

# ODPADY JAKO ŹRÓDŁO ENERGII

MACIEJ SKWARA

Źródło:  
Materiał na prawach rękopisu  
prof. dr hab. inż. Roman Domański  
Uzupełnienie: dr inż. Karolina Błogowska



# Wprowadzenie



- Coraz więcej odpadów – zagrożenie dla ludzi i środowiska
- W ciągu ostatnich lat ilość nagromadzonych odpadów uległa podwojeniu
- Odpady jako źródło energii odnawialnej



# Klasyfikacja odpadów

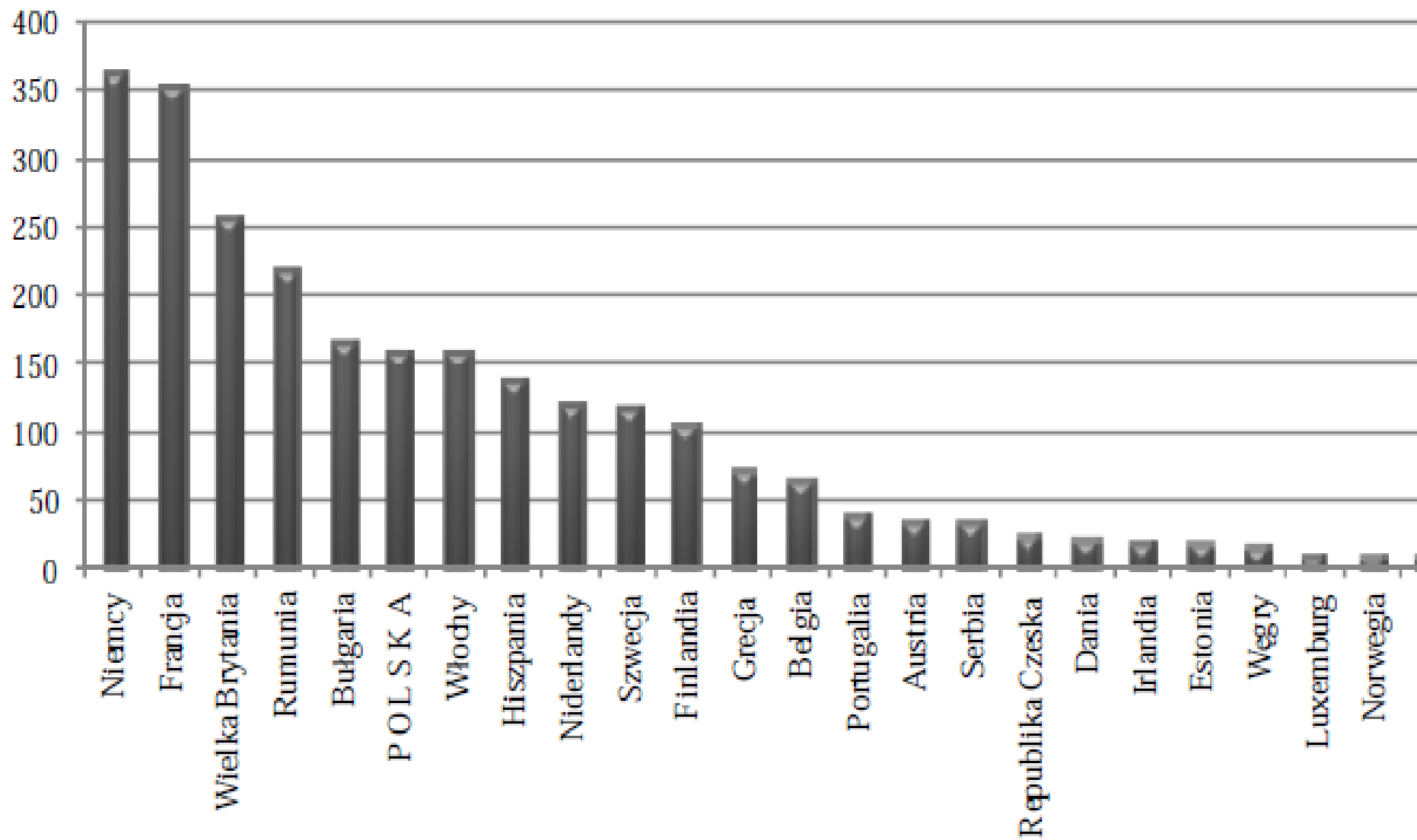
Przemysłowe

Komunalne

Inne

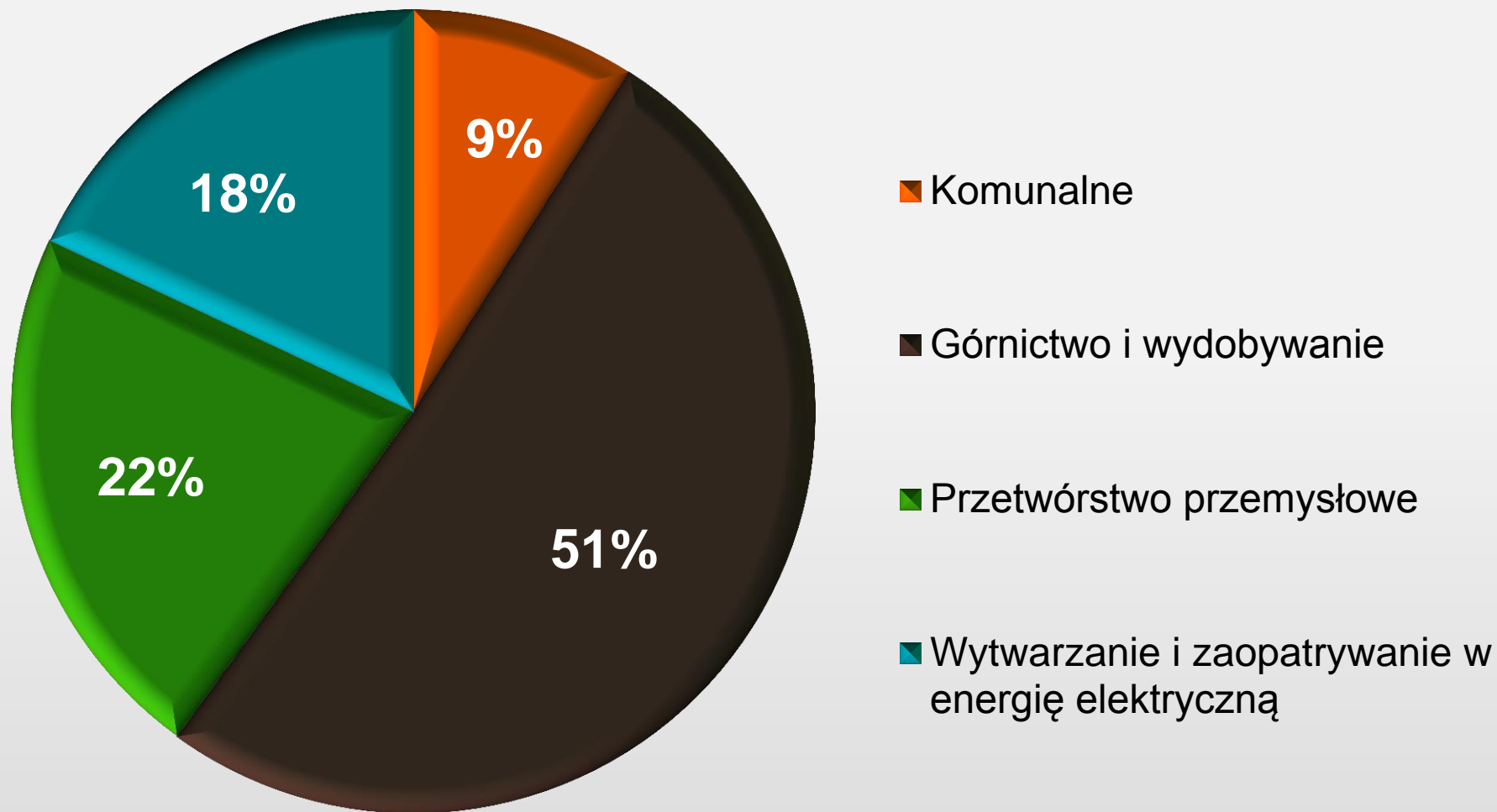
# Roczna produkcja odpadów – Europa (2010)

mln ton



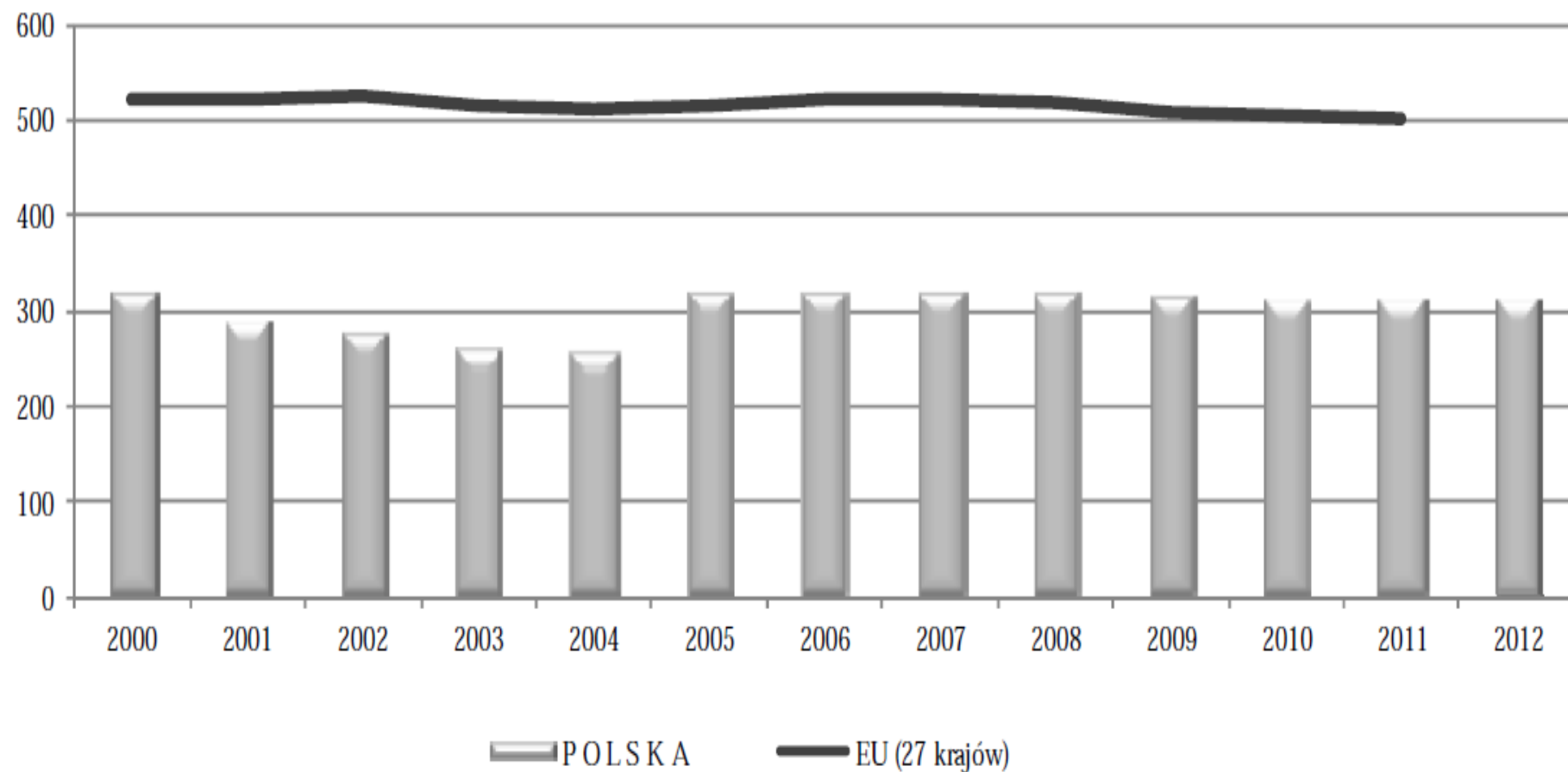
# Produkcja odpadów – Polska (2012)

135 mln ton

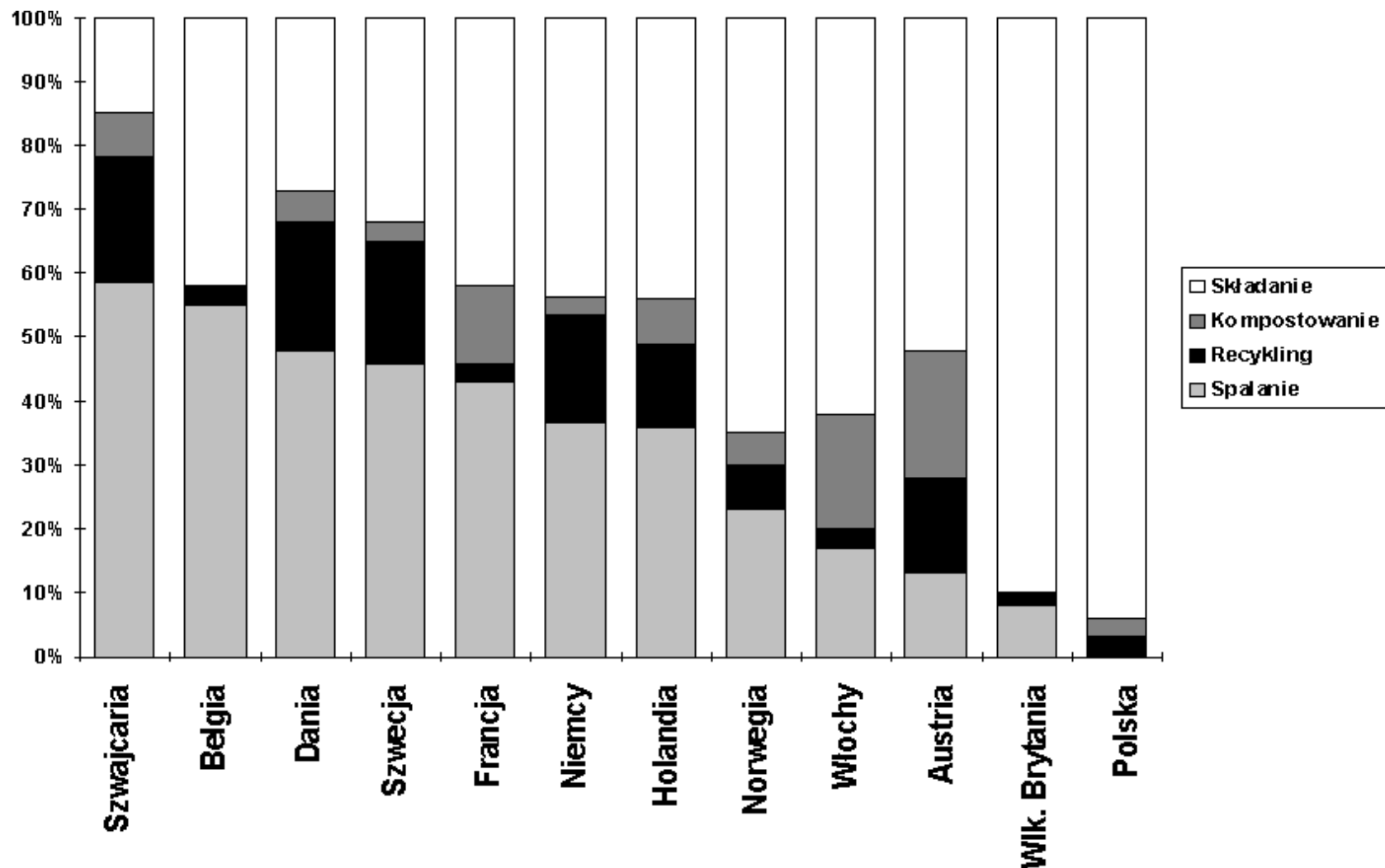


# Produkcja odpadów (2000-2012)

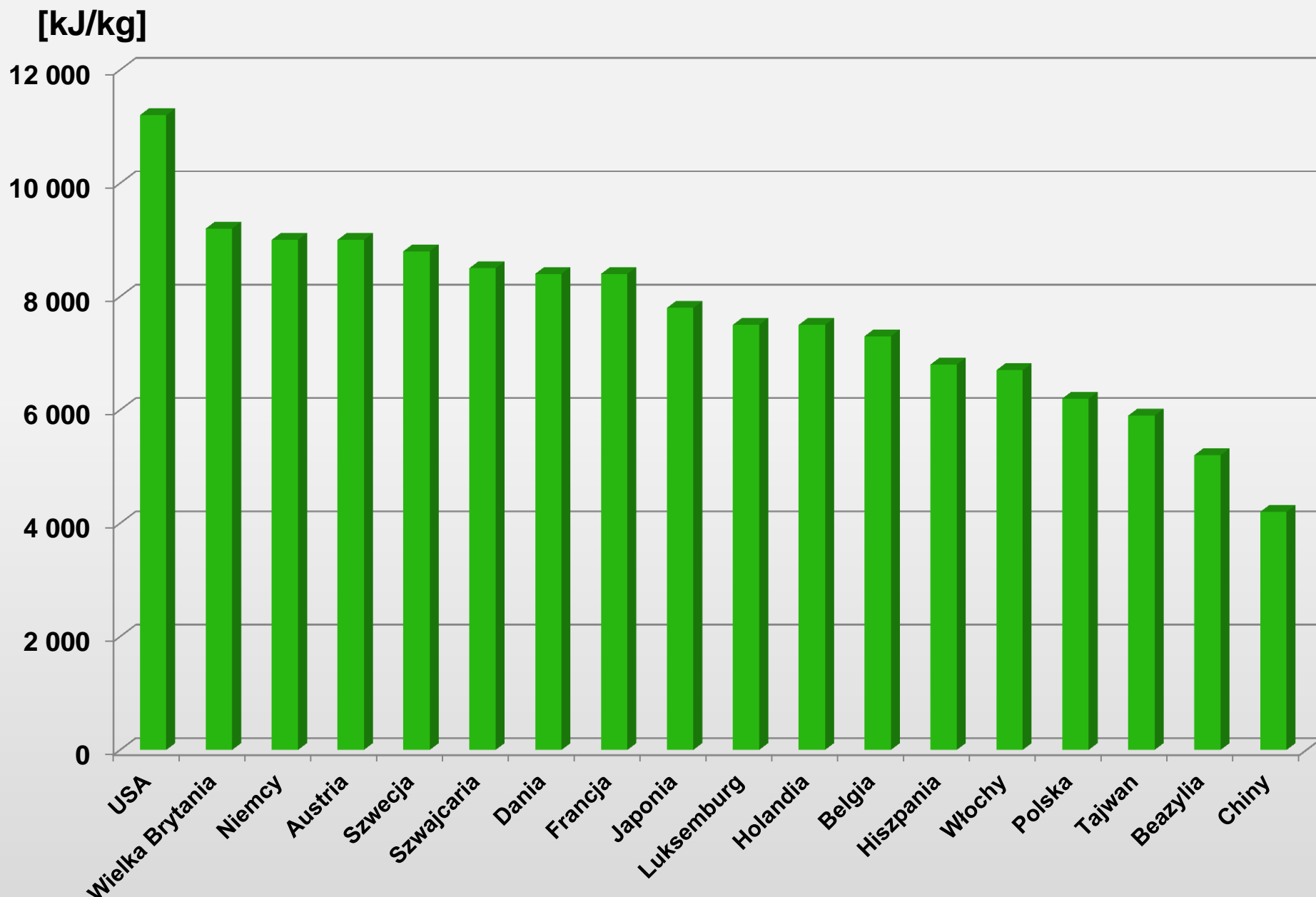
kg na mieszkańca



# Odpady komunalne – zagospodarowanie (?)



# Odpady komunalne – wartość opałowa





Odsiewanie frakcji mokrej

Suszenie wstępne

Wzbogacanie wsadu

## Główne zadania:

- Separacja odpadów u źródła
- Odzyskiwanie surowców wtórnych
- Waloryzacja odpadów organicznych
- Energetyczne wykorzystanie części nadających się do spalania
- Waloryzacja popiołów po spalaniu
- Składowanie wyłącznie pozostałości końcowej

## Segregacja i sortowanie

Metale (żelazne i nieżelazne)

Szkło

Papier

Tworzywa sztuczne i tekstylia

## Żelazne

- 3÷5% masy odpadów
- Stosunkowo łatwe oddzielenie (separatory magnetyczne)
- Sprawność: 96%
- 200 PLN/Mg

## Aluminium

- 0,6÷1,0% masy odpadów
- Separatory indukcyjne
- 2 000 PLN/Mg

## Metale kolorowe

- Separacja ręczna
- Miedź – zwykle wyrzucone przewody – izolacja usunięta przez wypalanie
- Bardzo opłacalne!

# Szkło

- 11÷15% masy odpadów
- Ma wartość, jeżeli posortowane na białe i kolorowe
- Stłuczka szklana – hutry: 80 PLN/Mg + koszty





# Makulatura

- 15÷25% masy odpadów
- Sortowanie możliwe wyłącznie u źródła
- Mieszanina różnej długości włókien – gorszy gatunek papieru i opakowań



- Surowiec energetyczny
- 15 000 kJ/kg
- Pochodna surowców odnawialnych
- Może zastąpić nieodnawialne



# Tworzywa sztuczne

- 10÷14% ogólnej masy odpadów

**Tetrapak  
PET**

**Pojemniki na wyroby mleczarskie  
Tworzywa sztuczne zmieszane**

**Przetwarzanie**

**Tworzywa  
sztuczne  
zmieszane**

# Tworzywa sztuczne

- **10÷14% ogólnej masy odpadów**
- Wartość opałowa:
  - polietylenu: 41 860 kJ/kg
  - PCV: 18 840 kJ/kg
- Potencjalny materiał energetyczny zamiast recyklingu?



# Tekstylia

- 1,6÷4,0% masy odpadów w Warszawie
- Niewiele systemów selektywnej zbiórki zakłada zbiórkę tekstyliów
- Wartość opłowa: 16 300 kJ/kg





# Sposoby odzyskiwania energii

Składowanie na wysypiskach

Utylizacja termiczna

Recycling

Kompostowanie

# Kompostowanie

- Biologiczne przetwarzanie odpadów
- Frakcja organiczna oddzielona od pozostałych odpadów
- Niemiecka metoda dwupojemnikowa – wartość komercyjna kompostu
- Przykre doświadczenia warszawskie – kompostownia w Radiowie

# Recycling – korzyści

Recycling 1 tony **papieru** pozwala na zaoszczędzenie:

- od 2,3 m<sup>3</sup> do 7 m<sup>3</sup> miejsca na składowisku
- 26 500 litrów wody
- 1 476 litrów ropy
- 4 200 kWh energii

Wyprodukowanie papieru z makulatury ogranicza :

- zużycie energii o 75%,
- zanieczyszczenie powietrza o 74%,
- ilość ścieków przemysłowych o 35%,



# Recycling – korzyści

Recycling 1 tony **szkła** pozwala na zaoszczędzenie:

- 603 kg piasku
- 196 kg sody kalcynowanej
- 196 kg wapienia

Wyprodukowanie nowego wyrobu ze stłuczki szklanej ogranicza:

- zużycie energii o 25 - 32%
- zużycie wody o 50%
- zanieczyszczenie powietrza o 14 - 20%
- ilość odpadów przemysłowych o 97%



### Produkcja **stali** ze złomu ogranicza:

- zużycie surowców pierwotnych o 90%: 1134 kg rudy żelaza, 453,5 kg węgla i 18 kg wapienia,
- odpady górniczych o 97%,
- zużycie energii o 74%: dla innych metali oszczędności te wynoszą: aluminium 95%, miedzi 85%, cynku 60%, ołowiu 65%,
- zużycie wody o 40%,
- ścieki przemysłowych o 76%,
- zanieczyszczenie powietrza o 86%.





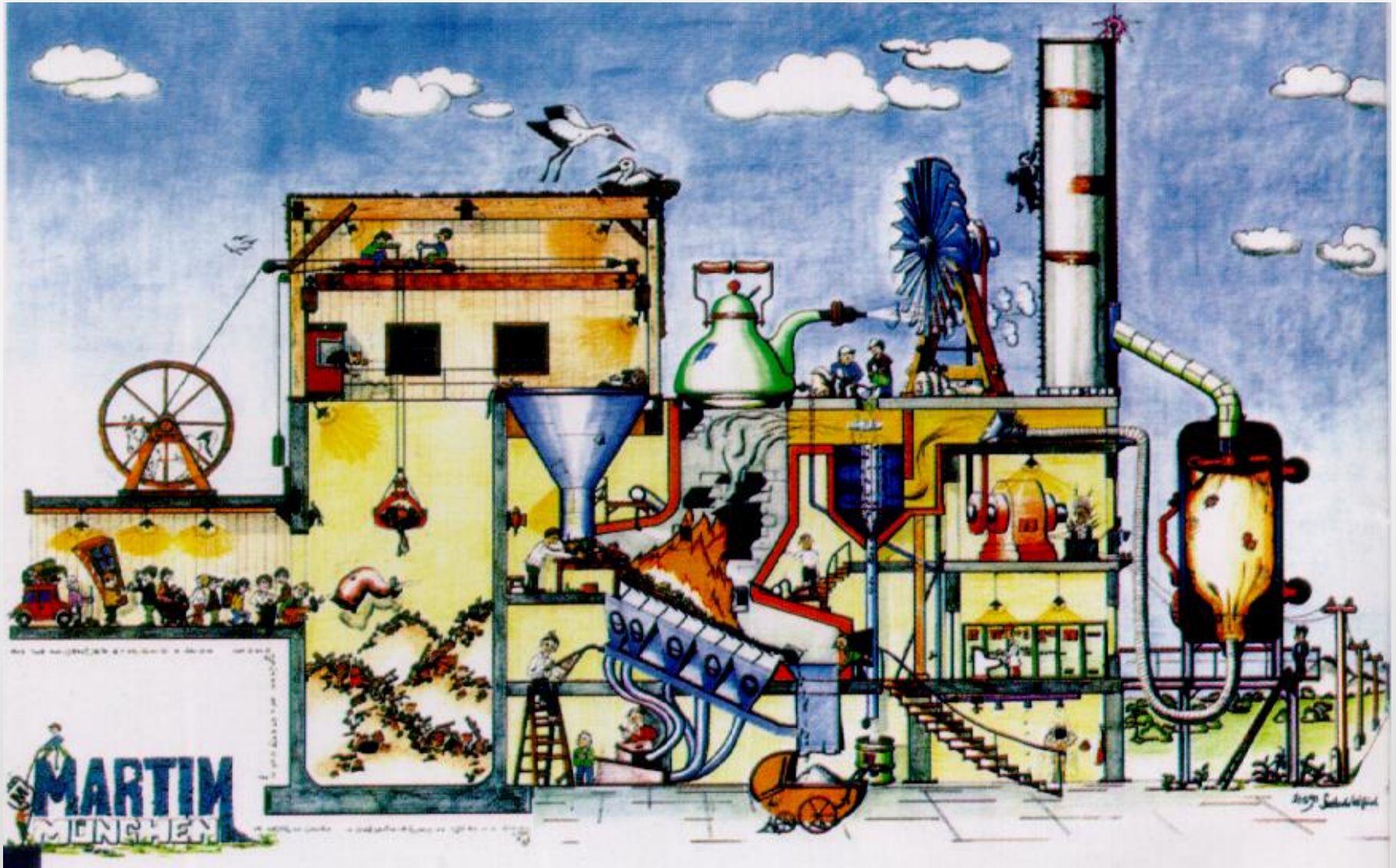
Spalarnie rusztowe

Spalarnie ze złożem fluidalnym

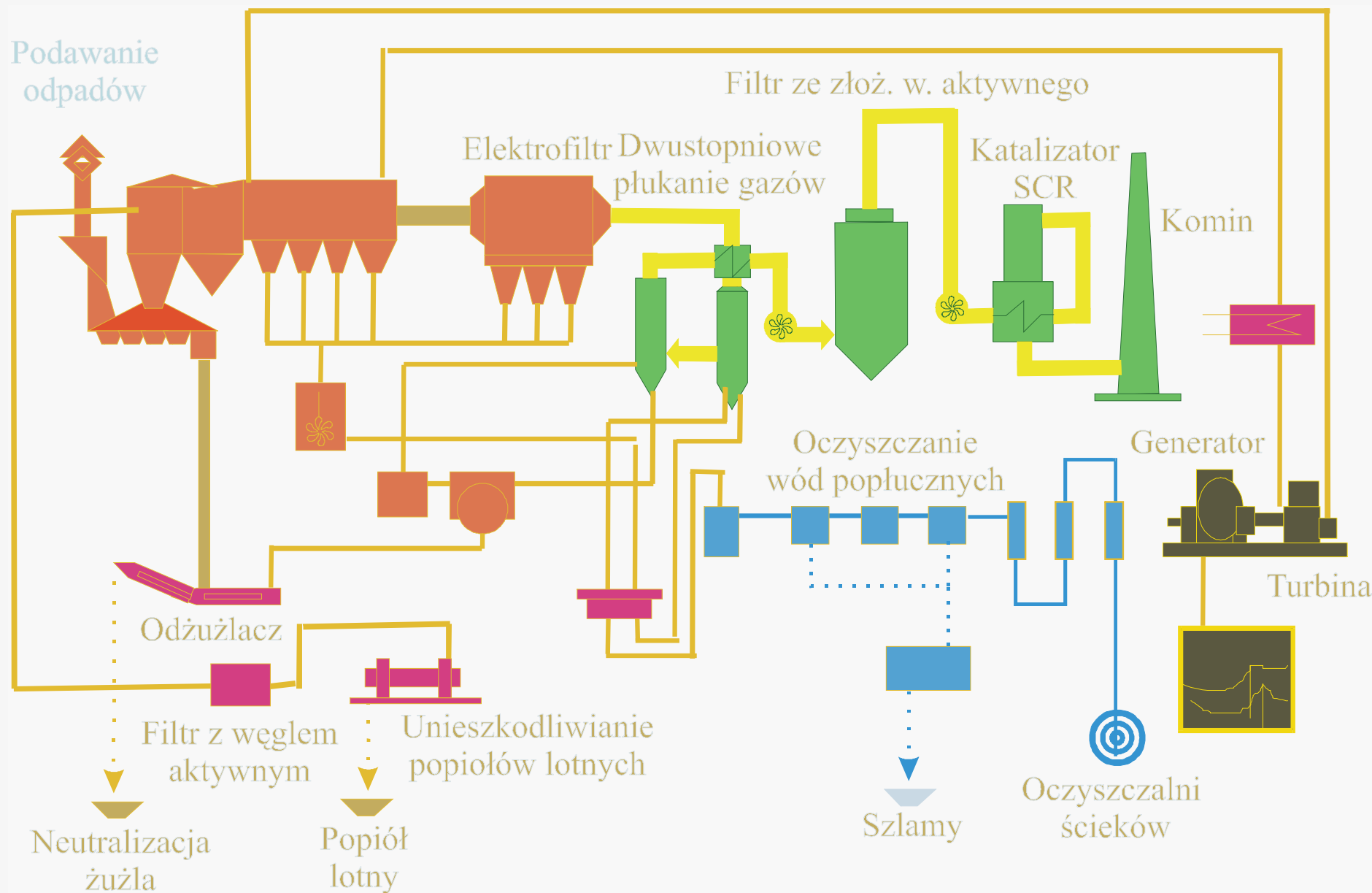
Techniki pirolitycznej utylizacji odpadów

Technologie plazmowe

## Spalanie rusztowe

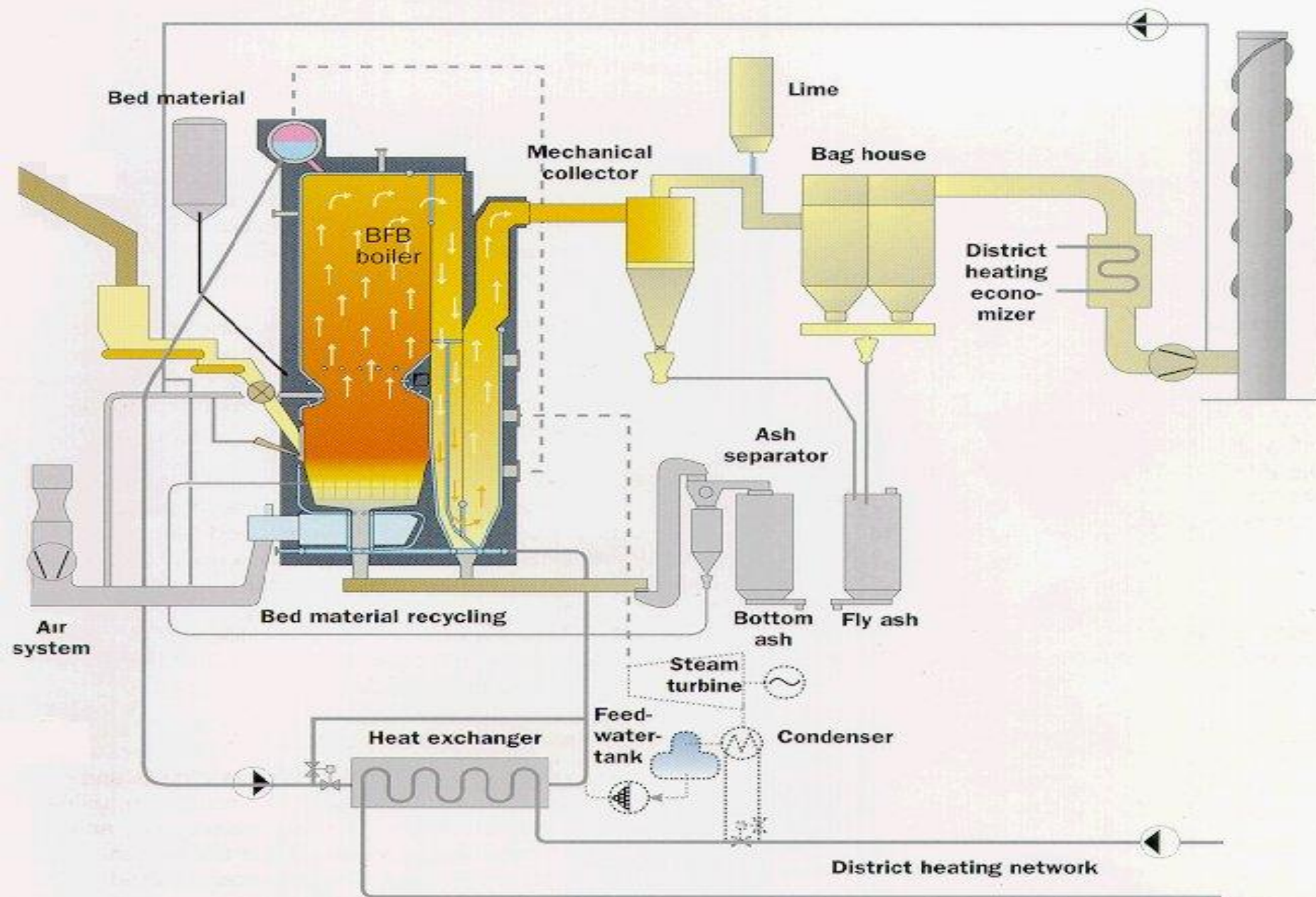


# Spalanie rusztowe





# Spalanie ze złożem fluidalnym



Suszenie



Odgazowanie



Zgazowanie



Spalanie



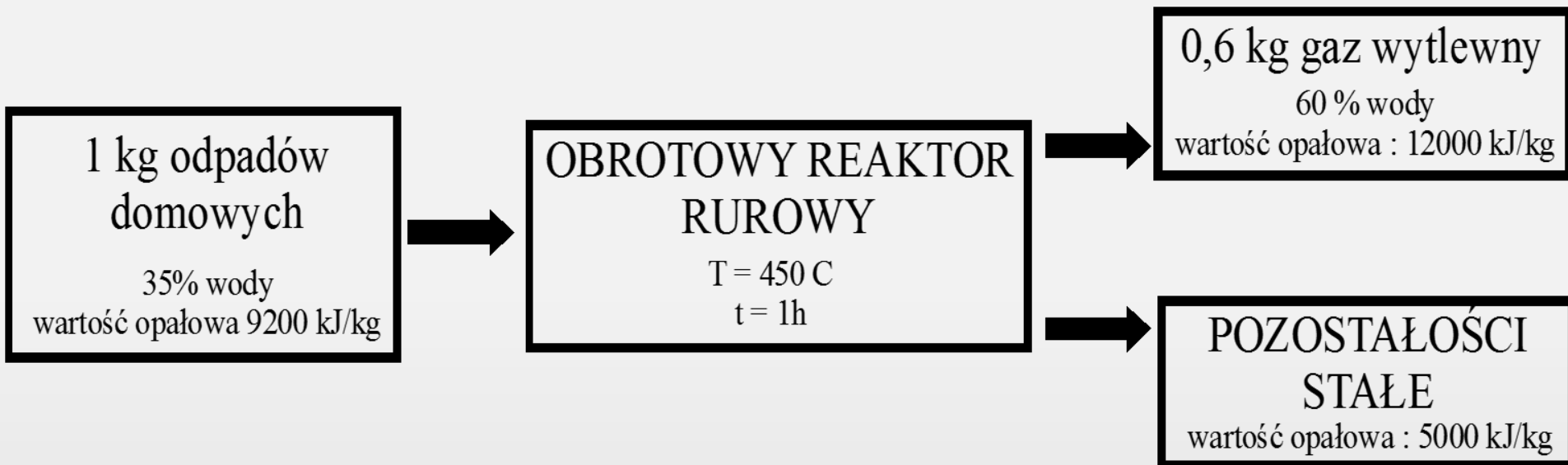
## Rodzaje reaktorów:

- Reaktory szybowe, w których ruch masy odbywa się pionowo w dół
- Reaktory, w których zgazowanie odbywa się w warstwie fluidalnej
- Reaktory będące obrotowymi bębniami, w których ruch masy odbywa się poziomo

## Odpady stałe:

- Komunalne (po oddzieleniu części do kompostowania)
- Kłopotliwe tworzywa sztuczne
- Gumowe
- Pyliste o dużej zawartości węgla
- Gęste smoły podestylacyjne (przemysł chemiczny, koksowniczy, inne)

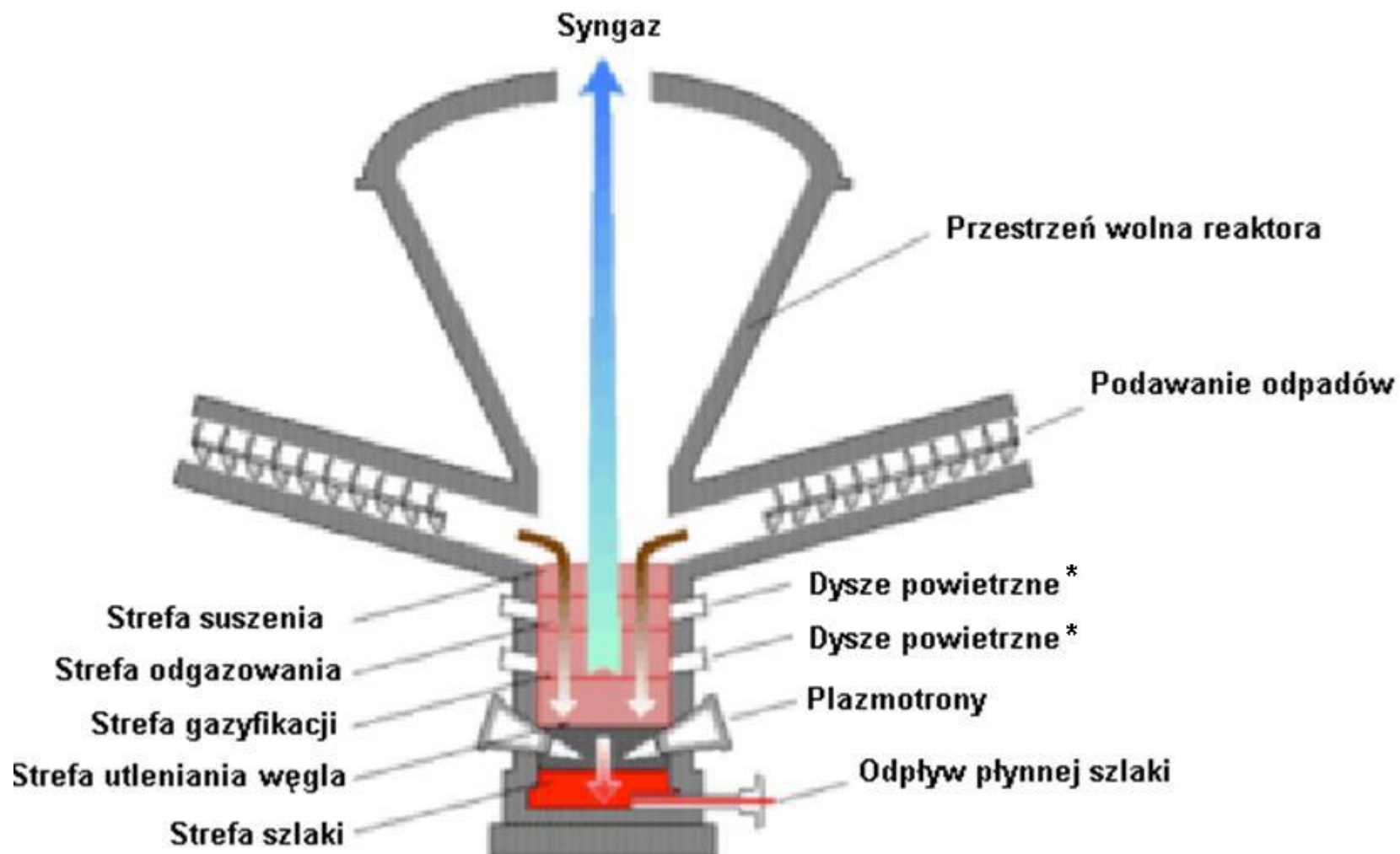
# Piroliza



# Technologie plazmowe

- Użycie plazmy do degradacji odpadów
- Argon, azot
- Małe zużycie plazmy
- Bardzo wysoka temperatura

# Technologie plazmowe

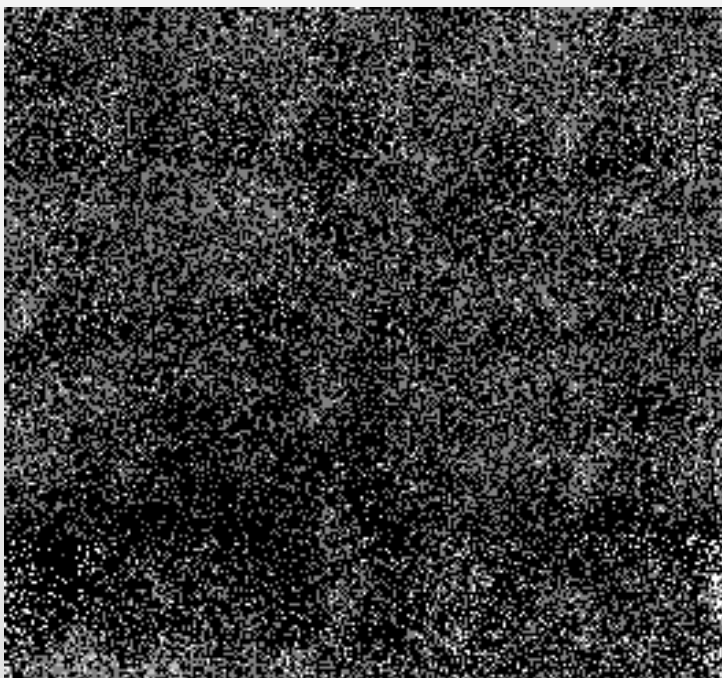


# Technologie plazmowe

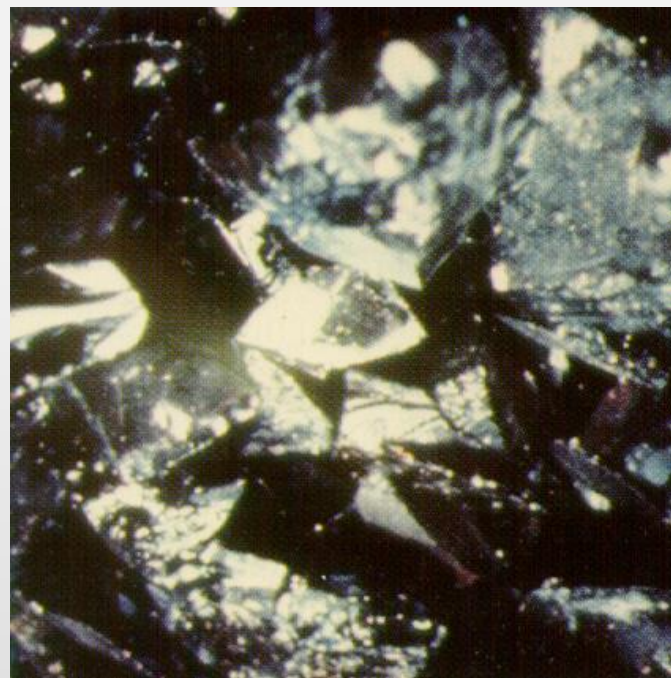
	CO	H2	CO2	H2O
	% vol			
<b>Westinghouse</b>	40,4%	15,9%	3,5%	37,3%
<b>Solena</b>	45,3%	42,5%	4,3%	0,1%
<b>InEnTech</b>	46,8%	36,5%	11,8%	1,5%

# INSTALACJE PLAZMOWE

- Istotną zaletą technologii plazmowych jest to, że wszelkie powstające w procesie związki niebezpieczne (jak na przykład metale ciężkie) związane są w niewypłukiwalnym witryfikacie.



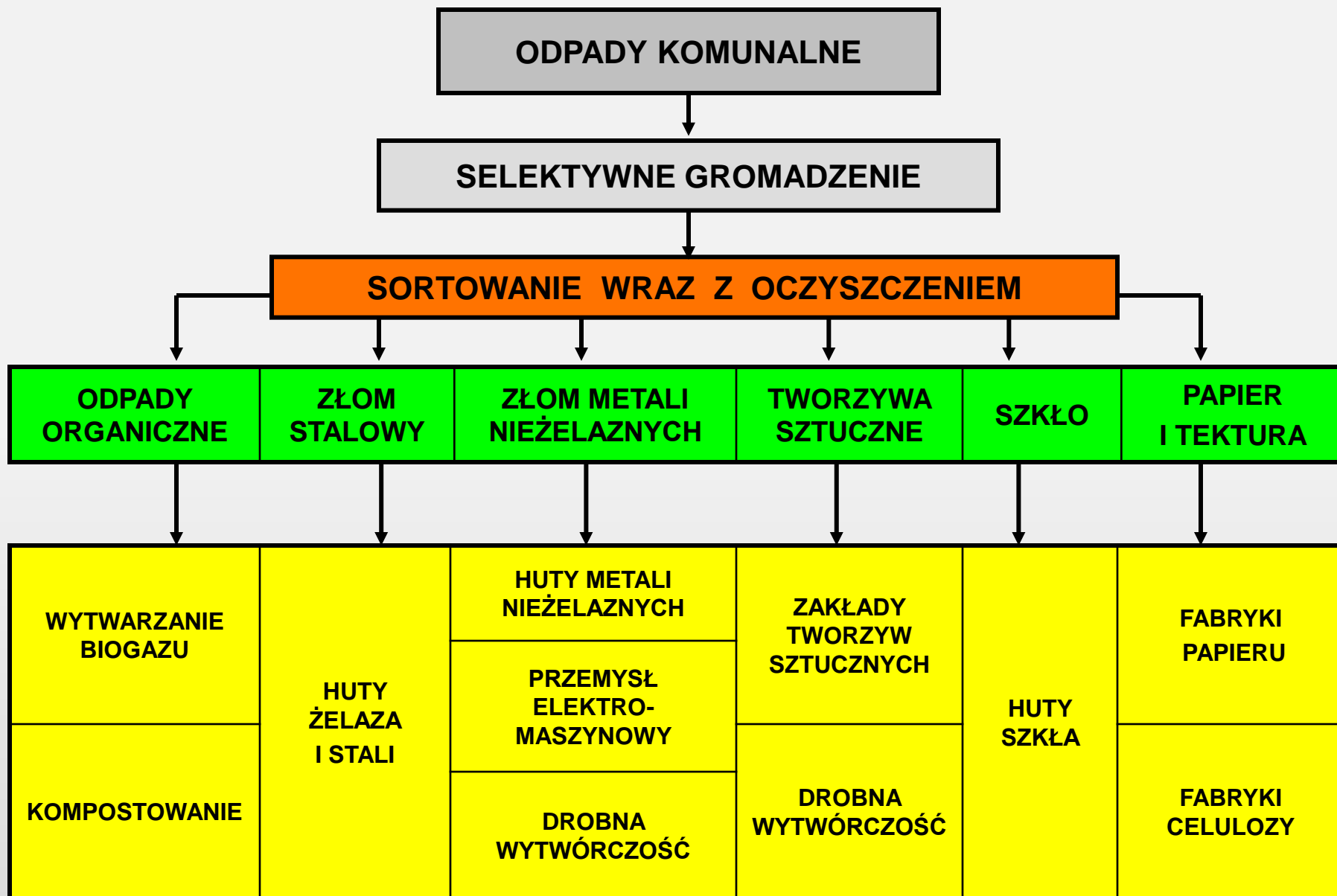
Lotny popiół powstający  
w procesie spalania



Niewypłukiwalny  
witryfikat plazmowy



# Zbiórka selektywna



# Inne rodzaje odpadów – biomasa i odpady leśne

## Pochodzenie

- Pielęgnacja zieleni miejskiej lub obszarów leśnych
- Działanie sił przyrody

## Paliwo

- Możliwość wykorzystania jako OZE

## Przygotowanie

- Rozdrabnianie (zrębarka)
- Suszenie

## Parametry

- Gęstość:  $250 \text{ kg/m}^3$  (biomasa mokra)  $\rightarrow$   $500 \text{ kg/m}^3$  (podsuszona)
- Kaloryczność:  $6 \text{ GJ/t}$  (biomasa mokra)  $\rightarrow$   $15 \text{ GJ (t)}$  (podsuszona)

## Inne rodzaje odpadów – ścieki

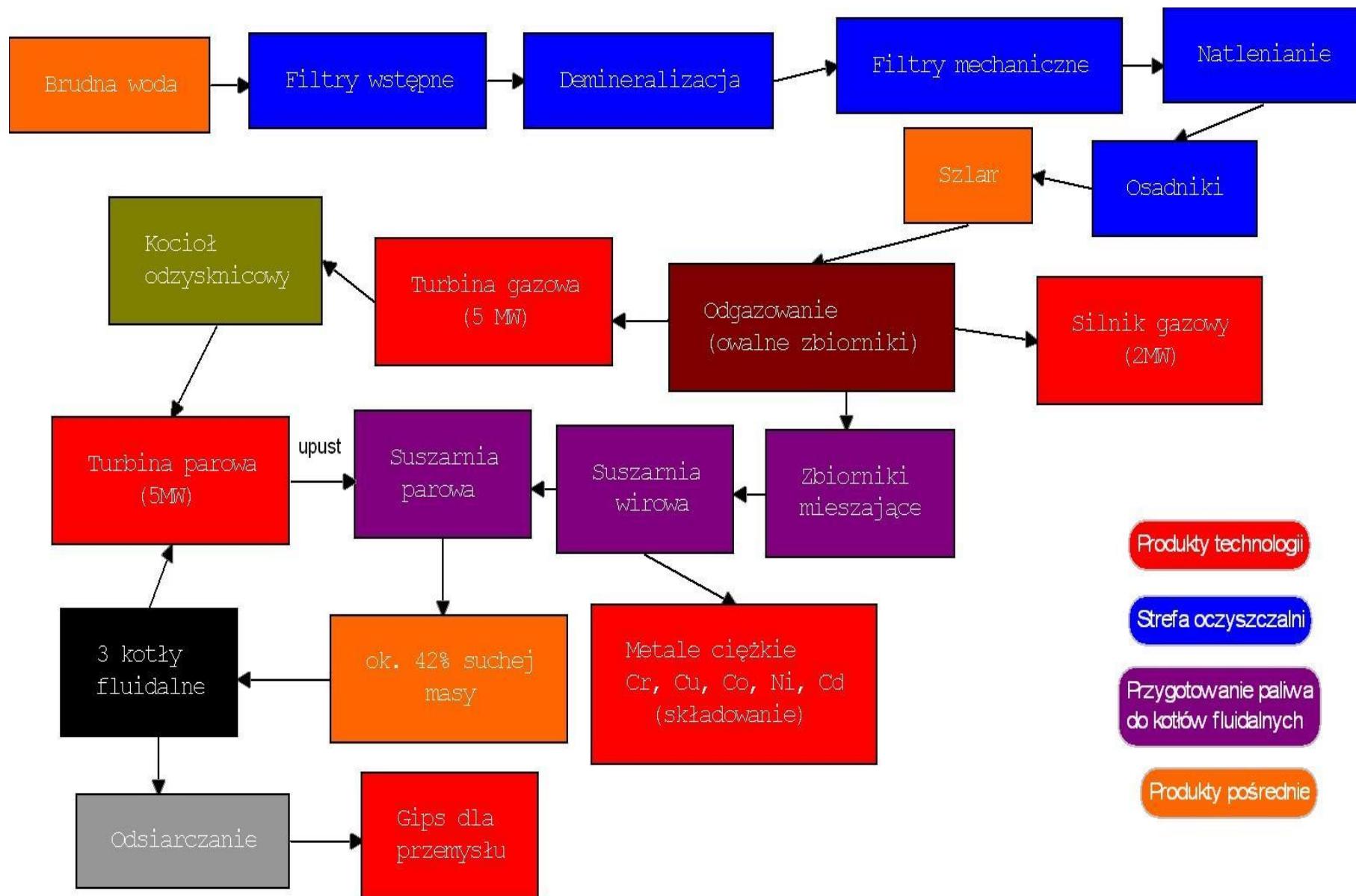
- Spore zasoby odpadów – głównie organicznych
- Możliwość wykorzystania jako źródło energii
- Wysoki koszt, uciążliwość dla otoczenia

# Inne rodzaje odpadów – ścieki

## Oczyszczalnia w Hamburgu

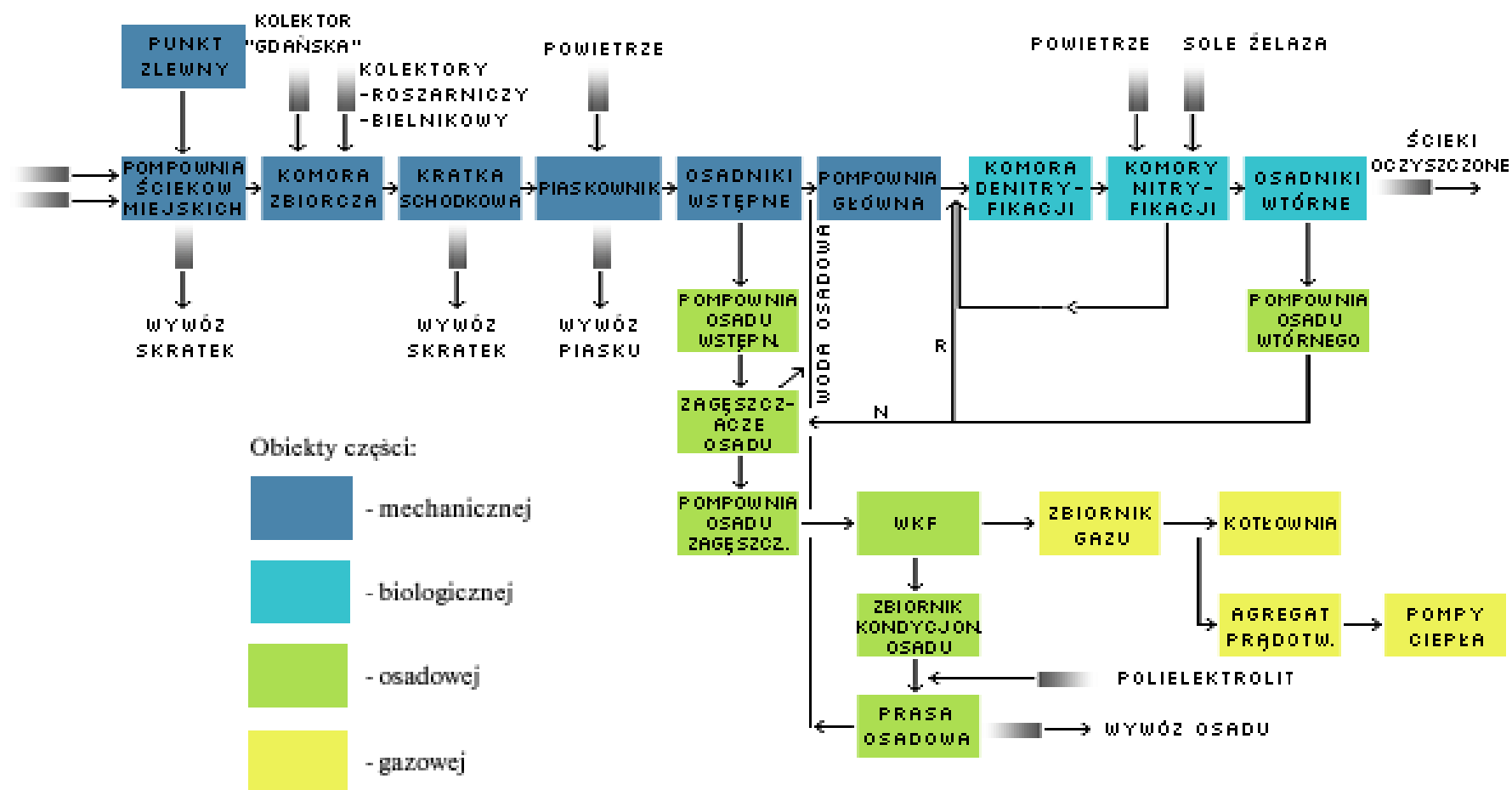
- Elektrociepłownia: 12 MW
- Biomasa i biogaz przekształcane na energię elektryczną i ciepło
- Składowanie – tylko 0,5% masy dostarczanej (metale ciężkie)

# Inne rodzaje odpadów – ścieki



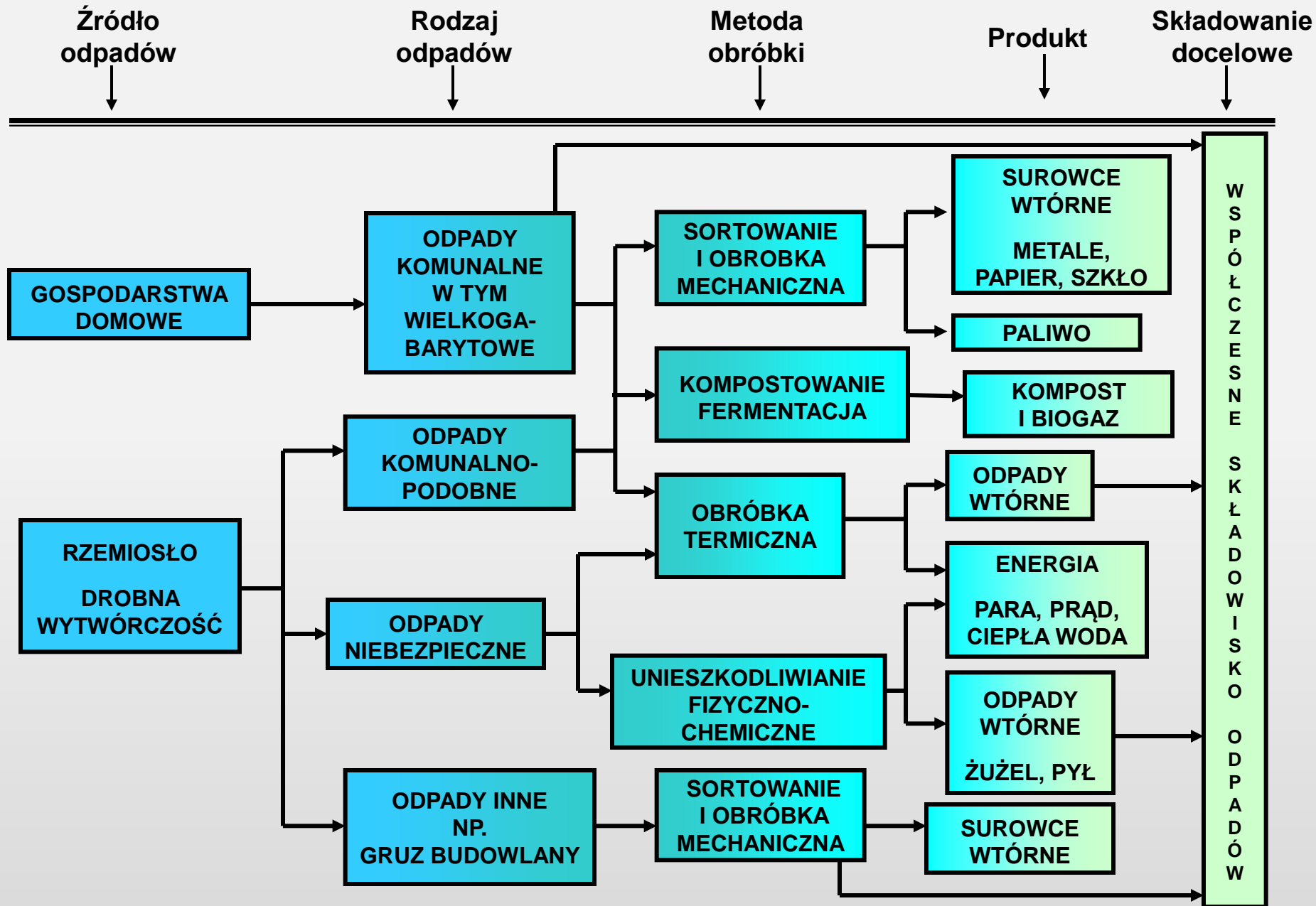
# Oczyszczalnia ścieków Żyrardów

SCHEMAT BLOKOWY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŻYRARDOWIE





# Kompleksowa gospodarka odpadami



Coraz więcej odpadów – potrzeba uwagi

Edukacja

Interesujące źródło energii odnawialnej

Pytania?

