

Bohdan Stejskal

ROZSZERZONA ANALIZA UTYLIZACJI ODPADÓW POCHODZĄCYCH Z CMENTARZY

ADVANCED ANALYSIS OF CEMETERY WASTE

Streszczenie

Odpady pochodzące z utrzymania cmentarzy są specyficzne ze względu na skład materiałowy jak również ich małą ilość (około 1100 ton ze wszystkich 11 cmentarzy w Brnie w roku 2009).

Dla prawidłowego przetwarzania odpadów niezbędne jest poznanie ich materiałowego składu a w następnej kolejności podejmowanie decyzji o najlepszej metodzie ich wykorzystania czy unieszkodliwienia. Dlatego też była dopełniona i rozszerzona analiza materiałowego składu odpadów pochodzących z cmentarza z roku 2009, na podstawie której można przyjąć optymalną metodę ich wykorzystania i unieszkodliwienia.

Próbki zostały pobrane w latach 2009 i 2010. W roku 2009 próbki były analizowane jedynie pod względem rozkładu biologicznego, w roku 2010 została analiza rozszerzona o monitorowanie składników palnych i niepalnych.

Stopień zanieczyszczenia odpadów zebranych na cmentarzu ulegających biologicznemu rozkładowi wynosi około 23% masy, co uniemożliwia wykorzystanie go w kompostowni dla uzyskania kompostu. Frakcja niepodlegająca biologicznemu rozkładowi nadająca się do spalania składa się przeważnie z plastików oraz resztek parafiny w ilości około 73% masy, część nie nadająca się do spalania składa się ze szkła oraz żelaza. Niewysegregowany odpad pochodzący z cmentarza (włącznie z frakcją ulegającą biologicznemu rozkładowi) stanowi 94% masy nadaje się do spalania.

Słowa kluczowe: odpad biodegradowalny, odpad z cmentarzy, spalanie odpadów, wykorzystanie odpadów

Summary

Cemetery waste is specific due to its material composition and due to its small quantity (approximately 1,100 tonnes from the 11 cemeteries in Brno in 2009).

It is necessary to know the waste material composition to find the best way of its treatment and utilization. Therefore an advanced analysis of cemetery waste material composition has been carried out.

Samples were analyzed in 2009 and 2010. In 2009 samples were analyzed due its biodegradation and in 2010 the analyze was advanced to assessment of combustible and incombustible fractions.

The amount of non-biodegradable fraction of cemetery waste is about 23 %_{weight} that is too much for waste composting. The amount of combustible part of non-biodegradable fraction is about 73 %_{weight}. The combustible part of non-biodegradable fraction consist of plastic and paraffin parts, the incombustible part of non-biodegradable fraction consist of glass and metal parts. Unsorted cemetery waste (including biodegradable fraction that is combustible) consist of 94 %_{weight} combustible parts.

Key words: *biodegradable waste, cemetery waste, waste combustion, waste utilization*

WSTĘP

Republika Czeska musi przestrzegać przepisy prawne z zakresu gospodarki odpadami, szczególnie przepisy unijne: EU 1999/31/ES „o wysypiskach śmieci“. Przepisy te zobowiązują państwa członkowskie do ograniczenia ilości odpadów biodegradowalnych na wysypiskach. Podstawowym celem tego ograniczenia jest redukcja emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, głównie metanu. Dlatego też plany gospodarki odpadami w Republice Czeskiej ustanawiają maksymalne ograniczenie umieszczania odpadów biodegradowalnych na wysypiska tak, aby ich udział wynosił w roku 2013 najwyżej 50% a w roku 2020 najwyżej 35% w stosunku do całkowitej masy odpadów z roku 1995 (Nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky - Rozporządzenie Rady Ministrów Nr. 197/2003 o Planu gospodarki odpadami w Republice Czeskiej). Przyjęte cele na razie nie udaje się zrealizować i ciągle duża ilość odpadów biodegradowalnych trafia na wysypiska.

Kompleksowa gospodarka komunalnymi odpadami biodegradowalnymi jest przedmiotem badań. Największy problemem są heterogeniczne odpady komunalne zawierające zbyt dużo odpadów biodegradowalnych, nadających się na składowiska, ale również zawierających zbyt dużo domieszek i odpadów niepodlegających rozkładowi biologicznemu co uniemożliwia ich kompostowanie. Typowym przykładem są odpady pochodzące z cmentarzy.

Odpady pochodzące z cmentarzy są specyficzny z uwagi na skład materiałowy jak również ich małą ilość (około 1100 ton ze wszystkich 11 cmentarzy w Brnie w roku 2009).

Dla prawidłowego ich przetwarzania niezbędne jest poznanie ich składu materiałowego co limituje ich sposób wykorzystania lub unieszkodliwienia.

Celem pracy było dopełnienie i rozszerzenie analizy materiałowego składu odpadów pochodzących z cmentarza z roku 2009, na podstawie której można przyjąć optymalną metodę ich wykorzystania i unieszkodliwienia.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Analizowany odpad pochodzi z Centralnego cmentarza w Brnie. Można przyjąć bez dużego ryzyka, że analizowane odpady z tego cmentarza są reprezentatywne dla innych cmentarzy w naszej Republice.

Próbki zostały pobrane w latach 2009 i 2010. W roku 2009 próbki były analizowane jedynie pod względem rozkładu biologicznego [Stejskal 2009], w roku 2010 została analiza rozszerzona o monitorowanie składników palnych i niepalnych.

Pobieranie próbek w 2010 r. przeprowadzono w miesiącach kwiecień – czerwiec. Na podstawie wyglądu odpadów z dekoracji grobów zostało potwierdzone, że jest to odpad powstający przez cały rok (ozdoby świąteczne, ozdoby wielkanocne, ozdoby z dnia Wszystkich Świętych).

Wielkość próbek, metodyka pobierania próbek oraz ich analiza były identyczne jak w roku 2009. Wybrana próbka została najpierw posegregowana na składniki zgodnie z Katalogiem odpadów (Vyhláška č. 381/2001 Sb. v úplném znění, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů) - Dekret Nr. 381/2001 – Katalog odpadů) nr. katalogowy 200201 Odpad biodegradowalny (BRO) i nr. katalogowy 200203 - Inny niebiodegradowalny odpad (N-BRO). Wysegregowane składniki były oddzielnie umieszczane w torbach ($0,16 \text{ m}^3$) i ważone na wadze sprężynowej. W ten sposób określono również orientacyjną objętość poszczególnych składników. Waga każdej analizowanej próbki wynosiła minimum 500kg.

Po dokonaniu oceny frakcji podlegającej biodegradacji i frakcji nie podlegającej biologicznemu rozkładowi, dokonano dalszej analizy rozdzielania (separacji) frakcji nie podlegającej rozkładowi na nadającą się do spalania lub nie. Biorąc pod uwagę, że odpady biodegradowalne w ogólnej mierze nadają się do spalania, uzyskano informacje o ilości odpadów nadających się do spalania. Podczas oceny odpadów nie podlegających rozkładowi biologicznemu nie została dokonana analiza objętościowa, ponieważ ilość odpadów nienadających się do spalania była bardzo mała i nie zapełniła by naczynia do pomiaru o objętości $0,16 \text{ m}^3$.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zmierzone wartości masy i objętości odpadów reprezentujących odpady pochodzące z cmentarzy zostały przedstawione w tabelach 1–3. Wartości zmierzony w roku 2009 i już publikowane [Stejskal 2009] zostały powtórzone w celu ułatwienia analizy. Ponieważ występowały duże różnice w wielkościach poszczególnych próbek zmierzony wartości zostały przeliczone na masę lub objętość w %. Wyniki zostały przedstawione graficznie a następnie wykorzystane do analizy statystycznej.

Średni wskaźnik stopnia frakcji odpadów nie podlegających rozkładowi w odpadach pochodzących z cmentarzy wynosi 23,3% masy ze standardowym odchyleniem próbki 5,2% masy.

Średni wskaźnik stopnia spalności frakcji nie podlegającej rozkładowi biologicznemu wynosi 73,1% masy ze standardowym odchyleniem próbki 4,5% masy.

Średni wskaźnik stopnia niespalności frakcji w niewyseparowanych odpadach pochodzących z cmentarzy wynosi 28,9% obj. ze standardowym odchyleniem próbki 4,5% obj.

Tabela 1. Waga składników odpadów pochodzących z cmentarzy w roku 2009
Table 1. Weight of cemetery waste samples in 2009

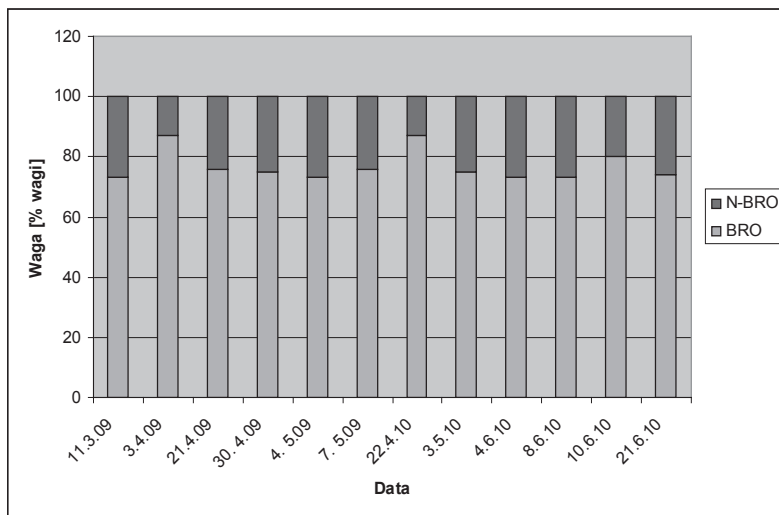
Data Datum	N-BRO [kg]	BRO [kg]	SUMA [kg]
11.3.2009	138,0	379,5	517,5
3.4.2009	68,5	454,5	523,0
21.4.2009	122,5	390,0	512,5
30.4.2009	135,0	405,0	540,0
4.5.2009	136,0	297,0	500,0
7.5.2009	123,0	391,0	514,0

BRO – biodegradowalny odpad N-BRO – niebiodegradowalny odpad [Stejskal 2009]

Tabela 2. Waga składników odpadów pochodzących z cmentarzy w roku 2010
Table 2. Weight of cemetery waste samples in 2010

Data Datum	N-BRO [kg]	BRO [kg]	NIEPAL. [kg]	PALNY [kg]	SUMA [kg]
22.4.10	65,5	439,0	19,0	485,5	504,5
3.5.10	130,0	382,0	38,0	474,0	512,0
4.6.10	141,0	377,0	32,0	486,0	518,0
8.6.10	134,0	368,0	35,0	467,0	502,0
10.6.10	102,0	409,0	34,0	477,0	511,0
21.6.10	136,0	383,0	29,0	490,0	519,0

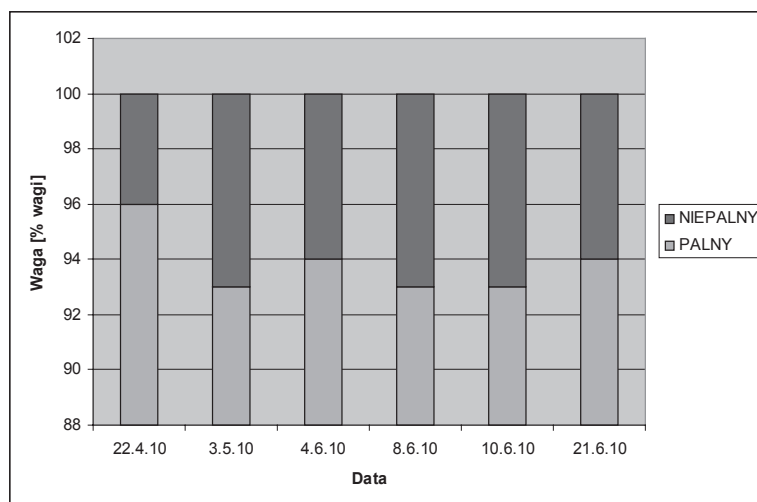
BRO – biodegradowalny odpad N-BRO – niebiodegradowalny odpad



BRO – biodegradowalny odpad N-BRO – niebiodegradowalny odpad

Rysunek 1. Procentowe przedstawienie wagi odpadów pochodzących z cmentarzy podlegających biodegradacji oraz odpadów nie podlegających rozkładowi w latach 2009–2010

Figure 1. Percentage expression of weight of biodegradable and non-biodegradable cemetery waste fractions in 2009–2010



Rysunek 2. Procentowe przedstawienie wagi odpadów nadających i nienadających się do spalenia w roku 2010

Figure 2. Percentage expression of weight of combustible and incombustible cemetery waste fractions in 2010

Tabela 3. Objętość składników odpadów pochodzących z cmentarzy w roku 2009
Table 3. Volume of cemetery waste fractions in 2009

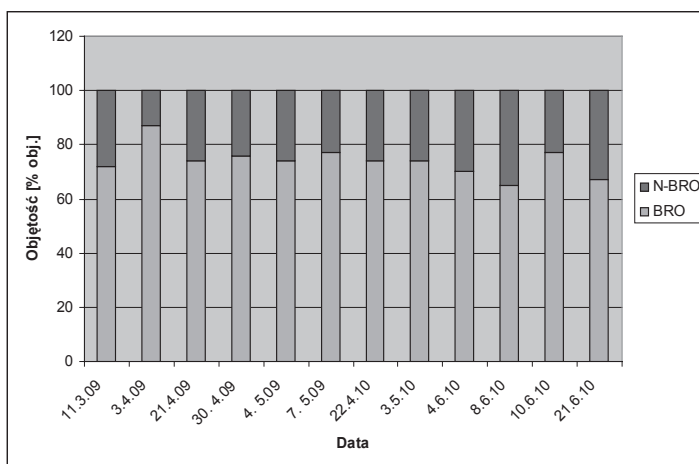
Data Datum	N-BRO [m ³]	BRO [m ³]	SUMA [m ³]
11.3.2009	1,01	2,67	3,68
3.4.2009	0,64	4,27	4,91
21.4.2009	1,20	3,36	4,56
30.4.2009	1,28	4,12	5,40
4.5.2009	1,12	3,20	4,32
7.5.2009	1,04	3,52	4,56

BRO – biodegradowalny odpad N-BRO – niebiodegradowalny odpad
 [Stejskal 2009]

Tabela 4. Objętość składników odpadów pochodzących z cmentarzy w roku 2010
Table 4. Volume of cemetery waste fractions in 2010

Data Datum	N-BRO [m ³]	BRO [m ³]	SUMA [m ³]
22.4.2010	0,64	1,80	2,44
3.5.2010	1,44	3,20	4,34
4.6.2010	1,28	3,04	4,32
8.6.2010	1,28	2,40	3,68
10.6.2010	0,96	3,20	4,16
21.6.2010	1,44	2,88	4,32

BRO – biodegradowalny odpad N-BRO – niebiodegradowalny odpad



BRO – biodegradowalny odpad N-BRO – niebiodegradowalny odpad

Rysunek 3. Procentowe przedstawienie objętości odpadów pochodzących z cmentarzy podlegających biodegradacji oraz odpadów nie podlegających rozkładowi w latach 2009–2010
Figure 3. Percentage expression of volume of biodegradable and non-biodegradable cemetery waste fractions in 2009–2010

WNIOSKI

Stopień zanieczyszczenia odpadów zebranych na cmentarzu w Brnie, ulegających biologicznemu rozkładowi wynosi około 23% masy, co uniemożliwia wykorzystanie go w kompostowni dla uzyskania kompostu.

W celu zmniejszenia ilości odpadów biodegradowalnych na składowisku, ważnym rozwiązaniem byłoby stabilizacja odpadów pochodzących z cmentarzy metodą suchej fermentacji [Pospíšil 2010]. Wykorzystanie technologii suchej fermentacji (w przypadku odpadów pochodzących z cmentarzy) warunkują dwa zasadnicze problemy: w Republice Czeskiej nie ma wystarczającej ilości suchych biogazowi i fakt, że znaczna część frakcji podlegającej biodegradacji składa się z trudno ulegających rozkładowi składników, takich jak: szyszki, gałęzie, drzewa iglaste.

Dokładniejsza analiza składu innych niepodlegających rozkładowi odpadów została przeprowadzona w roku 2010. Frakcja niepodlegająca biologicznemu rozkładowi nadająca się do spalania składa się przeważnie z plastików oraz resztek parafiny w ilości około 73% masy, część nie nadająca się do spalania składa się ze szkła oraz żelaza. Niewysegregowany odpad pochodzący z cmentarzy (włącznie z frakcją ulegającą biologicznemu rozkładowi, która nadaje się do spalania) stanowi 94% masy nadaje się do spalania. Odpady ulegające biologicznemu rozkładowi w znaczącym stopniu składają się z drzew iglastych wraz z szyszkami. Kompostowanie ich jest trudne i długotrwałe. Często odpady ulegające biologicznemu rozkładowi połączone są z odpadami nie ulegającymi biologicznemu rozkładowi w taki sposób, że ich rozdzielenie jest niemożliwe (np.: wieńce). W celu wykorzystania odpadów pochodzących z cmentarzy było by przydatne umieszczanie kontenerów na odpady ulegające biologicznemu rozkładowi a przynajmniej kontenerów na segregację odpadów pochodzących od obywateli i odpadów pochodzących z utrzymania zieleni na cmentarzu (odpady te są mniej zaśmiecone w porównaniu z odpadami pochodzącymi z utrzymania zieleni miejskiej). Wysegregowane odpady pochodzące z utrzymania cmentarzy nadają się do kompostowania ewentualnie przy większej ilości gałęzi do energetycznego wykorzystania. Niewysegregowane odpady pochodzące od obywateli można jedynie wykorzystać do celów energetycznych lub unieszkodliwić kompostowaniem a następnie umieścić na składowisku jako odpad stabilizowany.

Biorąc pod uwagę trudności z segregacją odpadów pochodzących z cmentarzy oraz ekonomię tego procesu, można się spodziewać, że odpady te nadal będą umieszczane na składowiskach. Jednakże sytuacja ta, w wypadku podniesienia opłat za umieszczania odpadów na składowiska, może ulec dalszej ewolucji.

BIBLIOGRAFIA

- Pospíšil, L. Zpracování BRO „suchou“ fermentací. *Odpadové fórum 12/2010*. ISSN 1212-7779.
- Stejskal, B. Analýza skladu odpadů pochodzących z cmentarzy. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych*. Rok 2009, No. 40. ISSN 1230-7831.
- Nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky - Rozporządzenie Rady Ministrów Nr. 197/2003 o Planu gospodarki odpadami w Republice Czeskiej.
- Vyhláška č. 381/2001 Sb. v úplném znění, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů) - Dekret Nr. 381/2001 – Katalog odpadów.

Dr Ing. Bohdan Strejskal
Mendlova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Zemědělska 1, 613 00 Brno

Recenzent: *Prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki*