

*Jana Kotovicová, Magdalena Vaverková*

**ZASTOSOWANIE WSKAŹNIKÓW PROFILAKTYKI  
DO UNIESZKODLIWIANIA BIOLOGICZNIE  
ROZKŁADALNYCH ODPADÓW GROMADZONYCH  
NA SKŁADOWISKACH**

**UTILIZATION POSSIBILITIES OF PREVENTION  
INDICATORS OF BIO-DEGRADABLE WASTES DISPOSAL  
ON LANDFILL**

**Streszczenie**

Skoncentrowanie się prac badawczych na wykorzystaniu narzędzi profilaktycznych w celu zmniejszenia obciążenia regionu odpadami biodegradowalnymi wynika z wymogów, które kładzione są na Republikę Czeską jako pełnoprawnego członka Unii Europejskiej. Republika Czeska musi dotrzymywać wymogów prawnych, które dotyczą postępowania z odpadami, w danym wypadku chodzi o dyrektywę Rady UE 1999/31/ES o składowiskach odpadów. Dyrektywa nakazuje państwom członkowskim ograniczyć ilość biologicznie rozkładalnego odpadu (BRO) na składowiskach. Jednym ze sposobów jak osiągnąć wymagane obniżenie ilości odpadów składowanych na składowiskach jest konsekwentne przestrzeganie zasad profilaktyki, przede wszystkim czystsza produkcja oraz właściwa rolnicza oraz eksploatacyjna praktyka.

Czystsza produkcja (*cleaner production*) to strategia profilaktyki, która ma na celu zapobieganie powstawaniu zanieczyszczeń jak najbliżej źródła. W odróżnieniu od małodopadowych lub niskoodpadowych technologii (*wasteless technology, low-waste technology*) nie odnosi się wyłącznie do procesu produkcji i nie rozwiązuje problemu już powstałych odpadów, ale zajmuje się całym procesem produkcji oraz zużycia surowców mając na celu zapobieganie powstawaniu zanieczyszczeń.

W procesach produkcyjnych czystsza produkcja odnosi się do bardziej efektywnego wykorzystania surowców oraz energii, wyeliminowania toksycznych i niebezpiecznych materiałów oraz zapobiegania powstawaniu niebezpiecznych odpadów oraz emisji u źródła.

Strategia czystszej produkcji koncentruje się na obniżeniu wpływu produktów (produkty oraz usługi) na środowisko w zakresie całego cyklu zyciowego produktów – od rozwoju po ich wykorzystanie.

**Słowa kluczowe:** biologicznie rozkładalne odpady, czystsza produkcja, składowanie

### **Summary**

*The development is focused on the utilization of preventive tools to increasing of the environmental charge of the region by bio-degradable wastes, that is required to Czech Republic as a full-fledged member of European Union. Czech Republic has to adhere the legislative requirements that are determined to waste treatment. In this case it is Directive of EU Council 1999/31/ES about landfills. The Directive orders to member states to reduce the quantity of bio-degradable wastes at landfills. One of the possibilities how to get the requirements is consequential exercitation of preventive methods, especially cleaner production and methods of right agricultural and operating work experience.*

*Cleaner production (CP) is an ongoing application of integral prevention strategy to processes, products and services aiming at increasing their effectiveness and reducing their risks towards men as well as towards environment.*

*CP is a strategy that protects the environment, the consumer and the worker while improving the industrial efficiency, profitability and competitiveness of enterprises. By eliminating or reducing waste at the source, economic development can continue to occur, but in a more environmentally sustainable manner.*

*CP can bring significant financial and economic advantages as well as environmental benefits at the local and global level. Cleaner Production is called a "win-win" strategy, because it protects the environment, the consumer and the worker while at the same time improving industrial efficiency, profitability and competitiveness.*

**Key words:** bio-degradable wastes, cleaner production, waste disposal, landfill

## **MATERIAŁ ORAZ METODY**

Praca powstała na podstawie projektów profilaktycznych zrealizowanych w latach 1997–2005. Głównym źródłem danych są projekty czystszej produkcji. Projekty były początkowo przeprowadzane ze wsparciem organizacji światowych, takich jak UNEP oraz UNIDO, organizacji narodowych STENUM Austria lub Norwegian Society of Chartered Engineers. Po dołączeniu Republiki Czeskiej do Programu Czystszej Produkcji ONZ, rząd czeski również wspiera projekty zagraniczne. Z ogólnej liczby 31 projektów czystszej produkcji, 7 regionalnych profilaktycznych projektów, 8 projektów zajmujących się najlepszymi dostępnymi technologiami (BAT) oraz 5 projektów na wybudowanie systemu sterowania według ČSN EN ISO 14001 (w realizacji których braliśmy udział), wybraliśmy 20, które zajmują się zapobieganiem powstawania odpadów biodegradowalnych.

Przyjęte wskaźniki podzieliśmy na dwie grupy: **wskaźniki procesów oraz wskaźniki usuwania odpadów przez składowanie.**

Podstawą do obiektywnego określenia wskaźników skuteczności postępowania profilaktycznego w procesach produkcyjnych jest przeprowadzenie analizy wejścia i wyjścia materiałów oraz energii w technologiach, w których powstają odpady biodegradowalne. Na podstawie analizy wejść i wyjść poszczególne wskaźniki są zaprojektowane w ten sposób, aby w postaci danego indeksu zidentyfikowały efektywność danego procesu oraz obliczyły korzyści metod profilaktycznych dla środowiska bez i z ich zastosowaniem.

W wypadku wskaźników skuteczności metod profilaktycznych niezbędne było zidentyfikowanie odpadów biodegradowalnych (BRO) według pochodzenia, a więc z zakładów spożywczych i rolniczych. Zastosowanie wskaźników skuteczności metod profilaktycznych w problematyce prognozowania rozwoju produkcji odpadów biodegradujących ma w odróżnieniu od limitów ustalonych przez prawo pierwszeństwo, ponieważ jednoznacznie prowadzi do preferowania środków profilaktycznych przed wykorzystaniem końcowych technologii, w tym wypadku – składowania.

Zaprojektowane wskaźniki skuteczności środków profilaktycznych w procesie składowania mają obecnie zasadnicze znaczenie dla modelowania rozwoju składowania ilości biodegradowalnych odpadów na składowiskach. Dyrektywa Rady UE 1999/31/ES w sprawie składowisk odpadów, jak również czeskie prawo z zakresu ochrony środowiska nie zawiera metodyki oceny tego rozwoju.

Biologicznie rozkładalne odpady zostały zidentyfikowane w Ustawie 318/2001 Dz.U. – Katalog odpadów (Vyhlášky 318/2001 Sb. – Katalog odpadů). Chodzi o odpady pochodzenia roślinnego oraz zwierzęcego, zaszeregowane według pochodzenia (tab. 1).

Na podstawie analizy wniosków z projektów profilaktycznych zostały wyróżnione typowe źródła biologicznie rozkładalnych odpadów.

**Tabela 1.** Skatalogowane źródła biologicznie rozkładalnych odpadów  
**Table 1.** Index of resources bio-degradable wastes

Numer katalogowy	Nazwa rodzaju odpadu
02	Odpady z rolnictwa, ogrodnicze, z myślistwa, rybackie, z przemysłu leśnego oraz z produkcji i przetwarzania artykułów żywnościowych
03	Odpady z obróbki drewna oraz produkcji desek, mebli, celulozy, papieru oraz kartonu
04	Odpady z przemysłu rymarskiego, kuśnierskiego oraz tekstylnego
15	Opakowania, adsorbenty, tkaniny do czyszczenia, materiały filtracyjne oraz odzież ochronna bliżej niespecyfikowana
19	Odpady z urządzeń do obróbki (wykorzystanie i usuwanie) odpadów, z oczyszczalni ścieków poza miejscem powstania ścieków oraz z produkcji wody dla potrzeb ludzi oraz do celów przemysłowych

W podsumowaniu nie zostały zawarte kadaweryny oraz konfiskaty pochodzenia zwierzęcego, ich problematyka nie jest zawarta w ustawie o odpadach.

Po przeprowadzeniu oceny korzyści dla środowiska projektów profilaktycznych w procesach, produkujących biologicznie rozkładalne odpady przeprowadziliśmy streszczenie najbardziej znaczących oszczędności w produktach odpadowych (tab. 2–11).

**Tabela 2.** Numer katalogowy 02. Produkcja pieczywa – Ocena projektu

Główny (ograniczony) produkt odpadowy	niezużyte pieczywo
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	35 ton rocznie

**Tabela 3.** Produkcja piwa – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	woda ściekowa do płukania
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	około 300 m <sup>3</sup> rocznie

**Tabela 4.** Obróbka drobiu – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	straty wnętrzości drobiu
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	104, 5 ton rocznie

**Tabela 5.** Obróbka mleka – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	ziarna serowe w serwatce
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	52,5 ton rocznie

**Tabela 6.** Konserwacja warzyw – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	odpad mieszany
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	18,5 ton rocznie

**Tabela 7.** Hodowla bydła – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	słoma
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	73 ton rocznie

**Tabela 8.** Magazynowanie zbóż – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	odpad zbóż
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	412 ton rocznie

**Tabela 9.** Numer katalogowy 03 – Obróbka drewna – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	okrągłaki
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	1690 ton rocznie
Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	tarcica
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	585 ton rocznie
Łącznie	2275 ton rocznie

**Tabela 10.** Numer katalogowy 04. Produkcja tekstyliów – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	ścinki
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	1,2 ton rocznie

**Tabela 11.** Numer katalogowy 10. Produkcja włókien szklanych – Ocena projektu

Główny (najbardziej ograniczony) produkt odpadowy	smar
Ilość głównego produktu odpadowego spadła o	89,9 ton rocznie

W celu sprawdzenia skuteczności wskaźników profilaktyki powstawania biologicznie rozkładalnych odpadów przeprowadziliśmy eksperyment z takimi rodzajami odpadów, które można zidentyfikować na składowisku według numerów katalogowych.

**Tabela 12**

Numer katalogowy	Proces produkcji	Obniżenie ilości odpadu (t/r)	W sumie [t/r]
02	produkcja pieczywa	35	695,5
	obróbka drobiu	104,5	
	obróbka mleka	52,5	
	konserwacja warzyw	18,5	
	hodowla bydła	73	
	magazynowanie zbóż	412	
03	obróbka drewna	2275	2275
04	produkcja tekstyliów	1,2	1,2
02, 03, 04		2971,7	2971,7

Zgodnie z prawem eksploatacji składowiska odpadów jest zobowiązany do prowadzenia ewidencji odpadów składowanych na składowisku. W wypadku obserwowanego składowiska RESON, znajdującego się w Němčicích nad Hanou, w województwie Olomunieckim (kraj Olomoucký) są to dane notowane od roku 1995 (tab. 2).

Z tego powodu wybraliśmy to składowisko, ponieważ Dyrektywa Rady UE 1999/31/ES przyjmuje rok 1995 jako podstawę do ustalenia procentów o jakie zostaną obniżone biologicznie rozkładalne odpady składowane na składowiskach.

**Tabela 13.** Karta ewidencyjna wybranych składowanych odpadów  
**Table 13.** Evidence schedule selected disposal waste

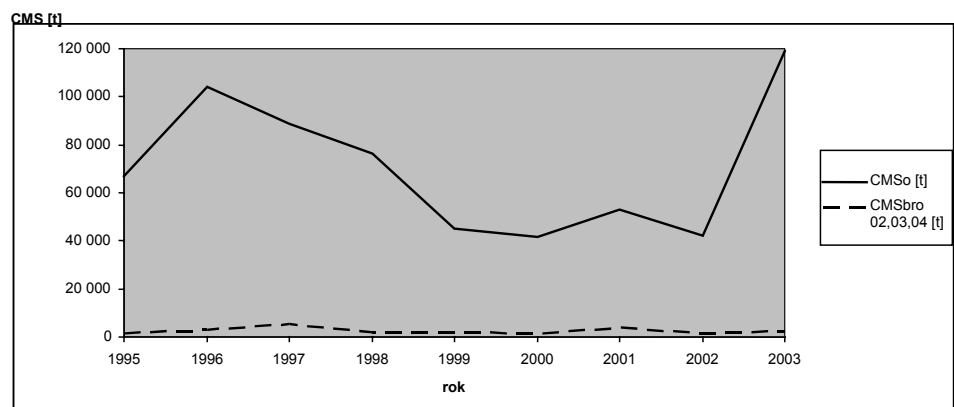
rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
łączna ilość składowanego odpadu[t]	65 081	101 082	83 571	74 556	43 006	40 035	49 455	40 855	116 767
odpady organiczne [t] nr katalogowy 02	200	900	1090	171	552	467	414	960	1100
odpady organiczne [t] nr katalogowy 03,04	1500	2300	4240	1642	1362	919	3321	560	1300

### WYNIKI

Podstawowym przyjętym wskaźnikiem jest wskaźnik ilości biologicznie rozkładalnych odpadów, pochodzących z procesów kategorii 02, 03, 04, już umieszczonych na składowisku.

**Tabela 14.** Podsumowanie ilości obserwowanych składowanych odpadów  
**Table 14.** Summarization amount of disposal waste

Rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CMS <sub>o</sub> [t]	65 081	101 082	83 571	74 556	43 006	40 035	49 455	40 855	116 767
CMS <sub>bro-02,03,04</sub> [t]	1700	3200	5330	1813	1914	1386	3735	1520	2400



**Rysunek 1.** Podsumowanie ilości obserwowanych składowanych odpadów  
**Figure 1.** Summarization amount of disposal waste

Udział biologicznie rozkładalnego odpadu (BRO) w odpadach na składowisku

$$S_{bro\ 02,03,04} = \frac{CMS_{bro\ 02,03,04}}{CMS_o} 100 \quad [\%] \quad (1)$$

Objaśnienia:

$CMS_o$  – łączna ilość odpadów złożonych na składowisku [t],

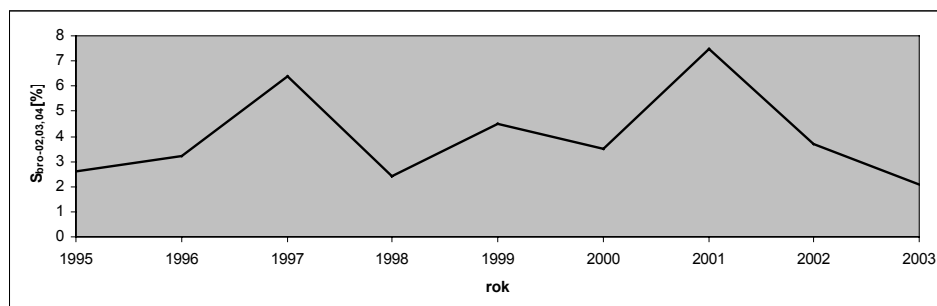
$CMS_{bro-02,03,04}$  – łączna ilość BRO z zakładów spożywczych, rolniczych, drzewnych oraz tekstylnych, złożonych na składowisku [t].

#### Obliczenia:

W celu obliczenia udziału biologicznie rozkładalnego odpadu na składowisku RESON wykorzystałam wzór (1) z wartościami z tabeli 14.

**Tabela 15.** Udział BRO-<sub>02,03,04</sub> składowanego na składowisku w poszczególnych latach  
**Table 15.** Summarization of bio-degradable wastes-<sub>02,03,04</sub> stored in the waste disposal in years

Rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$S_{bro-02,03,04}$ [%]	2,6	3,2	6,4	2,4	4,5	3,5	7,5	3,7	2,1



**Rysunek 2.** Udział BRO-<sub>02,03,04</sub> składowanego na składowisku RESON

**Figure 2.** Summarization of bio-degradable wastes-<sub>02,03,04</sub> stored in the waste disposal RESON

Udział biologicznie rozkładalnego odpadu (BRO) w odpadach w składowisku –  $S_{bro-02}$

$$S_{bro\ 02} = \frac{CMS_{bro\ 02}}{CMS_o} 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Objaśnienia

$CMS_o$  – łączna ilość odpadów złożonych na składowisku [t],

$CMS_{bro-02}$  – łączna ilość BRO z zakładów spożywczych, rolniczych, złożonych na składowisku [t].

Obliczenia:

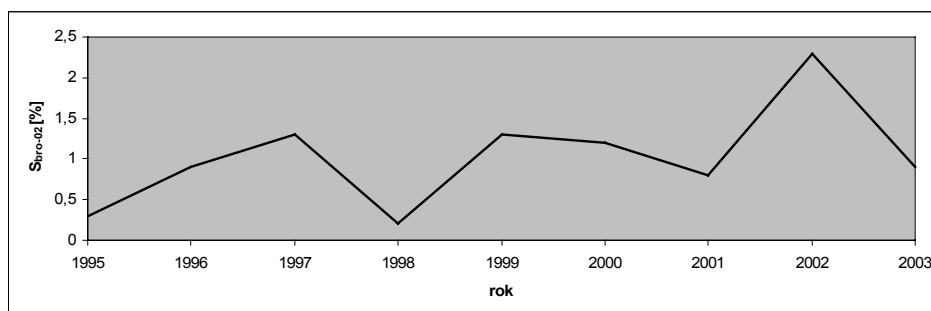
W celu obliczenia biologicznie rozkładalnego odpadu na składowisku RESON wykorzystałam wzór (2) z wartościami z tabeli 16.

**Tabela 16.** Podsumowanie ilości złożonych odpadów numeru katalogowego 02  
**Table 16.** Summarization amount disposal waste index numer 02

rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CMS <sub>o</sub> [t]	65081	101082	83571	74556	43006	40035	49455	40855	116767
M <sub>bro-02</sub> [t]	200	900	1090	171	552	467	414	960	1100

**Tabela 17.** Udział BRO-02 złożony na składowisku w poszczególnych latach  
**Table 17.** Summarization of bio-degradable wastes-02 stored in the waste disposal in years

Rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
S <sub>bro-02</sub> [%]	0,3	0,9	1,3	0,2	1,3	1,2	0,8	2,3	0,9



**Rysunek 3.** Udział BRO-02 złożonych na składowisku RESON  
**Figure 3.** Summarization of bio-degradable wastes-02 stored in the waste disposal RESON

### ZAKOŃCZENIE

Przez porównanie danych z tabel 12 oraz 16 sprawdziliśmy skuteczność metod profilaktycznych. Przy ustaleniu przeciętnej ilości biologicznie rozkładalnego odpadu kategorii 02, złożonych na składowisku braliśmy pod uwagę dane z roku 2002, kiedy składowane odpady zostały już zaklasyfikowane według katalogu, który obowiązuje do dziś (Ustawa 318/2001 Dz.U. – Katalog odpadów – zgodnie z brzmieniem późniejszych przepisów) /Vyhláška 318/2001 Sb. – Katalog odpadů- ve znění pozdějších předpisů/.



Przeciętna ilość biologicznie rozkładalnych odpadów kategorii 02, złożonych na składowisku RESON wynosi w tych latach 735,25 tony. Przeciętna ilość biologicznie rozkładalnego odpadu kategorii 02, który nie powstał w wyniku zastosowania środków profilaktycznych wynosi 695,5 tony.

## PODSUMOWANIE

Głównym celem pracy jest opracowanie metodyki prognozowania rozwoju obciążenia regionu biodegradowanymi odpadami z wykorzystaniem narzędzi profilaktycznych. Podczas opracowywania metodyki, po ocenie korzyści dla środowiska wybranych projektów profilaktycznych, zidentyfikowaliśmy typowe źródła biologicznie rozkładalnego odpadu oraz kluczowe obszary ich powstawania. Dla w ten sposób uzyskanych danych zaprojektowaliśmy i zdefiniowaliśmy wskaźniki, które służą do wytworzenia modelu bazy danych korzyści dla środowiska w zakresie regionalnym, a konkretnie terenu, z którego zwożone są odpady na składowisko.

Na podstawie wniosków ze zrealizowanych projektów profilaktycznych zidentyfikowaliśmy kluczowe źródła biologicznie rozkładalnego odpadu i zaszeregowaliśmy je według obowiązującego Katalogu odpadów.

Na podstawie ciągu liczbowego danych o ilości składowanego odpadu na składowisku RESON w Němčicích nad Hanou od roku 1995 do roku 2003 sprawdziliśmy skuteczność zaprojektowanych wskaźników do obserwowania trendu składania biologicznie rozkładalnego odpadu (BRO) na składowisku zgodnie z wymogami Dyrektywy 1999/31/ES na temat składowisk odpadów.

Przeprowadzając obliczenia zgodnie z zaprojektowanymi wskaźnikami, sprawdziliśmy ich zdolność do interpretacji, którą po uogólnieniu będzie można aplikować również w innych regionach.

## BIBLIOGRAFIA

- Biodegradable municipal waste in Europe Part 1: Strategies and Instruments. Topic report/ 15/2001, EEA, 2002.
- Favonio E. *Oddělený sběr kompostovatelných bioodpadů, kompostování a biologická úprava zbytkového odpadu, zkušenosti a současné trendy v Evropě*. www.biom.cz, 2003/
- Kotoulová Z., Váňa J. *Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem*. MŽP, ČEÚ, 2001.
- Kotovicova J. *The Select Regional Projects of the Cleaner Production*. Aspects. 3, no. 2, 1999, p. 19–21.
- Kotovicová J., Božek F. *Opportunities of Multi – kriteria Metod to improve Environmental Investment Efficiency*. Kvalita Inovácia Prosperita VIII/2 – 2004, s. 44–54. TU FEI Košice 2004. ISSN 1335-1745.
- Landfill Directive 1999/31/ES.

*Jana Kotovicová, Magdalena Vaverková*

---

Doc. RNDr. Jana Kotovicová, Ph.D., MZLU v Brně  
kotovicj@mendelu.cz

Mgr. Ing. Magdalena Vaverková, MZLU v Brně  
Magda.vaverkova@uake.cz

Agronomická fakulta  
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně,  
Brno, Czechy

Recenzent: *Prof. dr hab. Jerzy Kowalski*