



Politechnika Wroclawska

Ochrona środowiska  
W  
technologii chemicznej  
3

Ewa Lorenc-Grabowska  
F3-128

[ewa.lorenc-grabowska@pwr.edu.pl](mailto:ewa.lorenc-grabowska@pwr.edu.pl)



# Odpady stałe





# Rys historyczny



Małych ilościach oraz miały charakter naturalny i ulegały naturalnej biodegradacji w miejscach, gdzie były wytwarzane i pozostawiane.

320r.p.n.e.w Atenach rozporządzenia wprowadzającego zakaz zasypywania ulic odpadami oraz jednocześnie nakazującego ich zakopywanie lub wywożenie poza granice miast do specjalnie przygotowanych do tego składowisk



Budowa składowisk odpadów poza terenem miast:  
w Anglii 1386  
w Paryżu 1539r.,  
w Wiedniu 1560r.

W 1848r. W Anglii wprowadzono dla obywateli instrukcje dotyczące postępowania na rzecz ochrony środowiska, będące jednocześnie pierwszym aktem prawa środowiskowego.



## Obowiązkowa segregacja śmieci Do pojemnika "BIO" trafiają

- - części roślin
- - fusy z kawy i herbaty
- - owoce
- - skorupki jajek
- - słoma, siano i trociny
- - warzywa
- - zepsute przetwory owocowe/warzywne (w tym np. zepsuta zupa)

Do pojemnika BIO **nie wyrzucamy**: ziemi i kamieni, popiołu z węgla kamiennego, drewna impregnowanego, kości, mięsa i odchodów zwierząt, oleju jadalnego, płyt wiórowych i pilśniowych, kurzu z odkurzacza.



# Obowiązkowa segregacja śmieci "Metale i tworzywa sztuczne" trafiają:

- - Aluminiowe wieczka
- - butelki PET
- - etykiety z folii termokurczliwej
- - folia aluminiowa
- - folia opakowaniowa
- - foliowe saszetki po kosmetykach, sosach, jedzeniu
- - garnki, blachy do pieczenia
- - kapsułki po kawie
- - kartony po napojach
- - koperty z folią bąbelkową
- - metalowe nakrętki od słoików, kapsle
- - nakrętki od słoików
- - opakowania po jogurcie
- - plastikowe opakowania po kosmetykach i środkach czystości
- - produkty z biodegradowalnego plastiku
- - produkty z gumy i kauczuku
- - puszki po napojach, konserwach
- - styropian
- - tubki po paście do zębów
- - woreczki foliowe



# Obowiązkowa segregacja śmieci "Metale i tworzywa sztuczne" NIE trafiają:

Tego nie wyrzucamy:

akumulatory,

baterie,

płyty CD czy DVD,

zużyty sprzęt elektroniczny i AGD,

butle gazowe,

municja,

plastikowe pojemniki, w których

przechowywano tłuste produkty,

plastikowe zabawki,

opakowania po farbach, lakierach i olejach,

opakowania po aerozolach.



## Obowiązkowa segregacja śmieci Do pojemnika "Papier" trafiają:

- - czasopisma, ulotki
- - kartonowe pudła i opakowania
- - kartony po jajkach
- - papier, karton, tektura
- - pudełka po pizzy
- - rurki po papierze toaletowym i ręcznikach
- - torby papierowe (o ile nie są np. zatłuszczone i wykonane z tzw. papieru kredowego)
- - zeszyty

Tego tu nie wyrzucamy: okładki książek, papier pokryty tworzywem sztucznym, papier lakierowany lub zabrudzony, tłusty, zużyte ręczniki papierowe i chusteczki higieniczne, papierowe worki po nawozach i materiałach budowlanych, paragony ze sklepu.



## Obowiązkowa segregacja śmieci Do pojemnika "Szkło" trafiają:

- - butelki po napojach i żywności
- - opróżnione stoiki bez nakrętek
- - szklane opakowania po kosmetykach

Tego tu nie wyrzucamy: ceramika, doniczki, porcelana, szkło okularowe i żaroodporne, znicze z zawartością wosku, żarówki, świetlówki i reflektory, opakowania po lekach, rozpuszczalnikach i olejach silnikowych, lustra i szyby





## Obowiązkowa segregacja śmieci Do pojemnika "odpady zmieszane" trafiają:

- - gąbki, szmatki
- - kurz z odkurzacza
- - maszynki do golenia
- - mięso, ryby, resztki zwierzęce
- - nabiał, ser, jaja
- - niedopałki papierosów
- - odchody zwierząt
- - olej do smażenia
- - paragony ze sklepu/bankomatu
- - pergamin
- - piasek
- - plastikowe opakowania po tłuszczu
- - porcelana, fajans
- - produkty higieniczne (pieluchy, pampersy higieniczne, bandaże, podpaski, tampony, wata)
- - produkty skórzane, futrzane
- - torebki po herbacie
- - włosy, sierść, pióra
- - zatłuszczony papier
- - zapalniczka (pusta)
- - zbita naczynia, szklanki, kieliszki
- - zużyte ręczniki papierowe, chusteczki higieniczne
- - zużyte ubrania, tekstylia, obuwie
- - żwirek czy trociny z kuwet dla zwierząt



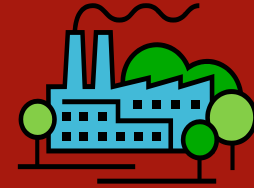
# Obowiązkowa segregacja śmieci Do pojemnika "odpady zmieszane" nie trafiają:

Tego tu nie wyrzucamy:

odpady wielkogabarytowe,  
odpady budowlane i rozbiórkowe,  
zużyte opony,  
baterie, akumulatory,  
lekarstwa,  
odpady medyczne,  
światłówki,  
opakowania po środkach ochrony roślin,  
zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny



# Odpady

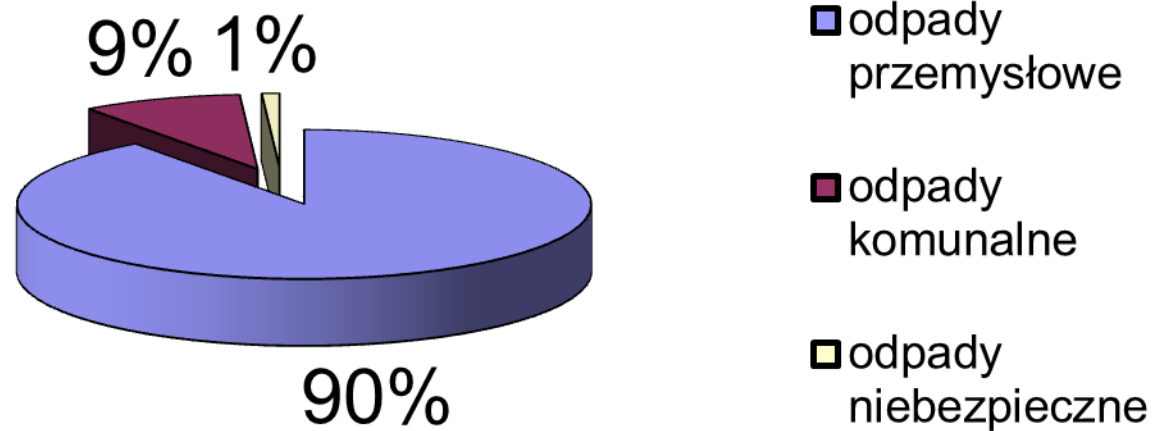


## **Czynniki wpływające na ilość odpadów:**

- produkcja globalna w danym kraju
- stopień rozwoju i stopa życiowa danego kraju



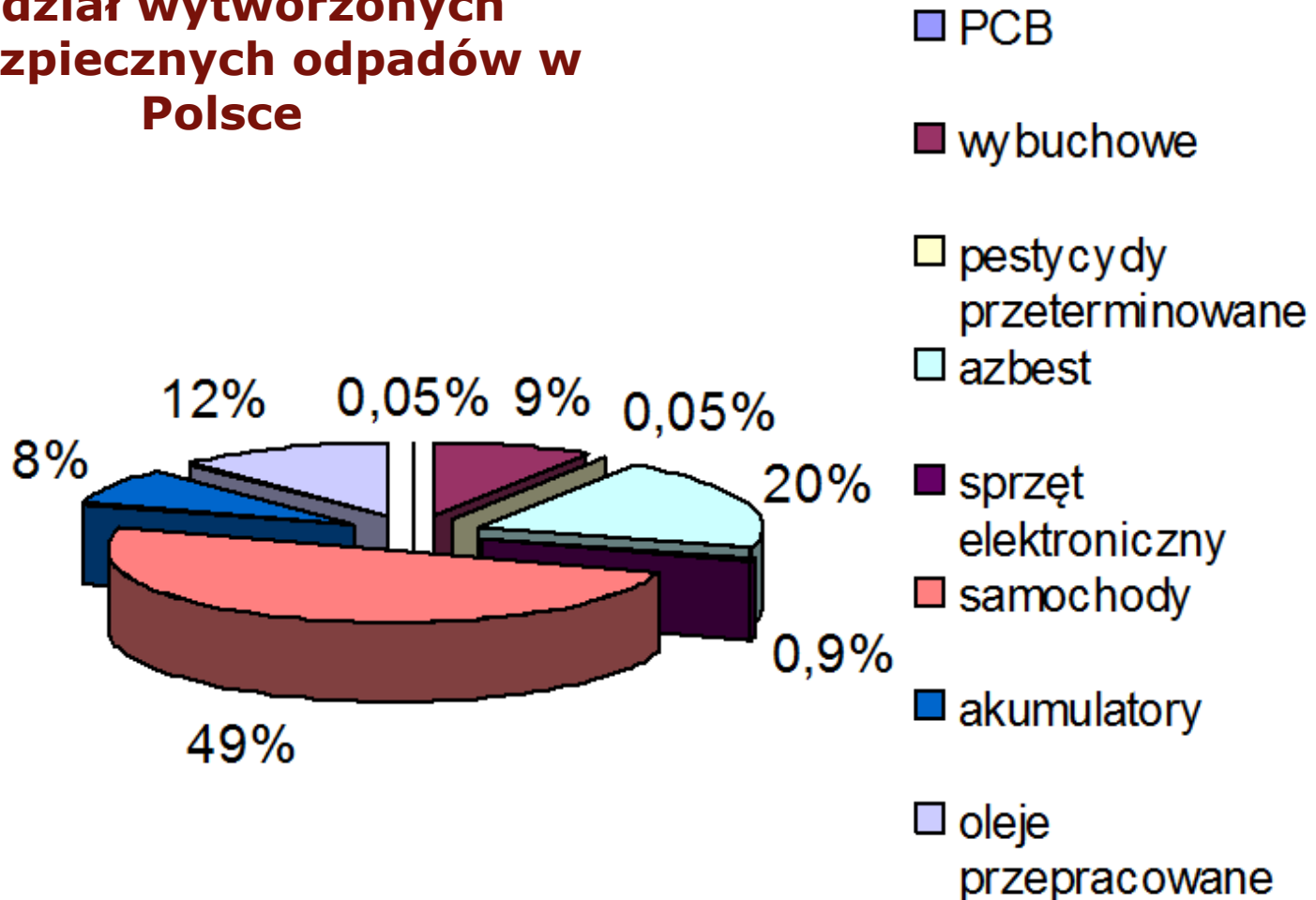
# Podział odpadów





# Podział odpadów

## Podział wytworzonych niebezpiecznych odpadów w Polsce





# ODPADY PRZEMYSŁOWE

- energetyka,
- górnictwo
- przemysł chemiczny i metalurgiczny



# ODPADY PRZEMYSŁOWE

- energetyka,  
popioły lotne i żużle oraz zanieczyszczenia gazowe (głównie tlenki azotu i siarki, tlenki węgla) z elektrowni i elektrociepłowni





# ODPADY PRZEMYSŁOWE

- górnictwo,  
odpady górnicze - głównie skalne, z kopalń  
podziemnych i odkrywkowych;  
wody dołowe, szlamy poflotacyjne,  
odpady popłuczkowe przetwórstwa węglowego,  
siarkowego, miedziowego i cynkowo-ołowiowego;





# ODPADY PRZEMYSŁOWE

- przemysł chemiczny i metalurgiczny  
zanieczyszczenia gazowe i ścieki z fabryk  
przemysłu chemicznego i metalurgicznego



# Odpady stałe

## **Gospodarka odpadami stałymi -**

całokształt działań zmierzających do maksymalnego odzysku z odpadów substancji nadających się do zawrócenia do procesów wytwórczych, bądź do ponownego ich wykorzystania oraz maksymalnego zmniejszenia ilości odpadów, które po uprzedniej detoksykacji mogą być składowane w środowisku.



# Odpady stałe

## Unieszkodliwianie odpadów

polega na poddaniu ich procesom przekształcenia biologicznego, fizycznego lub chemicznego w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożeń dla życia lub zdrowia ludzi oraz dla środowiska.



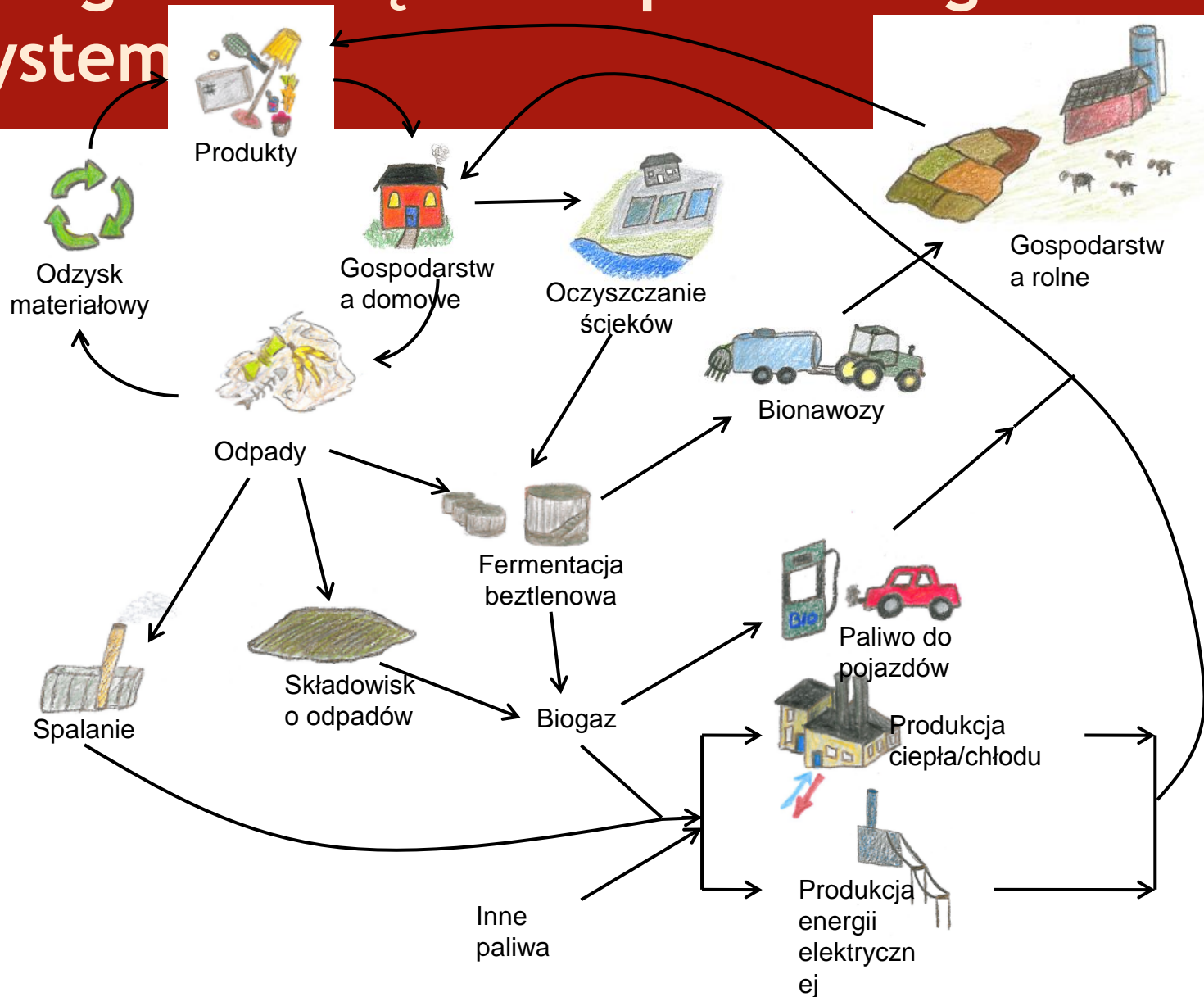
# Odpady stałe

## **Unieszkodliwianie odpadów polega na:**

- selektywnej zbiórce i przetwarzaniu odpadów:
- ponowne wykorzystanie odpadów do produkcji tych samych wyrobów (recykling), lub jako surowców wtórnych do produkcji innych ;
- przetwarzanie chemiczne lub biologiczne np. kompostowanie odpadów organicznych, produkcja biogazu i nawozu organicznego;
- obróbka termiczna (spalanie odpadów) - produkcja energii cieplnej i / lub elektrycznej.
- bezpiecznym składowaniu na wysypiskach, hałdach, w zbiornikach.



# Integralna część kompleksowego systemu





# Europejska hierarchia postępowania z odpadami

W zagospodarowaniu odpadów należy stosować następującą kolejność działań:

- zapobieganie powstawaniu odpadów
- przygotowanie do ponownego użytkowania
- ponowne użytkowanie
- recykling
- inny rodzaj odzysku, np. odzysk energii z odpadów
- składowanie na wysypisku.

Odstępstwa od hierarchii mogą czasem okazać się niezbędne z przyczyn technicznych, finansowych lub ekologicznych.



# Przeptyw śmieci w Polsce

Po selektywnej zbiórce strumień odpadów kierowany jest :

- instalacji -mechaniczno biologicznego przetwarzania (IMBP)
- bezpośrednio do termicznego przekształcania (ITPOK).st (Konin, Białystok, Bydgoszcz, Szczecin, Poznań, Kraków , Warszawa, Gdańsk)



## INSTALACJE DO MECHANICZNO-BIOLOGICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW (MBP)

- Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów to kompleksowy proces przetwarzania, w którym odpady podlegają mechanicznej segregacji powiązanej z biologiczną stabilizacją.

Materiałem podawanym na instalacje MBP są :

- zmieszane odpady komunalne,
- odpady pochodzące z selektywnej zbiórki,
- odpady przemysłowe o składzie podobnym do komunalnych





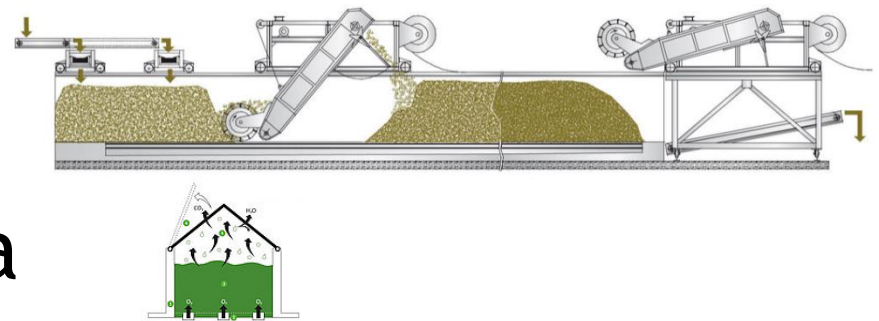
# MBP

W wyniku mechaniczno-biologicznego przetwarzania uzyskać możemy następujące produkty wyjściowe:

- Frakcje surowcowe przeznaczone do recyklingu
- Frakcje wysokokaloryczne przeznaczone do produkcji RDF (wysoko kaloryczne)
- Frakcje przeznaczone do obróbki termicznej
- Ustabilizowana frakcja biodegradowalna przeznaczona do składowani

# Metody biologiczne

- System Biofix
- System Biodegma
- System Wendelin
- System tunelowy
- Fermentacja frakcji mokrej BioPV
- DANO (Polska)





# Definicje systemów kompostowania

**Kompostowanie w pryzmach** - kompostowanie bioodpadów umieszczonych w wydłużonych pryzmach, które są okresowo przerzucane w sposób mechaniczny w celu zwiększenia porowatości materiału w pryzmie oraz poprawienia jego jednorodności;

**Kompostowanie w reaktorach** - kompostowanie bioodpadów w zamkniętym reaktorze, w którym proces kompostowania jest przyspieszony przez zoptymalizowanie napowietrzania, uwodnienie odpadów i kontrolę temperatury procesu;

**Kompostowanie przydomowe** - kompostowanie bioodpadów oraz wykorzystanie kompostu w ogrodzie należącym do prywatnego gospodarstwa domowego;

**Kompostowanie „on-site”** - kompostowanie bioodpadów w miejscu powstawania;

**Kompostowanie lokalne** - kompostowanie bioodpadów przez grupę ludzi w obrębie lokalnej społeczności, w celu kompostowania bioodpadów własnych i wytworzonych przez innych ludzi możliwie najbliżej miejsca, w którym one zostały wytworzone.



# Odpady stałe-kompostowanie

- Kompostowanie - jest to utylizacja odpadów organicznych, pochodzących z odpadów przemysłu chemicznego i przemysłu rolno-spożywczego; dodawany może być również osad z oczyszczalni ścieków.
- Kompostowanie przebiega w dwóch etapach:
- w pierwszym - odpady ulegają fermentacji w zamkniętych zbiornikach (tzw. biostabilizatorach), w których powstaje świeży kompost i jako produkt uboczny metan, który jest zbierany i zwykle wykorzystywany do ogrzewania instalacji;
- w drugim - świeży kompost ulega dojrzewaniu w warunkach tlenowych



# Odpady stałe-kompostowanie

Aby zagospodarować odpady biodegradowalne mamy praktycznie dwie możliwości

- Kompostowanie
- Produkcja biogazu
  
- Obie technologie wymagają wstępnego wydzielenia odpadów biodegradowalnych ze strumienia odpadów.
  
- Obecnie praktycznie segregacja tego typu odpadów prowadzona jest na stacjach segregacji.



# Odpady stałe-kompostowanie

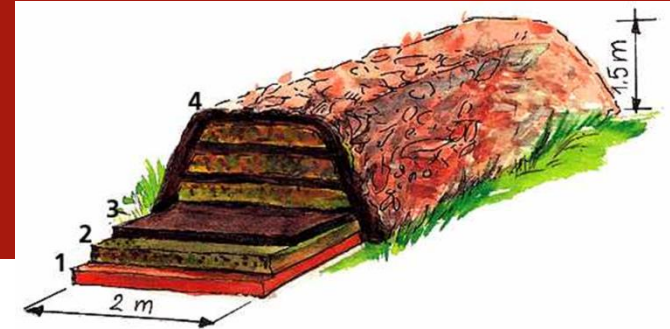
- W swej najprostszej pierwotnej formie kompostowanie to tlenowy proces biologiczny, podczas którego materiały organiczne są przekształcane w kompost
- kompostowanie jest procesem biotechnologicznym polegającym na rozkładzie substancji organicznych w warunkach tlenowych pod wpływem mikroorganizmów termofilnych promieniowców, bakterii i pleśni.



# Kompostowanie

## Charakterystyka poszczególnych etapów

- Rozkład substancji organicznej - (**mineralizacji**)  
utlenienia substancji organicznej do dwutlenku węgla, wody, azotanów, siarczanów, fosforanów i innych składników w najwyższym stopniu utlenienia. Są to reakcje egzotermiczne, które wywołują proces samozagrzewania się pryzm, temp. w początkowym okresie wzrasta nawet do ok. 70°C
- **humifikacja** - proces biologiczny wytwarzania próchnicy  
- bardziej złożony niż proces mineralizacji



- **humifikacja** substancji organicznej łączy się z rozkładem zawartych w nich związków, z autolizą obumarłych komórek tych organizmów oraz ze zmianami fizykochemicznymi i chemicznymi związków bardziej odpornych na rozkład.
- **stabilizacja**- dojrzewanie wskaźnikiem dojrzałości jest stosunek C:N (<20)





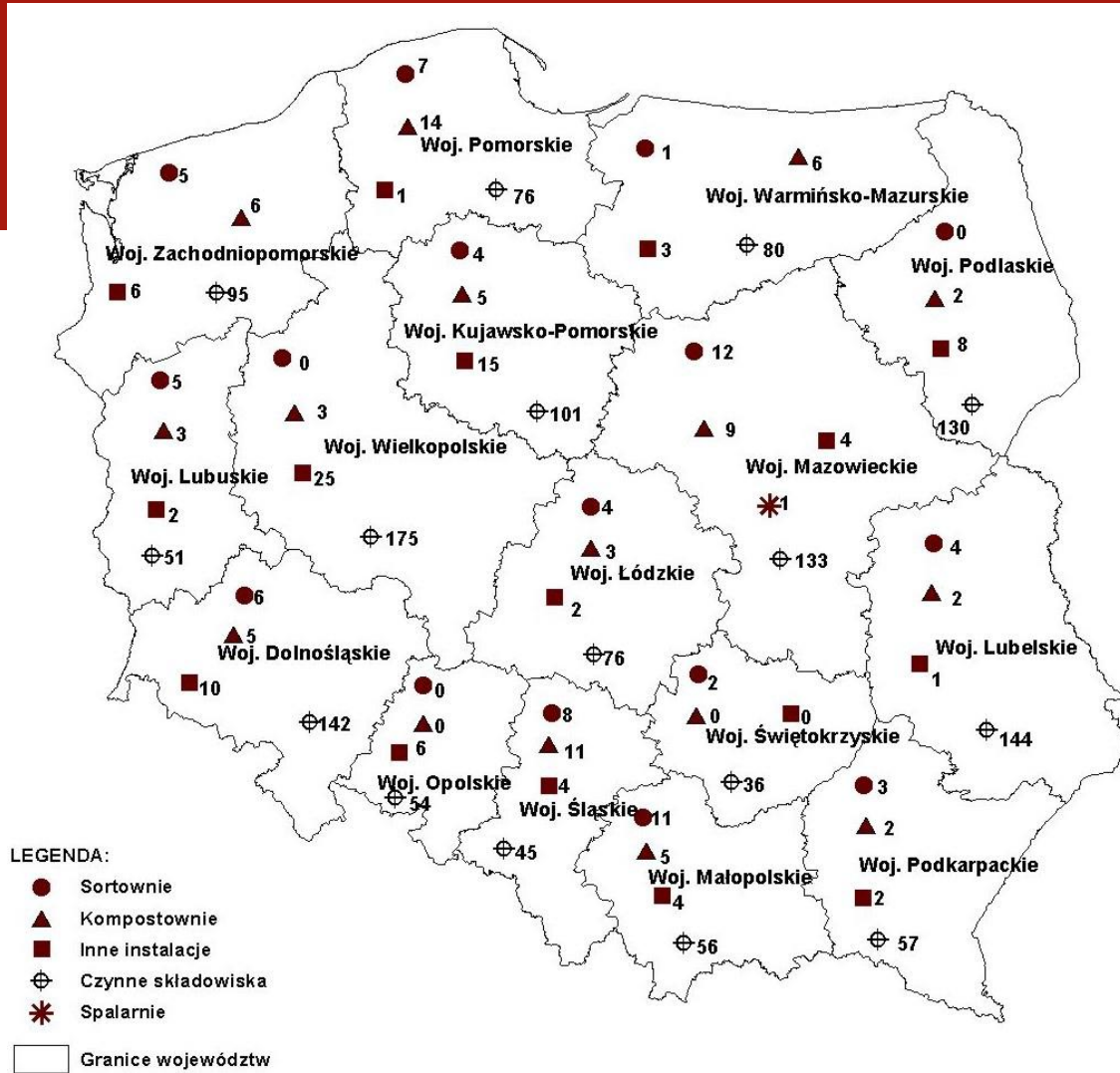




# Zalety kompostowania:

- 1) Recykulacja na dużą skalę rozkładalnych organicznych składników odpadów komunalnych,
- 2) Zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na wysypiska,
- 3) Unieszkodliwianie odpadów pod względem sanitarnym
- 4) Metoda jest do przyjęcia pod względem ekonomicznym,
- 5) Produkt kompostowania jest wartościowym materiałem, przydatnym do wielu celów, jest między innymi bazą substancji humusowych niezbędnych dla zapewnienia urodzajności gleb (w Polsce ok. 60% gleb ma niedomiar humusu),





Istniejące obiekty gospodarki odpadami komunalnymi w poszczególnych województwach



# System DANO

Technologia kompostowania systemu DANO składa się z trzech podstawowych węzłów:

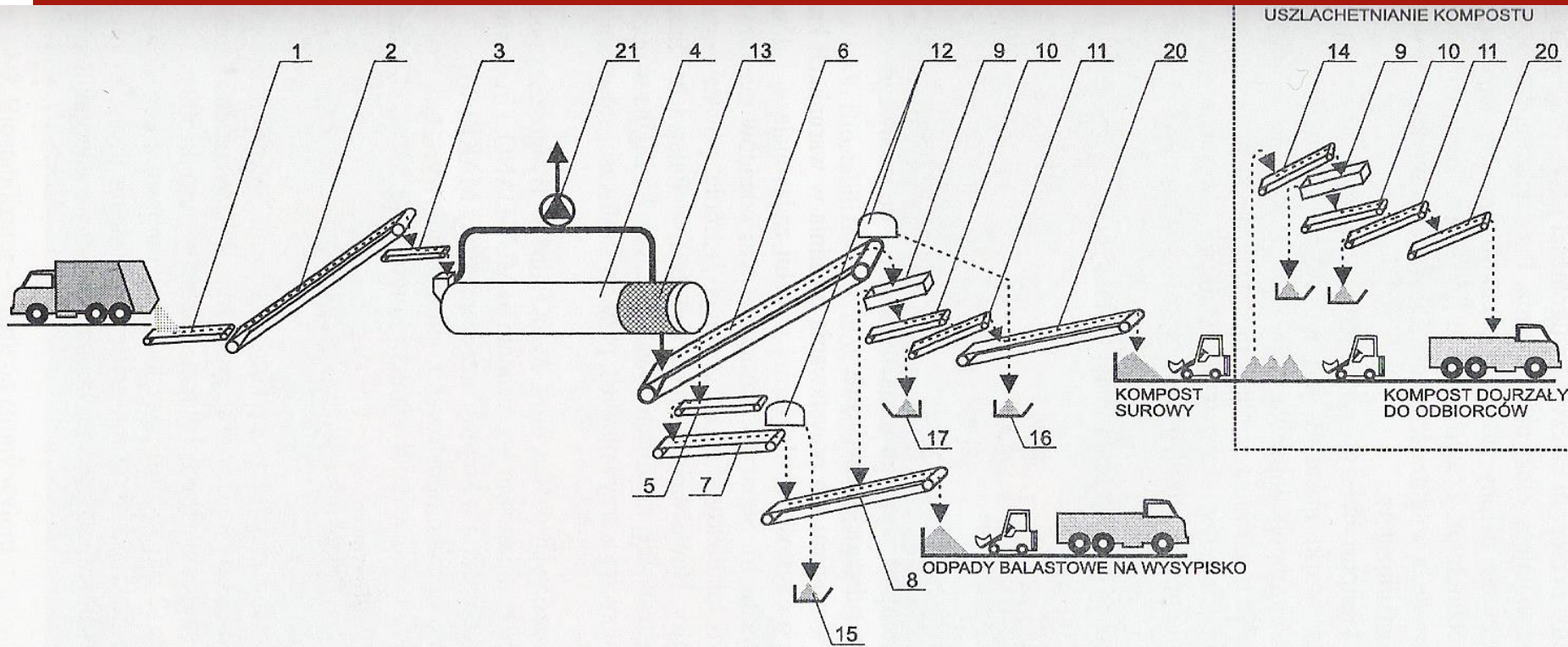
- I- wstępna obróbka odpadów (wstępne kompostowanie)
- II- kompostowanie
- III- uzdatnianie kompostu



# System DANO

- Zasadniczym elementem technologicznym systemu DANO jest tzw. biostabilizator-.





- |                                |  |  |
|--------------------------------|--|--|
| 1. Przenośnik płytowy          | 8. Przenośnik taśmowy balastu              | 15. Pojemnik na złom żelazny                     |
| 2. Przenośnik taśmowy odpadów  | 9. Sito wibracyjne                         | 16. Pojemnik na złom żelazny                     |
| 3. Przenośnik taśmowy odpadów  | 10. Przenośnik taśmowy kompostu            | 17. Pojemnik na odpady drobnoziarniste           |
| 4. Biostabilizator             | 11. Oddzielacz przedmiotów twardych        | 18. Przenośnik taśmowy kompostu uszlachetnionego |
| 5. Przenośnik taśmowy balastu  | 12. Oddzielacz elektromagnetyczny          | 19. Pojemnik na odsiewy                          |
| 6. Przenośnik taśmowy kompostu | 13. Sito bębnowe                           | 20. Przenośnik taśmowy kompostu surowego         |
| 7. Przenośnik taśmowy balastu  | 14. Przenośnik taśmowy kompostu dojrzałego | 21. Wentylator gazów poprocesowych               |

Rys. 14.7. Schemat kompostowni systemu „DANO”[44]





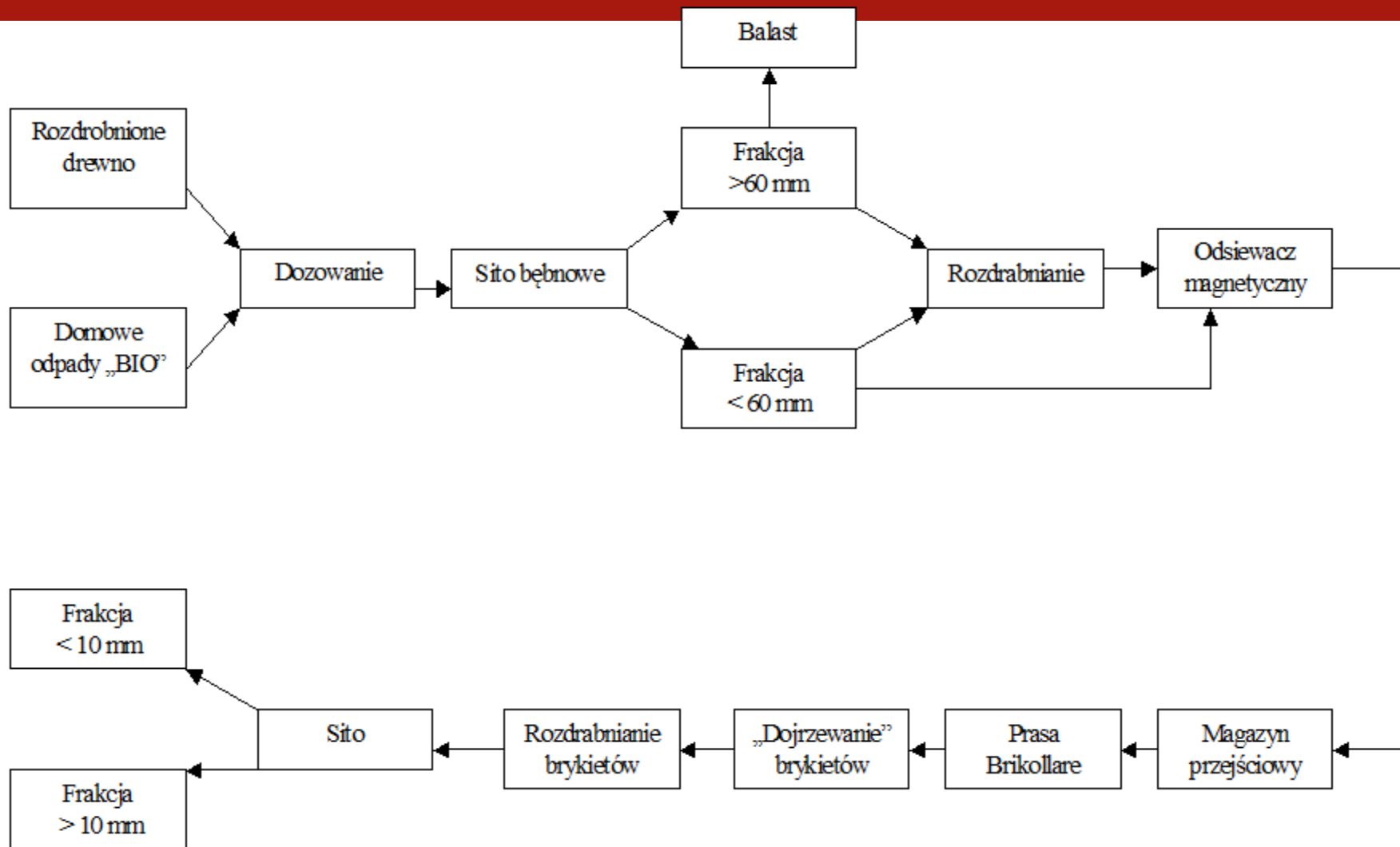
## System DANO zalety

- Wysoka efektywność i możliwość pracy w różnych warunkach środowiskowych, przy różnym składzie i właściwościach technologicznych odpadów komunalnych
- Biostabilizator dzięki swojej wielofunkcyjności umożliwia otrzymanie kompostu
- Niska energochłonność procesu pozwala na osiąganie większych efektów ekonomicznych i obniżenie kosztów przeróbki odpadów
- Pełna hermetyzacja procesu w biostabilizatorze, co ogranicza zasięg oddziaływania kompostowni na środowisko
- Możliwość wspólnego kompostowania odpadów stałych z osadami ściekowymi i wybranymi odpadami przemysłowymi
- Dostępność urządzenia do kompostowania na naszym rynku oraz serwis krajowy



# SCHEMAT TECHNOLOGICZNY KOMPOSTOWNI METODĄ BRIKOLLARE

## KOMPOSTOWANIE W BRYKIETACH





# System Biodegma Mobil, foto biodegma.de





*Kompostownia M-U-T Kyberferm w Łodzi (fot. proGEO)*





*Kontenery KNEER*



# INSTALACJE TECHNOLOGICZNE DO PRODUKCJI PALIW ALTERNATYWNYCH (RDF)

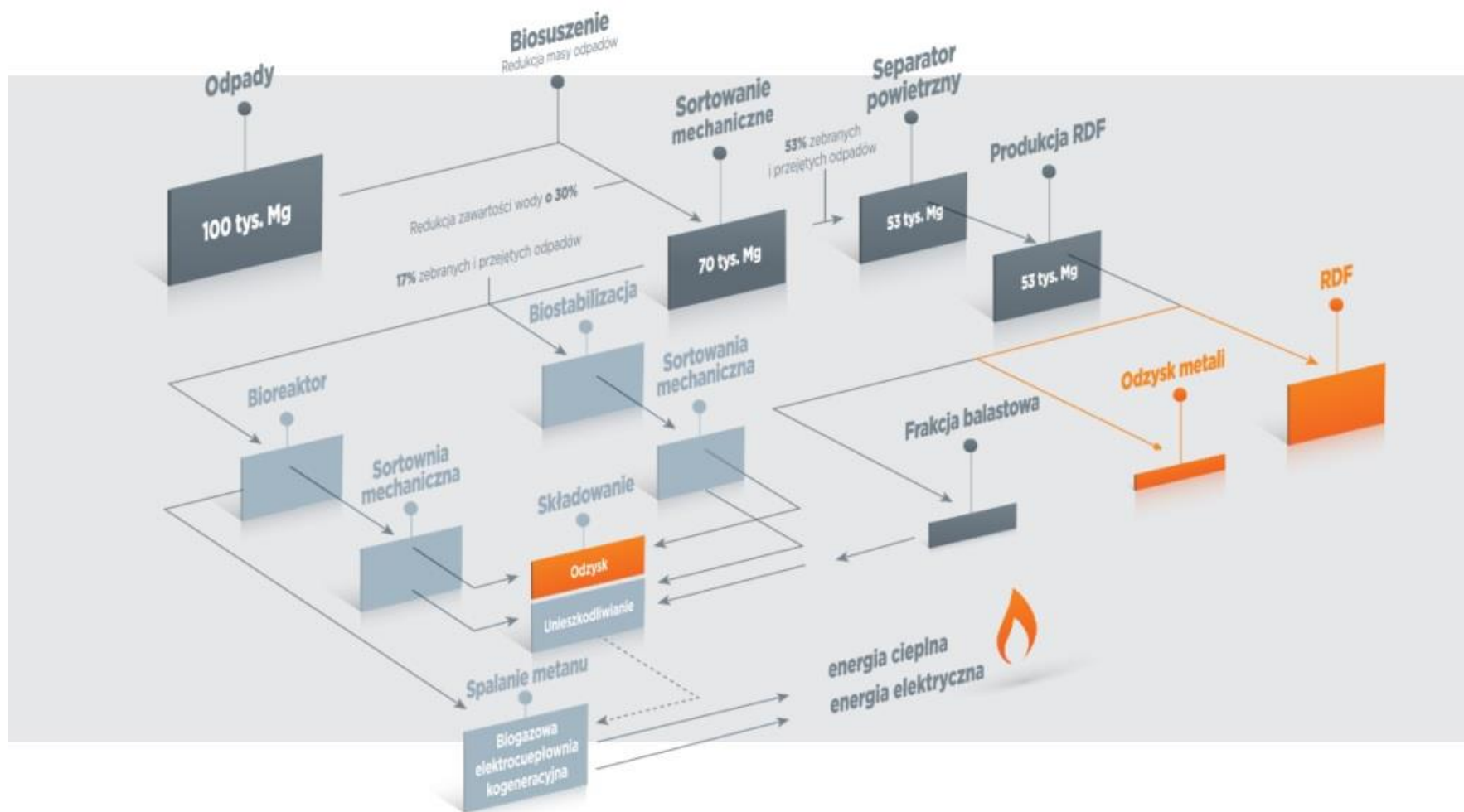
Surowiec do produkcji paliw alternatywnych mogą stanowić takie materiały jak:

- Tworzywa sztuczne
- Papier
- Tekstylia
- Drewno
- Frakcje mineralne
- Materiały kompozytowe

Paliwa alternatywne są to paliwa wytwarzane z wysokokalorycznych odpadów, które mogą pochodzić z gospodarstw domowych czy z przemysłu. Z uwagi na ich wysoką wartość opałową, po odpowiednim przekształceniu, istnieje możliwość wykorzystania ich w procesach termicznych.

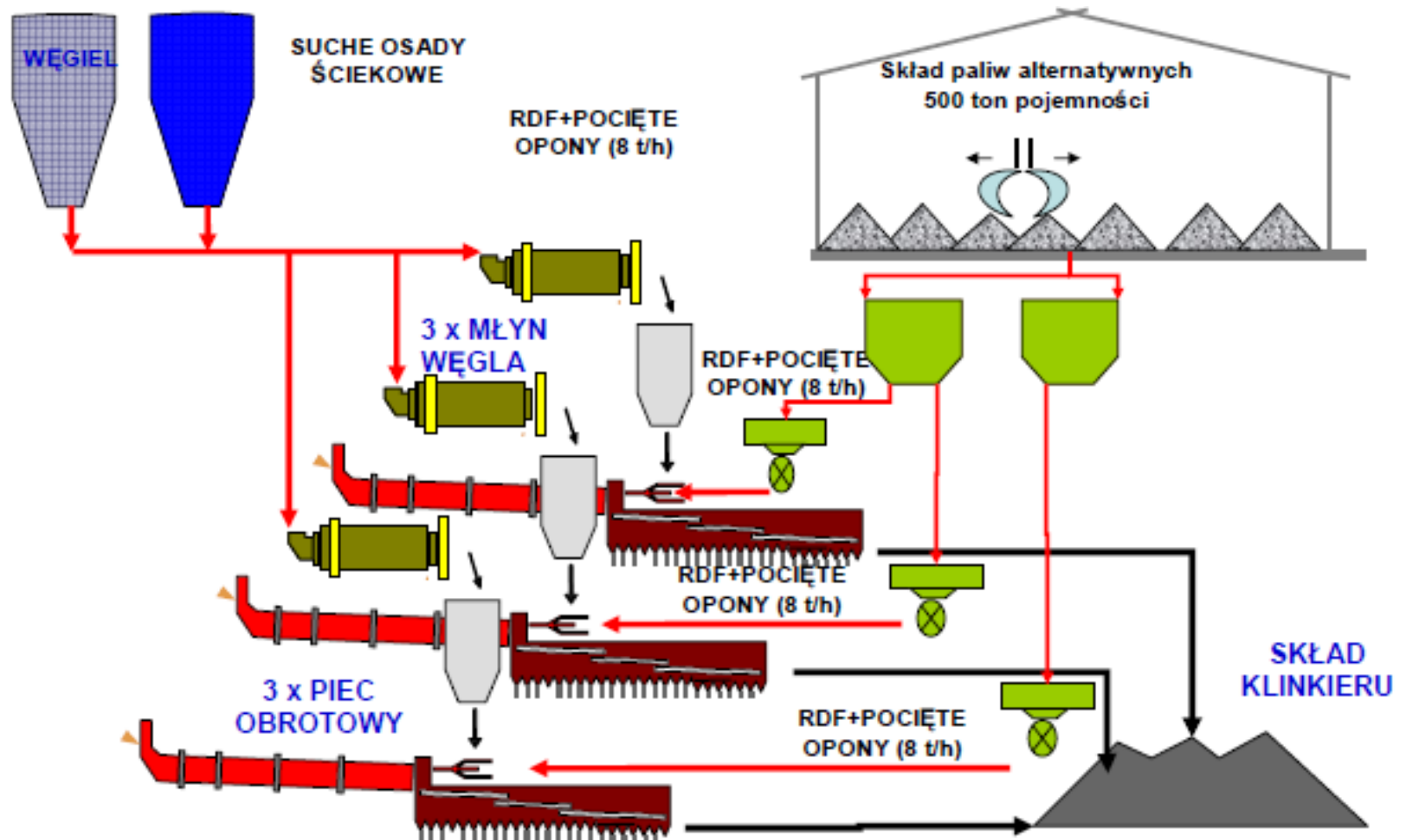


# Schemat przedstawia proces produkcji paliwa alternatywnego w Grupie NOVAGO.





# Stosowanie paliwa RDF w cementowni Rudnik (AGH)







# Średnia wartość opałowa, zawartość wilgoci i popiołu w różnych paliwach

Paliwo	Wartość opałowa	Zawartość wilgoci	Zawartość popiołu
	MJ/kg	%	%
Zmieszane			
odpady komunalne	7-12	30-45	25-35
RDF	10-16	10-25	10-25
Węgiel brunatny	8-12	45-55	10-30
Węgiel kamienny	19-32	3-15	7-15
Biomasa	10-18	5-65	1-7



# Biogaz = Metanizacja

## Powstawanie biogazu

- Jest to proces biologiczny - z masy organicznej w wyniku fermentacji metanowej powstaje mieszanina gazów, tak zwany biogaz.
- w przyrodzie jest to proces szeroko rozpowszechniony – odbywający się np. na: torfowiskach, dnie mórz, w gnojowicy itp.
- utworzona mieszanina gazów w około dwóch trzecich składa się z metanu i w około jednej trzeciej z dwutlenku węgla, oprócz tego w biogazie znajdują się jeszcze niewielkie ilości wodoru, siarkowodoru, amoniaku i innych gazów



# Najważniejsze etapy metanizacji

- **hydroliza** - rozkład złożonych związków materiału wyjściowego (np. węglowodanów, białek, tłuszczów) na proste związki organiczne (np. aminokwasy, cukier, kwasy tłuszczowe), uczestniczące w tym procesie bakterie uwalniają enzymy, które rozkładają materiał na drodze reakcji biochemicznych.



# Najważniejsze etapy metanizacji

**faza zakwaszania** (fermentacja kwasowa) - przy udziale bakterii kwasotwórczych powstają kwasy tłuszczowe (kwas octowy, propionowy i masłowy) oraz dwutlenek węgla i wodór, oprócz tego powstają niewielkie ilości kwasu mlekowego i alkoholu, produkty te w następnej fazie „tworzenia się kwasu octowego”, przy udziale bakterii zamieniają się w substancje poprzedzające powstanie biogazu (kwas octowy, wodór i dwutlenek węgla)



# Najważniejsze etapy metanizacji

- **metanogeneza** (fermentacja metanowa)- okres działania bakterii metanowych, wykorzystujących wodór i kwas octowy do produkcji metanu i dwutlenku węgla



# Biogaz

Istnieją

trzy główne źródła uzyskiwania biogazu:

- fermentacja osadu czynnego w komorach fermentacyjnych oczyszczalni ścieków,
- fermentacja organicznych odpadów przemysłowych i konsumpcyjnych na wysypisku,
- fermentacja obornika w indywidualnych gospodarstwach rolnych.



Rozdrabniarka



Modułowe komory fermentacyjne



Agregaty kogeneracyjne



Urządzenia odwadniające



Kompost dojrzały



Kompost świeży



Płynny nawóz



Process for the fermentation of biogenous waste



Fermentacja sucha odpadów zielonych Kompogas, Klingnau(Szwajcaria), foto proGEO





Fermentacja sucha odpadów zielonych Kompogas, Lenzberg (Szwajcaria), foto proGEO



# wykorzystanie biogazu





# Odpady stałe

**Recykling** jest to doprowadzenie zużytych materiałów do stanu pozwalającego na ponowne ich wykorzystanie.



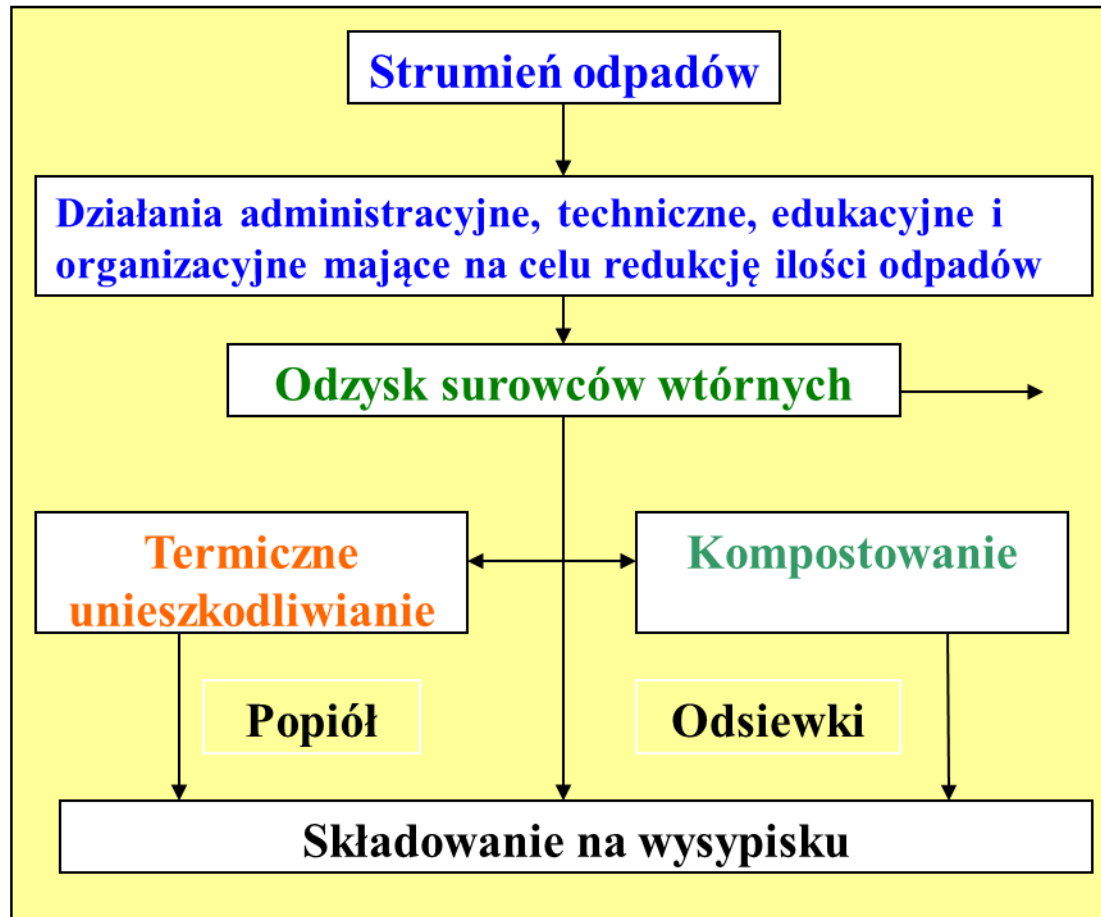
# Rodzaje recyklingu

Biorąc pod uwagę specyfikę obróbki, wyróżnia się następujące rodzaje recyklingu:

- **Termiczny** - polega na pozyskiwaniu energii z odpadów.
- **Materiałowy** - polega na odzyskiwaniu tworzyw z odpadów.
- **Organiczny** - polega na obróbce tlenowej lub beztlenowej odpadów w warunkach kontrolowanych z wykorzystaniem mikroorganizmów. W ten sposób powstaje materia organiczna lub metan.
- **Chemiczny** - polega na przetwarzaniu odpadów na produkty o zupełnie innych właściwościach fizyczno-chemicznych.
- **Surowcowy** - polega na przetwarzaniu odpadów do pierwotnej postaci.

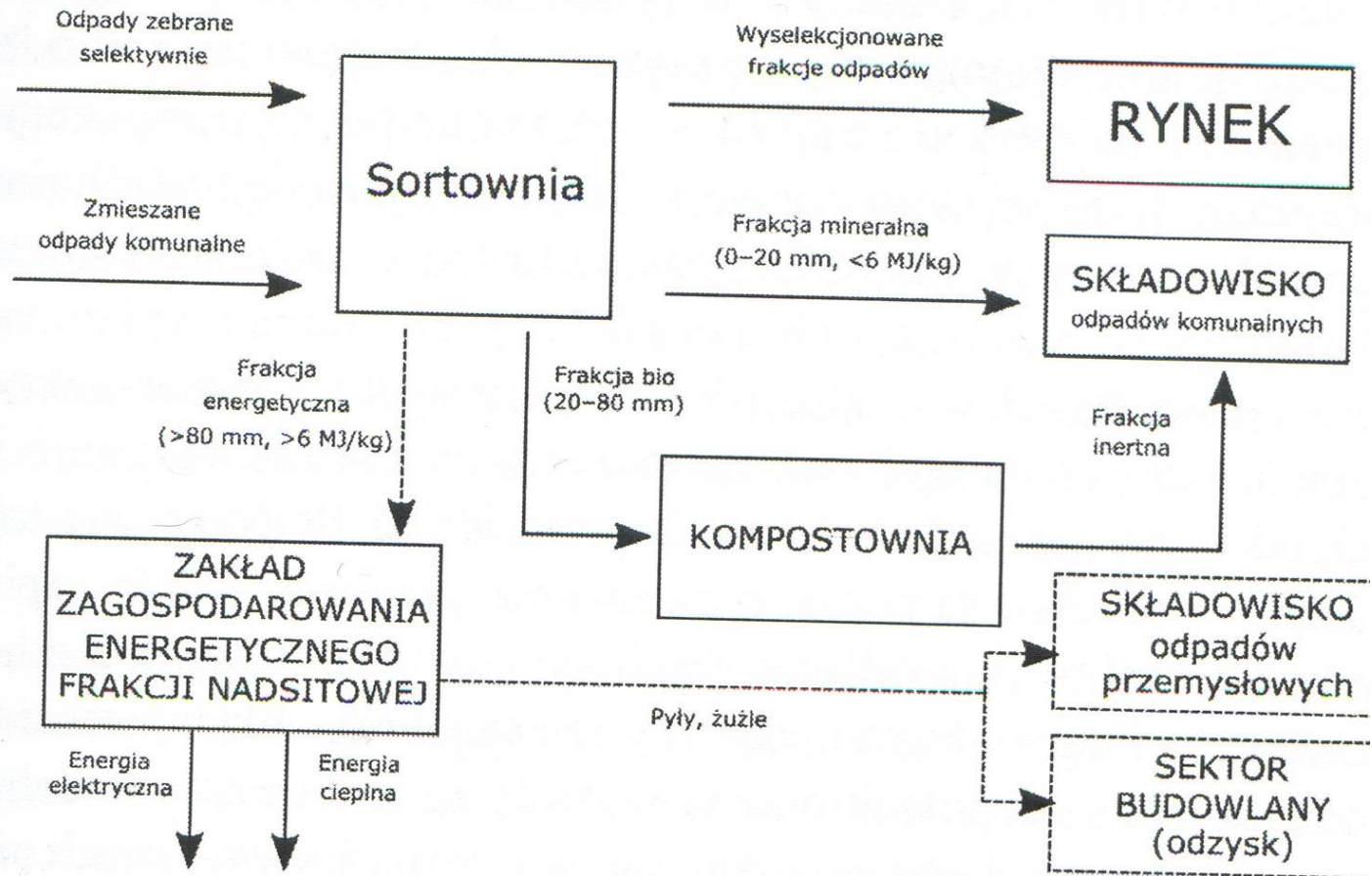


# Odpady stałe - postępowanie z odpadami





### RIPOK – Regionalna Instalacja Przetwarzania Odpadów Komunalnych





# Odpady stałe-składowanie

## Bezpieczne składowanie -

- polega na deponowaniu odpadów na wysypiskach zorganizowanych w taki sposób, aby zagwarantować jak najmniejszy negatywny wpływ na wszystkie elementy środowiska.
- przygotowanie terenu składowiska ma na celu:
- ograniczenie zanieczyszczenia powietrza,
- wyeliminowanie zanieczyszczenia gruntu, wód powierzchniowych i podziemnych.



# Odpady stałe-wysypiska

Przygotowanie wysypiska polega na wykonaniu specjalnych:

- instalacji odgazowania
- uszczelnień niecki składowiska gruntem słabo przepuszczalnym oraz geomembranami
- drenaży zbierających wody odciekające ze składowiska oraz wody opadowe;
- oczyszczalni wód odciekowych.



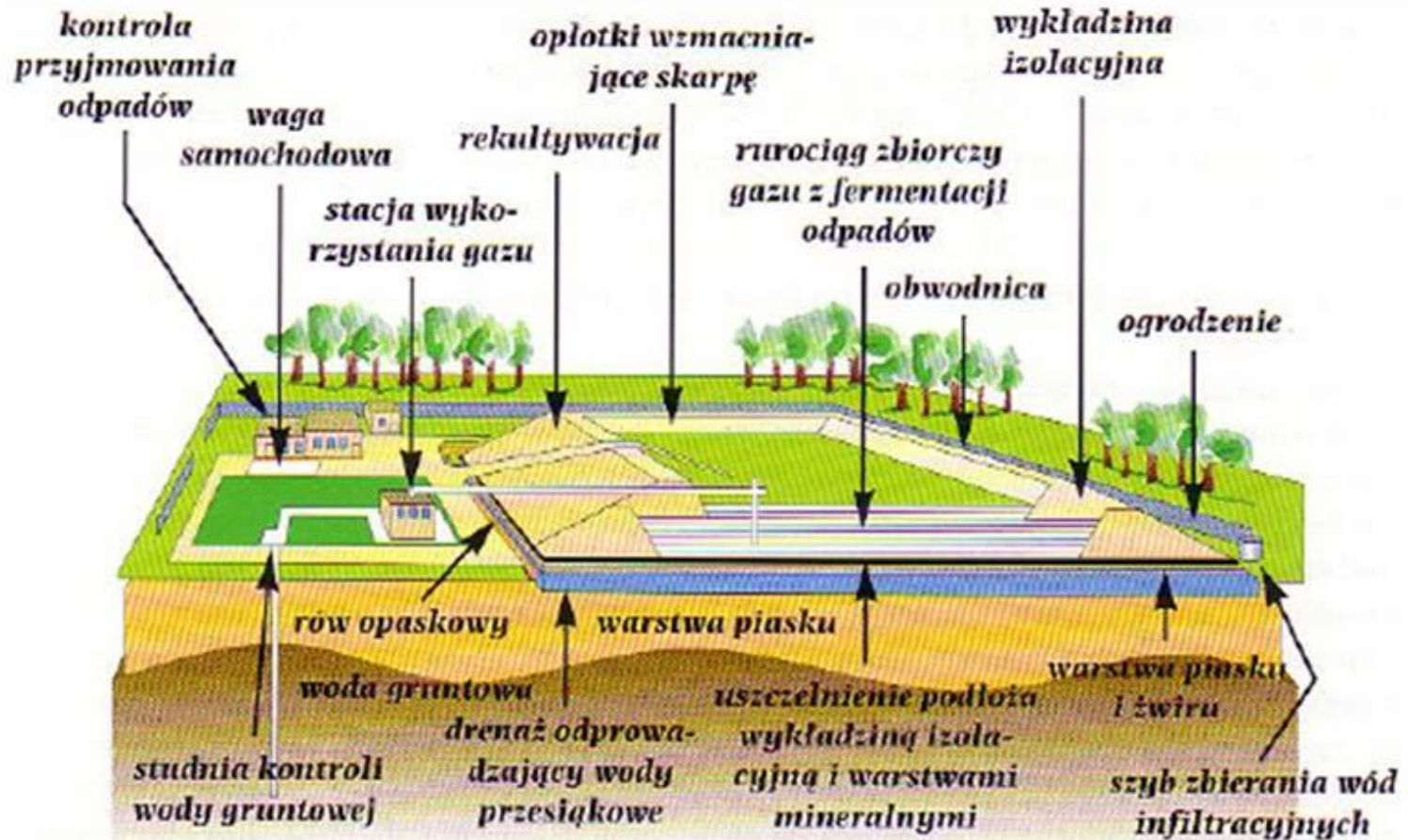


## Odpady stałe-wysypiska cd

Po zakończeniu eksploatacji wysypisko musi być poddane rekultywacji, która polega na wykonaniu:

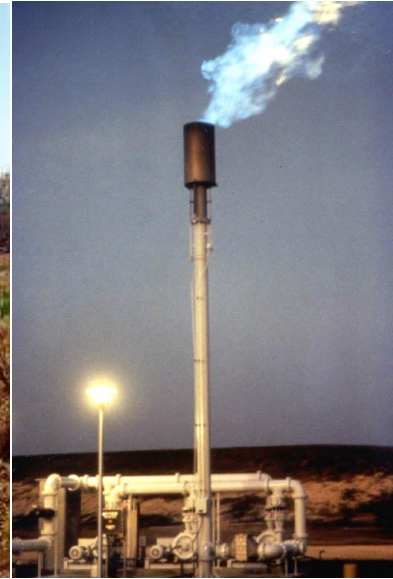
- uszczelnienia od góry ekranem z tworzywa sztucznego,
- przykrycia składowiska warstwą gruntu i kompostem (najczęściej uzyskiwanym z przerobu odpadów),
- wprowadzeniem roślinności (gatunki odpowiednie dla warunków gruntowo-wodnych i jakości środowiska).

### Schemat nowoczesnego składowiska odpadów





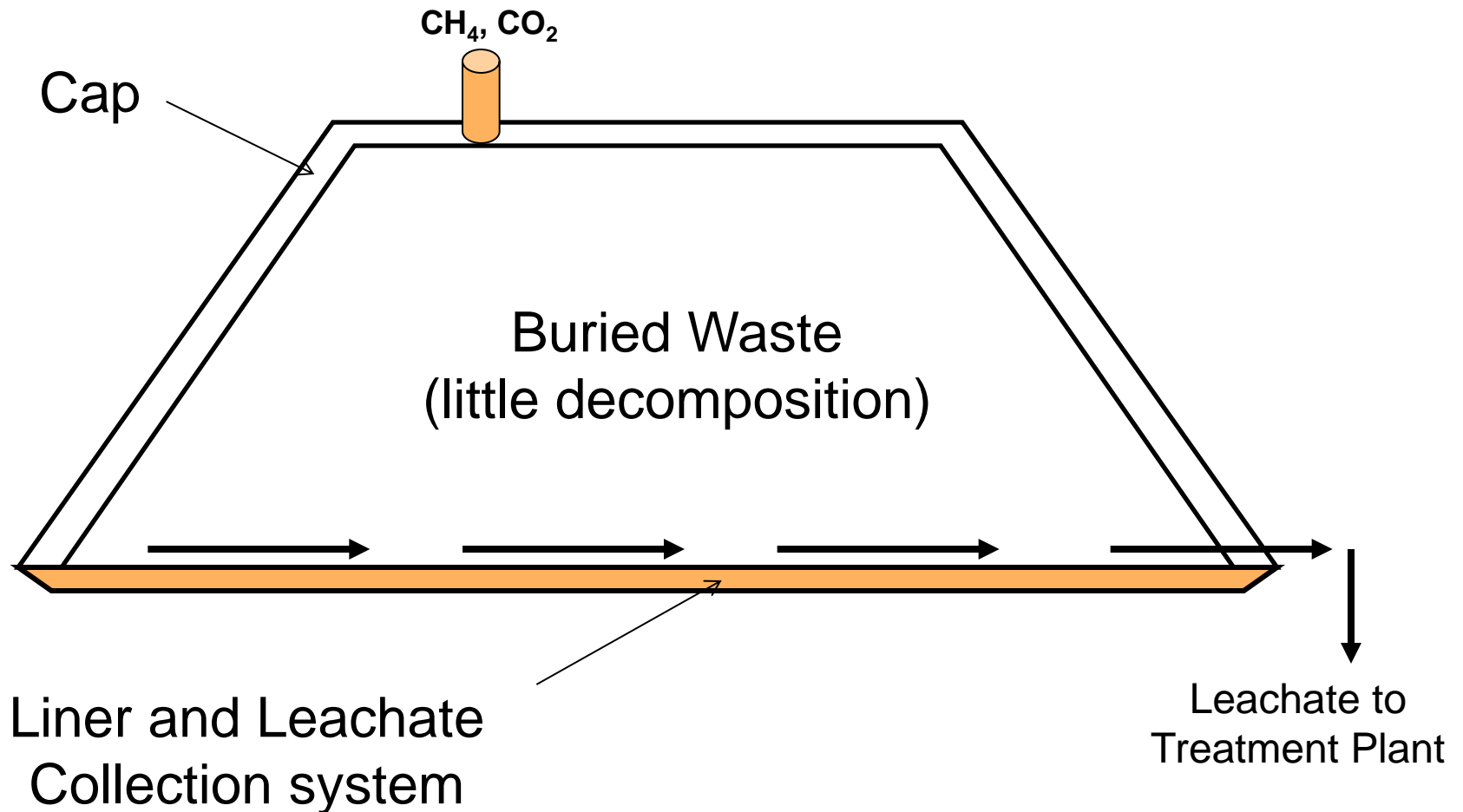
# Wysypiska śmieci jako bioreaktory rozkładające i stabilizujące odpady stałe





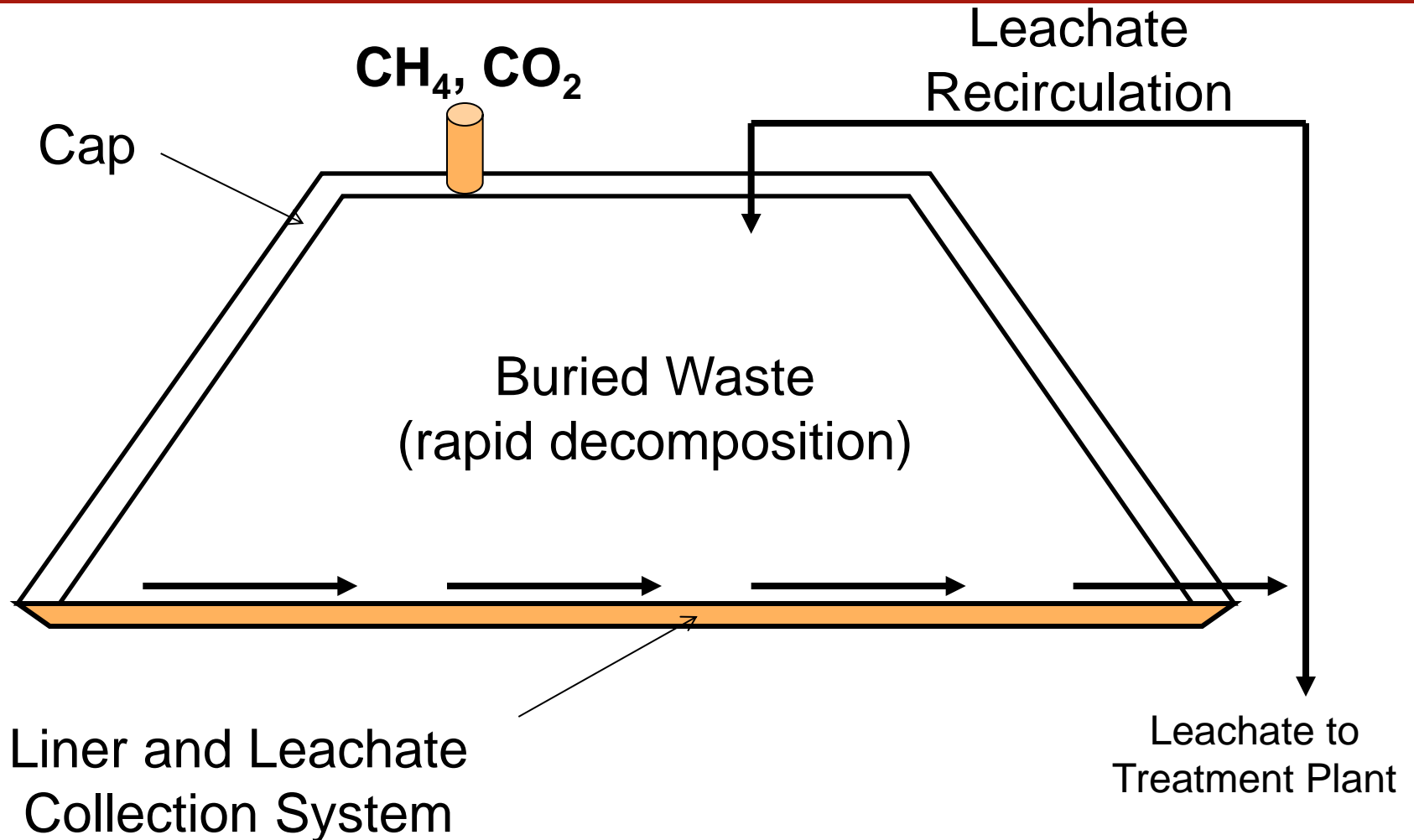
# Tradycyjjne wysypisko

Cel: woda poza składowiskiem





# Bioreaktor



Schematic Shows Anaerobic Operation



## Odpady stałe

### Odpady górnictwa węgla kamiennego, górnictwa rud metali, górnictwa surowców skalnych:

- 1. Odpady wydobywcze** - są to z reguły duże okruchy skały płonnej, głównie piaskowców
- 2. Odpady przeróbcze** - mieszanina węgla i skał karbońskich, takich jak iłowce, mułowce, piaskowce. Ich udział waha się od 36 do 80 proc.



# Odpady stałe-wydobywcze-zastosowanie

## 1. Odpady wydobywcze

Utylizacja: Wypełnianie wyrobisk, składowanie (7%)

- **budownictwo drogowe i transport kolejowy** ( budowa nasypów pod autostrady i drogi szybkiego ruchu dla transportu samochodowego ) i nasypy kolejowe;
- **przygotowanie terenu** pod budowę parkingów, centrów handlowych, zakładów. przemysłowych.
- **surowiec do masy ceramicznej** (produkcja cegły klinkierowej), produkcja cementu, materiał do robót drogowych, wypełniacz betonów w budownictwie,
- **dolomity- oddzielane w procesie wstępnego wzbogacania** – wykorzystane w budownictwie, drogownictwie budownictwie stawów osadowych



## Odpady stałe

### 2. Odpady przeróbcze

- odpady poflotacyjne rud miedzi – gromadzone są na składowisku (30%) a 70% zużywane do rozbudowy zbiornika na te odpady.
- odpady poflotacyjne – gromadzone są na składowisku, do niwelacji terenów i budowy nasypów. do rekultywacji wyrobisk, budowy dróg.

Odpady z górnictwa siarki:

- składowanie, do rekultywacji gruntów pogórnicznych (10%)





## Odpady stałe-energetyka

**Odpady energetyczne:** popioły lotne i żużel

Surowce wtórne:

Do **produkcji ceramiki budowlanej** ( w tym o podwyższonej odporności termicznej), do produkcji betonów, do produkcji cementu, do podsadzania wyrobisk górniczych, likwidowaniu otworów wiertniczych, w rolnictwie, do oczyszczania ścieków.

**Mikrosfery składniki popiołów lotnych** – glinokrzemiany o budowie kulistej ( puste w środku). Ognioodporne izolatory w szerokim zakresie temperatur (do 1000°C). Mała gęstość ok. 0,5g/m<sup>3</sup>.



## Odpady niebezpieczne

Zgodnie z współczesnym ustawodawstwem (Dyrektywa Rady Unii Europejskiej z 20 marca 1978 78/319/CEE) można wyróżnić kilka rodzajów zagrożeń stwarzanych przez odpady niebezpieczne:

- **zagrożenia fizyczne** (substancje wybuchowe, utleniające, palne),
- **zagrożenia biologiczne** (substancje bardzo toksyczne, toksyczne, szkodliwe, drażniące, mutagenne),
- **zagrożenia środowiskowe** (substancje groźne dla środowiska naturalnego).



# Odpady niebezpieczne

## Szczególne rodzaje odpadów niebezpiecznych

Do odpadów tych należą:

1. odpady zawierające PCB,
2. oleje odpadowe,
3. baterie i akumulatory,
4. odpady zawierające azbest,
5. pestycydy,
6. zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne, wycofane z eksploatacji.



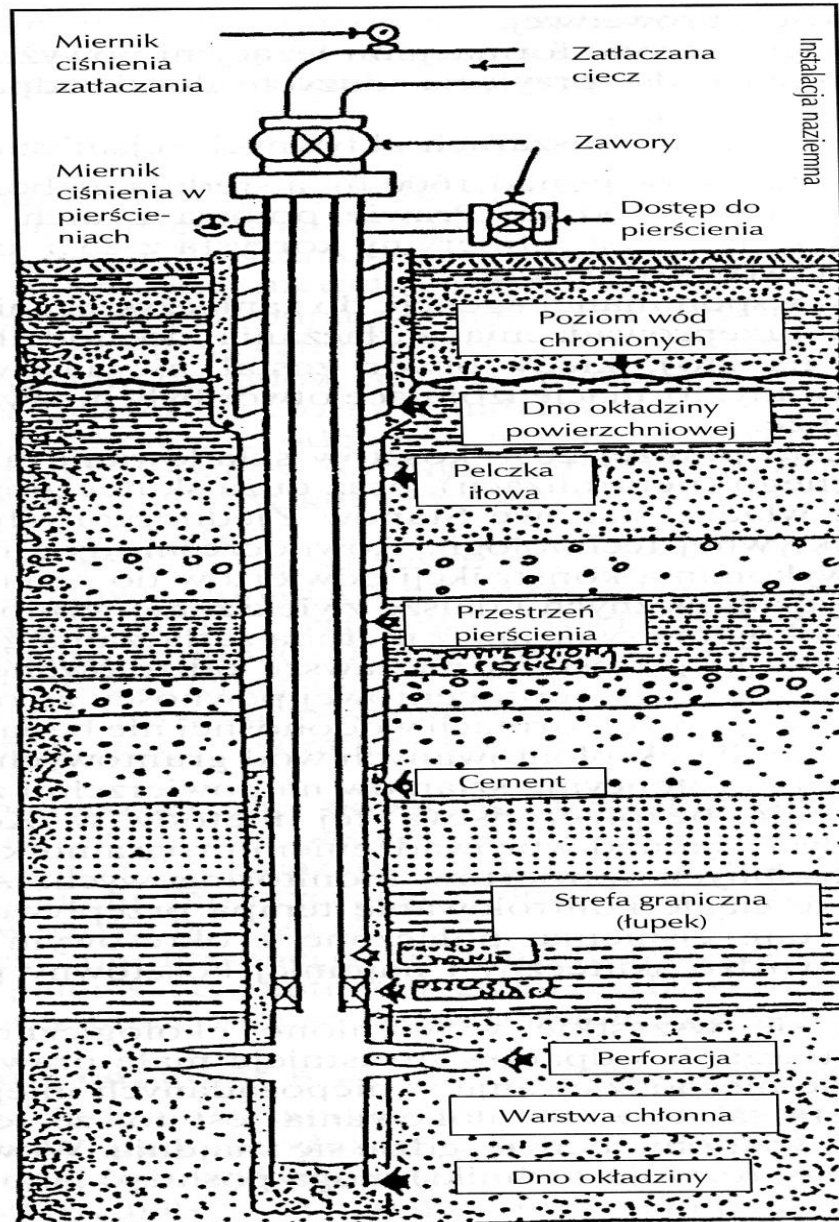
# Odpady niebezpieczne

Unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych

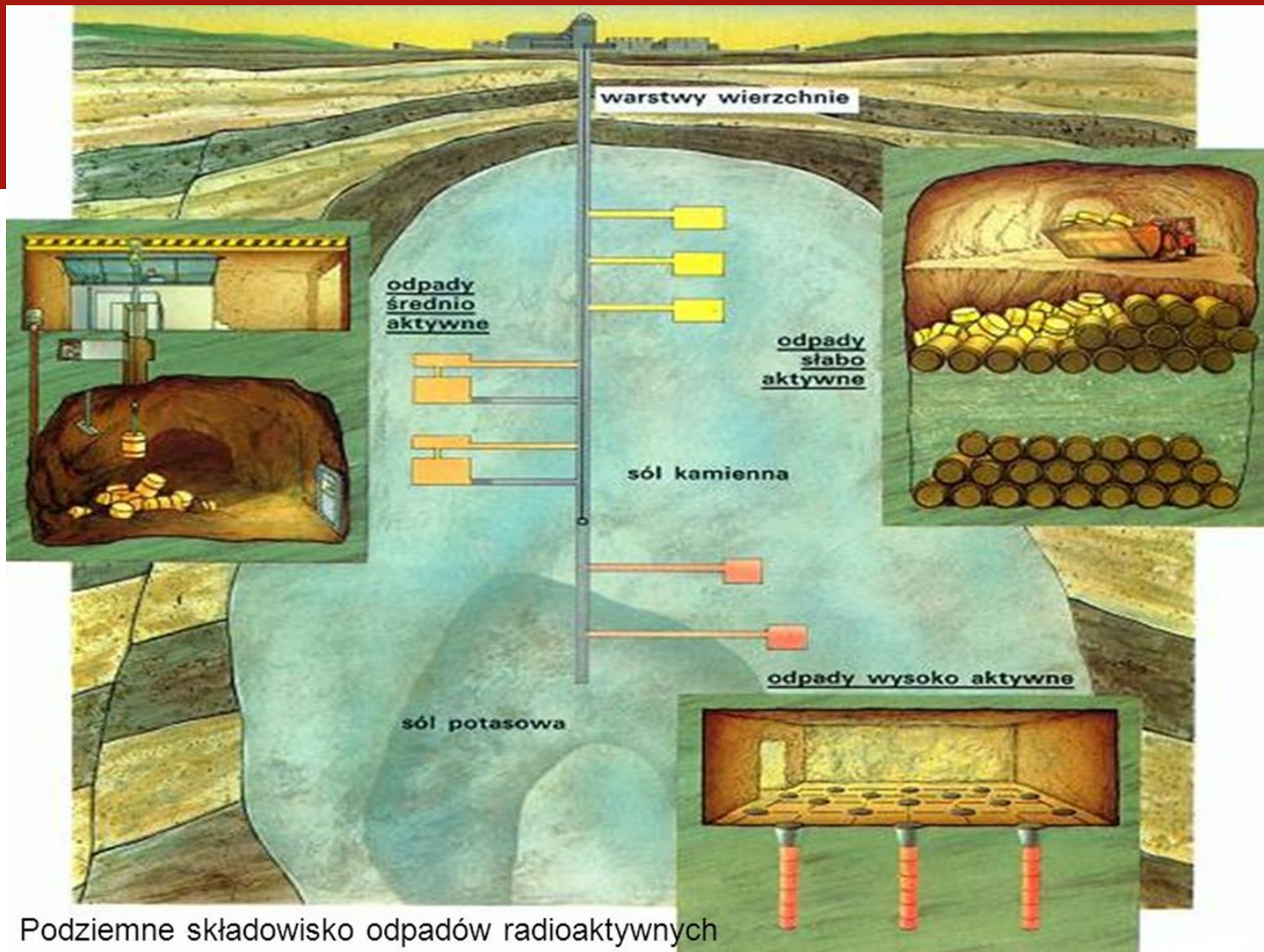
- składowanie
- spalanie

Składowanie:

- Składowiska podziemne, nadpoziomowe i podpoziomowe;
- Zbiorniki otwarte;
- Baseny;
- Zbiorniki zamknięte
- Mogilniki



Typowy odwiert do zatlaczania głębinowego  
[J. Borkiewicz, 1993]



Podziemne składowisko odpadów radioaktywnych



## Zatłaczanie głębinowe

Ponad 820 otworów umieszczonych na liście Agencji Ochrony Środowiska sięga formacji geologicznych, które:

- nie mają wartości surowcowej,
- są skutecznie ograniczone formacjami leżącymi powyżej,
- mają wystarczającą do przyjęcia dużych ilości odpadów porowatość, przenikalność i rozmiary,
- nie są zlokalizowane na obszarach aktywnych sejsmicznie.

Wiele z nich ma głębokość ponad 1600 m, a średnia głębokość odwiertów do zatłaczania odpadów sięga 1200 m.



## Zatłaczanie głębinowe

### Zalety:

- niskie koszty, często poniżej 20% kosztów składowania na powierzchni lub oczyszczania chemicznego (neutralizacji),
- duża skuteczność tej metody
- składowane pod ziemią odpady (przy rozwoju techniki) mogą posłużyć jako surowce i zostać odpompowane na powierzchnię.

### Wady:

- największe zagrożenia wiążą się z tym czy odpady pozostaną na zawsze odizolowane od źródeł wody pitnej.





## Odpady niebezpieczne

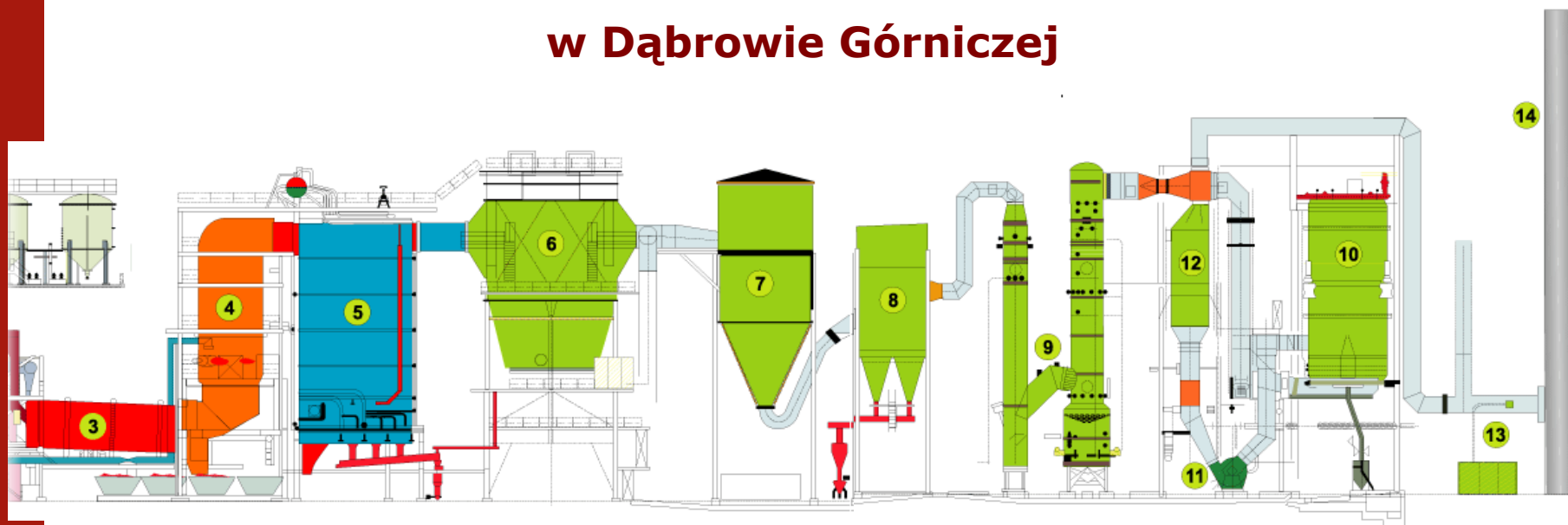
### **Metody termicznego przetwarzania odpadów - w tym odpadów niebezpiecznych**

1. Piroliza i dopalenie gazów pirolitycznych.
2. Spalenie w piecu obrotowym z dopaleniem spalin w termoreaktorze.
3. Spalenie odpadów w piecu z paleniskiem rusztowym stałym lub ruchomym.
4. Współspalanie w piecach cementowych.
5. Współspalanie w urządzeniach energetycznych.
6. Spalenie w piecach fluidalnych.
7. Termiczne niszczenie w urządzeniach mikrofalowych.
8. Termiczne niszczenie w plazmie.

# Spalanie odpadów niebezpiecznych



## Schemat spalarni odpadów niebezpiecznych w Dąbrowie Górniczej



1. Hala odpadów stałych
2. Taśmociąg
3. Piec obrotowy
4. Komora dopalania
5. Kocioł odzysknicowy
6. Elektrofiltr
7. Suszarnia rozpyłowa
8. Filtr workowy
9. Zespół oczyszczania spalin
10. Filtr z węglem aktywnym
11. Wentylator główny
12. Katalizator DeNOx
13. Podwójny układ monitoringu spalin
14. Komin



## Odpady niebezpieczne

### Wymagane jest spełnienie następujących warunków podczas spalania w spalarniach:

- Dla odpadów niebezpiecznych o zawartości chloru  $< 1\%$   
Spalanie musi przebiegać w temperaturze nie niższej niż  $850^{\circ}\text{C}$   
Czas przebywania spalin w tej temperaturze musi być nie krótszy niż 2s. Zawartość  $\text{O}_2 > 6\%$
- Dla zawartości chloru  $> 1\%$   
Spalanie musi przebiegać w temperaturze nie niższej niż  $1100^{\circ}\text{C}$   
Czas przebywania spalin w tej temperaturze musi być nie krótszy niż 2s. Zawartość  $\text{O}_2 > 6\%$
- Gazy odlotowe z procesu powinny być monitorowane w zakresie ciągłej rejestracji temperatury w komorze spalania, ciśnienia, zawartości tlenu i pary wodnej.



## Odpady niebezpieczne

Czas przebywania gazów reakcyjnych w temperaturach 850 - 1100°C przez minimum 2s. wynika z tego, że w tych warunkach następuje praktycznie całkowite utlenienie węgla do CO<sub>2</sub>.

Powstawanie dioksyn:

Wykazano, że synteza dioksyn następuje na drodze reakcji chloru z cząsteczkami sadzy w obecności tlenu i pary wodnej.

O stężeniu dioksyn w spalinach decyduje w tym przypadku nie stężenie chloru w spalonym materiale ale warunki prowadzenia tego procesu jak i skuteczność ich usunięcia w procesie oczyszczania spalin.



## Odpady niebezpieczne

### Metody pierwotne redukcji dioksyn

O ich stężeniu na wyjściu komory spalania decyduje:

- **dynamika pierwszej fazy spalania**, konieczność pozostawiania spalin przez pewien czas w temperaturze 850 - 900°C,
- **przebieg dopalania** w wysokiej temperaturze (1200°C),
- recyrkulacja gazów spalinowych, temperatura i turbulencja powietrza pierwotnego i wtórnego,
- **warunki schładzania gazów** spalinowych w zakresie temperatur od 240 do 300°C - ma to istotny wpływ na stopień rekombinacji dioksyn.



# Odpady niebezpieczne

## Metody wtórne redukcji dioksyn

Stosowanie metod wtórnych polega na tworzeniu produktu odpadowego o bardzo wysokim stężeniu dioksyn. Powstały w ten sposób balast musi być podlegać kolejnemu procesowi unieszkodliwienia. Do podstawowych metod wtórnych należą:

- metody sorpcyjne (53 % zastosowań),
- metody katalityczne (33 % zastosowań),
- metody filtrów złożowych opartych na węglu aktywnym (15% zastosowań),
- kombinacje ww. metod.



# Odpady niebezpieczne

## **Utylizacja popiołów:**

- Utwardzenie popiołów w kompozycjach cementowych czyli zestaleniu:
- wykorzystanie popiołów do wypełniania asfaltów
- witrifikacja (zeszkliwianie). Metoda ta znakomicie nadaje się tam, gdzie popioły nie zawierają dioksyn, ale metale ciężkie (z wyjątkiem rtęci)



# Odpady niebezpieczne

## Utylizacja popiołów:

### 2. Detoksykacja

Proces niskotemperaturowego odchlorowania dioksyn na powierzchni cząstek popiołów pozwala na usunięcie dioksyn do poziomu 5 - 10 ng-TEQ/kg, czyli do takiego jaki mają gleby z terenów zurbanizowanych. Podstawowe parametry tego procesu przedstawiają się następująco:

- Atmosfera beztlenowa, lub znaczny niedobór tlenu
- Temperatura procesu w zakresie 350°C - 450°C
- Czas retencji (przebywania w piecu rurowym) minimum 1 godzina
- Szybkie schłodzenie popiołu do temp. poniżej 60°C  
(99% destrukcji)

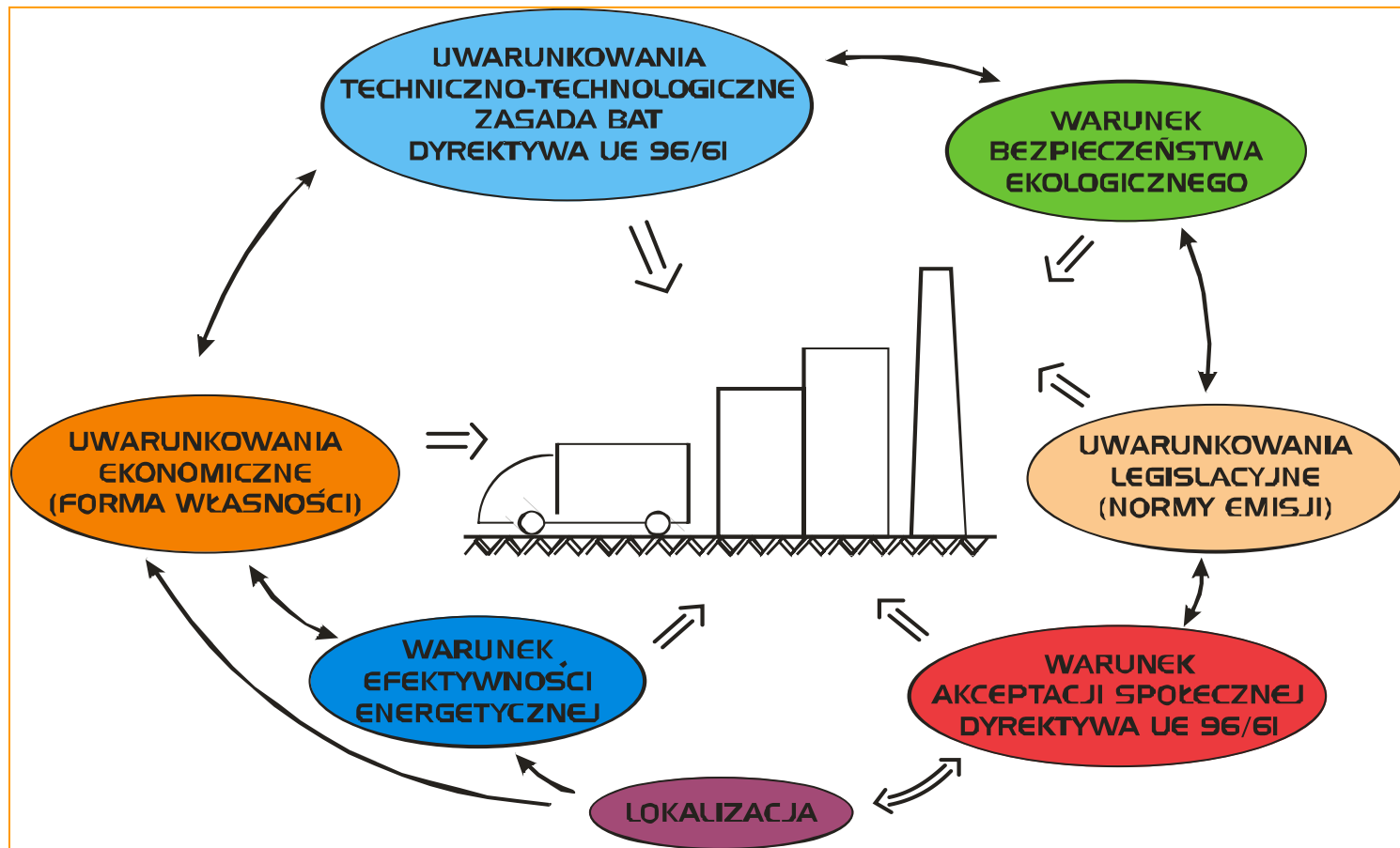




# Spalarnie odpadów

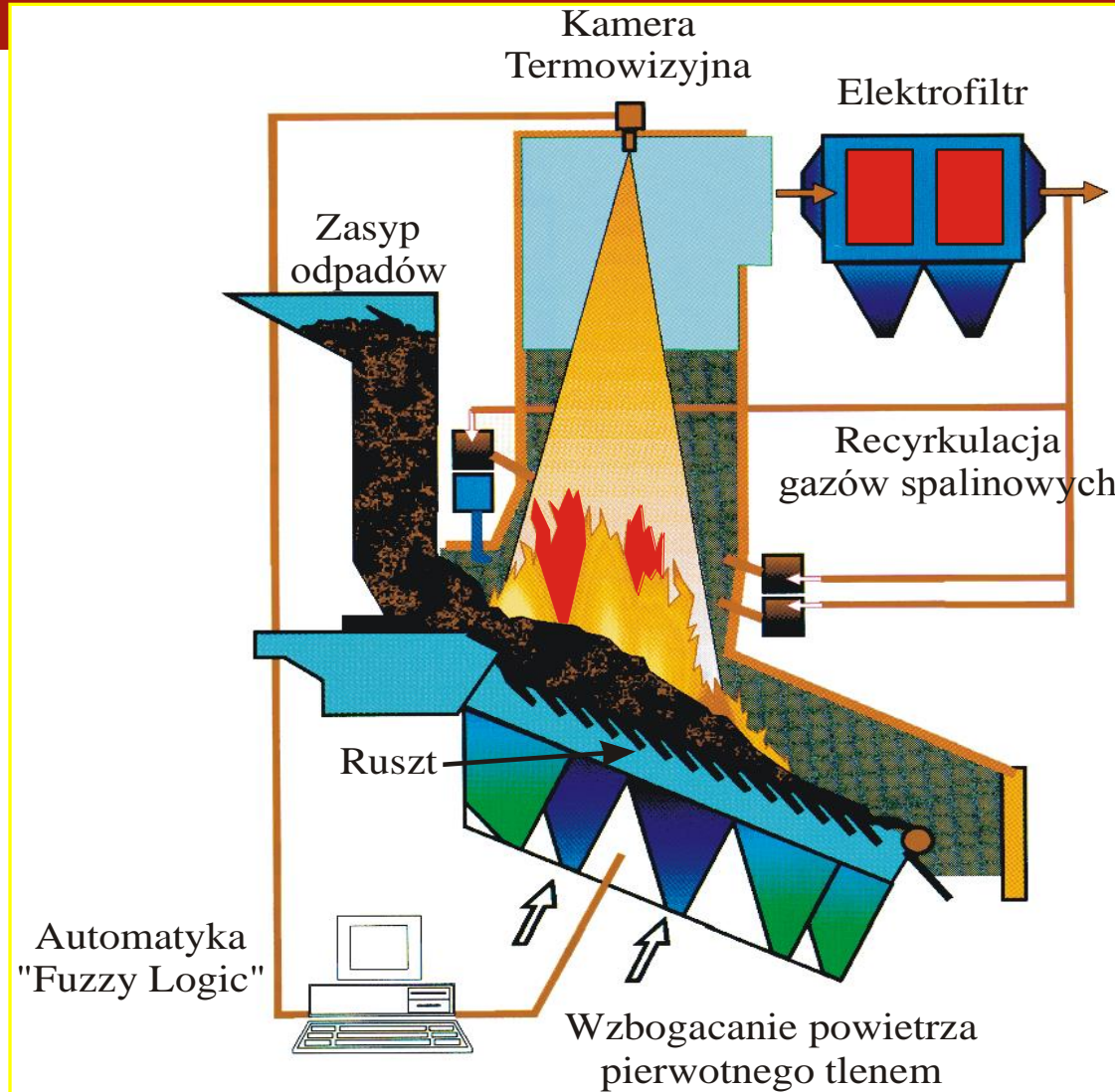


# ZESPÓŁ PODSTAWOWYCH UWARUNKOWAŃ ZWIĄZANYCH Z PROJEKTEM I WDROŻENIEM INSTALACJI TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH





# SPALANIE NA RUSZCIE W ATMOSFERZE WZBOGACONEJ W TLEN – np. TECHNOLOGIA SYNCOM VERFAHREN

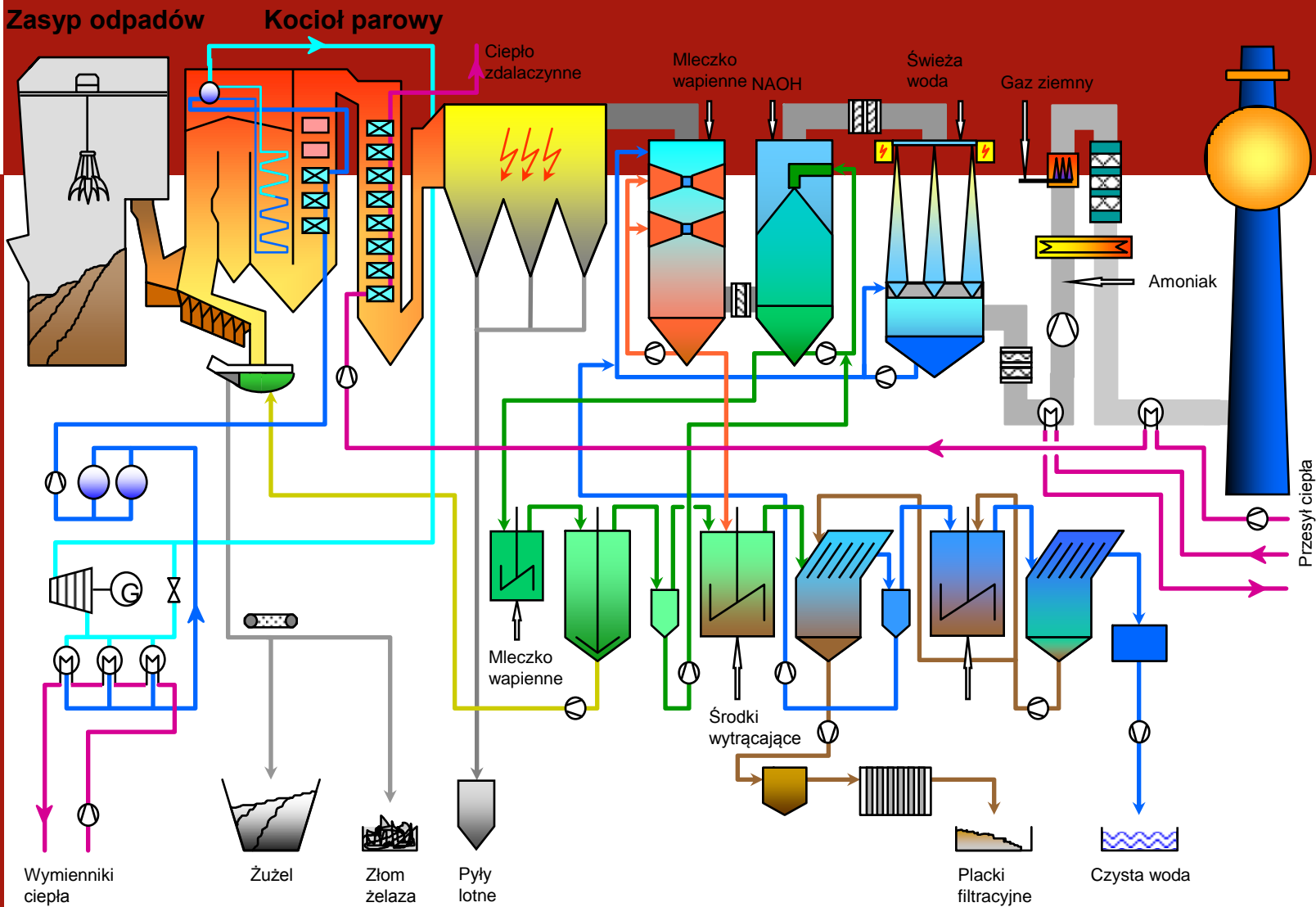




# SPALARNIA ODPADÓW KOMUNALNYCH SPITTELAU –

Politechnika Wroclawska

## SCHEMAT PROCESOWY

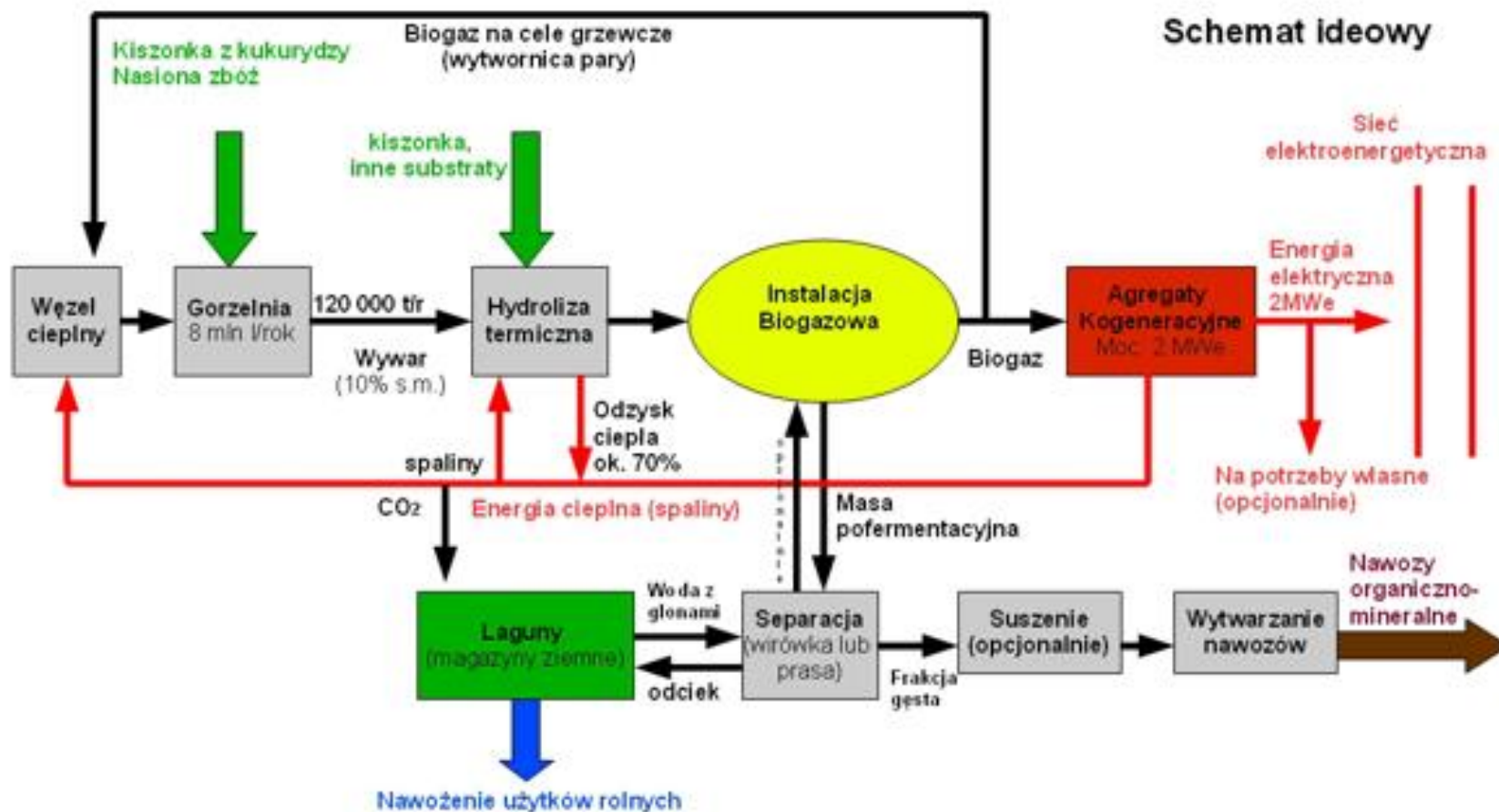








# Hybrydowy system produkcji energii i etanolu z biomasy





# Praktyczne zastosowanie nowoczesnych technologii



Przykład zastosowywania ogniw na zewnętrznych elewacjach budynków,



Superkomputer „Orzeł”, zlokalizowany w PCSS w Poznaniu, z którego uzyskiwana nadwyżka ciepła przekazywana jest do ogrzewania budynku, na podstawie





## Co jest największym problemem współczesnego świata?

### ODPOWIEDZI POLAKÓW



### ŚREDNIA ŚWIATOWA



ŹRÓDŁO: WIN/GALLUP INTERNATIONAL NA GRUPIE 66 806 OSÓB Z 65 KRAJÓW POMIĘDZY WRZEŚNIEM A GRUDNIEM 2013 R.  
W POLSCE BADANIE PRZEPROWADZIŁA FIRMA MARECO POLSKA NA REPREZENTATYWNEJ PRÓBIE 1000 OSÓB



# ODPADY PRZEMYSŁOWE

## **Ogólne zasady w postępowaniu z odpadami:**

- unikanie odpadów;
- wielokrotne wykorzystanie produktów;
- ponowne przetwarzanie odpadów – recykling;
- utylizacja odpadów;
- składowanie;
- bezpieczne składowanie końcowe.