

# Wykład ODPADY

Beata Grabowska

strona www: [home.agh.edu.pl/~graboska](http://home.agh.edu.pl/~graboska)

## Szkodliwość odpadów

O **szkodliwości odpadów** decyduje:

- składnik najniebezpieczniejszy, który określa przynależność odpadów do odpowiedniej kategorii szkodliwości,
- toksyczność i szkodliwość odpadu dla organizmów żywych,
- właściwości rakotwórcze,
- zagrożenie dla wód powierzchniowych i gleby,
- zanieczyszczenie atmosfery przez odpady pyłące,
- łatwość zapłonu.

**Podział odpadów wg stopnia szczególnego zagrożenia:**

- odpady grożące zakażeniem (drobnoustroje chorobotwórcze),
- odpady grożące skażeniem (promieniotwórcze),
- odpady szczególnie szkodliwe dla środowiska – uznane przez ministra zdrowia za trucizny,
- surowce, produkty i inne materiały uznane za nieprzydatne do wykorzystania gospodarczego.

2

## Klasyfikacja odpadów w świetle unormowań prawnych

Podstawą klasyfikacji odpadów są dobrane kryteria o charakterze fizykochemicznym – chemicznym, biologicznym, technologicznym, ekonomicznym.

### 1). Klasyfikacja odpadów według Ustawy o odpadach z kwietnia 2001, załączniki 1-6:

- o szkodliwości decyduje składnik najniebezpieczniejszy,
- określona jest technologia postępowania z tym odpadem.

### 2). Klasyfikacja odpadów według Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 27 września 2001 w sprawie katalogu odpadów, podział na 20 grup (tabela)

- kod 6 cyfrowy,
- odpady niebezpieczne oznaczają się \*

3

### 3) Jednolita klasyfikacja odpadów w Polsce opracowana przez Siutę na podstawie klasyfikacji międzynarodowej, regionalnej EKG

Odpady dzieli się na grupy (wspólne pochodzenie i właściwości), typy (podobne pod względem głównych składników), gatunki (określające fizykochemiczne i biologiczne właściwości), rodzaje (specyficzne właściwości w ramach gatunku), odmiany (jeśli trzeba).

#### GRUPY:

1. Odpady zwierzęce,
2. Odpady zwierzęce powstające w chowie, przetwórstwie, obrocie
3. Odpady z produkcji roślinnej,
4. Odpady drzewne,
5. Odpady wydobywcze kopalni,
6. Odpady przetwórcze kopalni
7. Odpady żywności roślinnej w przetwórstwie i obrocie,
8. Odpady tekstyliów,
9. Odpady włókien naturalnych,
10. Odpady włókien syntetycznych,
11. Odpady drewna,
12. Odpady papieru i kartonu,
13. Odpady ropy i jej pochodnych,
14. Odpady chemiczne,
15. Odpady gumy,
16. Odpady szkła,
17. Odpady metali żelaznych,
18. Odpady metali nieżelaznych,
19. Złom sprzętu technicznego,
20. Osady ściekowe,
21. Odpady budowlane,
22. Odpady paleniskowe, pyły, szlamy,
23. Zanieczyszczona ziemia,
24. Osady denne,
25. Odpady komunalne,
26. Odpady radioaktywne,
27. Odpady inne.

4

## Ekonomiczne skutki wykorzystania surowców wtórnych

- **Eliminowanie zanieczyszczenia Środowiska naturalnego,**
- **Zwiększenie bazy surowcowej** gospodarki narodowej,
- **Obniżenia kapitałochłonności i energochłonności** pozyskiwania i przetwórstwa surowców,
- **Zmniejszenie zużycia materiałów** oraz kosztów produkcji w wyniku wyeliminowania zanieczyszczenia Środowiska odpadami.
- **Niekorzystne skutki:**
  - Przetwarzanie może być bardzo pracochłonne,
  - Stosowanie specjalistycznych maszyn,
  - Przetwórstwo surowców wtórnych jest trudniejsze,
  - Gorsze cechy technologiczne surowców wtórnych – obniżenie wskaźników jakościowych i użytkowych,
  - Dodatkowe koszty przerobu.

5

## Historia gospodarki odpadami

Okres	Działanie
8000 do 9000 lat p.n.e.	
320 r. p.n.e.	Ateny - pierwsze przepisy - codzienne czyszczenie ulic, naczynia na nieczystości
400 r. p.n.e.	Hipokrates - związek między higieną a zanieczyszczoną wodą i epidemiami
90 r. n.e.	Cesarstwo Rzymskie - Domitian - polowanie na robactwo
69-79 r. n.e.	Cesarstwo Rzymskie - Vespasian - nakaz ustawienia publicznych nocników
300 r. n.e.	Rzym - 144 publiczne toalety
1000 lat zastoju	
VI-XIV w n.e.	Europa - zarazy, w ciągu krótkiego czasu (1347-1352) zmarło ok. 25 mln ludzi, co stanowiło 1/3 ludności Europy w tym okresie
XV w.	Europa - zalecenia rad miejskich - brukowanie ulic, kary, pojemniki na odpady, kary, palenie zwłok
1850 - 1890	Sommelweiss, Thilenius, Pasteur, Koch - wykryli bakterie, wirusy oraz dowiedli, że ich rozprzestrzenianie się zależy od warunków higienicznych
1831-1873	Prusy - tworzenie technologii i nadzoru nad zanieczyszczeniami, Anglia - spalarnia śmieci

## Plan wykładu:

### WPROWADZENIE

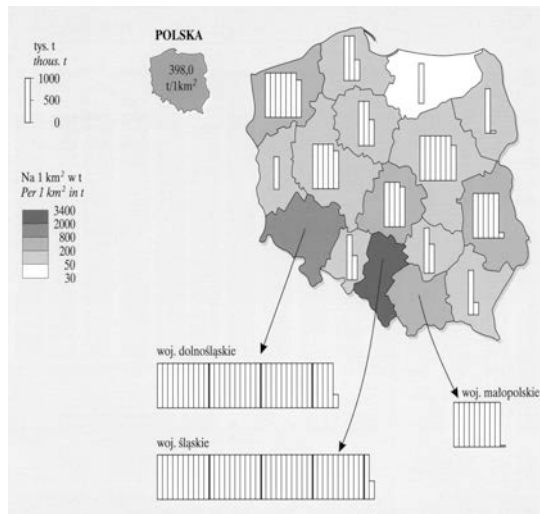
1. Ograniczenia powstawania odpadów
2. Klasyfikacja odpadów (Odpady komunalne, Odpady przemysłowe, Odpady górnictwa węgla kamiennego, Mineralne surowce odpadowe, Odpady energetyczne, Odpady z tworzyw sztucznych, Odpady z przemysłu odlewniczego, Odpady elektroniczne, Odpady niebezpieczne)
3. Monitoring odpadów
4. Metody badań odpadów
5. Transport odpadów
6. Segregacja odpadów
7. Składowiska odpadów (Lokalizacja składowiska, Podział składowisk, Wpływ składowiska na środowisko, Budowa składowiska, Eksploatacja składowiska)
8. Metody wykorzystania odpadów (Kompostowanie, Spalanie)
9. Unieszkodliwianie odpadów (Unieszkodliwianie odpadów poprzez składowanie, Unieszkodliwianie odpadów metodami termicznymi, Unieszkodliwianie odpadów poprzez kompostowanie)
10. Krajowy Plan Gospodarki Odpadami

### Literatura

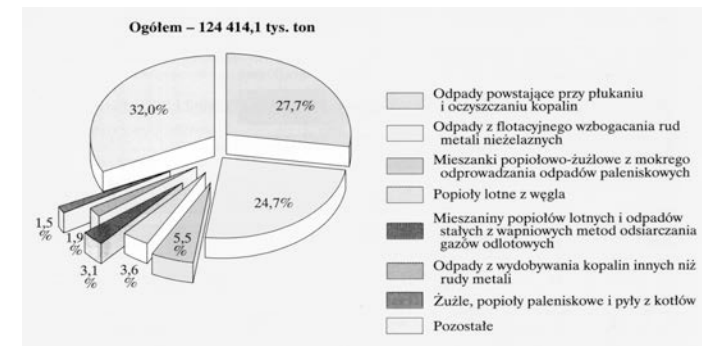
Rosik-Dulewska Cz.: Podstawy gospodarki odpadami. Wydawnictwo Naukowe PWN. W-wa 2008.  
Skalmowski K. i inni: Poradnik gospodarowania odpadami, Wydawnictwo Verlag Dashöfer. W-wa 2009.  
Bilitewski B., Härdtle M. K.: Podręcznik gospodarki odpadami. Wyd. Seidel-Przywecki, W-wa 2003.

## Historia gospodarki odpadami

Okres	Działanie
1892 r.	Hamburg - epidemia cholery wywołana wodą pitną z sieci. Odszkodowanie 430 mln złotych marek
1893 r.	Hamburg - spalarnia śmieci
Przełom XIX i XX wieku - energetyczne wykorzystanie odpadów, po raz pierwszy wprowadzono recykling odpadów	
1898 r.	Nowy Jork - sortownia odpadów Berlin, Hamburg, Monachium - wprowadzenie ręcznych sortowni odpadów. Przy pomocy kombinacji sił bębnowych i taśmociągów sortownia w Monachium przerabiała ok. 300 Mg odpadów dziennie
Lata sześćdziesiąte XX wieku - nowoczesna gospodarka odpadami: małe wysypiska, uporządkowane składowiska, kompostownie, spalarnie odpadów, recykling odpadów	
27 kwietnia 2001 r.	Polska - sejm uchwalił ustawę o odpadach, która zawiera szereg regulacji i rozwiązań obowiązujących w UE (Dz.U. Nr 62 poz.628)



W Polsce według danych GUS w roku 2007 zostało wytworzonych ogółem 134 497 tys. Mg wszystkich odpadów, w tym 10 083 tys. Mg odpadów komunalnych, 124 414,1 tys. Mg odpadów z wyłączeniem odpadów komunalnych, z czego 95 025,9 tys. Mg (76%) poddano odzyskowi, unieszkodliwiono 24 962,9 tys. Mg (20%), zmagazynowano czasowo 4425,3 tys. Mg (3,6%). Największe ilości odpadów powstają obecnie przede wszystkim w województwach: dolnośląskim, śląskim i małopolskim.



Najwięcej odpadów powstaje w energetyce, dla której bazę paliwową stanowi węgiel kamienny i brunatny. Są to głównie stałe produkty spalania, tj. żużel i popiół, zwane zwyczajowo odpadami paleniskowymi.

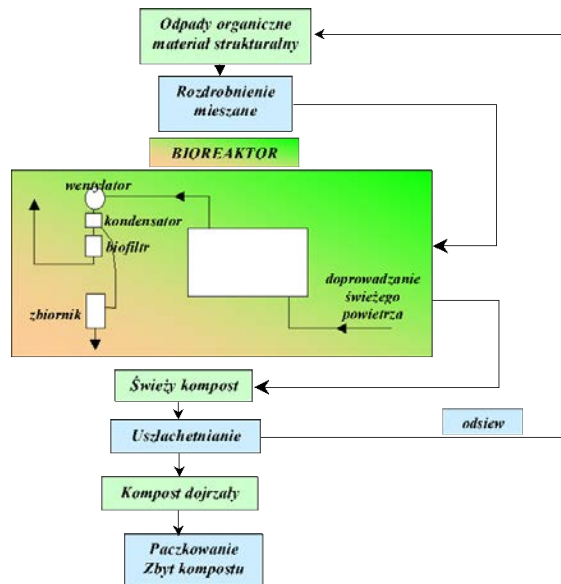
## Rodzaje recyklingu

- **Recykling chemiczny** – przetworzenie odpadów na materiały o innych właściwościach fizykochemicznych (np. wytworzenie materiału termoizolacyjnego z makulatury),
- **Recykling surowcowy** – przetwarzanie materiałów i wyrobów odpadowych do postaci surowców, z których zostały wytworzone; pod wpływem temperatury następuje rozkład organicznych materiałów odpadowych (np. z butelki PET można odzyskać kwas tereftalowy i glikol),
- **Recykling materiałowy** – odzyskiwanie z odpadów tworzyw sztucznych, które nadają się do ponownego przetworzenia (reglanulaty),
- **Recykling termiczny** – spalanie odpadów z tworzyw sztucznych z odzyskaniem energii,
- **Recykling organiczny** – obróbka tlenowa (w tym kompostowanie) lub beztlenowa odpadów, które ulegają rozkładowi biologicznemu w kontrolowanych warunkach przy wykorzystaniu mikroorganizmów (metan).

## Proces kompostowania

- **Kompostowanie** polega na rozdrobnieniu i oddzieleniu substancji gnijących od odpadów komunalnych, wypełnieniu z innymi substancjami organicznymi i poddaniu reakcji rozkładu mikrobiologicznego.
- Rozkład może przebiegać w sposób tlenowy i beztlenowy za pomocą bakterii termofilnych, promieniowców i grzybów.
- **W kompostowaniu zachodzą dwa procesy biochemiczne:**
  - mineralizacji** – utlenienie substancji do ditlenku węgla, wody, azotanów, siarczanów i innych składników, jest to proces egzotermiczny;
  - humifikacji** – syntezy składników rozkładu w wielkocząsteczkowe substancje próchnicze.
- **Proces kompostowania prowadzony w warunkach naturalnych:**
  - pryzmy otwarte bez wstępnego przygotowania,
  - otwarte z wstępnym przygotowaniem,
  - otwarte lub osłonięte ze wstępnym sterowaniem procesu rozkładu,
  - osłonięte czasowo lub stale.
- **Technologia PP** (przyspieszonego przyzmoiania): wstępne kompostowanie w „compostainer” pod zadaszeniem przez 4 tygodnie, masa jest 3x przerzucana, czas dojrzewania kompostu na odkrytym placu przez 8 tygodni.
- Kompostowanie z udziałem bioreaktorów (schemat): np. reaktory kolumnowe Multibaco: 8 dni we więzy i dojrzewanie w przyzmach przez 6 tygodni.

■ Schemat kompostowania:



### Charakterystyka odpadów komunalnych

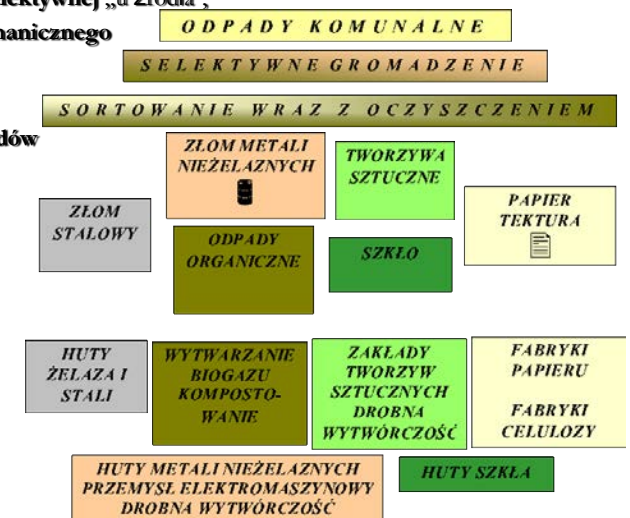
- **Znaczna zmienność ilościowo – jakościowa** w cyklu wieloletnim i porach roku,
- **Duża niejednorodność składu surowcowego i chemicznego OKS** w postaci mieszanej (bez selektywnej zbiórki) i w pozostałości po selektywnej zbiórce,
- **Potencjalne zagrożenie skażeniem** związane z obecnością drobnoustrojów,
- **Niestabilność, podatność na gnienie frakcji organicznej** uwodnionej (odór),
- **Obecność odpadów niebezpiecznych** (chemikalia domowe, przeterminowane leki, zużyte baterie, świetlówki),
- **Zanieczyszczenie poszczególnych składników odpadów komunalnych** substancjami niebezpiecznych (metale ciężkie).

### Składowanie

- **Składowiska odpadów obojętnych i niebezpiecznych;**
- **Składowujemy to czego nie da się odzyskać aktualnie.**
- **Odpady gęsto upakowane** w uszczelnionych kopcach, okopach ograniczają wyciek i emisję gazów ( $CH_4$ ,  $CO_2$ ),
- **Wykorzystanie procesów mikrobiologicznych** biegnących z wytworzeniem metanu jako bioreaktorów (wykorzystanie jako paliwo),
- **Niskie koszty składowania,**
- **Możliwość przeróbki w przyszłości,**
- **Nowoczesne składowiska odpadów** powinny być zlokalizowane na podłożu nieprzepuszczalnym (bez wycieku), uwzględniając warunki demograficzne, topograficzne, geologiczne, klimatyczne.

### Gromadzenie i usuwanie odpadów komunalnych

- **Selektywna zbiórka i segregacja (zmniejszenie o 30%) realizowana:**
- metodą zbiórki selektywnej „u źródła”,
- w zakładach mechanicznego sortowania,
- sortowanie na wysypiskach odpadów (ręcznie).





## Przykłady technologii kompleksowego przerobu OKS

- **Przykład realizowania zasady komplementarności:**  
-centrum odzysku współpracujące ze spalarniami w Paryżu, ze stacją przetwarzającą oraz ze składowiskiem; **Efekt:** rentowne odzyskiwanie materiałów, efektywna praca spalarni, energia do sieci państwowej, odpowiednia chłonność wysypiska;
- **System Wabio:** utylizacja odpadów komunalnych, osadów ściekowych i wyselekcjonowanych odpadów z ferm hodowlanych; selekcja odpadów u Źródła, degradacja materii w bioreaktorze, bakterie metanogenne przetwarzają substancje organiczne w biogaz i humus, proces biodegradacji trwa 15-20 dni, mieszanie substancji zachodzi poprzez zwracanie biogazu, osad jest pasteryzowany i odwadniany i może być stosowany jako nawóz;
- **Przerób odpadów na paliwo stałe:** segregacja, wydzielenie frakcji palnej, suszenie, formowanie (brykiety, bele); **Efekt:** niższa emisja zanieczyszczeń niż przy spalaniu całej masy odpadów.
- **Fermentacja metanowa w komorach bez dostępu powietrza:**  
-produkty: biogaz i naturalny nawóz organiczny,  
-przetwarzanie selektywnie zbieranych odpadów komunalnych, osadów ściekowych, odpadów zielonych i rolniczych,  
-związki organiczne w temp. 35 °C zostają zhydrolizowane do prostych związków i biogazu (65% metanu, 35% dwutlenku węgla).

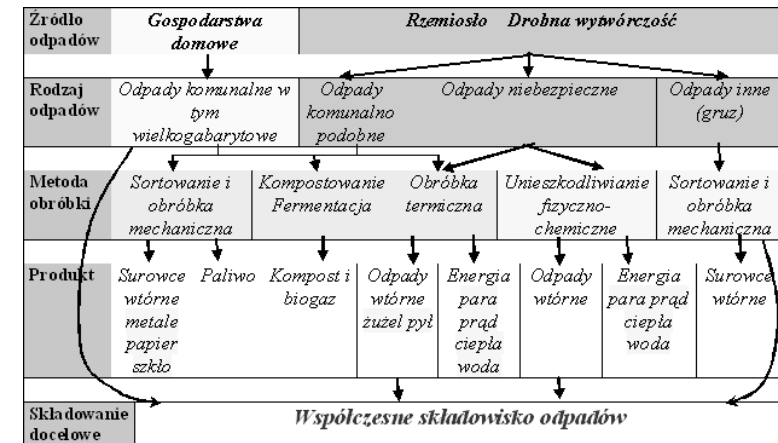
17

## Działania z odpadami przemysłowymi

- **W ramach R-14** (Inne działania polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części):  
-wypełnianie terenów (zapadliska, nieeksploatowane odkrywkowe wyrobiska),  
-wykorzystanie w podziemnych technikach górniczych (posadzka, wzmocnienia, stabilizacja wyrobisk);
- **W ramach R-15** (Przetwarzanie odpadów w celu ich przygotowania do odzysku, w tym recyklingu):  
-zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny,  
-termiczne przekształcenie.
- **Niewykorzystane odpady są składowane** (13,4% w 2005r., przejściowo gromadzone (3,2% w 2005r.)
- **Najwięcej odpadów przemysłowych gromadzi się** na terenie woj. katowickiego, legnickiego, wałbrzyskiego, krakowskiego;
- **Wybudowano stacje pras błota** (Przeworsk),
- **Wykorzystano 2 mln ton odpadów poliflotacyjnych** do rekultywacji gruntów.
- **Największą ilość odpadów przemysłowych w Polsce stanowią odpady górnicze** (43%) i odpady z energetyki (15%).

19

## Technologie kompleksowego przerobu odpadów komunalnych



## Mineralne surowce odpadowe (MSO)

- To odpady stałe powstające w procesach wydobywania, wzbogacania i przetwarzania kopalin.
- **MSO to około 90% wszystkich odpadów poprodukcyjnych, w przemyśle paliwowo – energetycznym to 58%.**
- **Struktura odpadów przy wydobyciu surowców mineralnych:**  
-węgiel kamienny 50%  
-rudzi metali nieżelaznych 43%  
-pozostałe surowce mineralne 7%.
- **MSO dzieli się na:**  
-odpady górnicze,  
-odpady przerobcze,  
-odpady wtórne przerobcze (energetyczne, żużle techniczne)

20

## Odpady górnictwa węgla kamiennego

- Po 2000r. zmniejsza się ilość odpadów deponowanych w Środowisku.
- **Skład chemiczny** jest zróżnicowany, zależy od warunków geologicznych złoża:
  - odpady wydobywcze ~6% ogólnej masy
  - odpady przerobcze ~94% (z sortowania, płukania i flotacji).
- **W odpadach powęglowych występują:**
  - skały ilaste** (kaolinit, illit, kwarc, chloryt), 70% całkowitej ilości odpadów,
  - mułowce** to utwardzone skały osadowe o średnicy ziarna 0,1 – 0,01 mm występują zwykle w odpadach przerobczych,
  - piaskowce** to osadowe skały o różnych ziarnach i lepiszczu,
  - odpady przerobcze** stanowiące główną masę produkowanych odpadów,
  - odpady gruboziarniste i drobnoziarniste,**
  - odpady flotacyjne.**

21

## Odpady niebezpieczne

- **Występują** w zakładach przemysłowych wytwarzane mogą być w rolnictwie, przez transport, w laboratoriach badawczych, w szpitalach.
  - Kategorie odpadów niebezpiecznych są określone w **załącznikach 1-6 ustawy o odpadach z 2001** wraz z nowelami (zał. 2 – składniki odpadów, które powodują, że odpady są niebezpieczne).
  - Eliminacja zagrożeń stwarzanych przez odpady polega na bezpiecznym unieszkodliwianiu.
  - Przez wiele lat ubiegłego wieku odpady niebezpieczne wprowadzane były do Środowiska w sposób niekontrolowany.
  - **Bazylejska konwencja** o Transgranicznym Przemieszczeniu Odpadów Niebezpiecznych zahamowała pozbywanie się niebezpiecznych odpadów przez kraje wysoko rozwinięte na rzecz krajów trzeciego Świata.
  - **Charakterystyka odpadów niebezpiecznych:**
    - palność,
    - korozyjność,
    - reaktywność (zdolność do eksplozji, wydzielanie gazów toksycznych),
    - ekotoksyczność – reakcje między odpadami a środowiskiem zachodzące powol,
    - inne właściwości (zrańc, zakaźne, rakotwórcze, drażniące, mutagenne, utleniające).
- Klasyfikacje toksyczności** – kryterium oparte na obecności substancji toksycznej będącej na urzędowej liście trucizn.

23

## Odpady górnictwa rud metali nieżelaznych

### Rudy miedzi to okruszowane łupki miedzionośne i piaskowce, wapienie i dolomity.

- **Podstawową masę stanowią odpady po flotacyjne** (93% przerabianej rudy) – dużo CaO i metali ciężkich (Cu, Zn, Sn, Pb);
- **Największy zbiornik** tych odpadów w Europie – miejscowość: Żelazny Most,
- **Żużle miedziowe** wykorzystuje się do budowy dróg.

### Odpady z górnictwa rud cynku i ołowiu (90% całkowitej ilości przerabianej rudy):

- gruboziarniste odpady dolomitowe, 25-33% przerabianej rudy,
- odpady flotacyjne 57-65% przerabianej rudy
- odpady dolomitowe są wykorzystywane w drogownictwie i budownictwie;

### Odpady z rud siarki (Tarnobrzeg) 10% odpadów zagospodarowano do rekultywacji gruntów pogórnich.

### Odpady z górnictwa surowców skalnych:

- kruszywa naturalne (piaski i żwiry),
- kruszywa łamane, skały magmowe (bazalty) i osadowe (wapienie, dolomity).

22

## Odpady organiczne

- **Grupy odpadów organicznych o szczególnym niekorzystnym oddziaływaniu na Środowisko:**
  - **przetwórstwo surowców zwierzęcych** (zakłady mięsne, padły i zarażone bydło), odpady mięsno-tłuszczowe do produkcji pasz, włosie do produkcji szczotek, kości do produkcji Żelatyny, klejów, pasz, gnojowica – nawóz
  - odpady przemysłu drobiarskiego** w rzeźniach, w wylęgarniach, w zakładach jajczarskich, głównie przerabia się je na mączki mięsno-kostne, padły dró na mączki lub do produkcji kompostu,
  - odpady przemysłu mleczarskiego** - ścieki są obciążone serwatką (cukier, białka, sole mineralne, witaminy) przerabia się w 18%, reszta na cele paszowe; przerób serwatki metodami membranowymi – otrzymanie laktozy, syropu laktozowego, kwasów organicznych, alkoholu, biomasy, paliwa przemysłowego,
  - osady ściekowe** - Polska zobowiązała się do usuwania ze ścieków pierwiastków biogennych.
- **Metody postępowania z osadami ściekowymi:**
  - składowanie na wysypiskach,
  - unieszkodliwianie metodami termicznym,
  - wykorzystanie przyrodnicze,
  - zrzucanie do morza.

24

## Biogaz i jego produkcja

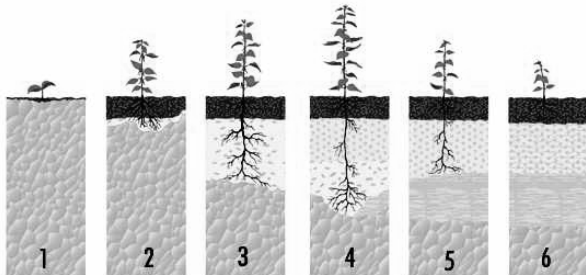
- Fermentacja metanowa jest podstawowym procesem stosowanym w przeróbce osadów ściekowych.
- **Cel:** przemiana silnie uwodnionego, lepkiego, niebezpiecznego osadu surowego w łatwo odwadniającego się, o małej lepkości osad przefermentowany.
- Połowa substancji organicznych ulega rozkładowi z wytworzeniem **biogazu**;
- **Biogaz** - cenny surowiec do produkcji energii elektrycznej i ciepłej
- Fermentacja węglowodanów:  $\text{CH}_4$  1 :  $\text{CO}_2$  1
- Fermentacja białek, aminokwasów:  $\text{CH}_4$  7 :  $\text{CO}_2$  3
- Fermentacja tłuszczów:  $\text{CH}_4$  7 :  $\text{CO}_2$  3

25

## 20. Zanieczyszczenie i skład gleb

### Skład i właściwości fizykochemiczne gleby

- **Gleba** – wierzchnia warstwa powierzchni ziemi w zasięgu oddziaływania korzeni roślinnych (1 – 1,5m) – ziemia, grunty, rola.



W glebie o małej zawartości próchnicy rośliny nie mogą prawidłowo rosnąć (1). Gdy warstwa próchniczna jest grubsza, korzenie swobodniej się rozrastają (2). Optymalne dla roślin są ziemie o warstwie próchnicznej i luźnym podglebiu (3 i 4). Źle, gdy na głębokości 0,5-0,8 m wytworzy się zbita warstwa gleby (5). Sytuację pogorszyć może gromadząca się woda gruntowa (6).

27

## Skład biogazu

**Ilość biogazu** zależy od składu chemicznego poddanych fermentacji związków chemicznych, temperatury i czasu przetrzymywania substratów w reaktorze.

### Domieszki biogazu:

- $\text{H}_2\text{S}$ : z aminokwasów zawierających związki tionowe,
- $\text{H}_2$ : powstaje w wyniku kwasogenezy;

### Skład biogazu powstającego podczas fermentacji ścieków i osadów:

- $\text{CH}_4$  55-70%
- $\text{CO}_2$  27-44%
- $\text{H}_2$  0,2-1,0%
- $\text{H}_2\text{S}$  0,2-3,0%

- **Wartość opałowa** zależy od zawartości  $\text{CH}_4$ . (wartość opałowa metanu  $35\text{MJ}/\text{m}^3$ )

- **Średnia wartość opałowa biogazu wynosi około  $21,5\text{MJ}/\text{m}^3$**

### Instalacje biogazu:

- **Odbiornikami biogazu są kotły gazowe, silniki** przystosowane do spalania gazu połączone z **prądnicą**.

## Gleba

- W glebie i w roślinach z **substancji nieorganicznej** ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O} + \text{hv}$ ) powstaje **substancja organiczna** będąca głównym pożywieniem człowieka ( $\text{CH}_2\text{O}$ )<sub>n</sub>.
- **Gleba** jest naturalnym tworem wierzchniej warstwy skorupy ziemskiej powstałym ze zwiędziny skalnej w wyniku oddziaływania na nią zmieniających się w czasie zespołów organizmów żywych i czynników klimatycznych w określonych warunkach rzeźby terenu.
- **Gleba to mieszanina składników:**
  - organicznych** – rozkładające się rośliny i substancje humusowe,
  - mineralnych** – cząstki skał wietrzejących, minerały skałotwórcze, ility, tlenki, koloidalne kompleksy,
  - gazowych** –  $\text{CO}_2$ , pary związków organicznych,
  - mikroorganizmów katalizujących wiele ważnych reakcji.**
- **Właściwości fizykochemiczne gleby** (pH, redox), **biomasa** oraz **wzrost roślin** zależą od względnych proporcji wody, gazu w porach gleby.
- W wilgotnej glebie **organizmy tlenowe są zastępowane beztlenowymi** (katalizowanie redukcji).

28

## Skład gleby

- **Gleba to mieszanina składników:**
  - organicznych** – rozkładające się rośliny i substancje humusowe,
  - mineralnych** – cząstki skał wietrzejących, minerały skałotwórcze, tlenki, koloidalne kompleksy,
  - gazowych** – CO<sub>2</sub>, pary związków organicznych,
  - mikroorganizmów katalizujących wiele ważnych reakcji.**
- **Właściwości fizykochemiczne gleby** (pH, redox), **biomasa oraz wzrost roślin** zależą od względnych proporcji wody, gazu w porach gleby.
- W wilgotnej glebie **organizmy tlenowe są zastępowane beztlenowymi** (katalizowanie redukcji).
- **Rozkład organicznych substancji szkodliwych** zależy silnie od warunków redox i dominujących gatunków mikroorganizmów.

29

## Czynniki wpływające na rozkład substancji szkodliwych

- pH,
- temperatura,
- zawartość w glebie tlenu i pożywek,
- budowa molekularna substancji skażającej i toksyczność,
- rozpuszczalność i zdolności adsorpcyjne substancji skażającej.

Organiczne substancje szkodliwe są rozkładane przez mikroorganizmy żyjące w glebie (trwałość niektórych substancji np. DDT).

Niektóre bakterie i grzyby mogą rozkładać chloropochodne organiczne – rekultywacja skażonych gruntów.

Enzymy oxygenazowe wydzielane przez mikroorganizmy mogą utleniać niektóre szkodliwe substancje organiczne.

31

## Zanieczyszczenie gleby

- **Zanieczyszczenie chemiczne Środowiska** to zjawisko, którego istotą jest zbyt wysokie stężenie zasobów w niewłaściwym miejscu i czasie, np. nawóz azotanowy wprowadzany do gleby:
  - podczas okresu rozrastania rośliny jest użyteczny – wyższe plony;
  - gdy dostanie się do wody pitnej tworzy się warstwa glonów – woda nieczysta do picia;
- **Antropopresja** – dodawanie do gleby osadów ściekowych, substancji ropopochodnych, gnojowicy, obornika, pestycydów, herbicydów, insektycydów, jak też gromadzenie w glebie chemicznych składników zanieczyszczeń atmosferycznych (np. kwaśne deszcze).
- **5 stopniowa skala zanieczyszczenia gleb:**
  - I stopień – gleby o naturalnej zawartości pierwiastków
  - II stopień – ziemia słabo zanieczyszczona,
  - III stopień – ziemia średnio zanieczyszczona,
  - IV stopień – ziemia silnie zanieczyszczona,
  - V stopień – ziemia bardzo silnie zanieczyszczona.

30

## Źródła skażenia gleby

### Źródła skażenia:

- przemysł wydobywczy** (Cu, Hg, Pb), **hutnictwo** (Fe), **górnictwo**,
- rolnictwo** – nawozy mineralne, Cd, Cr, Mn, Pb,
- środki ochrony roślin** – pestycydy, Cu, As, Hg, Pb, MN, Zn,
- środki konserwujące żywność** - As, Cu,
- kompost, obornik** - Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, As,
- ścieki komunalne** - Cd, Ni, Cu, Pb,
- zużyte ogniwa, farby, katalizatory, leki, dodatki do paliw.**

### Badania kwasowości i zawartości zanieczyszczeń gleb:

- stacje chemiczno-rolnicze na terenach wiejskich,
- laboratoria stacji sanitarno-epidemiologicznych,
- wojewódzkie inspektoraty ochrony Środowiska.

32



# Wykład 5

## Substancje szkodliwe w glebie

### Metale ciężkie

- Na terenach skażonych rośliny pobierają duże ilości szkodliwych składników mineralnych.
- Akumulacja, nadmierna zawartość:
  - azotu (warzywa),
  - cynku (seler),
  - potasu (słonecznik),
  - manganu (sałata),
  - miedzi (perz, mniszek lekarski, buraki, sałata, ziemniaki, marchew),
  - żelaza (sałata, kapusta, pomidory),
  - kadmu (rzodkiewka, sałata, burak),
  - ołowiu (seler, rzodkiewka, kalarepa),
  - inne metale toksyczne: arsen, rtęć, antymon, tal, uran.
- Toksyny w roślinach mogą się odkładać w organizmie (np. choroba Alzheimera – kumulowanie się w mózgu metali ciężkich w szczególności aluminium).

34

### Dopuszczalne zawartości metali ciężkich i azotanów

Metale toksyczne	Zawartość w mg kg <sup>-1</sup> s.m. gleby
arsen	7
kadm	3
chrom	100
olów	100
miedź	100
nikiel	50

- Nadmiar azotanów powoduje choroby krwi – wiązanie hemoglobiny;
- Niebezpieczne są nowalijki.

35

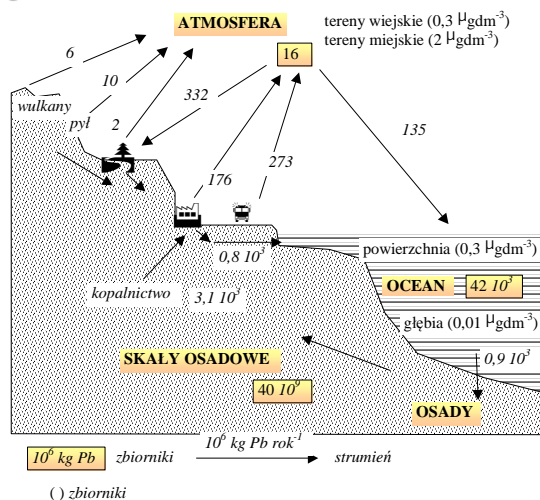
### Skażenie ołowiem

- **Pb występuje:**
  - akumulatory ołowiowe,
  - benzyna – 75% ołowiu jest emitowane do atmosfery,
  - farby, lakiery zawierające Pb,
  - składnik materiałów lutowniczych,
  - w rudach używanych do procesów wydobywczych ołowiu, stopień wykorzystania wynosi 2%,
  - na składowiskach.
- **Norma:** woda pitna < 50x10<sup>-6</sup> g na litr,
- **Choroby:**  
Ołowica – akumulowanie się w kościach (czas rozkładu 40 – 90 lat), wiąże się z aminokwasami, hemoglobiną, enzymami.

36

## Cykl obiegu ołowiu

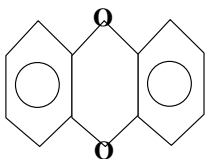
### Schemat obiegu ołowiu:



37

## Dioksyny - niebezpieczne związki organiczne

- 2 grupy związków - zanieczyszczenie powstające w trakcie produkcji niektórych chlorowanych związków organicznych lub podczas spalania związków zawierających chlor:
  - polichlorowane dibenzo p - dioksyny, PCDD (75 związków),
  - polichlorowane dibenzofurany, PCDF (135 związków),
- Działanie toksyczne objawia się zmianami skórnymi (trądzik chlorowy) oraz uszkodzeniem wątroby,
- Okres połowicznego rozpadu wynosi 7 lat, w glebie 10 lat;
- Dioksyny powstają w wielu procesach, w których jest stosowany chlor i jego związki (np. smażenie wędzienie),
- Dioksyny powstają jako produkty pośrednie podczas wytwarzania papieru, farb, tkanin (przemysł celulozowo - papierniczy), chlorowane herbicydy.
- Katastrofy: 1976r. - eksplozja w zakładach chemicznych Seveso (Włochy), zanieczyszczenie  $8 \text{ km}^2$ , śmierć zwierząt, u ludzi zaburzenia skóry i nowotwory nawet po 20 latach,



39

## Rtęć i kadm

### Rtęć - Hg

- norma:  $0,05 \times 10^{-3} \text{ g na m}^3$  powietrza
- alkilowe związki rtęci przedostają się do mózgu - zaburzenie metabolizmu układu nerwowego, zaburzenia funkcji nerek i wątroby,
- w Japonii skażenie ryb poprzez zrzut odpadów z rtęcią do morza - uszkodzenie mózgu niemowląt.

### Cynk - Zn,

- stosuje się w powłokach galwanicznych - zapobieganie korozji,
- nawóz fosforowy:  $5 - 100 \text{ mg/kg}$  zanieczyszcza glebę,
- szlamy ściekowe.

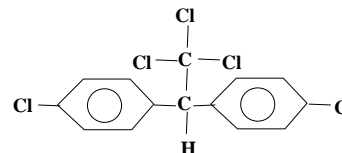
### Kadm - Cd

- Kadmowanie produktów,
  - Choroby:
    - choroba Ala-ala u Japończyków, okrzyk związany z ostrym bólem,
    - zmiękczenie kości (lumbago),
    - niewydolność nerek powodująca śmierć.
- Na zanieczyszczenie kadmem narażeni są palacze tytoniu.

38

## DDT

- 1940r. - DDT wykazywał niską toksyczność w stosunku do ludzi i był bardzo efektywny na malarię, zabijał owady,
- 1960r. - niepokój z powodu trwałości DDT i kumulacji w tkance tłuszczowej,
- Wpływ na środowisko - duże stężenie w organizmach ptaków, zmiany w ich życiu;
- 1972r. - zabronione stosowanie w USA, stosują kraje biedne,
- Skutki: owady uodporniają się na DDT,
- DDT jest w wodach Arktyki.



40

## 22. Podział i charakterystyka Ścieków

- **Ścieki** to wody wodociągowe lub opadowe zanieczyszczone wskutek działalności człowieka substancjami stałymi, płynnymi, gazowymi lub drobnoustrojami,
- Do ścieków zalicza się wody kopalniane i podgrzane chłodnicze (powyżej 40°C);
- Zbiornicze systemy kanalizacyjne odprowadzające ścieki z wielu punktów najskuteczniej zapewniają ochronę środowiska,
- Kanalizacje indywidualne (przydomowe) – postęp w higienizacji terenów wiejskich.
- **Rodzaje zanieczyszczeń w ściekach:**
  - - roztwory (jony, związki organiczne, gazy),
  - - koloidy (cząstki od 0,1µm = 0,1mm), emulsje, piana,
  - - makro i mikro zawiesiny (bakterie, plankton); hydrofilowe, galaretowate, pniące się koloidy, trudno koagulujące się (białka, polipeptydy, cząstki kału);
  - - domieszki biologiczne (bakterie, wirusy, pierwotniaki, grzyby, jaja owadów, larwy owadów);
  - - pierwiastki promieniotwórcze, <sup>40</sup>K, w litosferze <sup>87</sup>Rb.

41

## Charakterystyka Ścieków

- **Odczyn** (pH),
- **Potencjał redox**,
- **ChZT** czyli chemiczne zapotrzebowanie na tlen (równoważna ilość tlenu potrzebna do utlenienia związków organicznych do prostych form mineralnych),
- **BZT** czyli biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (miara ilości substancji organicznych w ściekach),
- TS (total solids) – całkowita zawartość ciał stałych,
- SS (suspended solids) – zawartość ciał stałych w zawieszynie,
- TP (total phosphorus),
- TN (total nitrogen),
- Ilość ścieków,
- Ładunek zanieczyszczeń:

gdzie:

$C_w$  – średnie stężenie zanieczyszczeń,  
 $C_w$  – stężenie zanieczyszczeń w wodzie,  
 $L_w$  – ładunek zani  
 $Q$  – ilość zużytej

$$C_{sr}^W = C_{sr}^{W_{H_2O}} + \frac{L^W}{Q}$$

43

## Podział Ścieków

- **Podział ścieków ze względu na pochodzenie**
  - Ścieki bytowo-gospodarcze (gospodarstwa domowe),
  - Ścieki przemysłowe (procesy produkcyjne),
  - Ścieki opadowe.
- **Inny podział ścieków:**
  - Ścieki bytowo – gospodarcze – ładunki zanieczyszczeń podawanie na 1 mieszkańca i dobę,
  - Ścieki przemysłowe – ładunki zanieczyszczeń podawanie na jednostkę surowca lub produktu finalnego,
  - Ścieki komunalne (wody odpływowe), obejmują ścieki domowe, przemysłowe, i inne:
    - średni ładunek zanieczyszczeń przeliczony na równoważną liczbę mieszkańców,
    - obejmują ludzkie odchody, rozpuszczone odpady spożywcze, mydła, detergenty, pozostałości gleby.

42

## Ścieki przemysłowe

- Skład jest bardzo zróżnicowany (rodzaj produkcji i stosowana technologia).
- Przy zakładach przemysłowych ilość i skład powstających ścieków muszą być ustalone metodą bezpośrednich pomiarów;
- Ścieki są oczyszczone w oczyszczalniach przemysłowych i kierowane do kanalizacji komunalnych (zbiorniczych).
- Toksyczne oddziaływanie substancji może zniszczyć biocenozę osadu czynnego, złoż biologicznych stąd określono maksymalne wartości wskaźników zanieczyszczenia ścieków z zakładów przemysłowych.
- Maksymalne wartości wskaźników zanieczyszczeń ścieków z zakładów przemysłowych i usługowych odprowadzanych do zbiorniczych systemów kanalizacyjnych (tabela)
- W ściekach przemysłowych podlega normalizacji:
  - temperatura (nie może być za wysoka),
  - odczyn (powinien być w zakresie 6,0 – 9 pH),
  - ilość zawiesin (zamulają przewody kanalizacyjne),
  - substancje organiczne,
  - azot amonowy (zaburzenie w procesie nityfikacji),
  - substancje rozpuszczone,
  - żelazo,
  - substancje niebezpieczne (cyjanki, siarczki, fenole, pestycydy, metale ciężkie).

44

**Maksymalne wartości wskaźników zanieczyszczeń ścieków z zakładów przemysłowych i usługowych odprowadzanych do zbiorczych systemów kanalizacyjnych**

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Ladunek zanieczyszczeń
Temperatura	<sup>0</sup> C	40
Odczyn	pH	6-10 (8-9)*
Zawiesiny ogólne	g /m <sup>3</sup>	1000 (500)**
Zawiesiny opadające po 30min sedimentacji	g /m <sup>3</sup>	10
ChZT	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	2000
Azot amonowy	g N/m <sup>3</sup>	100
Siarczki	g S/m <sup>3</sup>	1.0
Substancje rozpuszczone	g /m <sup>3</sup>	2000
Arsen	g As/m <sup>3</sup>	1.0
Cyna	g Sn/m <sup>3</sup>	2.0
Cynk	g Zn/m <sup>3</sup>	5.0
Chrom ogólny	g Cr/m <sup>3</sup>	2.0
Chrom (VI)	g Cr/m <sup>3</sup>	0.5
Kadm	g Cd/m <sup>3</sup>	0.2
Kobalt	g Co/m <sup>3</sup>	2.0

45

**Odpady płynne w produkcji rolniczej**

**Gnojowica** – zanieczyszczenia organiczne i mineralne z odchodów; ilość gnojowicy i jej skład są uzależnione od zużycia wody przeznaczonej do splukiwania stanowisk zwierząt (fermy trzody chlewnej, niosek w klatkach);

**Gnojówka** – odpad płynny powstający w czasie przechowywania obornika powstającego przy ściółkowym systemie utrzymania zwierząt gospodarskich,

**Soki kiszonkowe** – mieszanina przeterminowanych soków, odcieki w trakcie przechowywania pasz,

**Wody zawierające środki ochrony roślin** - pestycydy niszczy się podczas biologicznego oczyszczania ścieków lub przez użycie H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i UV.

47

**Maksymalne wartości wskaźników zanieczyszczeń ścieków z zakładów przemysłowych i usługowych odprowadzanych do zbiorczych systemów kanalizacyjnych**

Miedź	g Cu/m <sup>3</sup>	2.0
Nikiel	g Ni/m <sup>3</sup>	2.0
Ołów	g Pb/m <sup>3</sup>	1.0
Rtęć	g Hg/m <sup>3</sup>	0.05
Srebro	g Ag/m <sup>3</sup>	2.0
Selen	g Se/m <sup>3</sup>	1.0
Żelazo ogólne	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	20.0
Cyjanki wolne	g CN/m <sup>3</sup>	0.5
Fluorki	g F/m <sup>3</sup>	15.0
Fenole lotne	g /m <sup>3</sup>	20.0
Substancje ekstrahujące się eterem naftowym	g /m <sup>3</sup>	15.0
Związki chloroorganiczne	g Cl/m <sup>3</sup>	5.0
Insektycydy z grupy węglowodorów chlorowanych	g /m <sup>3</sup>	0.005
Insektycydy fosforoorganiczne i karbaninianowe	g /m <sup>3</sup>	0.1

\* W przypadku ścieków zawierających cyjanki i siarczki.

\*\* Przy dominującej ilości ścieków przemysłowych w kanale

46

**23. Metody oczyszczania ścieków**

- Ścieki przed wprowadzaniem do środowiska muszą być pozbawione zanieczyszczeń wpływających negatywnie na ekosystem wód naturalnych lub grunt.
- **Należy usunąć:**
  - zawiesiny i koloidy,
  - związki organiczne,
  - azot amonowy,
  - związki biogenne (biomasa, zakwity glonów),
  - drobnoustroje patogenne (bakterie, wirusy),
  - związki refrakcyjne (metale ciężkie, herbicydy, pestycydy).
- **Oczyszczanie ścieków** – urządzenia technologiczne, w których zachodzą złożone procesy jednostkowe.

48

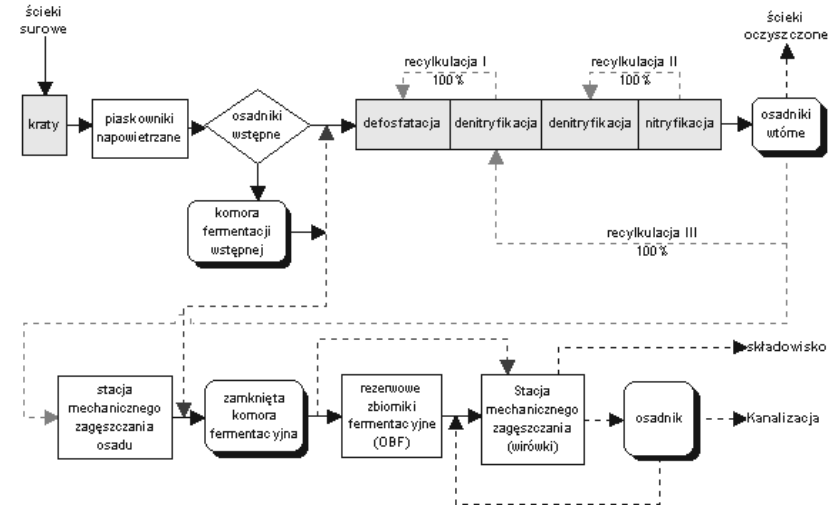


## Podział metod oczyszczania ścieków

- Procesy rozdzielania układów niejednorodnych za pomocą przegród porowatych,
- Procesy rozdzielania układów niejednorodnych z wykorzystaniem różnicy gęstości frakcji zawartych w ściekach,
- Procesy strąceniowe (mikrozawiesiny, koloidy, makrozawiesiny),
- Procesy, w których dominują przemiany chemiczne (dodawanie koagulantów),
- Procesy, w których dominują zjawiska fizykochemiczne;
- Procesy biologiczne przekształcające martwą materię organiczną w bakteryjną biomasę, potem osadzanie.

49

## Schemat blokowy oczyszczalni ścieków



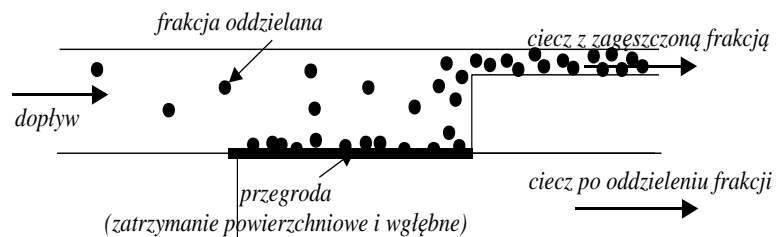
Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków „Wschód” w Gdańsku

50

## Mechaniczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków

### Rozdzielanie układów niejednorodnych za pomocą przegród,

- cedzenie (kraty, sita) i filtracja (spiek ceramiczny, tkanina filtracyjna, ziarna),
- mikro- ultra-, nanofiltracja, elektrodializa,
- odwrócona osmoza.



Zasada działania metod rozdzielania zanieczyszczeń za pomocą przegród

51

## Mechaniczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków

### Rozdzielanie frakcji z wykorzystaniem różnicy gęstości:

- sedymencja zawiesin ziarnistych** (wydzielanie pod wpływem sił ciężkości i bezwładności),
- sedymencja zawiesin kłaczkowatych** –aglomeracja w czasie opadania z cząstkami koloidalnymi i mikrozawiesinami,
- flotacja** – proces wynoszenia zawiesin hydrofobowych na powierzchnię fazy płynnej za pomocą gazów, zjawisko to zachodzi w sposób niekontrolowany i niekorzystnie wpływa na sprawność technologiczną procesów jednostkowych,
- koalescencja** – proces łączenia małych kropelek cieczy nierozpuszczalnych w ściekach występujących w stanie zdyspergowanym w krople o dużej objętości; zachodzi na powierzchni ciał stałych i jest stosowany przy oczyszczaniu ścieków deszczowych zaolejonych ze stacji benzynowych,
- koagulacja** – destabilizacja koloidów wskutek zmiany ich właściwości powierzchniowych, co umożliwia łączenie się indywidualnych cząstek w większe konglomeraty,
- flokulacja** – gromadzenie się cząstek w osadzające się skupiska (flokuly).

52

## Chemiczne oczyszczanie Ścieków (odnowa wody)

- Metody strąceniowe** – koagulacja, strącenie Ca, strącenie met. Ciężkich:
  - chemiczne (koagulacja ścieków i osadów ściekowych, chemiczne strącanie związków fosforu, strącanie wapnem, strącanie metali ciężkich);
  - biologiczne – procesy biochemiczne prowadzone przez mikroorganizmy tlenowe (bakterie, grzyby, pierwotniaki); usuwanie przez wbudowanie w biomasę organizmów lub wydalanie do atmosfery w postaci metabolitów;
- Neutralizacja** – proces doprowadzania odczynu ścieków z silnie kwaśnego lub zasadowego do obojętnego; stosuje się wapno, ługi, dolomit, węglan sodu, kwas solny lub siarkowy;
- Utlenianie i redukcja** – używano chloru i jego pochodnych (wapno chlorowane, podchloryn sodu) jako reagenta utleniającego, powstają związki o działaniu kancerogennym i mutagennym

53

## Wykład 6

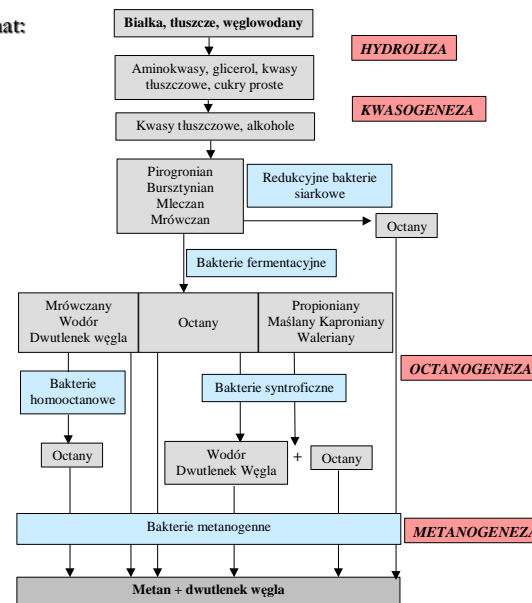
## Biologiczne oczyszczanie Ścieków

- Wykorzystuje się metabolizm organizmów roślinnych, zwierzęcych i grzybów** do transformacji zawartych w ściekach substancji organicznych i mineralnych;
- W czasie oczyszczania ścieków i przeróbki osadów ściekowych zachodzą procesy fermentacji:**
  - fermentacja kwaśna osadów wstępnych odbywa się w wyniku rozkładu węglowodanów i białek z udziałem bakterii jelitowych (kwasy dodawane do ścieków w celu zwiększenia denitryfikacji oraz usuwania fosforu metodami biologicznymi)
  - fermentacja metanowa - stosuje się głównie przy oczyszczaniu ścieków bogatych w substancje organiczne – stabilizacja osadów ściekowych oraz oczyszczanie ścieków, powstaje biogaz, który powinien być zagospodarowany
- Osad czynny** to kłaczkowate zawiesiny o składzie zależnym od wielu czynników biotycznych i abiotycznych (stężenie BZT, czas przebywania osadu w komorach wtórnych, stosunek C/N i zawartość siarczków);
  - bakterie nityfikacyjne utleniają azot amonowy do azotanów, zmniejsza się zasadowość ścieków,
  - bakterie biokumulujące fosfor,
  - bakterie nitkowate, zbyt mała liczba może powodować puchnięcie osadu.

54

## Przemiany biochemiczne w czasie fermentacji metanowej

Schemat:



## Oczyszczanie Ścieków (gdym brak zbiorczej kanalizacji)

- **Oczyszczalnie przydomowe i lokalne,**
- **Osadniki gnilne** – mechaniczne oczyszczanie ścieków, zachodzą procesy sedymentacji, flotacji,
- **Osadniki Imhofta do wstępnego oczyszczania ścieków** (konstrukcyjne oddzielenie części przepływowej i osadowej);
- **Drenaż rozsączający** - rozsącza się oczyszczone mechanicznie ścieki bytowo – gospodarcze i odprowadza do gruntu, bakterie tam zawarte je oczyszczają,
- **Filtry piaskowe,**
- **Oczyszczalnie gruntowo – roślinne,** ekosystemy bagienne, makrofiltry (*orzecina, papłka wodna, tatarak, lilie i irysy*),
- **Stawy ściekowe stabilizacyjne,** łatwa metoda biologicznego oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych,
- **Złoża biologiczne nisko obciążone ładunkiem zanieczyszczeń,** złoża torfowe, tarczowe (warstwa błony biologicznej na tarczy),
- **Oczyszczalnie z osadem czynnym.**

57

## 24. Unieszkodliwianie i postępowanie z osadami ściekowymi

- **Podział osadów:**
  - osady surowe (*wstępnym, wtórnym, mieszanym*),
  - osady biologiczne ustabilizowane (*zmineralizowane*).
- **Unieszkodliwianie osadów** polega na poddaniu ich procesom przekształcania biologicznego, fizycznego lub chemicznego aby nie stwarzały zagrożenia dla zdrowia ludności i środowiska:
  - zmniejszenie objętości osadów ściekowych (ograniczenie przykrych zapachów), dobrze zagęszcza się osady wstępne, złe osady czynne;
  - ograniczenie szkodliwego wpływu na środowisko.

59

## Produkty końcowe po oczyszczaniu ścieków

1. **Woda** z której usunięto większość ciał stałych tworzących zawiesinę, rozpuszczoną materię organiczną oraz składniki pokarmowe, po oczyszczeniu woda może zostać zrzucana do do zbiornika wodnego.
  - należy przeprowadzić chlorowanie wody** w celu eliminacji organizmów toksycznych dla fauny i flory wodnej, dla ludzi i zwierząt.
2. **Osad ściekowy** – szlam zawierający materiał biologiczny, materię organiczną, nieorganiczne ciała stałe, musi być dalej oczyszczany.

58

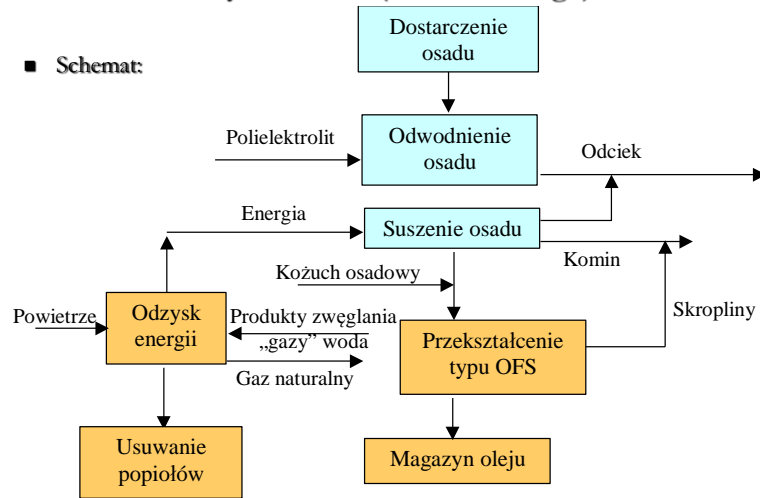
## Unieszkodliwianie osadów ściekowych

- **Stabilizacja osadów** – usunięcie związków organicznych, szybko, biologicznie rozkładalnych (fermentacja metanowa-gazy przechodzą do atmosfery),
  - Kompostowanie** – tlenowy rozkład materii organicznej przez grzyby i bakterie termofilne, są to procesy egzotermiczne (nawet 70°C), musi być odpowiedni stosunek węgla do azotu, właściwa wilgotność, warunki tlenowe,
  - koszty eksploatacyjne stabilizacji tlenowej osadów są większe niż beztlenowej, bo trzeba napowietrzać osad.
- **Higienizacja osadów** – niszczenie organizmów chorobotwórczych:
  - w Polsce prowadzi się ją przy użyciu wapna (podwyższenie pH, wzrost temperatury),
  - wada jest konieczność wstępnego odwadniania osadów.
- **Detoksykacja osadów** - procesy usuwające z osadów substancje niebezpieczne (metale ciężkie, węglowodory aromatyczne, pestycydy, rozpuszczalniki chloroorganiczne, dioksyny, furany);
  - metale ciężkie można usunąć przez sezonowanie osadów; wymywają się metale – *ługowanie biologiczne i chemiczne*;
- -spalanie osadów – ważne jest ograniczenie emisji do atmosfery pyłów, metali ciężkich, dioksyn, furanów.

60

## System OFS (oil from sludge)

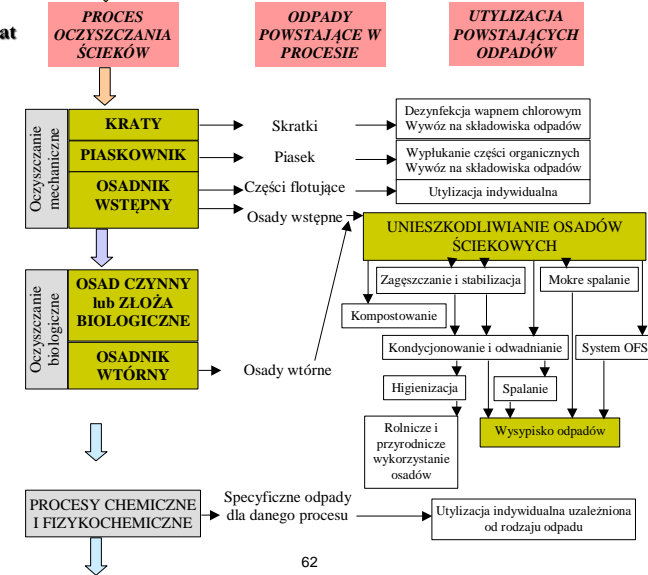
■ Schemat:



**Piroliza** – proces fizycznego i chemicznego rozkładu substancji organicznej pod wpływem ciepła w warunkach beztlenowych; otrzymuje się gaz palny, kondensat wodny i olejowy oraz pozostałość palną.

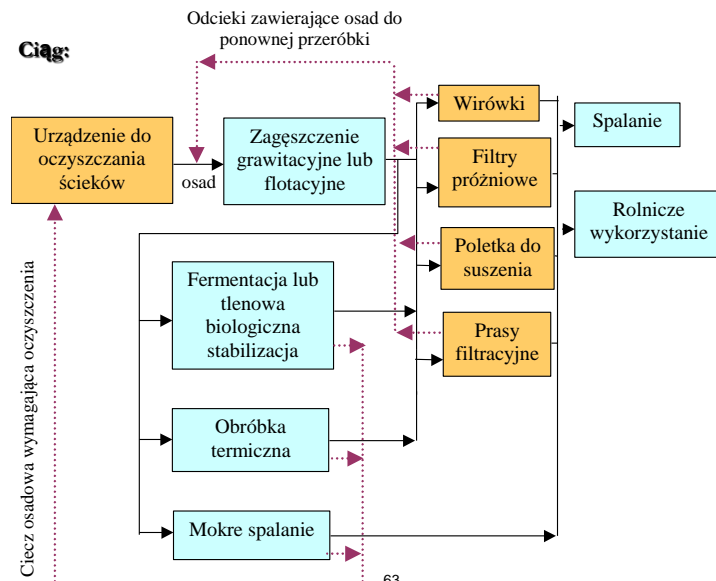
## Schemat oczyszczalni z unieszkodliwieniem ścieków

■ Schemat



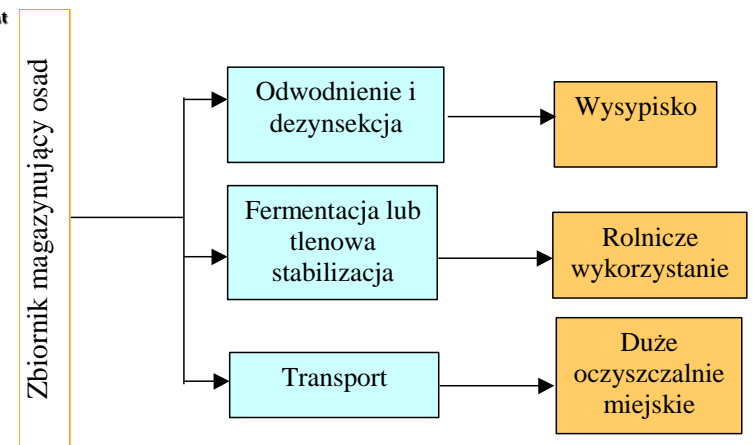
## Schemat ciągów technologicznych unieszkodliwiania osadów ściekowych

■ Ciąg:



## Zagospodarowanie osadów z małych oczyszczalni ścieków

■ Schemat





## Podstawowe pojęcia związane z gospodarką odpadami

Pojęcie	Definicja
Środowisko	ogół elementów przyrodniczych, w tym także przekształconych w wyniku działalności człowieka, a w szczególności powierzchnia Ziemi, kopaliny, wody, powietrze, zwierzęta, rośliny, krajobrazy oraz klimat
Odpady	oznaczają każdą substancję lub przedmiot należący do jednej kategorii, określonych w załączniku nr 1 do ustawy, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do ich pozbycia jest zobowiązany
Gospodarowanie odpadami	jest to zbieranie, transport, odzysk i unieszkodliwianie odpadów, w tym również nadzór nad takimi działaniami oraz nad miejscami unieszkodliwiania odpadów
Posiadacz odpadów	to każdy, kto faktycznie włada odpadami (wytwórca odpadów, inna osoba fizyczna, osoba prawna lub jednostka organizacyjna); domniemywa się, że władający powierzchnią ziemi jest posiadaczem odpadów znajdujących się na nieruchomości
Wytwarzający odpady	każdy, którego działalność lub bytowanie powoduje powstawanie odpadów oraz każdego, kto przeprowadza wstępne przetwarzanie, mieszanie lub inne działania powodujące zmianę charakteru lub składu tych odpadów

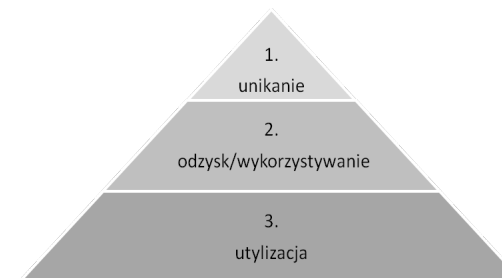
## Podstawowe pojęcia związane z gospodarką odpadami

Pojęcie	Definicja
Odzysk	są to wszystkie działania, nie stwarzające zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska, polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części, lub prowadzące do odzyskania z odpadów substancji, materiałów lub energii i ich wykorzystania, określone w załączniku nr 5 do ustawy
Recykling	wykorzystywanie odpadów jako materiału wyjściowego (jako surowce wtórne) w procesach przemysłowych. Nie obejmuje odzysku energii ze spalania odpadów
Unieszkodliwianie	polega na poddaniu odpadów procesom przekształceń biologicznych, fizycznych lub chemicznych określonym w załączniku nr 6 do ustawy w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub środowiska
Składowisko odpadów	obiekt budowlany przeznaczony do składowania odpadów. Podziemne lub naziemne miejsca ostatecznego składowania odpadów, kontrolowane pod względem różnych wymogów sanitarnych, ochrony środowiska lub innych wymogów bezpieczeństwa

## Słowniczek

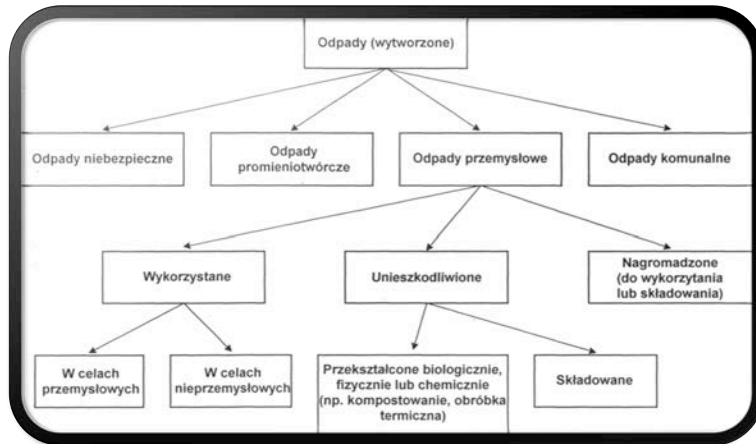
Lp.	Pojęcia polskie	Pojęcia angielskie	Pojęcia niemieckie
1.	Gospodarowanie odpadami	Waste composting	Abfallwirtschaft
2.	Odpady	Waste	Abfälle
3.	Odpady komunalne	Municipal solid waste MSW	Siedlungsabfälle
4.	Odpady niebezpieczne	Hazardous waste	Gefahrenabfälle
5.	Odpady przemysłowe	Industrial waste	Industrieabfälle
6.	Odpady promieniotwórcze	Radioactive waste	Radioaktive Abfälle
7.	Odpady obojętne	Inert waste	Inerte Abfälle
8.	Ścieki	Sewage	Abwässer
9.	Środowisko	Environment	Umwelt
10.	Unieszkodliwianie odpadów	Waste disposal	Abfallentsorgung
11.	Wykorzystanie odpadów	Utilization of waste	Abfallverwertung
12.	Wytwarzający odpady	Waste producer	Abfallverwertung

## Hierarchia postępowania z odpadami



Zapobieganie i unikanie powstawania odpadów polega przede wszystkim na opracowaniu tzw. „czystszych technologii”, których głównym celem jest stosowanie takich procesów produkcyjnych, podczas których powstawałaby co najwyżej niewielka ilość odpadów. Istotne jest również uwzględnienie wpływu na środowisko produktów wprowadzanych na rynek podczas produkowania, użytkowania i końcowego ich usuwania.

Istotne jest, by procesy związane z postępowaniem z odpadami były prowadzone za pomocą Najlepszych Dostępnych Technik (NDT).



## 1. Ograniczenia powstawania odpadów

### Metody ograniczania odpadów

w latach 50. i 60. minionego stulecia propagowano tzw. strategię rozcieńczania

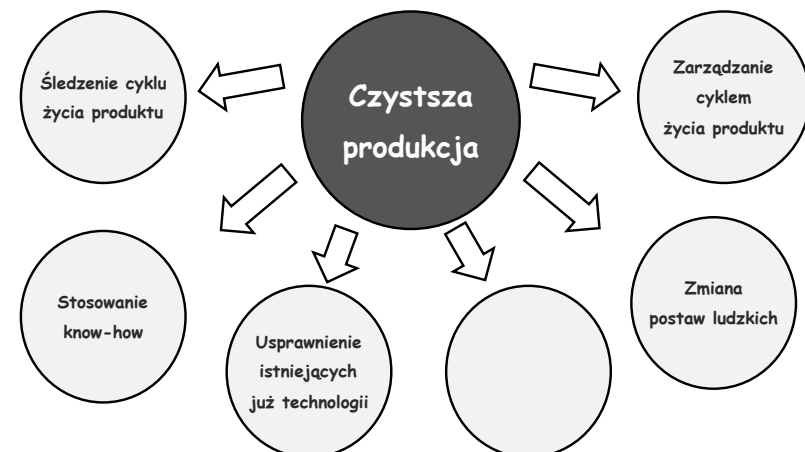
w latach 70. zmieniono sposób postępowania i dominowała już strategia tzw. filtrowania

w latach 80. prowadzono ograniczenia powstawania odpadów zwracając powstałe odpady do tego samego procesu wytwórczego lub innych procesów wytwórczych jako materiału wsadowego albo wykorzystaniu odpadów jako produktów - strategia recykulacji.

w końcu lat 90. zaczęto stosować strategię Czystszej Produkcji polegającą na postępowaniu, które prowadzi do zapobiegania powstawaniu odpadów u źródła czyli w procesach wytwórczych

### Czystsza Produkcja

Strategia Czystszej Produkcji obejmuje nie tylko problemy ekologiczne, ale także oddziaływanie na środowisko wszystkich czynników związanych z produkcją.



## Przeszkody

Oceniono, że emisje i odprowadzenie zanieczyszczeń mogą być zmniejszone o 40-60% przez znane niedrogie techniki i technologie czystszej produkcji.

Istnieją przeszkody w ich realizacji wynikające:

- z „natury politycznej” - 60% (biurokratyczne, postawy zachowawcze, ignorancja, zła informacja, braki legislacyjne),
- przeszkody finansowe - 30% (subwencje dla gospodarki odpadami i opory przemysłu zajmującego się odpadami, brak środków finansowych),
- utrudnienia natury technicznej - tylko 10% (braki w zakresie rozwiązań technicznych).

## 2. Klasyfikacja odpadów

### Ogólny podział odpadów

Rodzaj odpadu	Konsystencja	Inne
Odpady powstające w wyniku bytowania człowieka (odpady komunalne)	Odpady stałe	Niebezpieczne
		Pozostałe
	Odpady ciekłe	Niebezpieczne
		Pozostałe
Odpady powstające w wyniku działalności gospodarczej (odpady przemysłowe)	Odpady stałe	Niebezpieczne
		Pozostałe
	Odpady ciekłe	Niebezpieczne
		Pozostałe
Osady ściekowe	Nie zależnie od konsystencji	Niebezpieczne
		Pozostałe

### Europejski Katalog Odpadów

Kod	Rodzaje odpadów
01	powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin
02	z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności
03	z przetwórstwa drewna oraz z produkcji płyt i mebli, masy celulozowej, papieru i tektury
04	z przemysłu skórzanego, futrzarskiego i tekstylnego
05	z przeróbki ropy naftowej, oczyszczania gazu ziemnego oraz pirolitycznej przeróbki węgla
06	z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii nieorganicznej
07	z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii organicznej
08	z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania powłok ochronnych (farb, lakierów, emalii ceramicznych), kitu, klejów, szczeliw i farb drukarskich
09	z przemysłu fotograficznego i usług fotograficznych
10	z procesów termicznych
11	z chem. obróbki i powlekania pow. metali oraz innych materiałów i z procesów hydrometalurgii metali nieżelaznych
12	z kształtowania oraz fizycznej i mechanicznej obróbki powierzchni metali i tworzyw sztucznych
13	oleje odpadowe i odpady ciekłych paliw (z wyłączeniem olejów jadalnych oraz grup 05, 12 i 19)
14	z rozpuszczalników organicznych, chłodziw i propelentów (z wyłączeniem grup 07 i 08)
15	opakowaniowe; sorbenty, tkaniny do wycierania, materiały filtracyjne i ubrania ochronne nieujęte w innych grupach
16	odpady nieujęte w innych grupach
17	z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych)
18	odpady medyczne i weterynaryjne
19	odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych
20	odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie

## Kryteria klasyfikacji odpadów

### 1. Ze względu na ich pochodzenie:

- odpady komunalne;
- odpady przemysłowe.

### 2. Według stopnia ich szczególnego zagrożenia:

- odpady grożące zakażeniem;
- odpady grożące skażeniem;
- odpady szczególnie szkodliwe dla środowiska – zawierające substancje szkodliwe uznane przez ministra zdrowia za trucizny lub środki szkodliwe;
- surowe produkty i inne materiały uznane za nieprzydatne do wykorzystania gospodarczego.

### 3. Ze względu na ich właściwości uwzględnia:

- odpady mineralne (zawierają nie więcej niż 1% substancji organicznej);
- odpady organiczno-mineralne (zawierają 5-50% substancji organicznej);
- odpady organiczne (udział substancji organicznej powyżej 50%).

## Podział odpadów wg Siuty na 27 grup

Nr	Grupa
1	Odehody zwierzęce.
2	Odpady zwierzęce powstające w chowie, przetwórstwie i obrocie zwierzętami.
3	Odpady z produkcji roślinnej.
4	Odpady drzewne.
5	Odpady wydobywcze kopalni.
6	Odpady przetwórcze kopalni.
7	Odpady żywności roślinnej powstające w przetwórstwie i obrocie.
8	Odpady tekstyliów.
9	Odpady włókien naturalnych.
10	Odpady włókien syntetycznych.
11	Odpady drewna.
12	Odpady papieru i kartonu.
13	Odpady ropy i jej pochodnych.
14	Odpady chemiczne.
15	Odpady gumy.
16	Odpady szkła.
17	Odpady metali żelaznych.
18	Odpady metali nieżelaznych.
19	Złom sprzętu technicznego.
20	Osady z oczyszczania ścieków i uzdatniania wody.
21	Odpady budowlane.
22	Odpady paleniskowe, pyły i słomy.
23	Zanieczyszczona ziemia.
24	Osady denne.
25	Odpady bytowo-gospodarcze (komunalne).
26	Odpady radioaktywne.
27	Odpady inne (jak np. masy formierskie i rdzeniarskie, masy ziemne gruntu usuwane w budownictwie, pozostałości po spalaniu odpadów bytowo-gospodarczych, osadów z oczyszczania ścieków oraz pozostałych odpadów w ten sposób unieszkodliwianych, pozostałości po kompostowaniu odpadów komunalnych, wykładziny podłogowe).

## Odpady komunalne stałe

Wśród odpadów komunalnych stałych można wyróżnić następujące grupy:

- odpady domowe (śmieci związane z życiem ludzi);
- odpady wielkorozmiarowe (np. lodówki, telewizory, meble);
- odpady uliczne;
- odpady z obiektów użyteczności publicznej;
- odpady z terenów zieleni zorganizowanej, pielęgnacji zieleni;
- śnieg i lód usuwany z ulic i placów w okresie zimowym;
- urobek dzienny z prac ziemnych budowlanych;
- gruz z remontów i rozbiorów budynków.

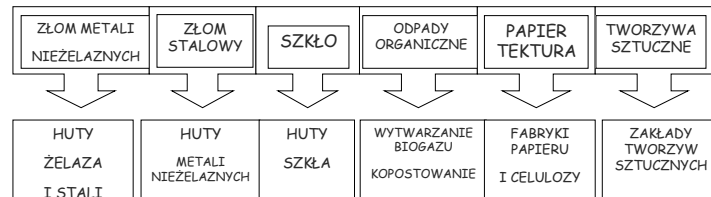
Odpady niebezpieczne w odpadach komunalnych: toksyczne, palne, wybuchowe, biologicznie czynne, zakażone mikroorganizmami chorobotwórczymi np.

1. Zużyte baterie, akumulatory
2. Odpady zawierające rtęć
3. Pozostałości i opakowanie po farbach i lakierach
4. Rozpuszczalniki organiczne
5. Środki czyszczące, wybielacze płam
6. Środki ochrony roślin
7. Zbiorniki po aerozolach
8. Przeterminowane lub częściowo wykorzystane leki
9. Skażone opatrunki, strzykawki



w odpadach komunalnych stwierdzono zawartość do 75% materiałów użytecznych.

- > odpady organiczne 31,7%,
- > frakcja drobna 21,4%:
- > papier, tektura 18,6%,
- > szkło 7,5%,
- > tworzywa sztuczne 4%,
- > metale 5%,
- > pozostałe 13,3%.



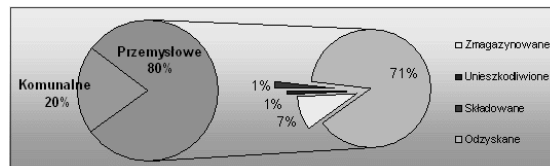
## Odpady komunalne ciekłe (ścieki)

wprowadzane do wód, do ziemi lub urządzeń kanalizacyjnych wody zużyte na cele bytowe lub gospodarcze, ciekłe odchody zwierzęce, z wyjątkiem gnojowicy przeznaczonej do rolniczego wykorzystania w sposób i na zasadach określonych w przepisach o nawozach i nawożeniu, wody odpadowe lub roztopowe z powierzchni zanieczyszczonych, w tym centrów miast, terenów przemysłowych składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów o trwałej nawierzchni, wody odciekowe ze składowisk odpadów, wykorzystane solanki, wody lecznicze i termalne, wody pochodzące z zakładów górniczych oraz wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów gospodarki rybackiej.

Wśród ścieków wyróżnić można:

- > ścieki bytowe - ścieki z budynków przeznaczonych na pobyt ludzi, z osiedli mieszkaniowych oraz z terenów usługowych, powstające w wyniku ludzkiego metabolizmu oraz funkcjonowania gospodarstw domowych;
- > ścieki komunalne - ścieki bytowe lub mieszanina ścieków bytowych ze ściekami przemysłowymi lub wodami odpadowymi i roztopowymi;
- > ścieki przemysłowe - ścieki odprowadzane z terenów, na których prowadzi się działalność handlową, przemysłową lub składową, niebędące ściekami bytowymi lub wodami odpadowymi.

## Odpady przemysłowe



Miasto	Odpady wytworzone w ciągu roku 2007 [tys. Mg]				
	Ogółem	poddane odzyskowi	unieszkodliwione		magazynowane czasowo
			razem	w tym składowane	
Polkowice	87205,9	66440,1	17851,0	13442,8	2914,8
Rybnik	4897,2	4880,8	1,7	1,7	14,7
Police	4618,9	575,6	4040,7	2645,3	2,6
Jastrzębie Zdrój	4502,2	4501,0	0,5	0,5	0,7
Katowice	3632,4	3465,6	81,8	11,5	85,0

## Odpady z górnictwa węgla kamiennego

Odpady górnictwa węgla kamiennego:

- > odpady wydobywcze (skały ilaste, mułowce, piaskowce)
- > odpady przerobcze (gruboziarniste, drobnoziarniste, flotacyjne)

Odpady z górnictwa węgla kamiennego można wykorzystywać min. do:

- > podszadania wyrobisk górniczych
- > produkcji ceramiki budowlanej i kruszyw
- > robót inżynierskich, drogowych i budowlanych
- > produkcji cementu

## Mineralne surowce odpadowe i odpady paleniskowe

### Mineralne surowce odpadowe

kopaliny towarzyszące - potencjalne surowce mineralne występujące w złożu kopaliny, dla których istnieją techniczne i technologiczne warunki do selektywnej eksploatacji odpadów górnicze stanowią skały pochodzące z robót górniczych i przygotowawczych udostępniających złożę kopaliny głównej  
 odpady przerobcze - materiał skalny wydobyty wraz z urobkiem i wydzielany w procesach wzbogacania kopaliny głównej  
 odpady wtórne przetwórcze - pozostałość po przetwórstwie kopaliny głównej, powstające w procesach wytwarzania produktów handlowych

### Odpady paleniskowe

ogromne źródło wielu wartościowych materiałów mineralnych, które powinny być wykorzystywane w maksymalnym stopniu.  
 Jednym z warunków umożliwiających realizację tego postulatu jest odpowiednie składowanie tych odpadów na wydzielonych składowiskach.

Według normy branżowej BM-79/6722-09 popioły lotne i żużle podzielono na:

- > Popioły (lotny, lotny uchwycony, lotny emitowany)
- > Żużle (pozostałość po spalaniu węgla kamiennego lub brunatnego, mieszanina popiotowo-żużlowa).

## Odpady z przemysłu odlewniczego

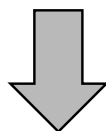
- > zużyta masa formierska i rdzeniowa (80-85%),
- > żużel (5-10%), s
- > złamy i pyły (5-10%),
- > materiały ogniotrwałe, wióry, zalewki, zużyte szpilki, zbrojenia form i rdzeni,
- > naddatki technologiczne, materiały ściernie, zużyte oleje i emulsje (5-10%).

**PYŁ** z odpylania pieców do topienia metali i stopów - stanowi niewielką część odpadów, to ze względu na zawartość w nim metali ciężkich jest zaliczany do odpadów niebezpiecznych i stanowi zagrożenie dla środowiska, a jego składowanie związane jest z dużymi kosztami.

Dla krajowych odlewni żeliwa można wyróżnić 7 grup odpadów:

1. odpady zużytej masy formierskiej;
2. pyły z odpylania pieców do topienia;
3. żużle metalurgiczne;
4. odpady poszlifieriskie;
5. odpady materiałów ceramicznych i budowlanych;
6. szlamy z odpylania;
7. inne (np. osad z oczyszczalni, materiały ściernie, zużyte emulsje i oleje).

## Odpady z urządzeń elektronicznych



- > tworzywa sztuczne,
- > metale ciężkie,
- > chlorowcopochodne,
- > metale szlachetne,
- > składników niemetalicznych (mas plastycznych, ceramiki, szkła, gumy, papieru, ebonitu, drewna),
- > tworzywa styrenowe posiadają 46% udziału w elementach z tworzyw sprzętu elektronicznego.
- > tworzywa zawierające opóźniacze palenia (17% całkowitego zużycia tworzyw sztucznych)

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz.1206) wyróżnia odpady urządzeń elektrycznych i elektronicznych podgrupa 16 02.

## Odpady niebezpieczne

Kod	Rodzaje odpadów niebezpiecznych
02 020105	Odpady z rolnictwa, sadownictwa, hodowli, rybołówstwa, leśnictwa oraz przetwórstwa żywności Odpady agrochemikaliów
03 030202	Odpady z przetwórstwa drewna oraz produkcji papieru, tektury masy celulozowej, płyt i mebli Środki do konserwacji i impregnacji drewna zawierające związki chlorowcoorganiczne
04 040103	Odpady z przemysłu skórzanego i tekstylnego Tłuszcze pogarbarskie zawierające rozpuszczalniki
05 050107	Odpady z przeróbki ropy naftowej, oczyszczania gazu ziemnego oraz wysokotemperaturowej przeróbki węgla Kwaśne smoły
06 060102	Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania związków nieorganicznych Kwas chlorowodorowy
07 070109	Odpady z przemysłu syntezy organicznej Zużyte sorbenty i osady pofiltracyjne zawierające związki chlorowców
08 080107	Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania powłok ochronnych, kitu, klejów, szpeliw i farb drukarskich Szlamy z usuwania farb i lakierów nie zawierające rozpuszczalników organicznych
09 090104	Odpady z przemysłu fotograficznego Roztwory utrwalaczy
10 100401	Odpady nieorganiczne z procesów termicznych Żużle
11 110301	Odpady nieorganiczne z przygotowania powierzchni i powlekania metali oraz procesów hydrometalurgii metali nieżelaznych Odpady zawierające cyjanki

## Odpady niebezpieczne

Kod	Rodzaje odpadów niebezpiecznych
12 120111	Odpady z kształtowania i powierzchniowej obróbki metali i tworzyw sztucznych Szlamy z obróbki metali
13 130108	Oleje odpadowe Płyny hamulcowe
14 140102	Odpady z rozpuszczalników organicznych Chlorofluoropochodne węglowodorów (freony)
16 160204	Odpady różne nie ujęte w innych grupach <b>Urządzenia zawierające wolny azbest</b>
17 17 09 01	Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz drogowych <b>odpady z budowy, remontów i demontażu zawierające rtęć</b>
18 180204	Odpady z działalności służb medycznych i weterynaryjnych Przeterminowane i wycofane ze stosowania chemikalia
19 190103	Odpady z urzędzeń do likwidacji i neutralizacji odpadów oraz oczyszczania i gospodarki wodnej <b>Popioły lotne</b>
20 200112	Odpady komunalne Farby, kleje, lepiszcza, żywice

## Odpady azbestowe

- Azbest** może występować w odpadach w następujących postaciach:
- > niezwiązanej - gruz, pył, kurz, resztki tynków, tkaniny azbestowe
  - > związanej - papa, płyty azbestowo-cementowe, płytki PVC.

Ustawa zakazująca stosowania azbestu (Dz. U. 1997, Nr 101, poz. 628; Dz. U. 2004, Nr 3, poz. 20) i towarzyszące jej rozporządzenia dotyczące sposobów bezpiecznego użytkowania oraz warunków usuwania wyrobów zawierających azbest nakazuje konieczność kontroli wbudowanych wyrobów zawierających azbest, ewentualnie usuwania uszkodzonych (Dz. U. 2004, Nr 71, poz. 649).

Przewidywana ilość odpadów azbestowych powstających w wyniku usuwania wyrobów z zawierających azbest obiektów budowlanych przedstawia się następująco:

- lata 2001-2010 - 5 413 275 Mg;
- lata 2011-2020 - 6 186 600 Mg;
- lata 2021-2030 - 3 866 625 Mg.

W Polsce nie ma naturalnych złóż azbestu. Wyroby azbestowe były produkowane z surowców importowanych z byłego ZSSR, Kanady, Włoch, Chin oraz Afryki. W latach 1955-1995 do kraju przywieziono 2 mln ton azbestu. Obecnie import azbestu jest niewielki i nie przekracza 50 ton do bardzo specjalistycznych zastosowań.

## Odpady zawierające rtęć

- > osady zawierające rtęć (05 07 01),
- > odpady zawierające rtęć (06 04 04),
- > osady siarczanu baru zawierające rtęć (06 07 03),
- > odpady z oczyszczania gazów odlotowych zawierających rtęć (10 14 01),
- > baterie zawierające rtęć (16 06 03),
- > odpady z budowy, remontów i demontażu zawierające rtęć (17 09 01),
- > odpady amalgamatu dentystycznego (18 01 10),
- > lampy fluorescencyjne i inne odpady zawierające rtęć (20 01 21).

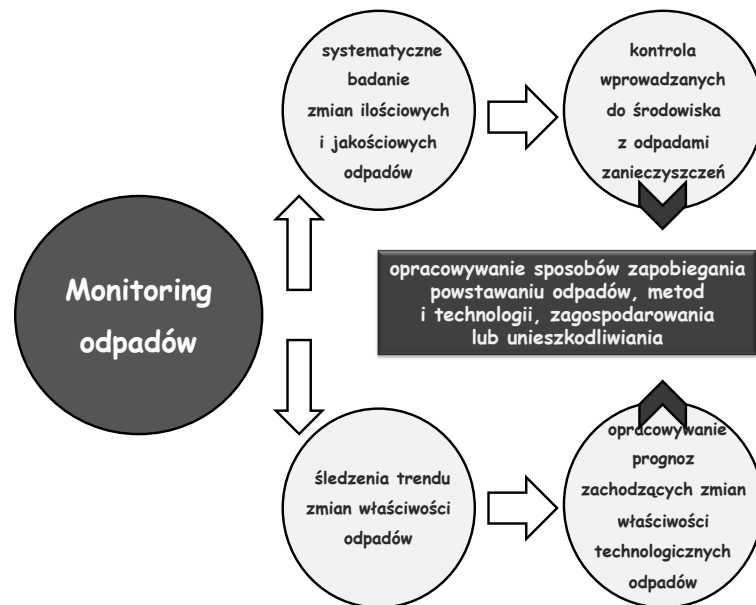
- > Świetłówki oraz lampy wysokoprężne rtęciowe i sodowe.
- > Emisja rtęci do powietrza atmosferycznego waha się w przedziale 0,5-6,5% całkowitej ilości rtęci wykorzystanej do danego procesu technologicznego.
- > Istniejące obecnie instalacje nie są w stanie unieszkodliwić wszystkie odpady zawierające rtęć.
- > Konieczne jest stworzenie całego systemu odbioru i unieszkodliwiania tego rodzaju odpadów.

25-30 mln szt  
40 mg Hg  
1000 kg

Do głównych źródeł emisji rtęci do środowiska naturalnego należą:

1. spalanie paliw płynnych, stałych i gazowych;
2. hutnictwo metali żelaznych i nieżelaznych;
3. procesy przemysłowe stosujące rtęć i jej związki;
4. spalanie odpadów.

## 3. Monitoring odpadów



## Monitoring odpadów

Monitoring odpadów powinien stanowić podstawę zarządzania gospodarką odpadami na wszystkich szczeblach, rozpoczynając od gminy, a na zarządzaniu gospodarką odpadami w kraju kończąc.

CEL PODSTAWOWY - uzyskiwanie bieżących informacji o odpadach oraz śledzenie trendu ich zmian dla opracowywania prognoz pozwalających na korygowanie procesu gospodarowania odpadami.

Monitoringiem mogą być objęte różne cechy odpadów, w zależności od celów, jakie sobie stawiamy.

Najczęściej obejmuje on właściwości technologiczne odpadów, tj. te cechy, które mają wpływ na metody zagospodarowania lub unieszkodliwiania.

Struktura systematycznej kontroli odpadów składa się z trzech poziomów:

- KRAJOWEGO (Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska - GIOŚ),
- CENTRALNEGO;
- REGIONALNEGO (Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska - WIOŚ).

### FAZA 1 przedeksploatacyjna

okres od dnia uzyskania pozwolenia na użytkowanie składowiska odpadów;  
jego celem jest ocena stanu wyjściowego, w tym określenie danych metrologicznych i geochemicznych terenu pod składowisko, wyznaczenie miejsc poboru próbek do badań na terenie składowiska oraz stworzenie instrukcji eksploatacji składowiska odpadów, określenie badań kontrolnych odpadów i ich częstotliwości; kontrolę przeprowadza się jednorazowo

### FAZA 2 eksploatacji

okres od dnia uzyskania pozwolenia na użytkowanie składowiska odpadów do dnia uzyskania zgody na zamknięcie składowiska odpadów. Monitoring w fazie eksploatacji polega m.in. na badaniu wielkości opadu atmosferycznego, metanu, dwutlenku węgla i tlenu gazie składowiskowym oraz parametrów wskaźnikowych takich jak: ogólny węgiel organiczny, zawartość metali ciężkich, czy też wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Badania objętości wód odciekowych oraz skład gazu składowiskowego przeprowadza się co miesiąc, a wielkości przepływu, poziomu i składu wód podziemnych oraz skład wód odciekowych przeprowadza się co 3 miesiące

### FAZA 3 poeksploatacyjna

okres 30 lat od dnia uzyskania decyzji o zamknięciu składowiska. Monitoring w fazie poeksploatacyjnej polega min. na badaniu wielkości opadu atmosferycznego, kontroli poziomu wód powierzchniowych i osadzania składowiska, badaniu wcześniej ustalonych w fazie przedeksploatacyjnej substancji występujących w gazie składowiskowym. W fazie poeksploatacyjnej monitoring prowadzi się co 6 miesięcy

## 4. Metody badań odpadów

## Badania odpadów a monitoring

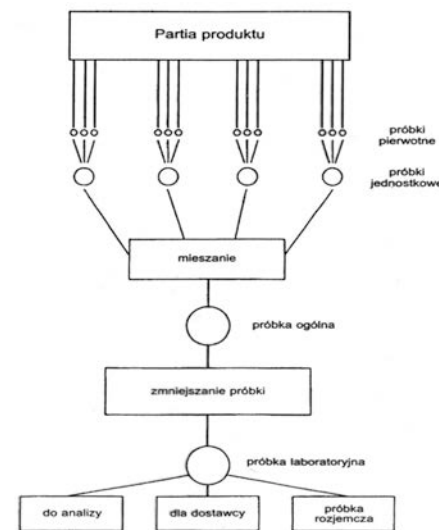
Prowadzone w sposób ciągły monitorowanie pozwala na właściwe zarządzanie całym systemem gospodarowania odpadami. W ramach monitoringu zakres prowadzonych badań fizykochemicznych odpadów pozwala na uzyskanie bardzo ważnych dla praktyki wniosków i dostarcza podstawowych danych do projektowania technologicznego metod ich unieszkodliwiania.

badania i pomiary prowadzone w terenie (m.in. wskaźnik nagromadzenia)



badania prowadzone w laboratorium (m.in. analiza substancji szkodliwych)

## Pobór próbek



Całość materiału należy ocenić na podstawie analizy partii materiału.

Pobiera się próbki pierwotne w celu ustalenia zakresu stężenia analizowanego składnika, a jej wielkość jest zależna od wielkości ziarna.

Próbka ogólna, jednostkowa lub pierwotna powinna być tym większa im bardziej niejednorodny jest skład produktu, większe i bardziej niejednorodne są bryły produktu, mniejsza jest zawartość poszukiwanego składnika oraz im większa jest partia produktu. Przyjmuje się, że stopień rozdrobnienia powinien być tym większy, im niższe są zawartości oznaczanego składnika.

## Przygotowanie prób do badań

Etapy przygotowania prób odpadów stałych:

Wstępne suszenie do stanu powietrznie suchego

Suszenie termiczne

Rozdrabnianie

Przesiewanie

Mineralizacja i roztwarzanie

Ekstrakcja

**KARTA CHARAKTERYSTYKI** informacje dotyczące danych wytwórcy lub posiadacza odpadów, kodu odpadu, opisu sposobu jego segregacji, odzysku i unieszkodliwiania, opis właściwości jego fizycznych (stan skupienia, barwa, zapach) oraz opis właściwości chemicznych, w tym podatności na wymywanie substancji szkodliwych.

### Badanie wyciągów wodnych

1. Oznaczenie odczynu
2. Oznaczenie suchej pozostałości lub substancji rozpuszczonych
1. Oznaczenie BZT<sub>5</sub>
2. Oznaczenie ChZT
3. Oznaczenie chlorków
4. Oznaczenie siarczanów
5. Oznaczenie metali ciężkich
6. Pozostałe oznaczenia wykonuje się w zależności od rodzaju odpadu i spodziewanych w nim zanieczyszczeń.

Badania te można przeprowadzić wieloma metodami różniącymi się między sobą dokładnością oznaczenia, zakresem stężenia oznaczanego składnika, stopniem oprzyrządowania danej metody.

Nazwa wskaźnika zanieczyszczeń	Jednostka	Wartość wskaźnika dla I klasy czystości wód
Odczyn	pH	6,5-8,5
Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT <sub>5</sub> )	mgO <sub>2</sub> /l	4 i poniżej
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu metodą nadmanganianową (ChZT <sub>MN</sub> )	mgO <sub>2</sub> /l	10 i poniżej
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu metodą dwuchromianową (ChZT <sub>Cr</sub> )	mgO <sub>2</sub> /l	25 i poniżej
Chlorki	mgCl/l	250 i poniżej
Siarczany	mgSO <sub>4</sub> /l	150 i poniżej
Arsen	mgAs/l	0,05 i poniżej
Bor	mg B/l	1,0 i poniżej
Cynk	mgZn/l	0,2 i poniżej
Chrom	mgCr/l	0,05 i poniżej
Chrom <sup>+6</sup>	mgCr/l	0,05 i poniżej
Kadm	mgCd/l	0,005 i poniżej
Mangan	mgMn/l	0,1 i poniżej
Miedź	mgCu/l	0,05 i poniżej
Nikiel	mg Ni/l	1,0 i poniżej
Ołów	mgPb/l	0,05 i poniżej
Rtęć	mgHg/l	0,001 i poniżej

## Analiza śladowa

Definicja IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry):

składnik śladowy to każdy związek, którego średnie stężenie jest mniejsze od 100ppm lub 100mg/g

Jednostki służące do wyrażania stężenia w zakresie analizy śladowej:

Nazwa jednostki	Skrót	Przeliczenie na inne jednostki		
		Stężenie procentowe	Stężenie masowo/masowe	Stężenie objętości./objętości.
część (objętość) na milion	ppm (vpm)	$10^{-4}$	mg/kg	μl/l
część (objętość) na bilion	ppb (vpb)	$10^{-7}$	μg/kg	nl/l
część (objętość) na trylion	ppt (vpt)	$10^{-10}$	ng/kg	μl/m <sup>3</sup>
część (objętość) na kwadrylion	ppq (vpq)	$10^{-13}$	pg/kg	nl/m <sup>3</sup>






## 5. Transport odpadów

### Transport odpadów

**TRANSPORT DROGOWY**  
**UMOWA ADR**  
 międzynarodowy przewóz drogowy towarów niebezpiecznych  
 (umowa ADR: The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road, ratyfikowana przez Polskę w 1973 roku).

**TRANSPORT KOLEJOWY**  
**UMOWA RID**  
 regulamin międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych  
 (umowa RID: Reglement concernant le transport Internationale ferroviaire des marchandises Dangereuses - Regulamin dla międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych).

Dla ADR jak i RID obowiązuje analogiczny system prawny, podział towarów niebezpiecznych oraz sposób znakowania

Środek	Oznaczenie	Opis
S z c z e g ó l n i e łatwopalny F+		Środek o punkcie zapłonu niższym niż 0stC oraz punkcie wrzenia niższym lub równym 35°C bądź środek w stanie gazowym, który ulega zapaleniu w kontakcie z powietrzem w temperaturze i ciśnieniu otoczenia
Bardzo toksyczny - T+		I klasa toksyczności dla ludzi
Żrący - C		Środek powodujący uszkodzenia zdrowej skóry zwierzęcia w obrębie jej pełnej grubości
Szkodliwy - Xn		III klasa toksyczności dla ludzi
Niebezpieczny dla Środowiska - N		Środek toksyczny i szkodliwy dla ryb i innych organizmów wodnych, dla środowiska, szkodliwy dla pszczół (I i II klasa toksyczności), toksyczny dla flory i fauny naziemnej i organizmów glebowych, powodujący długotrwałe, ale odwracalne zmiany w środowisku



**Międzynarodowe umowne znaki ostrzegawcze stosowane przy środkach ochrony roślin**



1) koncentrat w formie płynnej do rozcieńczenia	8) używaj obuwia ochronnego/nogawki spodni wykładaj na obuwie
2) koncentrat w formie stałej do rozcieńczenia	9) używaj maski ochronnej
3) środek gotowy do użycia	10) używaj respiratora
4) chroń dłonie/używaj rękawic	11) używaj kombinezonu ochronnego
5) chroń twarz/używaj ekranu ochronnego	12) środek szkodliwy dla ryb
6) myj ręce pod bieżącą wodą	13) środek szkodliwy dla zwierząt
7) używaj fartucha ochronnego	14) przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych, niedostępnych dla dzieci

## 6. Segregacja odpadów

Stosowanie systemów selektywnej zbiórki odpadów może prowadzić do zmniejszenia o 5 do 30% ogólnej ilości odpadów kierowanych do końcowego unieszkodliwiania.

Istnieje kilka systemów selektywnej zbiórki odpadów:

- system zbiórki u źródła;
- system dwupojemnikowy (odpady mokre i odpady suche);
- system wielopojemnikowy.



Dla potrzeb selektywnej zbiórki odpadów surowcowych stosuje się pojemniki, oznaczone kolorami:

- **NIEBIESKIM** - odpady opakowaniowe z papieru i tektury oraz papier i tektura nieopakowaniowe;
- **BIAŁYM** - odpady opakowaniowe ze szkła bezbarwnego;
- **ZIEŁONYM** - odpady opakowaniowe ze szkła kolorowego;
- **ŻÓŁTYM** - odpady opakowaniowe z metali, tworzyw sztucznych oraz opakowania wielomateriałowe;
- **CZERWONYM** - odpady surowcowe łącznie (wymienione powyżej);
- **BRAZOWYM** - odpady ulegające biodegradacji

# 7. Składowiska odpadów

## Składowisko odpadów

zlokalizowany i urządzony zgodnie z przepisami obiekt budowlany zorganizowanego deponowania odpadów o znanych właściwościach.

Typy składowisk:

- składowiska odpadów obojętnych, w tym składowiska komunalne,
- składowiska odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne
- składowiska odpadów niebezpiecznych.

Szkodliwy wpływ składowiska odpadów na środowisko zależy głównie od właściwości odpadów, rodzaju podłoża i rzeźby terenu oraz planu docelowego zagospodarowania składowiska.

Nowoczesne składowiska powinny mieć systemy zabezpieczania wód gruntowych, systemy ujmowania i oczyszczania odcieków, systemy ujmowania i zagospodarowywania biogazu, sprzęt technologiczny do formowania i zagęszczania odpadów, zaplecze techniczno-socjalne składowiska, systemy monitoringu oraz systemy zabiegów rekultywacyjnych.



## Lokalizacja

Składowisko odpadów powinno znajdować się w miejscu do tego wyznaczonym i wymaga pewnych ustaleń inżyniersko - budowlanych związanych z zajmowaną powierzchnią, pojemnością, jak też szczelnością podłoża.

Właściwa lokalizacja składowiska ma bardzo duże znaczenia i powinna uwzględniać warunki demograficzne, topograficzne, geologiczne, geotechniczne, klimatyczne i zasady gospodarki przestrzennej. Składowiska należą do najtrudniejszych budowli inżynierskich, ponieważ charakteryzuje je:

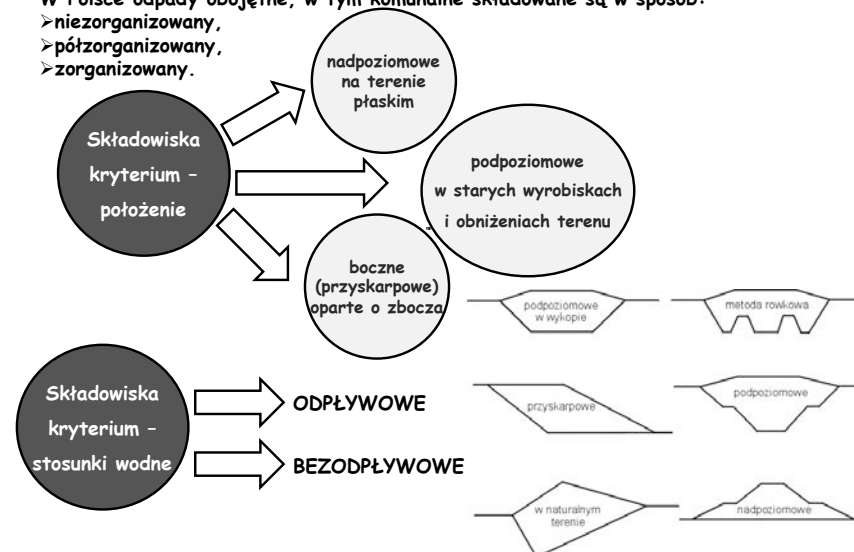
- powierzchnia od kilku do kilkuset tysięcy metrów kwadratowych;
- pojemność od kilku tysięcy do kilkunastu milionów metrów sześciennych odpadów;
- okres eksploatacji do kilkudziesięciu lat;
- maksymalna szczelność;
- minimalne oddziaływanie na środowisko w trakcie eksploatacji składowiska i po jego zamknięciu.

Procedura dopuszczania do deponowania odpadów na składowisku obejmuje sporządzanie i przekazanie podstawowej charakterystyki odpadów oraz poddanie ich okresowej kontroli („TEST ZGODNOŚCI”) w celu weryfikacji informacji zawartych w podstawowej charakterystyce (KARTA CHARAKTERYSTYKI ODPADU).

## Podział składowisk

W Polsce odpady obojętne, w tym komunalne składowane są w sposób:

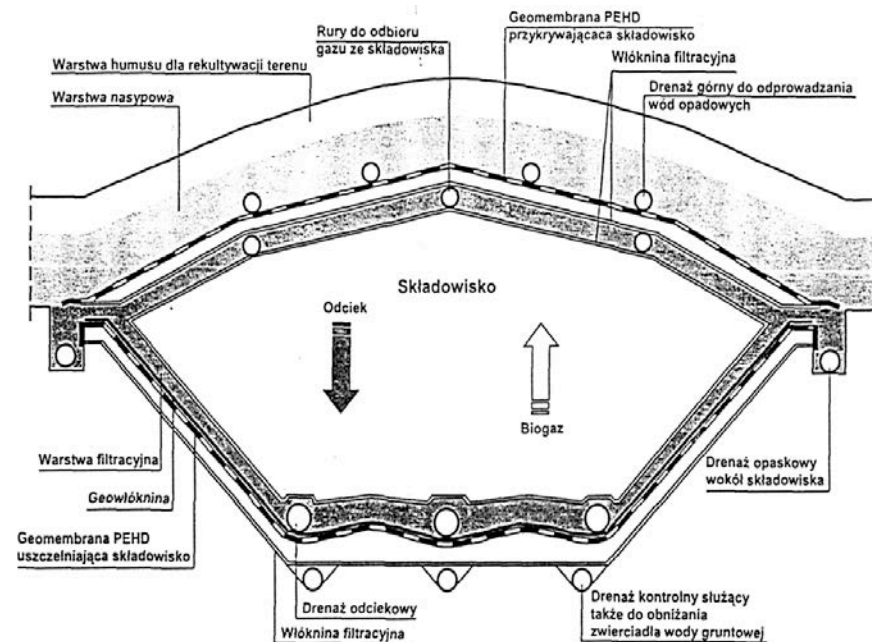
- niezorganizowany,
- półorganizowany,
- zorganizowany.



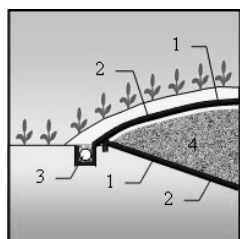
Nowoczesne składowisko odpadów powinno być wyposażone w następujące elementy technologiczne gwarantujące jego prawidłowe funkcjonowanie:

- systemy uszczelniające zapobiegające infiltracji odcieków ze składowiska;
- systemy gromadzenia i odprowadzania odcieków ze składowiska;
- systemy odgazowania i kolektorowania odgazów ze składowiska;
- systemy zagospodarowania i unieszkodliwiania gazu wysypiskowego;
- system punktów piezometrycznych do oceny jakości wód gruntowych wokół składowiska.

Ponadto każde składowisko powinno posiadać odpowiednią ilość sprzętu technologicznego oraz zaplecze techniczno-socjalne.



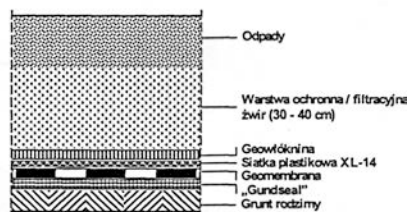
## Uszczelnianie składowisk



- 1 - warstwa hydroizolacyjna;
- 2 - mata drenażowa;
- 3 - rura perforowana odprowadzająca wodę;
- 4 - odpady.

W konstrukcji składowisk odpadów mata drenażowa spełnia następujące funkcje:

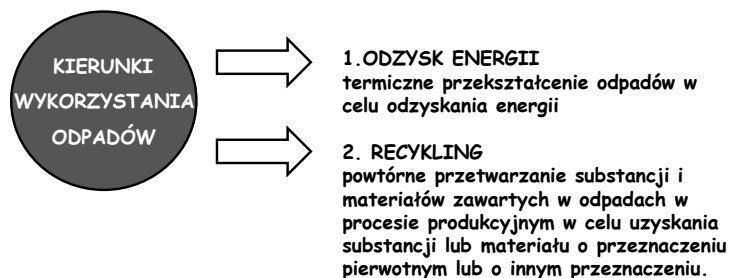
- a/ funkcję drenażową - szybko i skutecznie odprowadza napływające wody opadowe
- b/ funkcję warstwy odprowadzającej gaz spod składowiska (gaz wytwarzany przez odpady)
- c/ funkcję ochronną dla warstwy hydroizolacyjnej



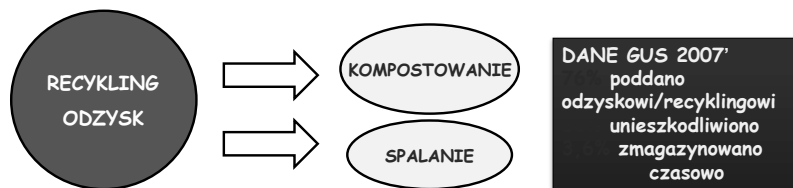
Schemat systemu uszczelnienia pojedynczego

## 8. Metody wykorzystania odpadów

## Odzysk i recykling

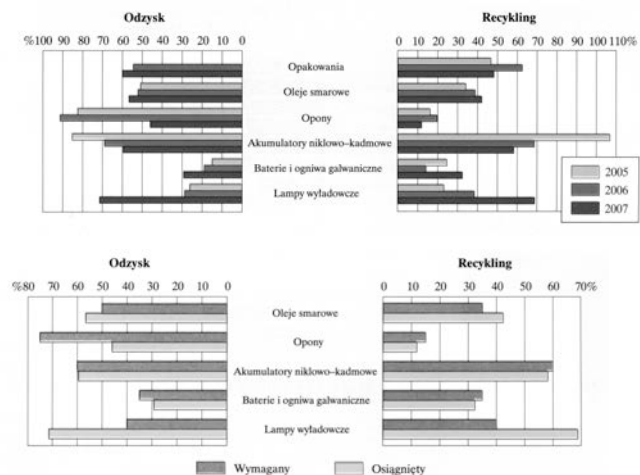


### GŁÓWNE METODY:

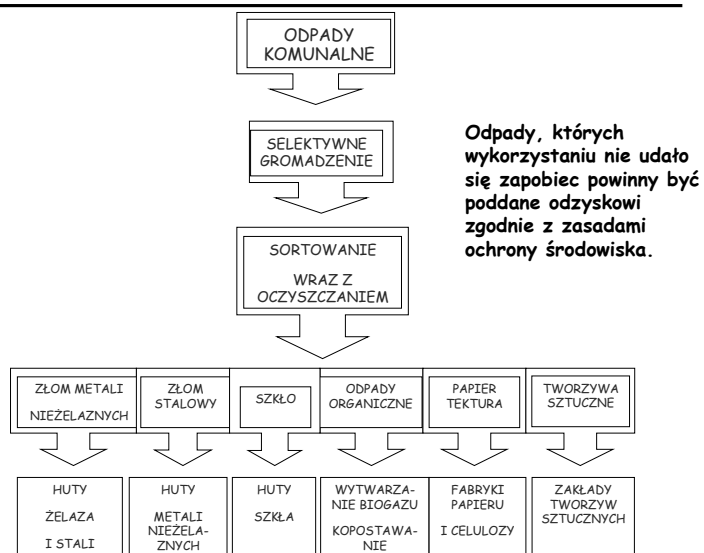


## Odzysk i recykling

### odpadów użytkowych i opakowaniowych w latach 2015-2017



## Odzysk i recykling



## 9. Unieszkodliwianie odpadów



- składowanie odpadów
- metody termiczne (spalanie, zgazowanie, piroliza)
- metody biologiczne (kompostowanie, fermentacja metanowa w komorach)
- przerób na paliwo

Decyzje co do wyboru sposobu postępowania z odpadami powinny uwzględniać:

- > inwentaryzację, analizę i prognozę gospodarki odpadami w regionie;
- > przyjąć w pierwszej kolejności zasadę odzyskiwania surowców wtórnych, których przerób jest ekonomicznie opłacalny;
- > pozostałą część można składować w sposób bezpieczny.

## Metody termiczne

- > najbardziej radykalne metody unieszkodliwiania odpadów w zakresie znaczącej redukcji ich objętości oraz zapewnienia pełnej higieny pozostałości po spalaniu
- > wymagają one budowy kosztownych instalacji do samego spalania
- > wymagają stosowania wysokosprawnych metod oczyszczania gazów spalinowych
- > koszty inwestycyjne spalarni są najwyższe ze wszystkich metod unieszkodliwiania odpadów komunalnych
- > spalanie pozwala na znaczące zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na składowiska (o 80-90% objętościowo i o 40-60% wagowo)



### WARTOŚĆ OPAŁOWA ODPADÓW

Czynnikami znacznie obniżającymi wartość opałową odpadów są składniki inertne (np. szkło, metale) oraz wilgoć zawarta w odpadach.

**METODY TERMICZNEGO UNIESZKODLIWIANIA**  
 1. SPALANIE  
 2. PIROLIZA

## Składowanie odpadów

- > metoda uzupełniająca, albo jako końcowy element procesu zagospodarowania.
- > z procesu kompostowania pozostaje około 40%-50% odpadu technologicznego do składowania, a z procesu spalania pozostaje około 40%-60% odpadu do składowania.

### ZAGOSPODAROWANIE BIOGAZU

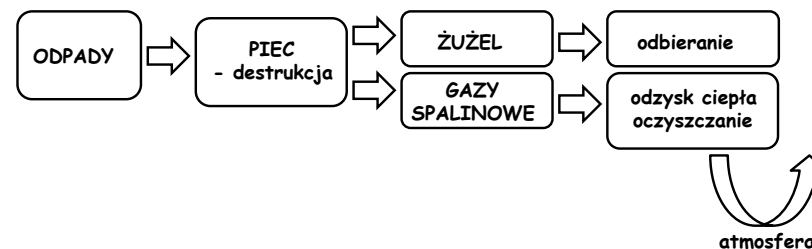
Biogaz powstaje w wyniku zachodzących w złożu odpadowym procesów fermentacyjnych, które powodują rozkład substancji organicznych składników zawartych w odpadach (resztki roślin i żywności).

Procesy te zachodzą przy ograniczonym dostępie tlenu i mają przebieg anaerobowy, stąd produktami tych przemian są przede wszystkim  $CH_4$  i  $CO_2$ .

## Spalanie odpadów

### INSTALACJE:

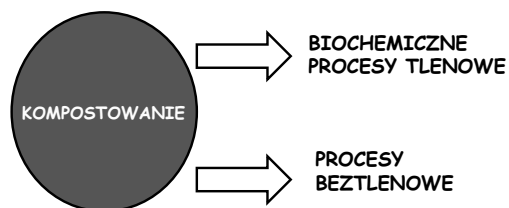
- > komory spalania
- > układ do odzysku ciepła
- > komory wtórnego dopalania spalin
- > układ oczyszczania spalin



## Kompostowanie odpadów

metoda oparta na naturalnych procesach biochemicznych, zintensyfikowanych w sztucznie wytworzonych warunkach dzięki zapewnieniu optymalnych warunków przebiegu procesów oraz możliwości sterowania tymi procesami.

Proces kompostowania przeprowadza się w naturalnych warunkach w PRYZMACH lub BIOREAKTORACH.

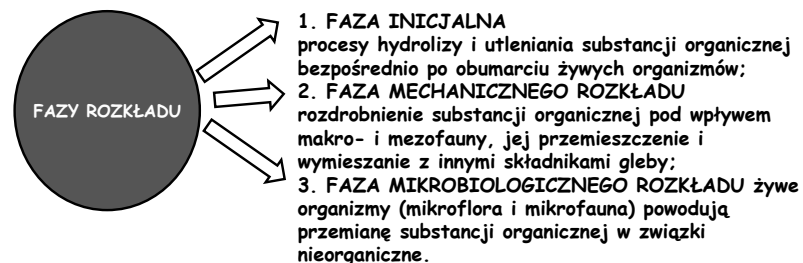


Dwa równoległe biochemiczne procesy tlenowe:

1. MINERALIZACJA materii organicznej, prowadzącej do powstania przede wszystkim  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_4^+$ ,  $H_2S$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ;
2. HUMIFIKACJA masy organicznej, polegająca na przekształcaniu substancji organicznych w pochodne kwasów fulwowych i huminowych, w wyniku czego tworzy się próchnica podnosząca żyzność gleby.

Proces mineralizacji zachodzący w warunkach tlenowych nosi nazwę procesu BUTWIENIA, dając produkty pełnego utlenienia (m.in.  $CO_2$ ,  $H_2O$ , jony:  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$ ). Jest on procesem egzotermicznym.

Proces mineralizacji przebiegający w warunkach beztlenowych nazywany jest GNICIEM, a jego produktami są m.in.:  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ .

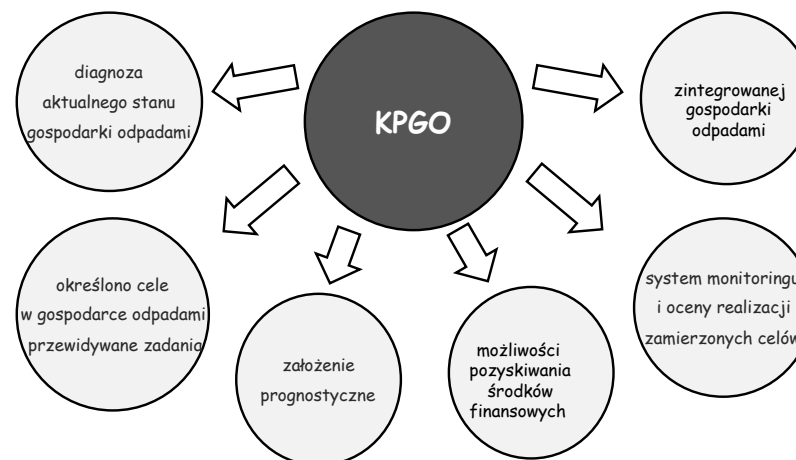


1. FAZA INICJALNA procesy hydrolizy i utleniania substancji organicznej bezpośrednio po obumarciu żywych organizmów;
2. FAZA MECHANICZNEGO ROZKŁADU rozdrobnienie substancji organicznej pod wpływem makro- i mezofauny, jej przemieszczenie i wymieszanie z innymi składnikami gleby;
3. FAZA MIKROBIOLOGICZNEGO ROZKŁADU żywe organizmy (mikroflora i mikrofauna) powodują przemianę substancji organicznej w związki nieorganiczne.

## 10. Krajowy Plan Gospodarki Odpadami

### Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010

Obowiązujący „Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010” dotyczy okresu 2007-2010 oraz perspektywnie okresu 2011-2018.





➤Plan ten obejmuje pełny zakres zadań koniecznych do zapewnienia zintegrowanej gospodarki odpadami w kraju w sposób zapewniający ochroną środowiska, uwzględniając obecne i przyszłe możliwości i uwarunkowania ekonomiczne oraz poziom technologiczny istniejącej infrastruktury.

➤Krajowy Plan Gospodarki Odpadami dotyczy zarówno odpadów powstających w kraju, a w szczególności odpadów komunalnych, odpadów niebezpiecznych, odpadów opakowaniowych i komunalnych osadów ściekowych, jak i odpadów przywożonych na teren kraju.

➤Plan uwzględni tendencje we współczesnej gospodarce światowej, jak również krajowe uwarunkowania rozwoju gospodarczego.

➤Plany gospodarki odpadami na różnych szczeblach krajowym, wojewódzkim, powiatowym, czy też gminnym, powinny być ze sobą spójne i obejmować podstawowe elementy gospodarki odpadami.

---

**Dziękuję za uwagę**

---