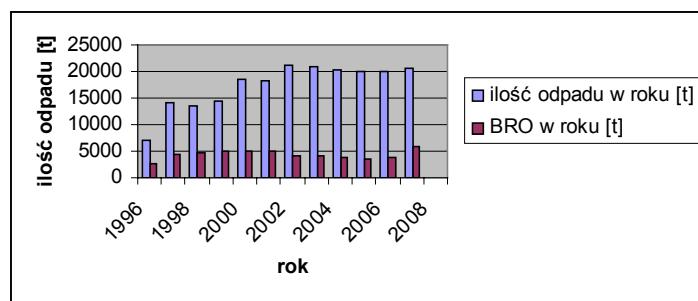
Wilgotność mierzono za pomocą wilgotnościomierza AIRFLOW o zakresie pomiaru do 80° C z dokładnością mierzenia wilgotności względnej: ± 0,5%.

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.

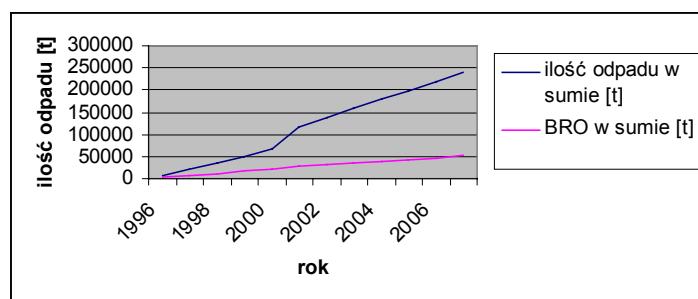
Tabela 1. Bilans złożonych odpadów
Table 1. Balance of deposited waste

| 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

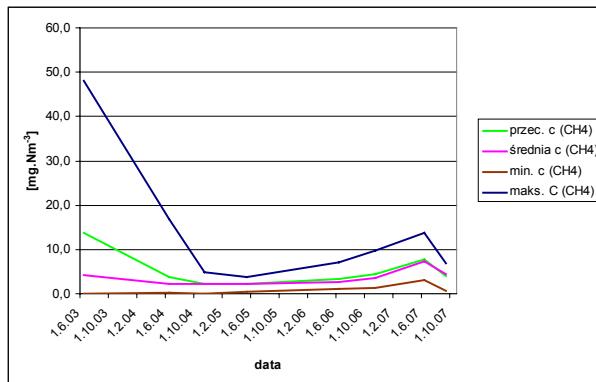


Rysunek 2.2. Wzrost ilości odpadów w czasie

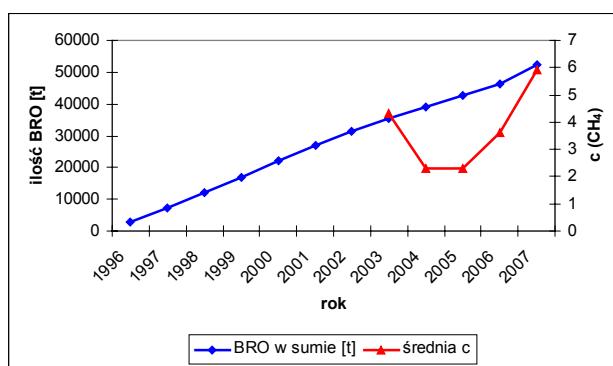
Figure 2.2. Waste quantity over time increasing

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

| Data | przeciętny \bar{c} (CH_4) [mg.Nm $^{-3}$] | średni \tilde{c} (CH_4) [mg.Nm $^{-3}$] | minimalny $c(\text{CH}_4)$ [mg.Nm $^{-3}$] | maksymalny $c(\text{CH}_4)$ [mg.Nm $^{-3}$] |
|-------------|---|---|---|--|
| 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 zmierzzonego 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 oczekiwanyimi. 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 jednakowego 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].
Mužík O. Hутla 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.
Slejska 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.
Slejska A. Váňa J. *Možnosti využití BRKO prostřednictvím kompostování a anaerobní digestce.* 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