

TEORETICKÝ VÝPOČET VZNIKU METÁNU Z KOMUNÁLNEHO ODPADU

PETER HORBAJ

Katedra energetickej techniky, Strojnícka fakulta, Technická Univerzita Košice, Vysokoškolská 4, 04200 Košice, Slovenská republika

Peter.Horbaj@tuke.sk

Došlo 7.8.02, prepracované 22.9.03, prijaté 14.10.03.

Kľúčové slová: odpad, skládka odpadov, vyhniavanie, metán, skládkový plyn, výpočet množstva plynu

Obsah

1. Úvod
2. Najpoužívanějšíe rovnice výpočtu množstva metánu a ich použitie
 - 2.1. Buswellove rovnice
 - 2.1.1. Jednoduchá Buswellova rovnica
 - 2.1.2. Rozšírená Buswellova rovnica
 - 2.2. Peavyho rovnice
3. Záver

Tabuľka I

Vznik odpadov podľa jednotlivých hospodárskych odvetví za rok 2001 (kt.rok⁻¹)

Odvetvie hospodárstva	Spolu	Množstvo odpadov		
		ostatné	zvláštne ^a	nebezpečné
Poľnohospodárstvo	4 654,6	287,6	4 329,0	37,9
Rybolov	0,087	0	0,084	0,003
Priemysel spolu	6 645,0	3 882,0	1 814,6	948,4
Stavebníctvo	338,7	169,2	144,5	25,0
Obchodné služby	183,4	14,8	81,8	86,8
Hotely a reštaurácie	8,2	0,3	7,7	0,3
Doprava a spoje	174,1	84,7	55,7	33,7
Peňažníctvo a poisťovníctvo	1,1	0,08	0,9	0,06
Verejná správa a obrana	1 603,0	98,0	1 502,1	2,9
Školstvo	10,3	1,1	8,8	0,4
Zdravotníctvo a soc.starostlivosť	92,3	4,0	75,0	13,4
Ostatné verejné služby	231,6	82,7	102,2	46,7
Predaj,udržba a oprava mot.voz.	243,1	144,1	79,5	19,5
Nezistené	2 224,8	1 514,5	262,6	447,7
Spolu	16 410,2	6 283,0	8 464,4	1 662,8

^a bez nebezpečných

1. Úvod

V zmysle nariadenia vlády č. 606/1992 Zb. o nakladaní s odpadmi bolo prevádzkovaných v roku 2001 na Slovensku 165 skládok odpadov a to v zložení^{1,2}:

- 21 skládok I. stavebnej triedy,
- 5 skládok II. stavebnej triedy,
- 133 skládok III. stavebnej triedy,
- 6 skládok osobitného určenia.

Po prehodnotení skládok podľa kritérií vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. o vykonaní niektorých ustanovení Zákona o odpadoch je od 1.1.2002 v prevádzke 156 skládok odpadov v zložení²:

- 20 skládok na inertný odpad,
- 120 skládok na odpad, ktorý nie je nebezpečný,
- 16 skládok na nebezpečný odpad.

Odpadom je v zmysle zákona č. 238/1991 Zb. o odpadoch vec, ktorej sa chce majiteľ zbaviť alebo tiež hnutelná vec, ktorej odstránenie je potrebné z hľadiska ochrany životného prostredia. Podľa Regionálneho informačného systému o odpadoch (RISO) bolo v roku 2001 v SR vyprodukovaných celkom 16,4 milionov ton odpadov, z toho 6,28 milionov ton ostatných odpadov a 8,46 milionov ton zvláštnych odpadov (z toho 1,66 milionov ton nebezpečných odpadov), na ktoré sa vzťahuje zákon č. 223/2001 Z.z. o odpadoch. Vznik odpadov v SR podľa jednotlivých hospodárskych odvetví udáva tabuľka I (cit.²).

Komunálny odpad je odpad z domácnosti vznikajúci na území obce pri činnosti fyzických osôb a odpad podobného

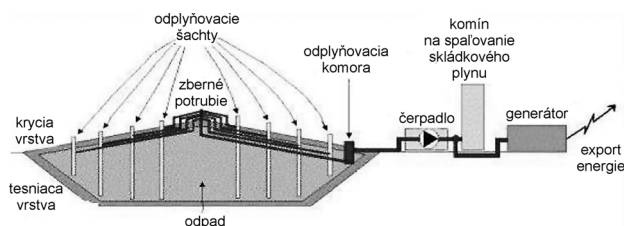
charakteru vznikajúci pri činnosti právnických osôb alebo fyzických osôb oprávnených na podnikanie, ako aj odpad vznikajúci pri činnosti obce pri čistení verejných komunikácií a priestranstiev, ktoré sú v správe obce, ako aj pri údržbe verejnej zelene vrátane parkov a cintorínov, pričom podľa³⁻⁵ je zastúpenie biodegradovateľného odpadu v komunálnom odpade cca 28 %.

Najrozšírenejším spôsobom zneškodňovania odpadov je stále ich skládkovanie 23,3 % (3,7 milionov ton) na čom sa podieľa hlavne kategória komunálny odpad a to 63,47 % (1,08 milionov ton). Podľa údajov z RISO sa v roku 2001 zneškodnilo spaľovaním 550,8 kt odpadu všetkých kategórií, čo predstavuje 3,5 % odpadov.

Z celkového množstva odpadov vzniknutých v roku 2001 sa v SR zhodnocuje 8181,0 kt, čo predstavuje 51 %. V Slovenskej republike vzniklo podľa údajov RISO a po ich prepočítaní na sušinu 2 095 577,5 milionov ton komunálneho odpadu, čo je 389,6 kg na obyvateľa a rok⁶⁻⁸.

V skládkach dochádza k rozkladovým procesom za vzniku tuhých, kvapalných a plyných produktov v dôsledku biochemických reakcií spôsobovaných prevažne mikroorganizmami. Za pomoci kyslíka, resp. i bez pomoci kyslíka prebiehajú v skládke aeróbne a anaeróbne procesy. Ak je zloženie odpadu priaznivé, t.j. odpad obsahuje dosť kuchynského odpadu, papiera a organických látok, teplota sa zvyšuje behom 4 až 6 týždňov na 60 až 65 °C.

Anaeróbny rozklad (vyhniavanie), je proces využívaný na produkciu metánu z pevného a kvapalného organického odpadu (obr. 1). Vo väčšine prípadov produkcie metánu z pevných a kvapalných odpadov je táto produkcia rozdelená do troch krokov⁹⁻¹¹:



Obr.1. Schéma skládky odpadov s využívaním skládkového plynu na výrobu energie

1. prvý krok zahŕňa transformáciu vysokomolekulárnych zložiek na zložky vhodné ako pre zásobu uhlíka, tak aj pre zdroj energie, prostredníctvom enzýmov,
2. druhý krok súvisí bakteriálnou konverziou zložiek, ktoré sú výsledkom prvého kroku na identifikovateľné nízkomolekulárne prechodné zložky,
3. tretí krok zahŕňa bakteriálnu konverziu prechodných zložiek na jednoduché zložky a produkty ako sú oxid uhličitý a metán.

Teoreticky by mohol vzniknúť z 1 kg organického uhlíka, 1,86 m³ zmesi metánu a kysličníka uhličitého, čo by znamenalo, že pri asi 20 % organického uhlíka v odpade by malo vzniknúť asi 150 m³ plynov. Avšak v skládkach pre-

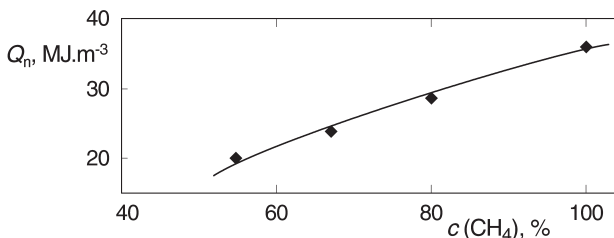
biehajú i vedľajšie reakcie vzniku skládkových plynov, obvykle v množstve 50 až 120 m³ na 1 t domového odpadu.

Zloženie plynov vznikajúcich v skládke je závislé na zložení organického podielu odpadov. Približne vzniká v skládke 10 až 45 % metánu (pri dodržaní pravidiel separovaného zberu stúpa % vznikajúceho metánu až na 50–60 %), ktorý je z hľadiska energetického využívania ako jediný zaujímavý. Zbytok tvoria oxid uhličitý, sírovodík, oxid uhľatý a iné plyny, veľmi málo zastúpené v produkovaných plynov.

Takto vzniknutý skládkový plyn je možné následne využívať¹²⁻¹⁵:

- neupravený na priame spaľovanie v kogeneračných jednotkách prípadne v kotloch,
- upravený prostredníctvom primiešavania zemného plynu (za účelom zvýšenia výhrevnosti skládkového plynu) na spaľovanie v priemyselných spaľovacích zariadeniach,
- priamym získavaním čistého metánu zo skládkového plynu.

Kvalita a výhrevnosť plynov sa mení podľa jednotlivých skládok, pričom za najdôležitejšiu vlastnosť je možné považovať výhrevnosť. Rôzni autori uvádzajú rôzne hodnoty, ktoré sa pohybujú od 5,5 MJ.m⁻³ až po 23 MJ.m⁻³ (cit.^{17,18}), pričom na obr. 2 je uvedená závislosť výhrevnosti bioplynu na obsahu metánu v ňom¹⁶⁻¹⁹.



Obr.2. Závislosť výhrevnosti bioplynu Q_n na obsahu metánu c (%)

2. Najpoužívanejšie rovnice výpočtu množstva metánu a ich použitie

Problematike výpočtu metánu vznikajúceho z komunálneho odpadu sa venuje pozornosť približne od roku 1930, napr. práce A. M. Buswella. Medzi najznámejších autorov, ktorí sa touto problematikou zaoberali resp. zaoberajú patria ďalej S. P. Peavy, G. Tchobanoglous, D. R. Rowe, J. Herenklage, R. Stegmann, N. Nakičenič, E. Wagnerová, B. Weber, J. Váňa a niektorí ďalší.

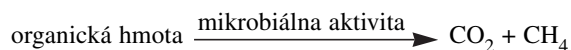
Napriek ich záujmu o problematiku odpadov, prostredníctvom využitia metánu vznikajúceho v skládke odpadov, nevypracovali všetci prakticky využiteľné rovnice pre výpočet množstva takto vznikajúceho plynu. Najďalej sa v tejto oblasti dostali A. M. Buswell, S. P. Peavy a G. Tchobanoglous, na základe nimi vytvorených rovníc boli neskôr vytvárané ich rôzne modifikácie.

2.1. Buswellove rovnice

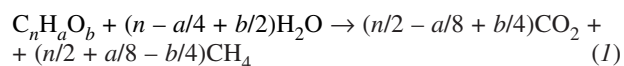
Ako bolo uvedené v úvode kapitoly 2, A. M. Buswell sa úspešne pokúsil zostaviť rovnice na výpočet množstva vznikajúceho skládkového plynu už v roku 1930. Na základe experimentálnych prác s odpadom, a na základe týchto jednoduchých rovníc boli neskôr navrhnuté rovnice presnejšie, ktoré sám autor nazval rozšírenými Buswellovou rovnicami. Rozdiel medzi nimi spočíva v tom, že pokiaľ jednoduchá rovnica považuje za vstupný substrát len jednoduché chemické zlúčeniny a ako výstupný produkt anaeróbneho rozkladu odpadu len CO_2 a CH_4 , rozšírená rovnica zahŕňa ako predmet rozkladu zložitejšie chemické zlúčeniny obsahujúce tiež síru a ako výstupný produkt rozkladu okrem CO_2 a CH_4 tiež NH_3 a H_2S .

2.1.1. Jednoduchá Buswellova rovnica

Jednoduchá Buswellova rovnica vyplýva z nasledujúcej schémy²⁰:



pričom tvar rovnice je:



kde n , a , b sú počty atómov uhlíka, vodíka a kyslíka v zlúčenine.

Takže, ak je známa empirická rovnica substrátu resp. odpadu, potom nahradením relatívnych hodnôt pre n , a , b , je možné vypočítať množstvo získaného metánu z 1 tony organického komunálneho resp. priemyselného odpadu.

Použitie jednoduchej Buswellovej rovnice zahŕňa nasledovné zjednodušujúce predpoklady:

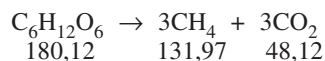
- pri anaeróbnom rozklade odpadu vzniká len CH_4 a CO_2 , toto neplatí pre nádoby na prepravu odpadov,
- nevznikajú iné stále medziprodukty,
- v procese rozkladu nepôsobia chemické inhibítory,
- všetok odpad je mineralizovateľný a neuvažuje sa nede gradovateľný materiál,
- zo žiadnej časti odpadu nevzniká mikrobiálny materiál,
- žiadna časť odpadu nie je využiteľná pre vznik mikrobiálnej energie.

K nevýhodám použitia tejto rovnice patrí:

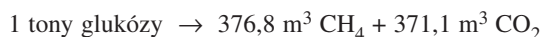
- jednoduchá Buswellova rovnica vyžaduje znalosť empirického vzorca odpadu resp. elementárnu analýzu odpadu, keďže táto rovnica zloženia odpadu môže byť rôzna pre rôzne skládky odpadov i pre rôzne miesta na tej istej skládke odpadov,
- nie sú tu uvažované fyzikálno-chemické premenné (tlak, teplota, súdržnosť vrstvy odpadu, produkcia priesakových kvapalín,...).

Rozklad glukózy

Množstvo metánu vznikajúceho rozkladom glukózy nachádzajúcej sa v komunálnom odpade, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, t.j. $n = 6$; $a = 12$; $b = 6$, na jednotlivých skládkach odpadov je možné vypočítať po dosadení rovnice glukózy do rovnice (I):



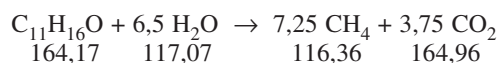
Z jednej tony glukózy môže vzniknúť 0,73 t CO_2 (131,97 / 180,12) a 0,27 t CH_4 (48,12 / 180,12). Na základe skutočnosti, že 1 mol plynu zaberá za normálnych podmienok 22,4 l, je možné určiť množstvo metánu vznikajúceho z rozkladu 1 t glukózy:



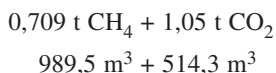
Pri rozklade glukózy vzniká cca 50 % CO_2 a 50 % CH_4 .

Rozklad mokrého odpadu

Pri rozklade mokrého odpadu, ktorého chemický vzorec je podľa^{7,21} $\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$, t.j. $n = 11$, $a = 16$, $b = 1$, ak odpad obsahuje len látky na báze C, H a O, vznikne z 1 t mokrého odpadu:



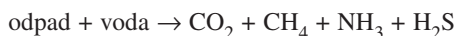
kde z 1 t mokrého odpadu vzniká:



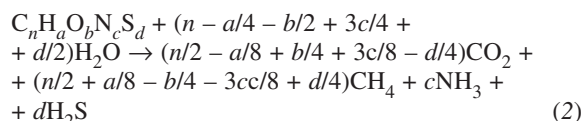
Pri rozklade mokrého odpadu vzniká cca 65,7 % CH_4 a 34,3 % CO_2 .

2.1.2. Rozšírená Buswellova rovnica

Rozšírená Buswellova rovnica vyplýva z nasledujúcej schémy²¹ a ako bolo uvedené na začiatku kapitoly 2, táto rovnica zahŕňa, na rozdiel od jednoduchej Buswellovej rovnice, aj obsah síry a dusíka v komunálnom odpade:



pričom tvar rovnice je:

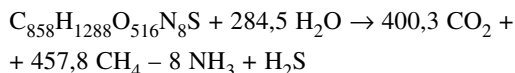


kde n , a , b , c , d sú počty atómov uhlíka, vodíka, kyslíka, dusíka a síry v zlúčenine.

Rozklad suchého odpadu

Empirický vzorec suchého odpadu vypočítaný podľa^{7,21} na základe údajov z chemickej analýzy, umožňuje po jeho

implementácii do rovnice (2) vypočítať množstvo metánu vznikajúceho z rozkladu 1 t suchého odpadu:



kde z 1 t suchého odpadu vzniká:

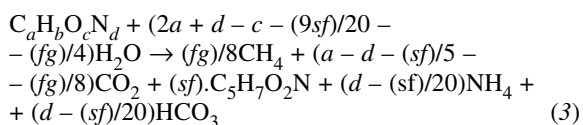
$$0,37 \text{ t CH}_4 + 0,88 \text{ t CO}_2 \\ 516,4 \text{ m}^3 + 448,1 \text{ m}^3$$

Pri rozklade suchého odpadu vzniká cca 53,5 % CH₄ a 46,5 % CO₂.

Rozklad odpadu so zahrnutím konverzie na biomasu a energiu

Počas anaeróbného rozkladu organického materiálu, bude malá časť substrátu konvertovaná na bakteriálnu biomasu a energiu. Táto premena môže byť popísaná nasledujúcou schémou²¹⁻²³:

organický materiál + voda $\xrightarrow{\text{mikrobiálna aktivita}}$ CH₄ + CO₂ + bakteriálna biomasu + iné konečné produkty + energia



kde vzorec biomasy podľa^{7,21} je uvažovaný v tvare C₅H₇O₂N, kde jednotlivé symboly v rovnici (3) znamenajú:

$$f = 4a + b - 2c - 3d \\ g - \text{časť substrátu konvertovaná na energeticky zaujímavý CH}_4, \\ s - \text{časť materiálu konvertovaná do biomasy}^{20}.$$

Použitie Buswellovej rovnice s konverziou zahŕňa nasledovné zjednodušujúce predpoklady:

- všetky organické materiály sú mineralizované,
- všetka síra sa premení na H₂S a žiadna nebude využitá pre mikrobiálnu aktivitu,
- hodnoty *s* a *g* sú konštantné.

Ďalšie zjednodušenia, ktoré je potrebné uvažovať sú:

- každá empirická rovnica je špecifická pre konkrétnu vzorku odpadu a nemôže byť reprezentatívnou hodnotou pre celú skládku odpadov,
- hodnoty *s* a *g* sú špecifické pre každý substrát a pre každú skupinu mikroorganizmov aktívnych pri degradácii odpadu, ktoré závisia na teplote,
- do úvahy sa neberú fyzikálno-chemické premenné vo vnútri skládky, ako sú teplota, vlhkosť, produkcia priesakových kvapalín, súdržnosť skládky, produkcia vodíka a prevzdušenie skládky.

Rozklad odpadu so zahrnutím jeho konverzie na biomasu a energiu

Podľa^{7,21} bolo navrhnuté používať pre biomasu chemický vzorec C₅H₇O₂N, ktorý je tiež zahrnutý do rozšíre-

nej Buswellovej rovnice. V prípade aplikácii rovnice (3) a berúc do úvahy hodnoty konštant z literatúry²²:

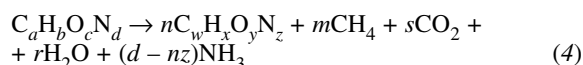
$$s = 0,04 \quad g = 0,96$$

je možné vypočítať pre 1 t odpadu, ktorého chemický vzorec je podľa⁷ C₉H₁₄₉O₅₉ a rozkladaného prostredníctvom rovnice (3) hodnoty:

$$0,37 \text{ t resp. } 268 \text{ m}^3 \text{ CH}_4, \\ 0,84 \text{ t resp. } 231 \text{ m}^3 \text{ CO}_2.$$

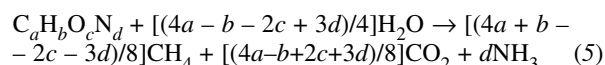
2.2. Peavyho rovnice

Anaeróbný rozklad (vyhnívanie), ako bolo spomínané v úvode príspevku, je proces využívaný na produkciu metánu z pevného a kvapalného organického odpadu (obr. 1), ktorý je popisovaný v literatúre¹¹ prostredníctvom rovnice (4):

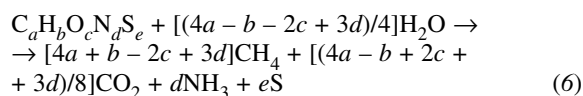


$$\text{kde} \quad s = a - nw - m, \\ r = c - ny - 2s.$$

Vzorci C_aH_bO_cN_d a C_wH_xO_yN_z reprezentujú molárny základ zloženia materiálu na začiatku a na konci procesu rozkladu odpadu¹¹. Pre rozklad stabilizovaného odpadu platí rovnica (5):

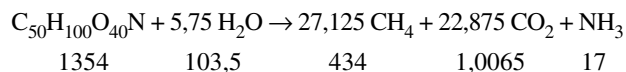


Takže, ak je známa empirická rovnica substrátu resp. odpadu, ktorý obsahuje aj síru, potom nahradením relatívnych hodnôt pre *a*, *b*, *c*, *d*, *e* je možné vypočítať množstvo získaného metánu z 1 tony organického komunálneho resp. priemyselného odpadu z rovnice (6):



Rozklad komunálneho odpadu

Pre výpočet teoretického objemu metánu z anaeróbného rozkladu 1 tony komunálneho odpadu, ktorého chemický vzorec je podľa¹¹ C₅₀H₁₀₀O₄₀N, bude použitá rovnica (5), pričom dostaneme:



– ďalej sa určí hmotnosť metánu produkovaného z 1 t komunálneho odpadu

$$M_{\text{CH}_4} = (434/1354) \cdot 1000 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} = 320,5 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$$

– čo pri hustote metánu ρ = 0,7167 kg·m⁻³ (za normálnych

podmienok) znamená nasledovný objem vzniknutého metánu pre uvažovanú 1 tonu komunálneho odpadu

$$V_{\text{CH}_4} = 320,5/0,7167 = 447,2 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$$

Pri uvažovaní iného chemického zloženia komunálneho odpadu (vypočítaného autorom príspevku podľa priemerneho zloženia odpadov v SR) v tvare $\text{C}_{92,7}\text{H}_{220,4}\text{O}_{97,9}\text{N}$ bez síry resp. $\text{C}_{718,2}\text{H}_{1708,8}\text{O}_{759}\text{N}_{7,8}\text{S}$ so sírou, boli získané nasledovné objemy vznikajúceho metánu:

$$V_{\text{CH}_4} = 375,5 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \text{ podľa rovnice (5),}$$

$$V_{\text{CH}_4} = 375,2 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \text{ podľa rovnice (6).}$$

Na základe literárnych prameňov^{5,7,9,11}, na základe experimentálne získaných hodnôt^{10,15,19,22} i na základe praktických skúseností^{4,12,15,17}, je potrebné uvažovať pri získaných výsledkoch s ich vynásobením koeficientom 0,85. Dôvodom je zrealenie vypočítaných výsledkov s praxou.

3. Záver

Keďže skládky odpadov a rovnako tak ani spaľovne odpadov v SR nespĺňajú v drvivej väčšine prípadov predpisy MŽ SR ani EÚ, je možné i tejto oblasti konštatovať neuspokojivý stav. Ďalej je treba podotknúť, že zo Zákona NR SR č. 223/2001 Z.z. z 15.5.2001 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov a z Vyhlášky NR SR č. 283/2001 Z.z. z 11.6.2001 o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch, vyplýva pre prevádzkovateľov a majiteľov skládok odpadov, na ktorých sa ukládajú biologicky rozložiteľné odpady, povinnosť podľa § 27, bod 7: „Skládkový plyn sa musí zachytávať zo všetkých skládok odpadov, na ktoré sa ukládajú biologicky rozložiteľné odpady. Zachytený skládkový plyn sa musí upraviť a využiť na výrobu energie; ak sa zachytený skládkový plyn nemôže využiť na výrobu energie, musí sa spáliť.“

Toto sa v súčasnosti nerobí na žiadnej skládke odpadu v SR.

V neposlednom rade je potrebné konštatovať dve skutočnosti. Za prvé, že všetky výpočty vychádzajú z rovnakého teoretického základu a líšia sa veľmi málo, aj to len v započítavaní, resp. nezapočítavaní dusíkatých a sírych látok, ktorých obsah v komunálnom odpade je často veľmi malý. Za druhé, že trend spracovania organickej frakcie tuhých komunálnych odpadov jednoznačne smeruje od anaeróbného rozkladu na skládkach odpadov k jeho intenzívnemu kontrolovanému rozkladu v špeciálnych anaeróbných reaktoroch.

Táto práca bola podporovaná projektmi VEGA č.1/1105/04, VEGA č.1/9398/02 a VEGA 1/0555/03.

LITERATÚRA

1. Klinda J.: *Správa o stave životného prostredia*. Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava 2001.
2. <http://www.mpsr.sk>, stiahnuté 3.9.2001.
3. Klinda J.: *Katalóg indikátorov životného prostredia SR*. Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava 2000.
4. Weber B.: *Deponietechnik 1989* (4, 5).
5. Nakičenič N.: *Energy Gases-The Methan Age and Beyond. Znovuvydané vo The Future of Energy Gases, U.S.Geological Survey Professional Paper 1570*, str. 197. Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg 1994.
6. <http://www.economy.gov.sk>, stiahnuté 10.1.2002.
7. Emcon Associates: *Methane Generation and Recovery from Landfills*. Ann Arbor Sci., Ann Arbor, Mich., 1980.
8. Váňa J., Slejška A.: *Alternatívni energie 2002*, 5.
9. Tchobanoglous G. H., Eliassen R., Theisen J.: *Solid Wastes: Engineering Principles and Management Issues*. Mc Graw-Hill, New York 1977.
10. Winkler P. F.: *Compost Sci. 1973* (14,5).
11. Peavy H. S.: *Environmental Engineering*. Mc Graw-Hill, New York 1985.
12. Wagnerová E.: *8. mezinárodní konference při příležitosti 50. výročí založení VŠB Fakulty strojní, Ostrava, 9.-11. september 2000*, str. 124. VŠB, Ostrava 2000.
13. Horbaj P.: *Habilitačná práca*. Technická univerzita, Košice 1996.
14. Ladomerský J.: *Energetika a životné prostredie*. Edičné stredisko TU Zvolen, Zvolen 2000.
15. <http://www.hofstetter.ch>, stiahnuté 15.2.2002.
16. Kačík F., Kačíková D.: *Fyzikálna chémia a fyzikálno-chemické analytické metódy*. Edičné stredisko TU Zvolen, Zvolen 1998.
17. Firemné materiály: Gazotech, Bardejov 2001; Spaľovňa odpadov, Košice 1993.
18. <http://www.tzb-info.cz>, stiahnuté 20.8.2002.
19. <http://www.biom.cz>, stiahnuté 20.9.2002.
20. Buswell M. A.: *Ind. Eng. Chem.* 22, 1168 (1930).
21. Buswell M. A., Mueller H. F.: *Ind. Eng.Chem.* 44, 550 (1930).
22. Price E. C., Cheremisinoff P. N.: *Biogas Production and Utilization*. Ann Arbor Sci., Ann Arbor, Mich., 1981.
23. <http://www.orbit-online.net>, stiahnuté 20.1.2002.

P. Horbaj (Department of Power Engineering, Faculty of Engineering, Technical University, Košice): **Theoretical Calculation of Methane Formation from Municipal Waste**

Due to a utilizable energy content in ever-increasing amounts of municipal waste, the article deals with its potential use for obtaining energy, specifically with the calculation of the methane amount formed in the waste decomposition, using the Buswell and Peave equations.