

## Niektóre Ekoznaki.

### Sokół (Falkon) – Szwecja

Od 1992 roku istnieje znak "Dobry Ekologiczny Wybór" (Good Environmental Choice) - "Falkon", reprezentujący kryteria pozarządowej organizacji ekologicznej - Szwedzkiego Towarzystwa Ochrony Przyrody. Przy atestacji brane są pod uwagę wyłącznie ekologiczne cechy towaru. Obecnie funkcjonuje na rynku około 200 produktów oznaczonych znakiem "Falkon", są to m.in. mydła, szampony, środki czyszczące, baterie, papier toaletowy, pieluszki i inne.



### Krav – Szwecja

Ekologiczny znak "Krav", istniejący od 1985 roku, przyznawany jest przez Związek Plantatorów Upraw Ekologicznych. Oznaczone nim artykuły żywnościowe zostały wytworzone bez stosowania nawozów sztucznych oraz chemicznych środków ochrony roślin. Znak "Krav-import" gwarantuje, że importowana żywność pochodzi z gospodarstw ekologicznych.



Framtiden skapas nu.

### Łabędź (Svanen) - kraje skandynawskie

Od 1989 roku funkcjonuje najbardziej znany, wspólny dla krajów skandynawskich ekologiczny znak towarowy "Svanen" (Łabędź). Produkty oznaczone tym znakiem charakteryzują się mniejszym negatywnym oddziaływaniem na ludzi i środowisko naturalne niż inne towary z tej samej grupy o takim samym przeznaczeniu. Znakowi graficznemu towarzyszy napis "ekoznakowany" oraz krótki opis wyjaśniający proekologiczny charakter produktu. Przyznanie znaku "Svanen" jest poprzedzone dokładną analizą wybranych cech produktu i procesu produkcyjnego, przeprowadzoną przez akredytowany niezależny instytut badawczy. Wymagania ekologiczne są stopniowo podnoszone, w miarę postępu technicznego i naukowego. Przestrzeganie wymogów certyfikacyjnych jest systematycznie kontrolowane w ciągu trwania okresu licencyjnego. System "Svanen" jest oceniany jako jeden z najlepszych, najbardziej kompleksowych i obiektywnych sposobów ekoetykietowania na świecie. Spełnia on w dużym stopniu wszystkie modelowe funkcje ekoznaków: ekologiczną, informacyjną, edukacyjną, marketingową oraz stymulacyjną, przyczyniając się do rozwoju czystych technologii, ochrony konsumenta i środowiska naturalnego. Wszelchstronne badania oraz uwzględnianie globalnych i lokalnych uwarunkowań otoczenia powoduje, że system "Svanen" może być bardzo dobrym przykładem do naśladowania przez inne kraje.



### Błękitny Anioł (Der Blaue Engel) – Niemcy

Często spotykanym w Polsce ekoznakiem jest niemiecki "Niebieski Anioł", nazwany tak z powodu znaku graficznego przedstawiającego niebieską postać. Wprowadzony został w 1977 roku z inicjatywy niemieckiego Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i jest najstarszą tego typu inicjatywą europejską. Zasady przyznawania tego znaku:

- oznaczane są produkty o zdecydowanie lepszej charakterystyce środowiskowej od innych artykułów z tej samej grupy towarów, zaspokajające te same potrzeby;
- podstawę środowiskowej oceny stanowi uproszczona analiza cyklu życia produktu, obejmująca produkcję, użytkowanie produktu i zagospodarowanie odpadów;
- w ocenie, oprócz zanieczyszczenia trzech podstawowych składników środowiska przyrodniczego (powietrza, wody, gleby), bierze się pod uwagę także hałas oraz możliwość powstawania substancji szczególnie niebezpiecznych;
- bezpieczeństwo użytkowania oraz wygoda i estetyka wykonania stanowią kryteria pomocnicze;
- znakowi graficznemu towarzyszy krótkie wyjaśnienie proekologicznego charakteru oznaczonego produktu;
- czas trwania licencji certyfikacyjnej wynosi maksymalnie 3 lata.

Obecnie certyfikacja znakiem "Der Blaue Engel" obejmuje 75 grup produktów i dotyczy około 4000 różnorodnych wyrobów, do których należą między innymi: opony, butelki zwrotne, dezodoranty, lodówki, materiały budowlane, produkty wykonane na bazie tworzyw sztucznych podlegających recyklingowi, chemia gospodarcza, wyroby papierowe.

- 53% mieszkańców Niemiec korzysta ze znaku "Niebieski Anioł" jako podpowiedzi podczas zakupów
- 51% zauważa pozytywny wpływ znaku na rozwój "proekologicznych" technologii
- 44% dostrzega marketingowy wpływ znaku na konkurencyjny rynek produktów przemysłowych
- 56% ocenia zakupy robione z uwzględnieniem ekologicznych znaków towarowych jako formę ochrony środowiska w życiu codziennym



### "Margerytka" (UE)

Stylizowana "Margerytka" z dwunastoma gwiazdkami ma być alternatywą dla państwowych ekologicznych znaków towarowych krajów zrzeszonych, gwarantującą określoną jakość także poza politycznymi granicami państw członkowskich. "Margerytka" jest przyznawana na podstawie skróconej analizy cyklu życia produktu. Badania atestacyjne skupiają się na stopniu obciążenia środowiska na etapie:

- pozyskiwania surowców pierwotnych,
  - produkcji,
  - pakowania i transportu,
  - użytkowania produktu,
- utylizacji.
- Na każdym z tych etapów oceniane są aspekty:
- produkcja odpadów,
  - zanieczyszczenia gleby, wody i powietrza,
  - hałas,
  - zużycie zasobów naturalnych i energii,
  - wpływ na ekosystemy.

Kryteria atestacyjne są odpowiednio ustalane dla każdej z grup badanych produktów. Dotychczas ustalono kryteria przyznawania "Margerytki" dla 19 grup produktów, m.in. pralek, zmywarek do naczyń, papieru toaletowego, papieru kuchennego oraz środków użyźniających glebę. Do oznaczenia tym znakiem zgłoszono do tej pory około 300 produktów z całego kontynentu. Jednak słyhać wiele krytycznych głosów twierdzących, że to za mało jak na znak tej rangi. Powolny proces implementacji ogólnoeuropejskiego systemu ekoznakowania wynika przede wszystkim z rozbieżności priorytetów państwowych oraz preferowanych kryteriów atestacyjnych poszczególnych krajów członkowskich. Jest to przyczyną małej popularności tego znaku, nadal mało widocznego w sklepach. Cały czas trwają prace nad metodyką certyfikacji oraz ustaleniem wspólnych kryteriów dla innych grup produktów, w formie satysfakcjonującej wszystkie państwa Unii Europejskiej. Tym niemniej, na tym etapie europejska "Margerytka" jest krytykowana przez organizacje ekologiczne za zbyt łagodne i niepełne kryteria.



### Produkcja ekologiczna (UE)

Początkowo produkty ekologiczne w krajach UE oznaczane były przy pomocy symboli organizacji producenckich i jednostek certyfikujących. Do dziś najbardziej znane z nich są używane i akceptowane na rynku. Podjęto też próby wprowadzenia znaków krajowych. Jednolite dla całej UE logo produkcji ekologicznej zostało wprowadzone w marcu 2000 r. na mocy rozporządzenia Komisji nr 331/2000. Celem było podniesienie wiarygodności żywności produkowanej metodami ekologicznymi oraz identyfikacja na

rynku. Etykiety, materiały reklamowe oraz dokumenty komercyjne związane z produkcją ekologiczną mogą być opatrywane tym logo i mogą zawierać informację, że produkt został wytworzony w zgodzie z metodami opisanymi w Rozporządzeniu 2092/91.

Logo nie jest obowiązkowe, ale producenci mogą go użyć, jeżeli ich produkty odpowiadają następującym kryteriom:

- co najmniej 95% składników zostało wyprodukowanych metodami ekologicznymi;
- produkty były nadzorowane podczas procesu produkcji i przygotowania tak, jak to zapisano w rozporządzeniu;
- produkty są sprzedawane bezpośrednio przez producenta lub w zamkniętych, zabezpieczonych i oznakowanych opakowaniach;
- na produktach widoczne jest nazwisko lub nazwa handlowa producenta, przetwórcy i sprzedawcy, a dodatkowo nazwa i kod jednostki certyfikującej.



### Uczciwy Handel (Fair Trade)

Oprócz znaków bazujących na kryteriach środowiskowych, pojawiły się systemy certyfikacji wykraczające poza aspekty ekologiczne, oceniające podłoże społeczne i etyczne produkcji. Dotyczy to przede wszystkim produktów importowanych z krajów ubogich, gdzie oprócz środowiska trzeba chronić ludzi - robotników pracujących dla międzynarodowych koncernów. Niestety, praktyki stosowane przez azjatyckie czy latynoamerykańskie filie międzynarodowych firm, znacznie odbiegają od standardu

pracy w cywilizowanych, bogatych krajach. Nagminne łamanie praw człowieka w krajach Trzeciego Świata nie uszło uwagi konsumentów w krajach europejskich i już w 1988 roku w Holandii pojawił się znak "uczciwego handlu" - "Max Havelaar", którym oznaczano kawę pochodzącą z plantacji, gdzie gwarantowano robotnikom godziwe wynagrodzenie i warunki pracy. Następnym był niemiecki "Transfair" (1993) i brytyjski znak "Fairtrade" (1994), obejmujący oprócz kawy herbatę, sok pomarańczowy, kakao, miód, banany i czekoladę.

Kryteria oceny produktów na znaki "uczciwego handlu" obejmują:

- korzyści bezpośrednich producentów (np. plantatorów),
- gwarantowane minimalne ceny, płacności z góry,
- stabilność i ciągłość kontraktów handlowych,
- poziom płac,
- równe płace dla kobiet,
- ekologiczne standardy produkcji,
- ochrona zdrowia i bezpieczeństwo w pracy,
- podstawowe standardy zakwaterowania (gdy robotnicy pracują w polu).



### **Ekoznak (Polska)**

Polskie Centrum Badań i Certyfikacji opracowało zasady przyznawania krajowego ekoznaku w 1998 roku. Założenia ogólne stanowią, że polski "Eko-znak" mogą otrzymywać wyroby krajowe i zagraniczne niepowodujące (w odniesieniu do wcześniej ustalonego akceptowalnego poziomu) negatywnych skutków dla środowiska oraz spełniające ustalone kryteria dotyczące ochrony zdrowia, środowiska i ekonomicznego wykorzystania zasobów naturalnych w trakcie całego cyklu życia wyrobu. Zaznaczono również, że polski system certyfikacji będzie dostosowany do systemu ekoznakowania Wspólnoty Europejskiej. Podstawą certyfikacji na "Eko-znak" są wymagania dotyczące aspektów ekologicznych i zdrowotnych ustanawiane przez Komitet ds. "Eko-znaku", składający się z osób reprezentujących urzędy centralne, jednostki pozarządowe zajmujące się ochroną środowiska, producentów, konsumentów oraz banki.

Ocena produktu obejmuje etapy:

- przed produkcją,
- produkcja,
- dystrybucja (w tym pakowanie),
- użytkowanie,
- recykling, utylizacja, odpady.

W czasie każdego z tych etapów oceniane są aspekty:

- jakość powietrza, wody, gleby,
- ograniczenie ilości odpadów,
- oszczędność energii,
- gospodarka zasobami naturalnymi,
- zapobieganie globalnemu ociepleniu,
- ochrona warstwy ozonowej,
- bezpieczeństwo środowiska,
- hałas,
- ochrona ekosystemu.

Dotychczas polski "Eko-znak" przyznano kilkudziesięciu wyrobom, głównie nawozom sztucznym i organicznym oraz materiałom włókienniczym. Polski "Eko-znak" jest praktycznie niewidoczny w sklepach, a z powodu słabej promocji i utrudnionego dostępu do informacji trudno jest stwierdzić jego wiarygodność. Rosnąca rola konsumentów na pewno z czasem zmieni tę sytuację. Do tej pory klient polskich sklepów musi jednak polegać na częściej spotykanych ekoznakach zagranicznych.



### **Ekoland (Polska)**

W Polsce funkcjonuje kilka systemów znakowania produkcji rolnej prowadzonej metodami ekologicznymi. Żywność ekologiczna produkowana jest tylko w gospodarstwach posiadających zgodny z prawem certyfikat i tylko o takich gospodarstwach możemy mówić, że są ekologiczne. Najbardziej znanym i rozpoznawalnym na rynku krajowym znakiem, kojarzonym z żywnością ekologiczną, jest logo Stowarzyszenia Producentów Żywności Metodami Ekologicznymi "Ekoland". Prawo do używania tego znaku na swych wyrobach mają producenci, przetwórcy i handlowcy spełniający wymagania ustawy o rolnictwie ekologicznym, posiadający certyfikat nadany przez uprawnioną jednostkę i jednocześnie będący członkami "Ekolandu".

Certyfikat przyznawany jest na podstawie oceny warunków prowadzenia produkcji rolnej i przetwórstwa rolno-spożywczego metodami ekologicznymi oraz obrotu tymi produktami wg zasad określonych w ustawie o rolnictwie ekologicznym z dnia 16 marca 2001 r. (Dz.U. Nr 38, poz. 452).

## Opis kompostowania przydomowego.

### Co MOŻEMY kompostować?

Kompostujemy wszystkie substancje organiczne które nie zawierają składników toksycznych a przede wszystkim:

- resztki roślinne,
- chwasty,
- odpadki zwierzęce (krew, skóra)
- odpady kuchenne,
- popiół drzewny (wprowadza potas),
- torf,
- gnojówka, obornik, krowieniec,
- skorupki jaj,
- włosy, sierść,
- papier (niezadrukowany),
- zmiotki,
- fusy,
- darń, osady denne z sadzawki,
- liście i skoszona trawa (tylko w cienkich warstwach i podwędnięta),
- kora drzew, trociny, drobne lub rozdrobnione gałęzie.

### Czego NIE kompostujemy:

- roślin porażonych chorobami grzybowymi, bakteryjnymi i wirusowymi,
- związków wapnia (przyspiesza to wprawdzie rozkład substancji organicznych lecz jednocześnie usuwa azot i blokuje rozpuszczalne w wodzie fosforany),
- materiału niedostatecznie rozdrobnionego,
- materiałów skażonych metalami ciężkimi, pozyskiwanych np. z okolic dróg o dużym nasileniu ruchu,
- materiałów wcześniej konserwowanych chemicznie np.: skórki pomarańczy, bananów i innych cytrusów.

Miejsce przeznaczone pod kompostowanie powinno być nieco wzniesione, by zabezpieczyć powstający kompost przed zalewaniem wodą opadową. Ważnym jest także ocienienie przyzmy przez drzewa lub krzewy i osłonięcie od wiatru. Niezwykle użytecznym krzewem jest Bez czarny, który pochłania zapachy powstające podczas procesu rozkładu substancji organicznych.

Proces kompostowania może przebiegać w przyzmach, w kompostownikach wykonanych własnoręcznie, w termokompostownikach. W każdym przypadku, w ogrodzie, należy przewidzieć miejsce składowania materiałów przeznaczonych do kompostowania, miejsce właściwego kompostowania oraz miejsce składowania gotowego kompostu.

### **Rysunek 1. Przykładowe kompostowniki.**



### PRZEBIEG KOMPOSTOWANIA

Na dnie układamy 20 cm warstwę połamanych gałęzi o grubości 1-5 cm, najgrubsze układając na spodzie. Następnie nasypujemy warstwę materiału którego zadaniem będzie

pochłaniać wodę wymywającą z górnych warstw substancje mineralne. Może to być torf, ziemia ogrodowa, słoma lub częściowo rozłożony kompost. Powyżej układamy warstwy materiału, przekładane ziemią ogrodową, drobno rozkruszoną gliną lub iłem w ilości 5% objętości przymy. Dobrze jest dodawać też nieco gotowego kompostu z wcześniejszej przymy. Po osiągnięciu wysokości 120 cm (przy dobrym dostępie powietrza), przymę okrywamy ziemią lub innym materiałem, profilując ją tak aby woda opadowa ściekała do wnętrza przymy. Niektórzy proponują polewać tak przygotowaną przymę, gnojówką roślinną z pokrzywy, rumianku i krwawnika. Na zimę, przymę okrywamy materiałem izolacyjnym, co umożliwi dalszy rozkład materiału.

#### WYKORZYSTANIE KOMPOSTU

Właściwie dojrzały kompost, poza brązową barwą, wydziela przyjemny zapach, zbliżony do zapachu próchnicy leśnej. Jego cząstki nie muszą być całkowicie rozłożone. Jedynie, stosując go do kwiatów doniczkowych lub jako komponent do wysiewu nasion, doprowadzamy do pełniejszego rozkładu a następnie przesiewamy na sicie. Do tych zastosowań możemy wymieszać go z piaskiem i gliną w równych ilościach. W ogrodzie, kompost rozprowadzamy na powierzchni gleby w ilości 10 litrów kompostu na 2 m<sup>2</sup> a następnie mieszamy go z jej górną, ok. 10cm warstwą. Podczas sadzenia drzew i krzewów, "zaprawiamy" dołki, wsypując kompost na dno. Ziemię, którą zasypujemy bryłą korzeniową, mieszamy z kompostem w stosunku 1:1.

## Opis systemów zbiórki odpadów.

### A. System worków jednokomponentowych 20 – 1500 litrów - załadunek ręczny.

W polskim systemie zbierania poszczególnych frakcji odpadów stosuje się różne worki: począwszy od 20 litrowych worków przeznaczonych do gromadzenia drobnych odpadów z punktów obsługi ludności do worków 1500 litrowych tzw. Big – Bagów przeznaczonych do zbiórki odpadów do powtórnego przerobu.

Najczęściej stosowanymi workami do zbiórki odpadów końcowych są worki 110 litrowe. Na terenie Miasta Hajnówka obecnie PUK Sp. z o.o. odbiera zmieszane odpady w tych właśnie workach. Ponadto worki plastikowe o objętości 110 litrów stosowane są do zbiórki poszczególnych frakcji odpadów.

### Rysunek 1. Worki do zbiórki odpadów wyselekcjonowanych.



Podstawowymi zaletami stosowania worków plastikowych 110 litrowych są:

- Niski koszt zakupu w porównaniu do zakupu i utrzymania pojemników i kontenerów,
- Możliwość ich stosowania w terenach gdzie nie ma specjalistycznego sprzętu technicznego do transportu odpadów, a posiadany jest sprzęt typowo rolniczy tj. zestaw składający się z ciągnika rolniczego i przyczepy,
- Możliwość objęcia zorganizowanym systemem gromadzenia odpadów większej ilości gospodarstw domowych niż w przypadku zastosowania pojemników i kontenerów, których koszty zakupu i utrzymania są znacznie większe,
- Krótki okres biodegradacji na składowiskach odpadów,

Inną formą worków jednokomponentowych są worki BIG-BAG. Ich podstawowe zalety to:

- Gromadzone w nich jednorodne odpady frakcji łatwo zbywalnych np.: butelki PET, puszki aluminiowe ulegają sprasowaniu,
- Niewielka waga zgromadzonych surowców,
- Możliwość czasowego składowania surowców znajdujących się wewnątrz worków na otwartej przestrzeni.

Wadami stosowania worków Big – Bag są:

- Konieczność posiadania odpowiednio dużych pomieszczeń wewnątrz budynków do ustawienia worków,
- Konieczność stosowania przestrzennego środka transportowego.

### Rysunek 2. Worki typu Bib-Bag.



Do odbioru odpadowych polimerów powinien być zastosowany przestrzenny zestaw transportowy.  
**Rysunek 3. Transport worków typu Bib-Bag.**



**B. System worków wielokomponentowych 100- 1500 litrów - załadunek ręczny.**

Na terenie miasta zastosowanie będą miały również worki wielokomponentowe służące do zbiórki różnych surowców. Worki powinny mieć widoczne oznaczenia i opis informujący o rodzajach surowców do wrzucania. Na terenie gmin, miast i powiatów, które wprowadziły już zintegrowane systemy zbiórki odpadów najczęściej stosuje się następujące rodzaje oznaczeń na workach wielokomponentowych:

- Puszki aluminiowe i butelki PET,
- Polimery,
- Makulatura i tektura,
- Odpady końcowe na składowisko.

**Rysunek 4. Worki do zbiórki odpadów wyselekcjonowanych.**



**C. System pojemników jednokomponentowych 60 – 340 litrów - załadunek grzebieniowy.**

W polskim systemie zbierania poszczególnych frakcji odpadów stosuje się dwa podstawowe rodzaje pojemników małej objętości:

- Standardowe pojemniki SM 110 wykonane według normy branżowej BN-82/9392-02. Dotychczas pojemniki te były produkowane jako stojące pojemniki. Obecnie wprowadzane są pojemniki z układem jezdnym co znacznie ułatwia obsługującym je brygadom przetaczanie do samochodów. Pojemnik SM na

odpady stałe wykonane są zazwyczaj z blachy ocynkowanej o grubości 0,8 lub 1 mm, wzmocniony podłużnymi tłoczeniami oraz pierścieniem z blachy ocynkowanej o grubości 3 mm.

**Rysunek 5. Pojemniki SM 110.**



- Obecnie coraz większą popularność zdobywają wykonane z polietylenu niskiej gęstości. Cechuje je duża odporność mechaniczna, trwałe zachowanie funkcji użytkowych i estetycznych, odporność na niskie temperatury i chemikalia, łatwość obsługi, duże zróżnicowanie pojemności (od 60 do 340 litrów) co pozwala na ściśle dostosowanie pojemników do indywidualnych potrzeb użytkowników. Wszystkie barwniki i tworzywa używane w produkcji pojemników nie zawierają kadmu, ołowiu lub innych pierwiastków szkodliwych dla środowiska. Wyposażone są w jednoosiowy układ jezdny, są odporne na uderzenia i wstrząsy. Pojemniki te cechują się bardzo wysoką estetyką wykonania i kolorystyki stosowanych barwników. Dzięki wprowadzaniu na tereny wywozu tego rodzaju pojemników znacznie zwiększa się procent gospodarstw podpisujących umowy na wywóz nieczystości stałych. Związane jest to z mentalnością społeczną, która „nakazuje” posiadanie podobnie „pięknego” pojemnika jak mój sąsiad. Pojemniki wykonane z LDPE stają się częścią wizerunku danej posesji.

**Rysunek 6. Pojemniki wykonane z LDPE.**



#### **D. System pojemników wielokomponentowych 60 - 340 litrów - załadunek grzebieniowy.**

Podobnie jak w przypadku worków plastikowych istnieje możliwość zastosowania pojemników wielokomponentowych. Jednak ze względu na bardzo wysokie koszty zakupu można rozważać jedynie możliwość zakupu ww. pojemników bezpośrednio przez mieszkańców.

Odmianą pojemnika wielokomponentowego jest pojemnik przeznaczony do gromadzenia odpadów biologicznych.

**Rysunek 7. Pojemniki przeznaczone do gromadzenia odpadów biologicznych.**





Pojemniki te dzięki zastosowaniu w nich bocznych niewielkich (sitowych) otworów umożliwiają przepływ tlenu - dokonuje się wtedy wstępny proces kompostowania.

**E. System pojemników jednokomponentowych PA 1100 litrów z typowym załadunkiem widłowym.**

Wprowadzając zintegrowany system gospodarki odpadami należy założyć wykorzystanie ww. pojemników do zbiórki odpadów końcowych, a po dokonaniu modernizacji do zbiórki selektywnej.

W celu poprawy standardu i estetyki proponuje się zastosowanie pojemników wykonanych z tworzywa sztucznego LDPE o pojemności 1100 lub oraz ocynkowanych również 1100.

**Rysunek 8. Pojemniki o pojemności 1100 l.**



**F. System pojemników wielokomponentowych 1100 l z typowym załadunkiem widłowym.**

Istnieje możliwość łącznego zbierania szkła, puszek aluminiowych i polimerów w jednym pojemniku odpowiednio oznakowanym tzw. system DUALNY.

**G. System jednokomponentowych pojemników "Dzwon" 1000 – 4000 l - załadunek dźwig boczny.**

Docelowo system segregacji odpadów na terenach „reprezentacyjnych” w mieście Hajnówka powinien być obsługiwany przez kontenery typu DZWON o pojemności dostosowanej do potrzeb.

Rysunek 9. Pojemniki typu „Dzwon”.



**H. System wielokomponentowych pojemników „Dzwon” 1000 - 4000 l - załadunek dźwig boczny.**

Istnieje możliwość łącznego zbierania szkła, puszek aluminiowych i polimerów w jednym pojemniku odpowiednio oznakowanym.

**I. System kontenerów jednokomponentowych 4000- 7000 l - załadunek hakowy lub Heising.**

Na terenie miasta Hajnówka stosuje się kontenery wymienne typu KP7. Kontenery te przeznaczone są do gromadzenia i wywozu odpadów komunalnych przy pomocy samochodów wyposażonych w urządzenia załadunkowe typu hakowego lub bramowego.

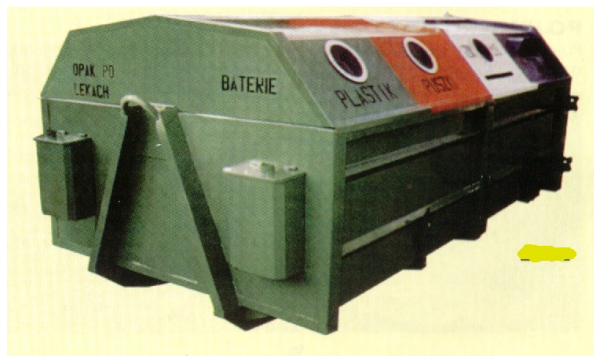
Rysunek 10. Pojemnik typu KP-7.



#### J. System kontenerów wielokomponentowych 4000- 7000 l - załadunek hakowy lub Heising.

Istnieje możliwość łącznego zbierania szkła, puszek aluminiowych, polimerów i makulatury w jednym kontenerze odpowiednio oznakowanym.

Rysunek 11. Pojemnik typu KP-7S.



#### K. System kontenerów i prasokontenerów jednokomponentowych 20.000 – 40.000 litrów – załadunek MULTILIFT.

Powodem rozpoczęcia w Polsce stosowania kontenerów wielkogabarytowych jest ich największa przydatność do Centrów Odzysku Surowców jako pojemników bazowych przeznaczonych do gromadzenia surowców do zbytu. Wielkie rozmiary powodują wzrost ekonomiki transportu surowców, a wyposażenie powyższych kontenerów w prasę dodatkowo potęguje ten efekt.

Rysunek 12. Pojemnik i prasokontenery o dużej pojemności.



#### L. System atestowanych beczek 200 litrowych

Beczki atestowane 200 litrowe stosowane są w gospodarce odpadami jako pojemniki do gromadzenia odpadów problematycznych np.: lekarstw, flamastrów, taśm magnetofonowych i wideofonicznych, opakowań po środkach ochrony roślin itp. Bezczyki atestowane powinny znajdować się pod ścisłym nadzorem i stosowane tylko i wyłącznie na terenach Centrów Odzysku Surowców.

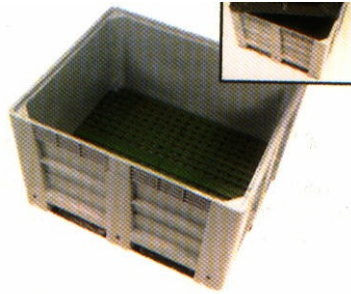
Rysunek 13. Pojemnik beczkowe.



**M. System atestowanych zbiorników i pojemników EURO o pojemności od 920 do 1000 litrów.**

Pojemniki tego typu przeznaczone są do gromadzenia na terenie punktów skupu lub Centrów Odzysku Surowców odpadów problematycznych takich jak: akumulatory, odpady zaolejone itp. Pojemniki tego typu zbudowane są na podstawie posiadającej wymiary takie jak palety EURO (stąd nazwa pojemników) i wykonane są z polietylenu niskiej gęstości.

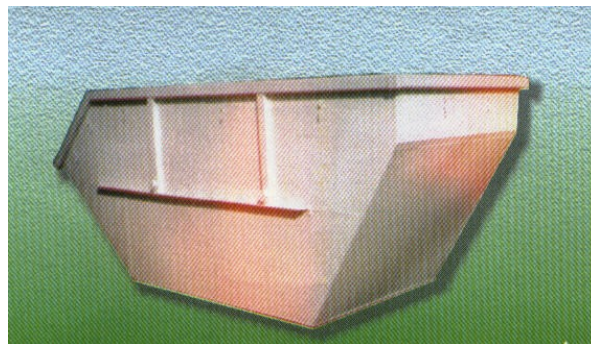
**Rysunek 14. Pojemnik EURO.**



**N. System specjalistycznych muldów.**

MULDA to różnego rodzaju pojemniki na odpady budowlane, gruz, ziemia, piasek. Przystosowane są one do hakowego lub bramowego systemu załadunku.

**Rysunek 15. Pojemnik typu MULDA.**



**O. System specjalistycznych pojemników na odpady szpitalne, świetlówki itp. o objętości od 30 do 1000 litrów.**

W przypadku odpadów szpitalnych stosowane są pojemniki o objętości 30 lub 60 litrów. Pojemniki te wykonane są z polietylenu i są pojemnikami jednorazowego użytku. Po napełnieniu zostają one szczelnie zamknięte i w takiej formie muszą być dostarczane do spalarni odpadów szpitalnych. Pojemniki na pozostałe odpady problematyczne różnią się wielkością, a także stosowanym systemem opróżniania.

Rysunek 16. Pojemnik na odpady szpitalne, niebezpieczne, itp.



P. Szafy kontenerowe do składowania w workach zużytej odzieży i obuwia.

Rysunek 17. Szafy kontenerowe.



## 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 wydzielenia 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 przyzmacach 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.

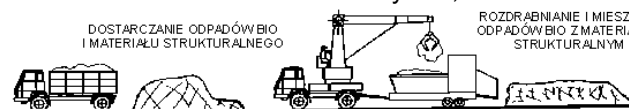
W Polsce kompostownie odpadów nie segregowanych mają już dużą tradycję. Były to kompostownie polowe systemu kieleckiego, kompostownie ze wstępnym rozdrabnianiem w rozdrabniarkach młotkowych typu HAZEMAG oraz kompostownie bez rozdrabniania systemu DANO. Pierwsza instalacja tego systemu została oddana 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.

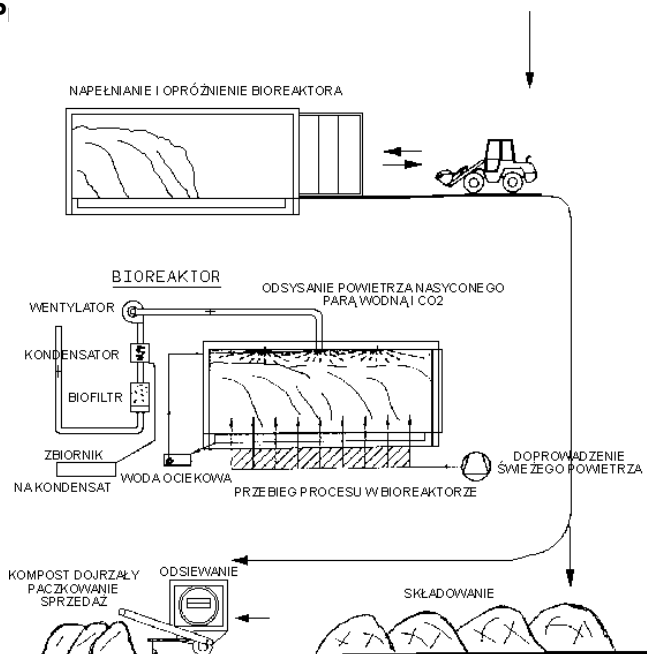
Niewątpliwie przyszłość należy do kompostowni przerabiających wydzielone z odpadów frakcje organiczne pozbawione niepożądanych zanieczyszczeń. Do kompostowania według tej technologii nadają się:

- 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. Każdy stanowi metalowych, a każdy stanowi metalowych, a każdy stanowi metalowych, a każdy stanowi metalowych, a każdy stanowi metalowych, a



Rysunek 1. P



### 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.



## Wybrani odbiorcy odpadów niebezpiecznych.

Tabela 1. Odbiorcy odpadów niebezpiecznych.

Lp.	Odbiorca odpadów	UWAGI
1.	„ABBA EKOMED” Poznańska 152; 87- 100 Toruń Tel. 0- 56 654 70 71	Unieszkodliwianie termiczne, Mechaniczne, chemiczne, zestawianie, zeszkliwanie.
2.	BIONIKA Sp. Z o.o. 85-082 Bydgoszcz , ul. Zygmunta Augusta 5	Przeterminowane leki
3.	„ BIO- ECOLOGY SERVICES” Rzymowskiego 30; 02- 697 Warszawa Tel. 0- 22 647 39 45; fax 0- 22 647 06 84	termiczne, Biodegradacja
4.	„ EKO- KRAK 2000” Romanowicza2; 30-702 Kraków Tel. 0- 12 423 50 63 fax 0- 12 412 35 89	Termiczne dot. Również rozpuszczalników Chlorowcoorganicznych
5.	„ EKO-MED” Dawida 2; 50-527 Wrocław Tel. 0-71 73 29 01; fax 0-71 67 40 76	Odkazanie odpadów szpitalnych
6.	„ EKO- NEUTRAL ” Obodrzycka 61; 61- 249 Poznań Tel/ fax 0- 61 879 98 37	Mechaniczne
7.	„ EKOPAL ” Smolańska 3; 70- 026 Szczecin Tel. 0- 91 483 67 54 fax 0- 91 482 20 04	Termiczne
8.	„ EKO SERVICE” Wał Miedzeszyński 870/5 ; 03-917 W-wa Tel.0- 22 617 64 28 fax 0- 22 617 40 89	Termiczne Biodegradacja
9.	„ EKOCEM ” w Szczecinie Tkacka 9a; 90- 156 Łódź Tel. 0- 42 678 43 64 fax 0- 42 630 22 04	Termiczne Chemiczne
10.	„ EUROCOMA” Osiedle Orła Białego 74; 61-251 Poznań Tel/fax 0-61 879 71 43	Radioaktywne szpitalne Składowanie Obróbka osadów
11.	„ HANTPOL” Wynalazek 2; 02- 676 Warszawa Tel/fax 0-22 857 40 23	Biodegradacja
12.	„ INSBUD MONTANA” Sulejowska 55; 00-006 W-wa Tel. 0-22 673 11 71; fax 0-22 673 11 73	Neutralizacja azbestu
13.	Instytut Metali Nieżelaznych Złotoryjska 194; 59- 220 Legnica Tel.0-76 876 59 24; fax 0-76 876 69 65	Chemiczne
14.	Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu Gliwicka 29; 44-153 Sośnicowice Tel. 0-32 238 75 84; fax 0-32 238 75 03	Termiczne unieszkodliwianie Przeterminowanych środków Ochrony roślin
15.	Instytut Przemysłu Organicznego Annopol 6; 03- 236 Warszawa Tel.0-22 811 12 31; fax 0-22 811 07 99	
16.	„ IZOPOL ”	Deponowanie wyrobów

Plan Gospodarki Odpadami dla miasta Hajnówka.

	Gnieźnierska 4; 88-340 Trzemeszno Tel. 0-52 315 43 30; fax 0-52 315 60 17	Azbestowych
17.	Jednostka Ratownictwa Chemicznego Kwiatkowskiego 8; 33-101 Tarnów Tel. 0-14 37 27 30	Chemiczne
18.	„MAYA” Trakt Lubelski 131; 04-790 W-wa Tel/fax. 0- 22 612 61 00 ;	Unieszk. Mechaniczne Odbiera Światłówki, lampy sodowe, ręciowe
19.	„MB RZESZÓW” Rejtana 10; 35- 310 Rzeszów	Termiczne Biodegradacja

Lp.	Odbiorca odpadów	UWAGI
20.	„ODCZYNNIKI” Mełgiewska 18; 20- 234 Lublin Tel. 0-81 746 23 59	Chemiczne
21.	„POLSKIE ODCZYNNIKI CHEMICZNE” Sowińskiego 11; 44-101 Gliwice tel. 0-32 31 20 81, fax 0-32 31 26 80	Chemiczne
22.	„PORT SERVICE” mjr. H.Sucharskiego 75; 80-958 Gdańsk tel.0-58 343 79 77; fax 0-58 343 74 02	Chemiczne Biodegradacja
23.	„PRUSZKÓW” B. Prusa 35; 05- 800 Pruszków Tel. 0-22 758 64 81; fax 0-22 758 17 80	Chemiczne
24.	„RADMOR” Hutnicza 3; 81-215 Gdynia Tel. 0-58 623 23 71	Chemiczne
25.	„ROKITA” Sienkiewicza 4; 56-120 Brzeg Dolny Tel. 0-71 319 25 68; fax 0-71 319 23 34	Chemiczne Termiczne
26.	„SANSERW” Dąbrowszczaków 1; 80-374 Gdańsk Tel. 0-58 553 07 71	Termiczne
27.	„SHIPCLEAR” 5 Lipca 32; 70-376 Szczecin tel. 0-91 484 35 90; fax 0-91 487 91 70	Zużyte oleje, odpady lakiernicze, przeterminowane leki, rozpuszczalniki
28.	„TUZAL” Morsztyna 7; 05-075 Wesola- Zielona K/Warszawy Tel. 0-22 773 42 90; fax 0-22 773 48 08	Termiczne Chemiczne Mechaniczne
29.	„UGT” Polna 44/10; 00-635 Warszawa Tel./fax 0-22 825 53 99	Termiczne Mechaniczne „KKK”
30.	UTIL Plac Zygmunta Starego 4/2 05- 825 Grodzisk Mazowiecki tel/fax 0-22 755 61 29	Odpady polakiernicze, Przeterminowane kosmetyki i leki.Światłówki azbest itp
31.	„WASTER” Malinowo II. 83-110 Tczew Tel.0-90 50 98 46	Termiczne
32.	„WASTROL” Romana Maya 1; 61-371 Poznań Tel/fax 0-61 874 10 07	Termiczne
33.	Zakład Utylizacyjny Reduta Żbik 5; 80-761 Gdańsk Tel. 0-58 301 10 21 fax 0-58 301 24 51	Termiczne Biodegradacja

## Składowanie odpadów zmieszanych.

### Zasady lokalizacji składowisk.

Składowiska powinny być lokalizowane na terenach o naturalnie trudno przepuszczalnym podłożu. Większość składowisk w Polsce lokalizuje się nieprawidłowo przeważnie w wyrobiskach po eksploatacji piasku i żwiru o podłożu łatwo przepuszczalnym. Niemieckie wytyczne określają to jako "bariera geologiczna", która oznacza naturalne, dostępne podłoże, aż do dolnej warstwy podłoża składowiska oraz w okolicy składowiska, które, dzięki swym właściwościom i rozmiarom, zapobiega rozprzestrzenianiu się substancji szkodliwych.

### Uszczelnienie składowisk.

Uszczelnienie techniczne podłoża składowisk odpadów komunalnych we wszystkich krajach europejskich wykonywane jest w systemie kombinowanym - dwuwarstwowo:

- geomembrana z HDPE o grubości z reguły 2 mm (Niemcy 2,5 mm),
- uszczelnienie mineralne o grubości 60 do 100 mm, odpowiednio przygotowane i układane warstwowo o współczynniku filtracji  $1 \times 10^{-9}$  m/s.

Konieczność podwójnego uszczelnienia wynika z założenia, że uszczelnienie materiałami sztucznymi nie daje gwarancji absolutnej szczelności "na zawsze".

Geomembrany powinny być chronione przed mechanicznymi obciążeniami z warstwy drenażowej. Uzyskuje się to dzięki geowłókninie ochronnej o grubości od kilku milimetrów do 1 cm w zależności od wysokości składowanych odpadów - odciążenia podłoża.

W Polsce uszczelnianie składowisk opiera się na Instrukcji nr 337 ITB z 1995 r. pt. "Projektowanie przesłon izolacyjnych na składowiskach odpadów komunalnych".

**Tabela 1. Oznaczenie systemów przesłon.**

Oznaczenie	System przesłony
1	POJEDYNCZA - mineralna
2	POJEDYNCZA ZŁOŻONA - syntetyczna + mineralna
3	PODWÓJNA - syntetyczna oddzielona drenażem od mineralnej
4	PODWÓJNA ZŁOŻONA - dwie (syntetyczna + mineralna) oddzielone drenażami

**Tabela 2. Dobór przesłon w zależności od warunków geologicznych i wielkości składowiska.**

Warunki geologiczne	Wielkość składowiska		
	MAŁE do 2 ha powierzchni 100 tys. m <sup>3</sup> pojemności	ŚREDNIE do 10 ha powierzchni 800 tys. m <sup>3</sup> pojemności	DUŻE powyżej 10 ha powierzchni 800 tys. m <sup>3</sup> pojemności
BARDZO DOGODNE I DOGODNE	1	1-2	1-2
MAŁO DOGODNE	2	2	2-3
NIEDOGODNE	2	2-3	3-4

Wody opadowe infiltrując przez złożę odpadów tworzą odcieki o silnym ładunku zanieczyszczeń. Odcieki zawierają głównie związki azotu i fosforu, stąd ich charakterystyczną cechą jest duże zapotrzebowanie biologiczne i chemiczne tlenu. Stężenie odcieków zależy od rodzaju odpadów, ich podatności na rozpuszczanie, chemiczny i biologiczny rozkład oraz ilość przepływającej przez nie wody.

Ilość odcieków określa się w uproszczeniu następującym wzorem:

$$Q = N - O_p - P \text{ [mm/m}^2\text{]}$$

gdzie:

- Q** - ilość odcieków,  
**N** - przeciętny roczny opad na jednostkę powierzchni składowiska,  
**O<sub>p</sub>** - spływ powierzchniowy na jednostkę powierzchni składowiska,  
**P** - wielkość ewapotranspiracji (parowania) na jednostkę powierzchni składowiska.

Przyjmuje się, że ilość odcieków stanowi 20-50% wielkości opadu średniorocznego, dolne wartości odnoszą się do składowisk wyposażonych w kompaktory, górne w spycharki gąsienicowe.

Odcieki ze składowisk odpadów charakteryzują się w porównaniu ze ściekami komunalnymi wysoką koncentracją składników organicznych i nieorganicznych. Stopień koncentracji waha się jednak mocno w zależności od rodzaju i składu odpadów, od wieku składowiska oraz od metody zakładania składowiska. Wody gruntowe i wody powierzchniowe należy chronić przed dostępem wód odciekowych i stale nadzorować pod kątem wystąpienia możliwych zanieczyszczeń.

Odcieki na składowisku przechwytywane są przez system drenażu. Przeważnie drenaż wykonywany jest z rur drenażowych o średnicy 30 cm wykonanych z HDPE, ułożonych w warstwie filtracyjnej z gruboziarnistego żwiru 8/32 mm - 16/32 mm. Warstwa drenażowa chroniona jest zazwyczaj geowłókniną filtracyjną zatrzymującą ziarniste zanieczyszczenia wytrącane ze złoża odpadów.

Ujmowane drenażem odcieki za pośrednictwem studzienek zbiorczych zbiornika bezodpływowego mogą być kierowane do miejskiej oczyszczalni ścieków, do lokalnej oczyszczalni lub recyrkulacją na złożo odpadów. Recyrkulacja odcieków na złożo odpadów intensyfikuje procesy rozkładu substancji organicznej odpadów w warunkach beztlenowych i przyspiesza wdrażanie stabilnej fazy metanogennej.

### Odwodnienie powierzchni składowiska.

Oprócz odpowiedniego ukształtowania powierzchni składowiska zapewniającego spływ powierzchniowy wód opadowych, niżej warstwy rekultywacyjnej nad geomembraną uszczelniającą układa się warstwę odwadniającą ze żwiru o wysokim współczynniku filtracji lub maty drenażu powierzchniowego.

### Gospodarka gazowa składowisk.

Mechanizm rozkładu beztlenowego stałych organicznych odpadów komunalnych w złożu składowiska jest złożonym dynamicznym procesem biochemicznym niedostatecznie jeszcze rozpoznany. Wiadomo, że głównymi czynnikami wpływającymi na produkcję gazu jest zawartość substancji organicznych w odpadach, podatność ich na rozkład, wilgotność i temperaturę w złożu.

W wyniku zachodzących w złożu składowiska procesów rozkładu substancji organicznych w warunkach głównie beztlenowych powstaje biogaz. Jego zawartość podano w tabeli poniżej.

**Tabela 3. Przeciętny skład biogazu ze składowisk komunalnych.**

Lp.	Składnik	Wzór chemiczny	Ciężar jednostkowy g/m <sup>3</sup>	Udział w objętości całkowitej w %	Średnia produkcja godzinowa g/godz.
1	Metan	CH <sub>4</sub>	370	52	5709,1
2	Dwutlenek węgla	CO <sub>2</sub>	860	44	13269,8
3	Tlenek węgla	CO	19	1,5	21,6
4	Wodór	H <sub>2</sub>	1,4	1,5	21,6
5	Siarkowodór	H <sub>2</sub> S	0,15	0,01	2,3
6	Amoniak	NH <sub>3</sub>	0,08	0,01	1,2

Źródło: Szpad R. Prognozowanie produkcji biogazu z odpadów.

Ilość wytwarzanego biogazu na składowiskach po pięciu początkowych latach rozkładu szacuje się na 15-20 m<sup>3</sup>/tonę rok oraz 4-8 m<sup>3</sup>/tonę rok podczas dalszych 5-30 lat. Powszechnie uważa się, że możliwy do osiągnięcia stopień odzyskania gazu ze składowisk wynosi maksymalnie 40-45% produkcji.

Biogaz ze składowisk stanowi poważne źródło zagrożenia środowiska poprzez:

- wybuchowość przy zawartości 5-15% metanu w powietrzu,
- złowny charakter mieszaniny - siarkowodoru,
- utrudnianie (eliminację) rozwoju roślinności na rekultywowanym składowisku poprzez wypieranie tlenu z systemu korzeniowego.

W dotychczasowej praktyce budowy i eksploatacji składowisk powstający w złożu gaz migrował z większą lub mniejszą swobodą do atmosfery. Wprowadzenie zagęszczania odpadów za pomocą kompaktorów oraz izolacja złoża odpadów również na jego powierzchni powoduje konieczność budowy instalacji odgazowujących.

Przy małych składowiskach stosuje się odgazowanie bierne za pomocą np. okien odgazowujących - wycinki w uszczelnionej powierzchni składowiska, wypełnione żwirem gruboziarnistym. Przy dużych składowiskach stosuje się odgazowanie aktywne, które może być wykonywane w trakcie eksploatacji lub po zakończeniu eksploatacji w postaci studni odgazowujących lub sond wbijanych lub wkręcanych. Pionowe przewody odgazowujące mogą być zakończone kominkiem wentylacyjnym lub palnikiem. W sytuacji

wykorzystywania gazu, buduje się sieć gazową z elastycznych przewodów, studzienkę zbiorczą, zbiornik odwadniający oraz stację wentylatorów umożliwiającą wymuszone - podciśnieniowe ujmowanie gazu.

Dla dezodoracji gazu przed odprowadzeniem do atmosfery wykonuje się biofiltry - złożę z żużla i kompostu utrzymującego wilgotność na poziomie ok. 40%. Najnowsze przepisy niemieckie wymagają spalania gazu w temperaturze min. 1200°C przy czasie przepływu przez pochodnie min. 0,3 s.

Wykorzystanie energetyczne gazu następuje głównie poprzez spalanie w silnikach gazowych zblokowanych z generatorami prądu elektrycznego. Wartość opałowa gazu surowego po wstępnym oczyszczeniu - odwodnienie i odsiarczenie - wynosi średnio 16 MJ/m<sup>3</sup>. Otrzymanie gazu o wysokiej wartości opałowej 40 MJ/m<sup>3</sup> i składzie odpowiadającym gazowi ziemnemu wymaga poddania go procesowi oddzielania CO<sub>2</sub>. Zaznaczyć jednak należy, że ujmowanie biogazu i jego wykorzystanie jest uzasadnione tylko w przypadku składowisk o dużej chłonności i eksploatowanych ponad 10 lat. Według Dyrektywy UE 91/156/CEE obowiązek ten dotyczy składowisk biologicznie aktywnych przyjmujących powyżej 10000 ton odpadów rocznie.

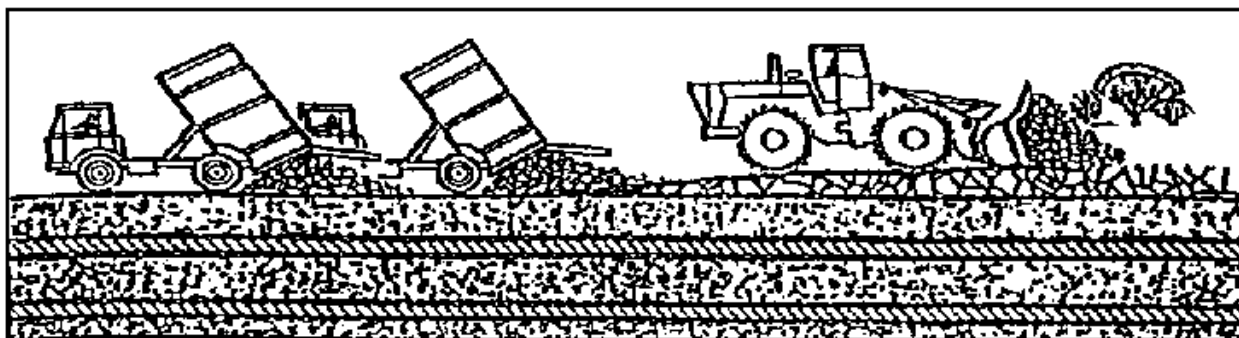
Składowiska odpadów komunalnych są zaliczane do obiektów mogących pogorszyć stan środowiska w związku z powyższym ich realizacja na etapie warunków technicznych zabudowy i zagospodarowania terenu oraz na etapie projektu budowlanego - wykonawczego wymaga opracowania Oceny oddziaływania na środowisko. Wymagane jest również opracowanie Instrukcji eksploatacji składowiska.

Najistotniejsze elementy minimalizujące negatywny wpływ na środowisko:

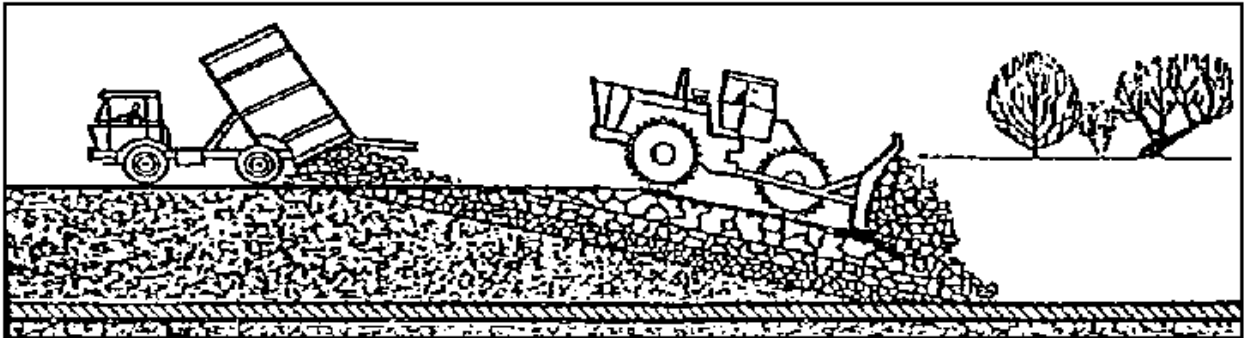
- Składowanie odpadów należy dokonywać w kwaterach otoczonych wałem osłonowym i uzbrojonych w izolację podłoża, instalacje przechwytywania odcieków i odgazowanie złoża. Wielkość kwatery powinna umożliwić składowanie odpadów w okresie nie dłuższym niż 5-6 lat.
- Ogrodzenie terenu siatką drucianą o wysokości 2,0 m z nabudową z 5-8 rzędów drutu kolczastego, ogrodzenie spełnia dodatkową funkcję - przechwytywania lekkich części odpadów unoszonych wiatrem.
- Pas zieleni izolacyjnej niskiej i wysokiej obsadzonej wewnątrz ogrodzenia na zewnętrznym stoku wału osłonowego o łagodnym nachyleniu 1:3.
- Stanowisko kontroli i ewidencji ilości i rodzaju przyjmowanych odpadów z wagą samochodową.
- Brodzik dezynfekcyjny dla wszystkich pojazdów opuszczających składowisko.
- Podstawowy sprzęt technologiczny - kompaktor spełniający równocześnie trzy funkcje: plantowanie, zagęszczanie i rozdrabnianie odpadów.
- Składowanie odpadów na działkach roboczych o powierzchni ograniczającej do minimum powierzchnie czynną nie izolowaną.
- Na działkach roboczych plantować i zagęszczać odpady sukcesywnie cienkimi warstwami 30-50 cm.
- Po wypełnieniu działki zagęszczonymi odpadami przykrywać ją warstwą materiału izolacyjnego grubości ok. 15 cm.
- Monitoring zanieczyszczeń - polega na poborze prób i przeprowadzaniu analiz wody z otworów piezometrycznych umieszczonych na kierunku spływu wód gruntowych przed i za składowiskiem, jak również na poborze i przeprowadzaniu analiz powietrza atmosferycznego.
- W otoczeniu składowiska występuje strefa uciążliwości - bezpośrednich znaczących oddziaływań, której zasięg jest uzależniony od wielkości składowiska, kierunku wiatrów oraz od właściwego urządzenia i eksploatacji. W strefie tej następuje opadanie pyłów i mikroorganizmów emitowanych z powierzchni składowiska, podwyższone stężenie metanu, a także intensywność odorów i zanieczyszczeń mikrobiologicznych w stosunku do wartości dopuszczalnych lub zalecanych

Poniżej przedstawiono przykładowe systemy zrzutu odpadów.

**Rysunek 1. System powierzchniowy - zrzut odpadów na powierzchni działki i rozprowadzenie ich równoległymi warstwami.**



Rysunek 2. System czołowy (europejski) - zrzut odpadów na górze działki i rozprowadzenie ich w dół - tworzenie nasypu czołowego.



Rysunek. System wsteczny (amerykański) - zrzut odpadów u podnóża działki i rozprowadzenie ich ku górze.

