

## Opis wybranych systemów kompostowania odpadów biodegradowalnych.

Kompostowanie stanowi kontrolowany proces, w którym substancje organiczne zostają rozłożone na względnie stabilny nieszkodliwy kompost. Wywołujące rozkład bakterie występują w odpadach, tak że proces wymaga tylko stworzenia odpowiednich warunków – napowietrzanie i nawilżanie. Głównymi elementami procesu jest mineralizacja i humifikacja. Podczas procesu kompostowania tlen z powietrza i tzw. mikroorganizmy aerobowe przetwarzają materiał organiczny w dwutlenek węgla i wodę z jednoczesnym uwolnieniem energii. Pozostałością tego procesu jest niecałkowicie rozłożona stała reszta w postaci kompostu. Prawie cała energia zostaje uwolniona w postaci ciepła, co może spowodować wzrost temperatury kompostu do 60-70°C.

Na właściwy przebieg procesu kompostowania mają wpływ następujące czynniki:

- Odpowiedni skład chemiczny materiału wyjściowego – optymalnie substancje organiczne – biomasa bez zanieczyszczeń toksycznych. Zawartość azotu 0,8-1,7%,
- Odpowiedni stosunek węgla do azotu (materiał wyjściowy C/N = 17-30; gotowy kompost C/N = 20), większe odstępstwa powodują zahamowanie procesu,
- Utrzymanie odpowiedniego pH w masie kompostowej zapewnia właściwe warunki środowiska do rozwoju mikroorganizmów oraz chroni przed stratą azotu. Optymalne pH = 6,5-7,5.
- Optymalna wilgotność masy kompostowej wynosi 40-50%. Mniejsza powoduje zahamowanie przemian biochemicznych, większa zmniejsza powierzchnie przenikania tlenu.
- Właściwe napowietrzanie masy kompostowej gwarantuje prawidłowy przebieg procesu rozkładu i budowy związków organicznych, w których biorą udział przede wszystkim mikroorganizmy aerobowe – potrzebujące do życia tlenu.
- Utrzymanie odpowiedniej temperatury. Przyjmuje się, że co najmniej 10-dniowy okres temperatury w granicach 50°C gwarantuje pełną higienizację kompostu – zniszczenie organizmów chorobotwórczych.

### Kierunki rozwoju systemów kompostowania.

W latach 70. i 80. kompost był wytwarzany głównie z komunalnych odpadów zmieszanych. Tak otrzymany kompost zawierał wiele zanieczyszczeń w postaci szkła, tworzyw sztucznych i metali ciężkich, stąd znajdował ograniczone zainteresowanie ze strony rynku. Większa część produkowanego w ten sposób kompostu była używana do rekultywacji składowisk, a jedynie niewielka jego część była sprzedawana z przeznaczeniem pod uprawę roślin. Potwierdzają to dane niemieckie dotyczące badania zawartości metali ciężkich oraz wybranych organicznych substancji szkodliwych występujących w kompostach, wyprodukowanych na bazie różnorodnych materiałów wyjściowych.

Jakość kompostu w Polsce jest określana wg BN-89/9103-00, która wyróżnia 3 klasy kompostu wg. stopnia zanieczyszczenia. Po regresie kompostowni na odpady zmieszane, w ostatnich latach wzrosło w sposób wyraźny zainteresowanie biologicznymi metodami zagospodarowania odpadów. Jest to wynik rozpowszechniania się idei społeczeństwa funkcjonującego w obiegu zamkniętym, z zamkniętymi przepływami materiałów, zminimalizowanymi ilościami odpadów i przyjazną dla środowiska gospodarką odpadami. Przyniosło to w Europie efekt w postaci rosnącej fali zainteresowania sortowaniem odpadów u źródła i potrzebę opracowania efektywnych, szybkich i przyjaznych środowisku metod przerobu biologicznych frakcji odpadów w taki sposób, aby substancje pokarmowe i humus zostały ponownie wprowadzone do naturalnego obiegu zamkniętego.

W Europie Zachodniej główną organizacją promującą kompostowanie z siedzibą w Brukseli jest ORCA – Organic Reclamation and Composting Association, która pomaga w organizacji wydzielania odpadów organicznych ze strumienia odpadów komunalnych. ORCA jest łącznikiem pomiędzy przemysłem, naukowcami i ustawodawcami, publikuje użyteczne techniczne i marketingowe dokumenty.

### Stosowane technologie kompostowania.

Proces kompostowania może przebiegać w komorach zamkniętych, w warunkach naturalnych lub w układzie mieszanym.

1. Kompostowanie w komorach zamkniętych wymaga przebywania odpadów tak długo, dopóki nie nastąpi pełen proces biochemicznego i fizycznego ich przerobu i higienizacji – zazwyczaj 7-10 dni. W tym systemie pracują kompostownie wieżowe firmy PEABODY, kontenerowe firmy MUT-HERHOF, HORSTMANN-KNEER, tunelowe firmy SUTCO-BIOFIX.
2. Kompostowanie w warunkach naturalnych może być prowadzone w sposób dynamiczny lub statyczny:
  - Proces dynamiczny przebiega w przyzmacz na polu kompostowym w wyniku regularnego przerzucania materiału (w celu zapewnienia dopływu tlenu i wilgoci). Czas kompostowania trwa 6-12 tygodni w zależności od warunków klimatycznych.
  - Proces statyczny polega na pozostawieniu masy kompostowej na płycie fermentacyjnej lub w boksach roboczych, a zapewnienie właściwej ilości tlenu i wilgotności dokonuje się w sposób

wymuszony. Płyta, na której spoczywa masa kompostowa, ma kanały ssące, a powietrze jest zasysane poprzez ułożoną warstwę materiału. W procesie tym rozróżnia się fermentację intensywną, która trwa 20 dni, i fermentację wtórną – 60 dni.

- Kompostowanie w warunkach naturalnych odpadów organicznych stosuje się głównie w małych jednostkach osadniczych lub przy kompostowaniu wydzielonych odpadów zielonych. Na przykład w Warszawie funkcjonuje duża kompostownia przerabiająca wyłącznie odpady z terenów zieleni miejskiej. Do tego typu zalicza się również lokalne przydomowe kompostownie.

### Kompostownie na odpady zmieszane.

W Polsce kompostownie odpadów nie segregowanych mają już dużą tradycję. Były to kompostownie polowe systemu kieleckiego, kompostownie ze wstępnym rozdrabnianiem w rozdrabniarkach młotkowych typu HAZEMAG oraz kompostownie bez rozdrabniania systemu DANO. Pierwsza instalacja tego systemu została oddana do eksploatacji w Warszawie w 1966 roku o wydajności 50 ton/dobę. Dobre efekty kompostowania oraz mała awaryjność spowodowały rozwój tej technologii w Polsce. Zaczęło się od wybudowania w 1989 r. kompostowni systemu MUT-DANO w Katowicach o przerobie 2 x 120 ton/dobę, a następnie w Warszawie 2 x 120 ton/dobę i 2 x 145 ton/dobę. Łączna wydajność pracujących ciągów technologicznych kompostowni w Warszawie wynosi 580 ton/dobę. Jest to jedna z największych kompostowni w Europie. Równolegle uruchomiono krajowe rozwiązania techniczne tej technologii w MAKRUM-Bydgoszcz i powstały kompostownie w Kołobrzegu, Suwałkach, Grodzisku Mazowieckim i Bochni o przerobie 80-120 ton/dobę każda.

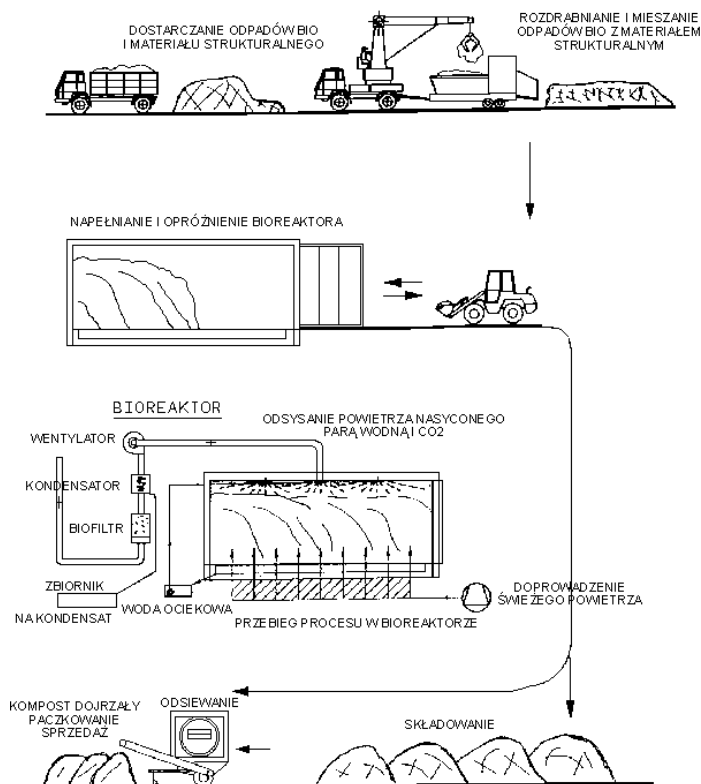
### Kompostownie na odpady wyselekcjonowane.

Niewątpliwie przyszłość należy do kompostowni przerabiających wydzielone z odpadów frakcje organiczne pozbawione niepożądanych zanieczyszczeń. Do kompostowania według tej technologii nadają się:

- odpady organiczne – bioodpady z gospodarstw domowych,
- odpady roślinne z parków, zieleńców, ogródków przydomowych,
- odpady roślinne z produkcji rolnej,
- odwodnione osady ściekowe.

W Polsce znanymi kompostowniami nowej generacji są kompostownie kontenerowe firmy MUT-HERHOF, pierwsza uruchomiona w 1997 r. w Żywcu, oraz HORSTMANN-KNERR planowana budowa w Inowrocławiu. System HERHOF opiera się na stacjonarnych bioreaktorach betonowo-metalowych, z których każdy stanowi oddzielną jednostkę technologiczną, System KNEER oparty jest na przewoźnych kontenerach metalowych, a jednostkę technologiczną stanowi 8 kontenerów.

### Rysunek 1. Przebieg procesu kompostowania.



### Fermentacja beztlenowa odpadów.

Proces fermentacji metanowej jest dość dobrze znany i stosowany w unieszkodliwianiu wysokoorganicznych ścieków z zakładów przetwórstwa spożywczego, hodowli zwierząt (gnojowica) oraz stabilizacji osadów ściekowych. Proces fermentacji beztlenowej przebiega w wydzielonych, zamkniętych komorach fermentacyjnych – bioreaktorach w zakresie temperatur tzw. mezofilowych 33-35°C. Optymalna zawartość suchej masy odpadów w dostarczonych ściekach wynosi 12-14% suchej masy. W bioreaktorze biomasa musi być podgrzewana do temperatury pracy. W wyniku fermentacji beztlenowej związki organiczne zostają zhydrolizowane na prostsze, a następnie na biogaz (70% metanu, 30% CO<sub>2</sub>).

Obecnie w Europie funkcjonuje już kilka zakładów metanizacji. Ekonomicznie uzasadnione i technicznie dojrzałe są systemy VALORGA (Francja), DRANCO (Belgia), ENTEC (Austria) i BTA (Niemcy).

W warunkach niewielkich miast i gmin najbardziej ekonomiczną metodą kompostowania jest kompostowanie w warunkach naturalnych przy zastosowaniu urządzeń przyspieszających proces kompostowania, np: technologia KOMPAROL.

### Rysunek 2. Proces kompostowania w technologii KOMPAROL.



KOMPROL jest nawozem organicznym przeznaczonym do poprawy żyzności gleb i rozwoju roślin. Wytwarzany jest z biomasy stabilizowanego osadu czynnego z dodatkiem surowców celulozowych. Działanie nawozowe Komprolu podobne jest do działania obornika. Jego właściwości agrotechniczne sprawiają, że może on być użyty na wszystkich rodzajach gleb, zwłaszcza lekkich. Na podstawie Komprolu wytwarza się również ziemię ogrodniczą, produkt gotowy do zastosowania w miejscach pozbawionych gleby, bez dodatkowego mieszania. KOMPROL podobnie jak obornik działa w glebie strukturotwórczo, poprawia stosunki wodnopowietrzne gleby. Wysoka zawartość materii organicznej umożliwia pobieranie składników pokarmowych przez roślinę co najmniej przez 3 lata. Komprol uzyskał pozytywną opinię Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach oraz Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach.