



Politechnika Wroclawska

Ochrona środowiska  
W  
technologii chemicznej

Ewa Lorenc-Grabowska  
F3-128

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

# Hałas

## Hałas

hałas środowiskowy,  
na zewnątrz budynków,  
zakładów pracy,  
środków transportu,  
technologiczne.

hałas na stanowiskach  
pracy,  
emitowany przez maszyny,  
przez narzędzia, urządzenia,  
poprzez procesy





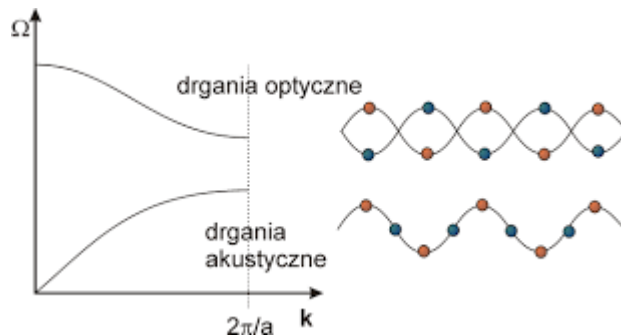
# Przemysłowe źródła dźwięku:

- **zewnętrzne**
  - hale fabryczne, chłodnie, piece, transformatory
- **wewnętrzne**
  - elektryczne źródła mocy, nieelektryczne źródła mocy, maszyny i urządzenia, urządzenia sygnalizacyjne

# Podstawowe pojęcia

- Drgania akustyczne**

drgania polegające na ruchu cząstek środowiska względem określonego położenia równowagi, rozchodzące się w sposób falowy.

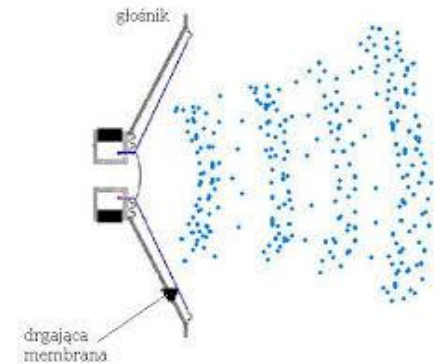


# Podstawowe pojęcia

- **Hałas:**

-dźwięk niepożądany, lub szkodliwy dla zdrowia; *szkodliwość zależy od natężenia, częstotliwości, charakteru zmian w czasie, długotrwałości działania*

-wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, *działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka*



# Wpływ hałasu na stanowisku pracy

- **Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku na stanowiskach pracy: PN-84/N - 01307 oraz Rozporządzenie Ministra Pracy i Polit. Socj. z grudnia 1989,**
- **Dla 8 godz. ekspozycji na hałas poziom dźwięku nie powinien przekraczać 85 dB,**
- **Dla innych czasów ekspozycji:**

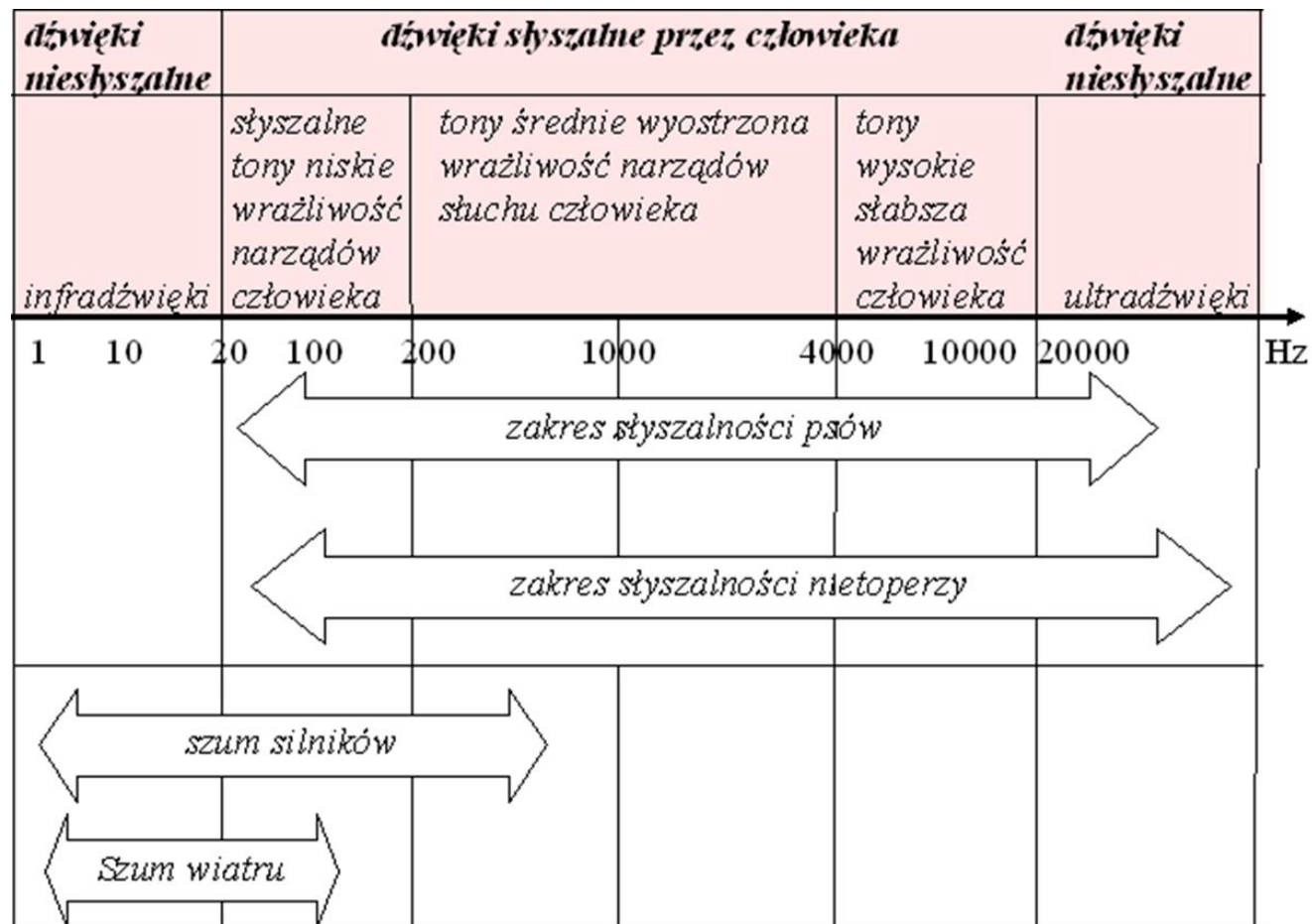
$$L_{Aeq} = 85 + 10 \log \frac{480}{t}$$

- **Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w budynkach mieszkalnych określa**

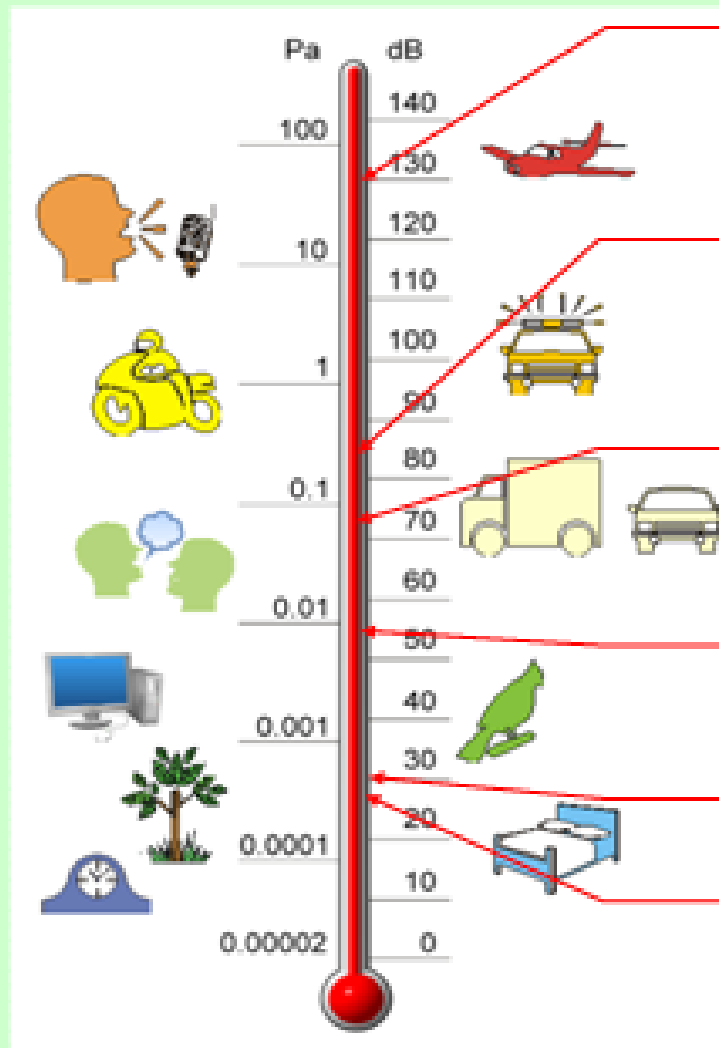
PN-87/B-02151/02:

**budynki mieszkalne: dzień-40 dB, noc-30 dB.**





# Poziomy zjawisk dźwiękowych



Uczucie bólu – powoduje trwałe uszkodzenie słuchu, pobudza do drgań niektóre narządy człowieka

Poziom szkodliwy dla zdrowia człowieka, drażliwość, nadpobudliwość, zaburzenia słuchu

Zakłócenia układu krążenia, trawienne go i hormonalnego, agresja, zmniejszenie wydajności pracy

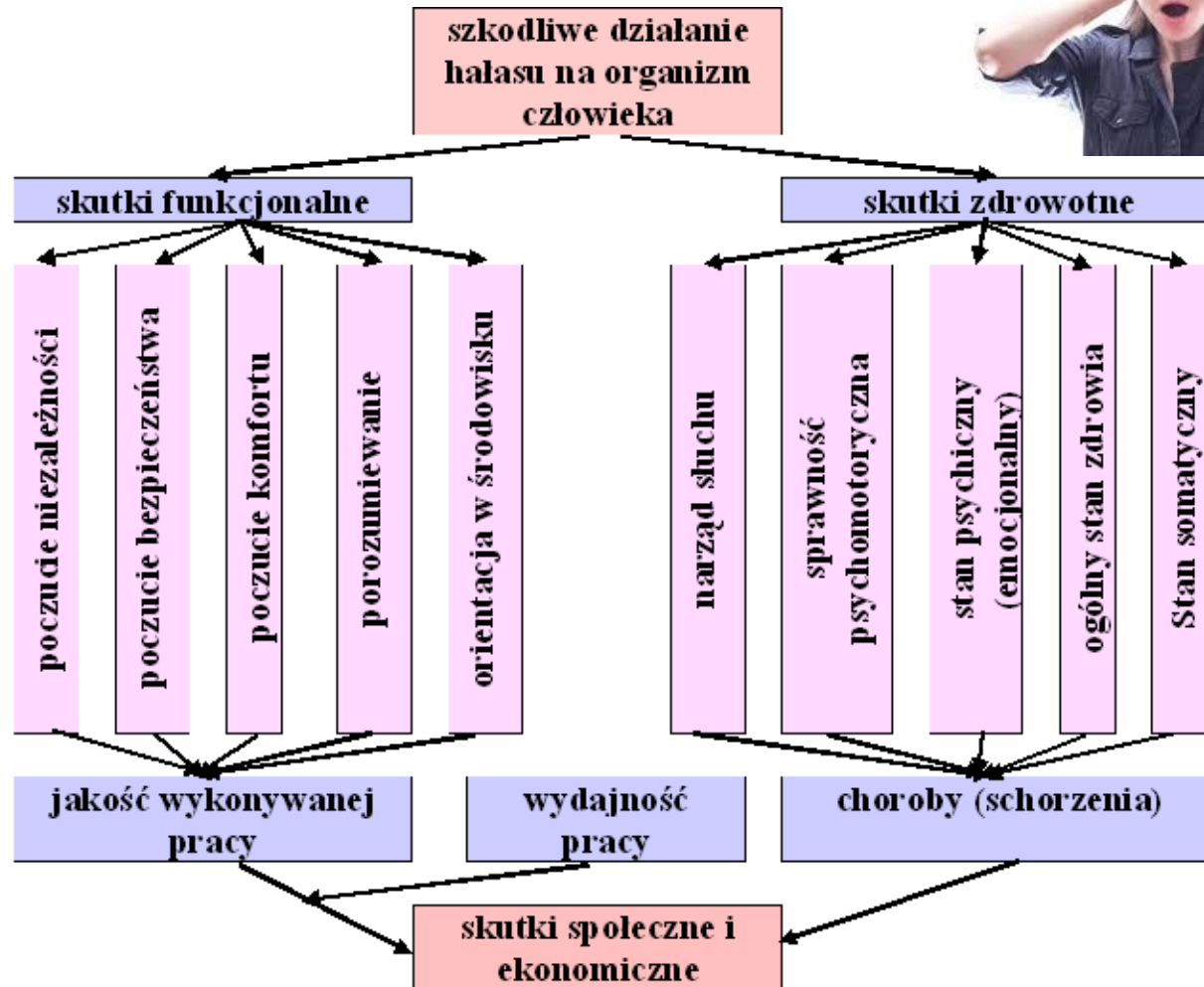
Zmiana ciśnienia krwi, zakłócenia w porozumiewaniu się

Zakłócenia snu i wypoczynku

Brak szkodliwych oddziaływań. Może być denerwujący lub przeszkadzać w pracy wymagającej skupienia

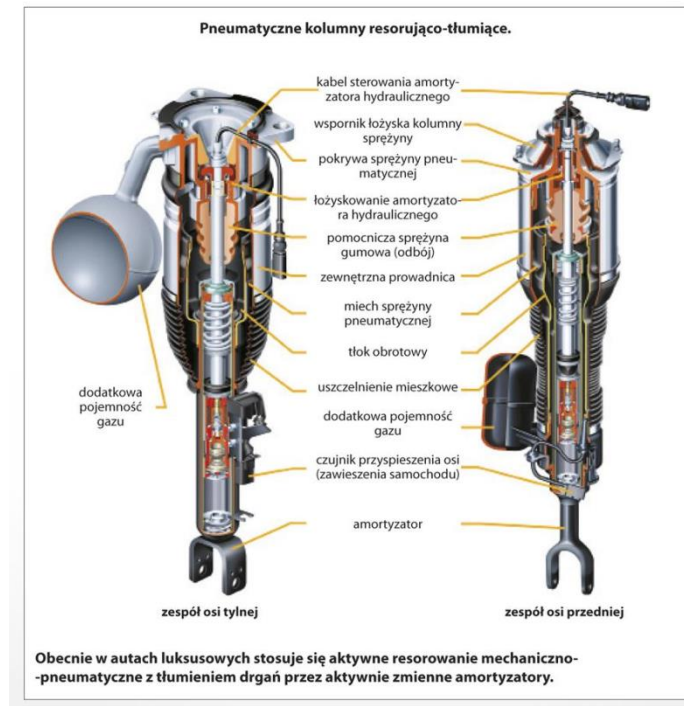


# Szkodliwe działanie hałasu na organizm człowieka



# Metody obniżenia wibracji i poziomego hałasu:

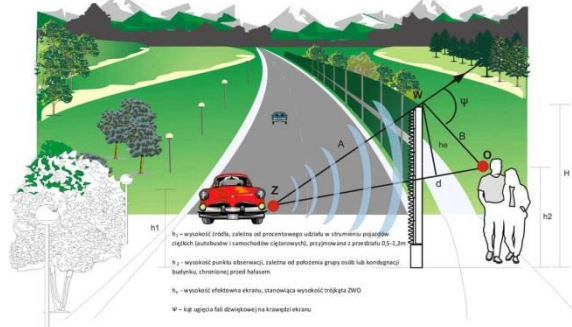
- amortyzatory gumowe do wibroizolacji maszyn,
- korkowe płyty przymocowane do płyt metalowych,
- sprężyny pneumatyczne,
- tłumiki,





# Metody obniżenia wibracji i poziomego hałasu:

- tłumiki,
- materiały dźwiękochłonne w konstrukcji budynków,
- przegrody budowlane,
- obudowy dźwięko-chłonna-izolacyjne,
- kabiny dźwiękoszczelne,
- ekrany akustyczne (na drogach) w przestrzeni otwartej i w budynkach,
- ekranowanie poprzez pas zieleni.





# Metody obniżenia wibracji i poziomu hałasu:

## Ochroniacze słuchu

- wkładki przeciwhałasowe,
- nauszniki przeciwhałasowe,
- hełmy przeciwhałasowe





# Wpływ drgań mechanicznych na człowieka

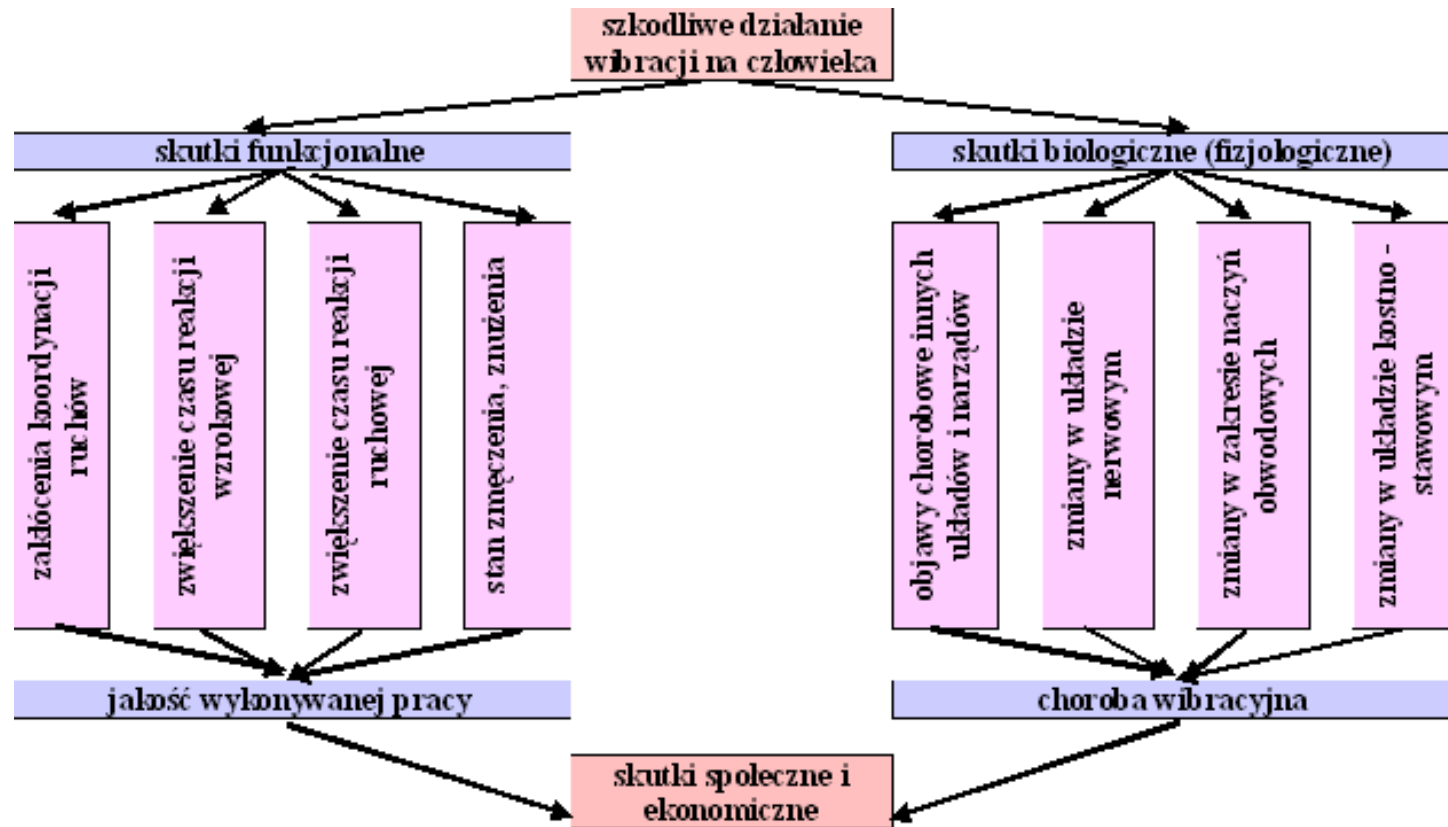
## Drgania mechaniczne:

- wpływ na narządy człowieka (silny stres),
- nieodwracalne zmiany ostre lub chroniczne -choroba wibracyjna,
- powodują uszkodzenia konstrukcji budynków, hal fabrycznych



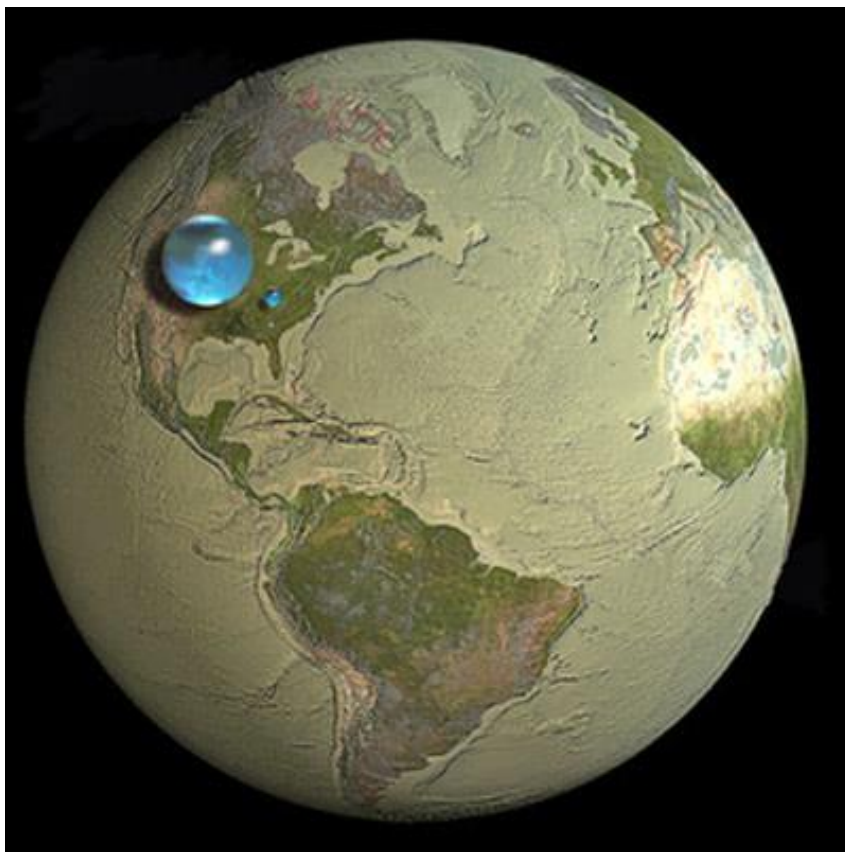


# Wpływ drgań mechanicznych na człowieka





# WODA



# 10 najważniejszych problemów świata

1. ENERGY
- 2. WATER**
3. FOOD
4. ENVIRONMENT
5. POVERTY
6. TERRORISM & WAR
7. DISEASE
8. EDUCATION
9. DEMOCRACY
10. POPULATION



By Richard E. Smalley (1943-2005), 1996 Nobel Prize Winner





# Problem wody w Polsce

Potencjał wody pitnej w Polsce = Egipt

W Europie na 1 osobę 4600 m<sup>3</sup> w Polsce 1600 m<sup>3</sup>



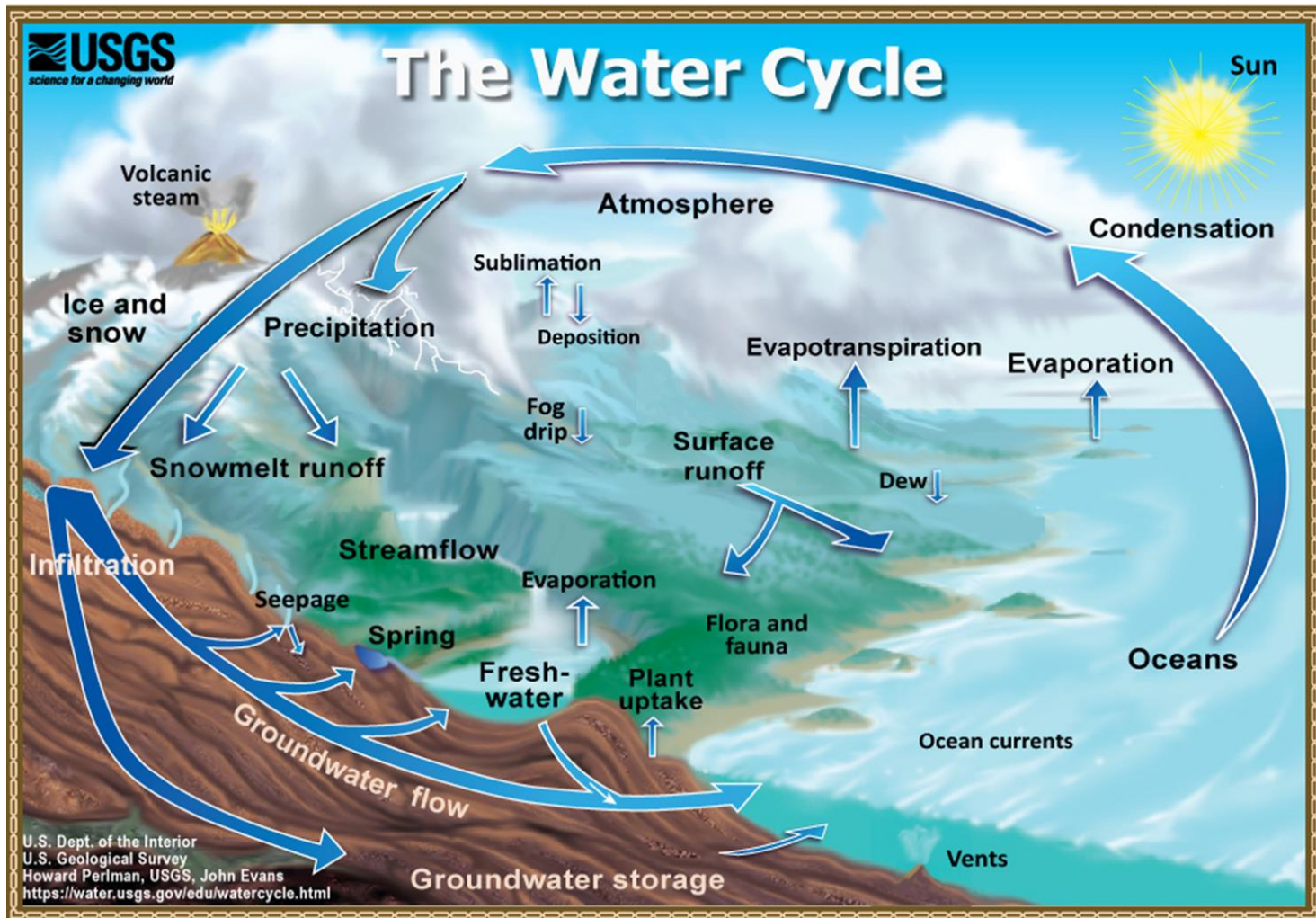
## Co robimy źle?

- ✓ Wybetonowane koryta rzek
- ✓ Mało zbiorników małej retencji i zbiorników śródpolnych
- ✓ Osuszanie terenów



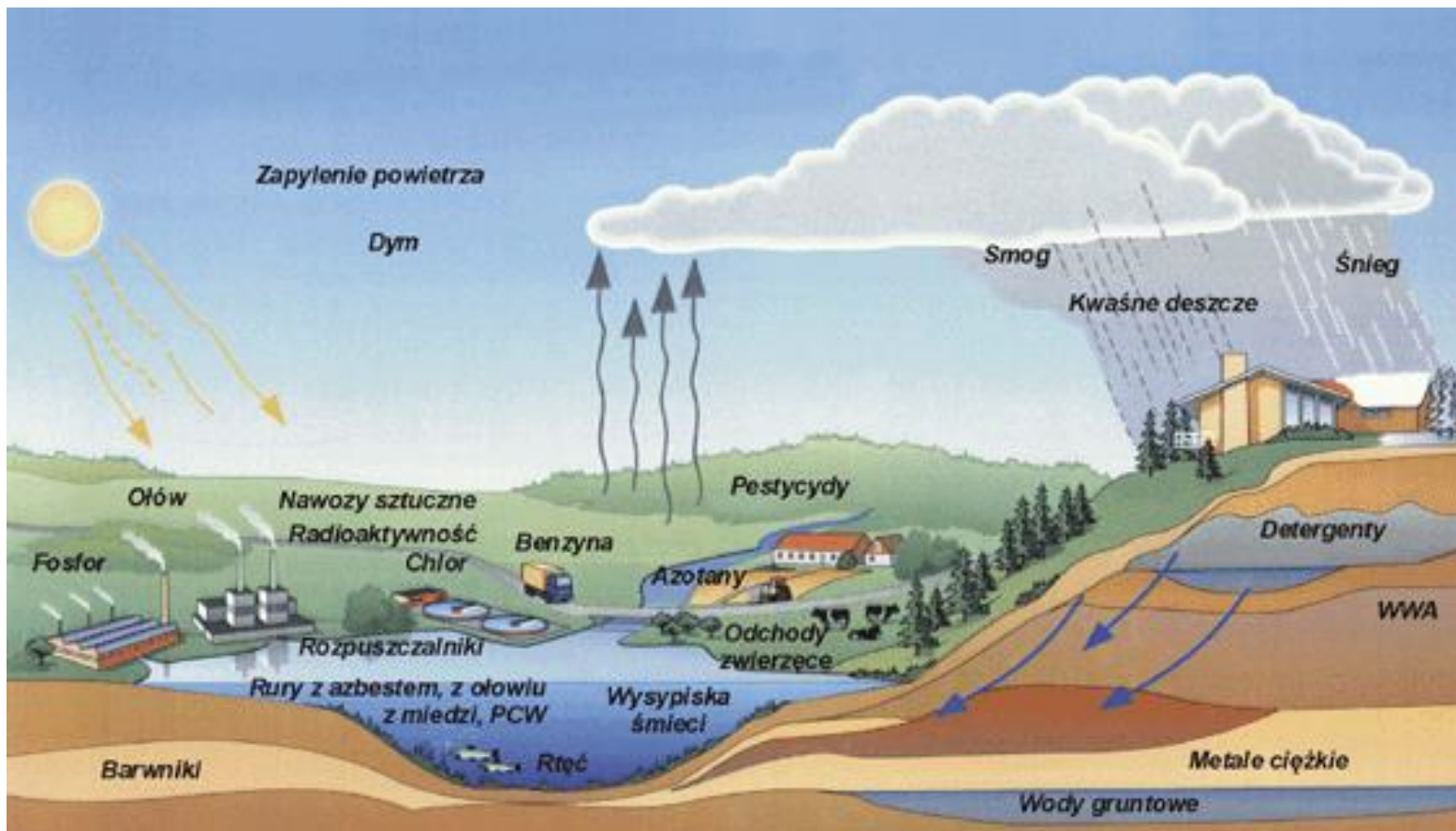


# Cyrkulacja wody w środowisku



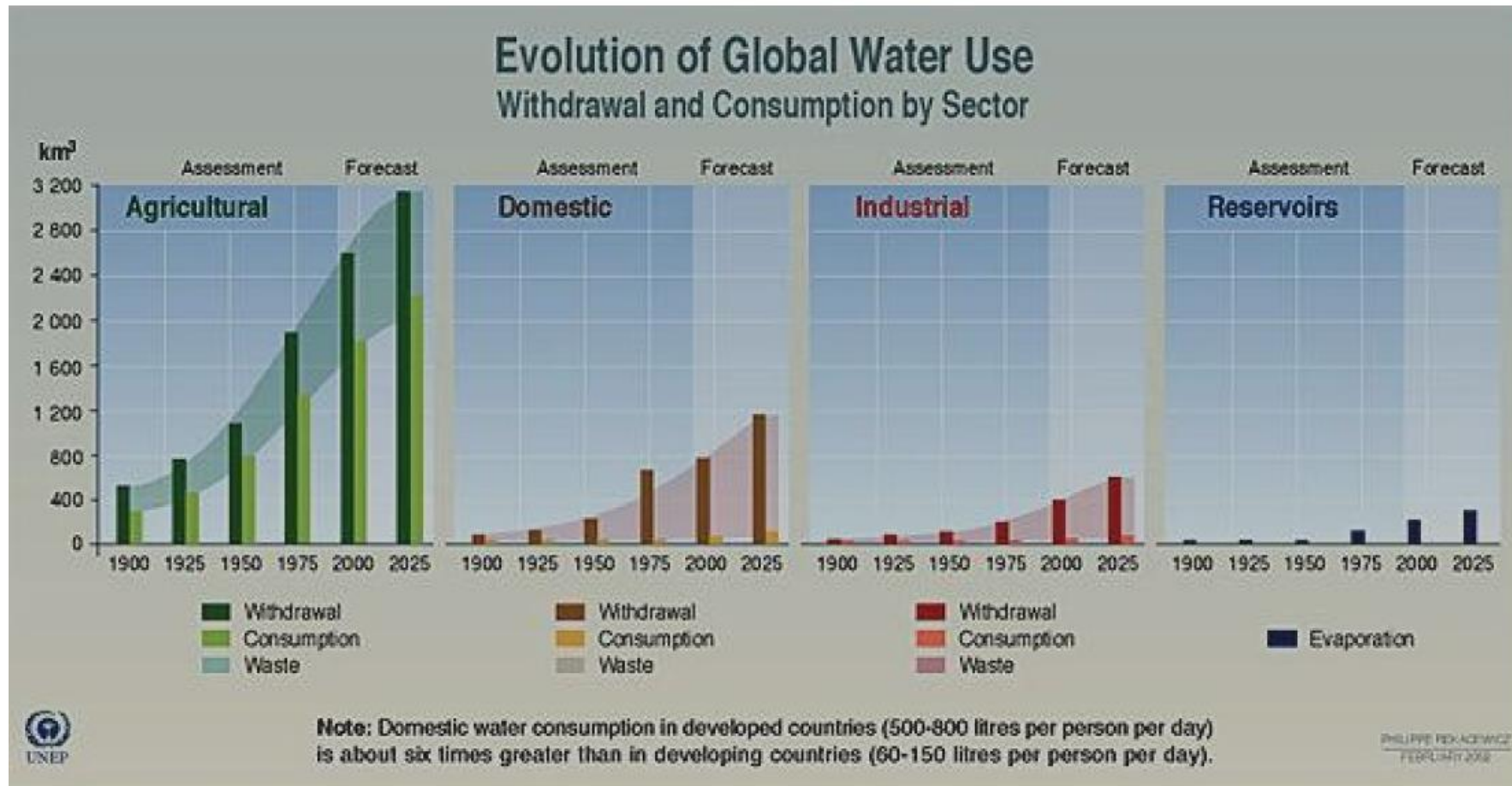


# Jak zanieczyszczona jest ziemia?





# Rozwój zużycia wody





# Gdzie zużywamy najwięcej wody?

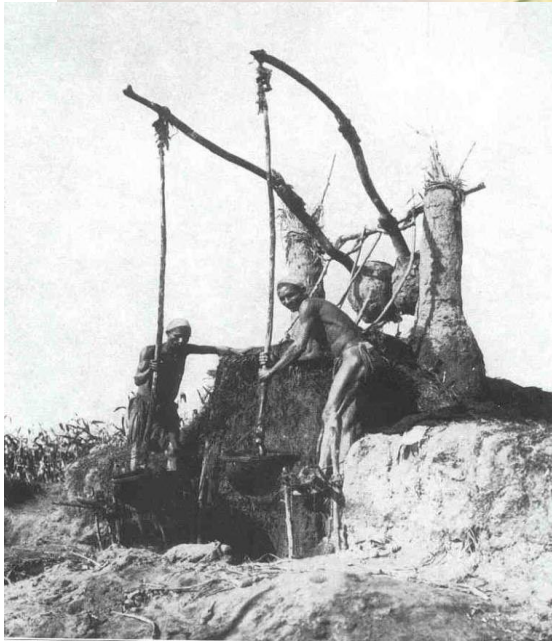
- Rolnictwo,
- Sektor energetyczny,
- Górnictwo, przemysł wydobywczy
- Przemysł naftowy
- Papierniczy
- Żywnościowy
- Farmaceutyczny
- Tekstylny



# Rolnictwo

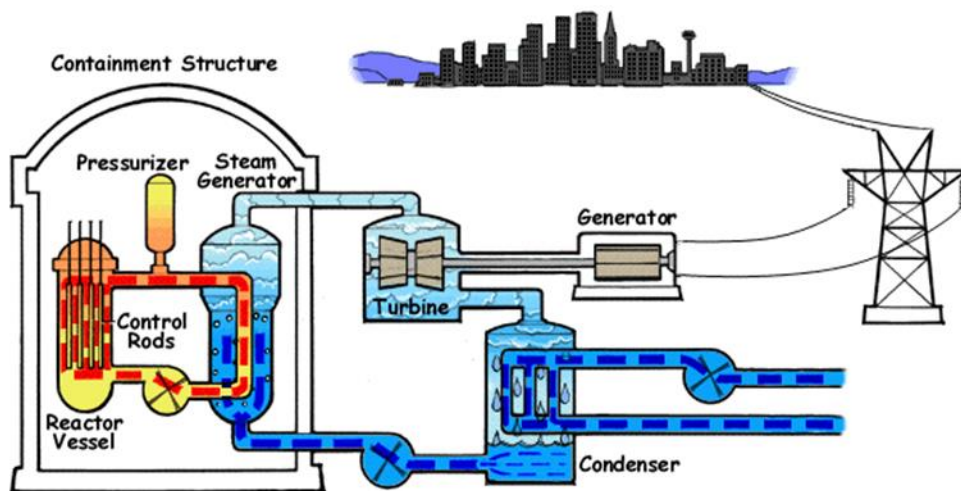


Wyprodukowanie:  
1 kg wołowiny-14 500l wody  
1 kg ziemniaków 290 l  
1 kg ryżu – 3000l



# Sektor energetyczny

- Wytwarzanie energii
- Ekstrakcja, rafinacja i produkcja paliwa
- Transport paliwa
- Kontrola emisji

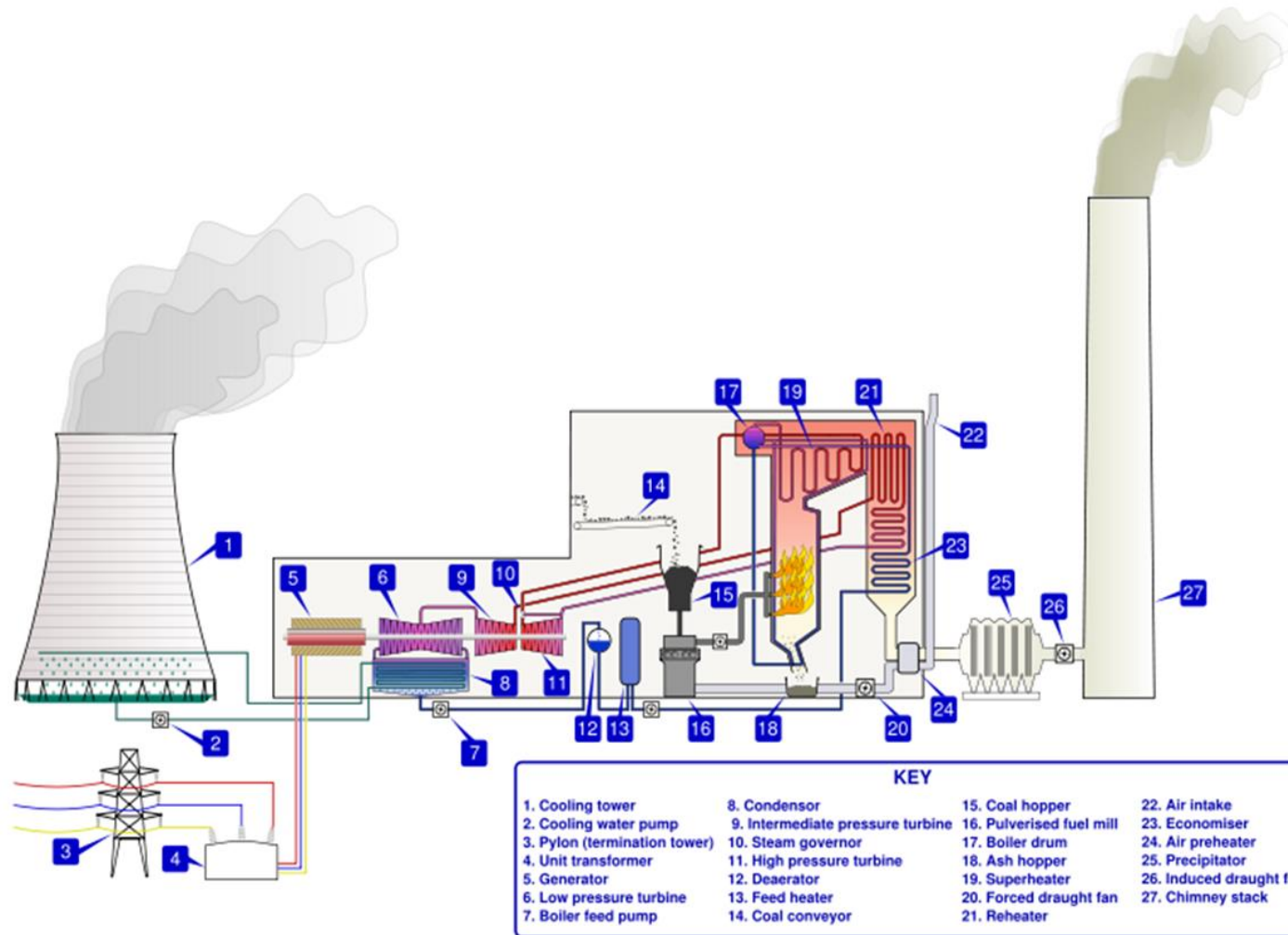




# Konwencjonalne elektrownie

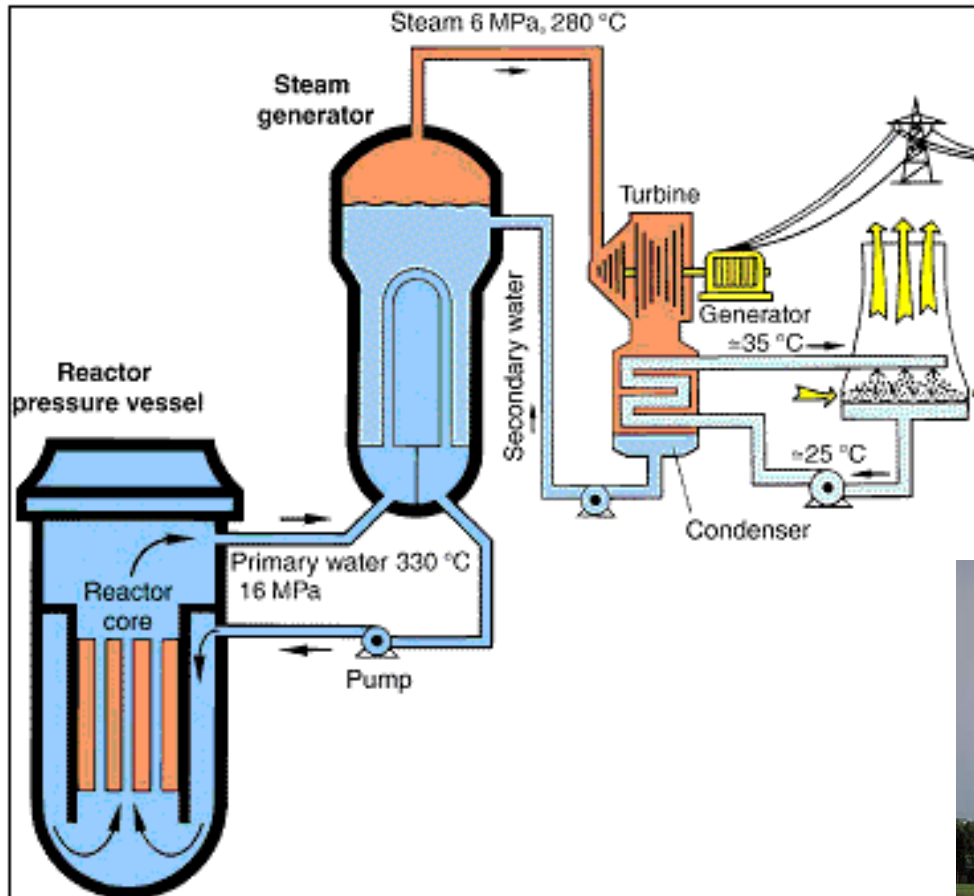






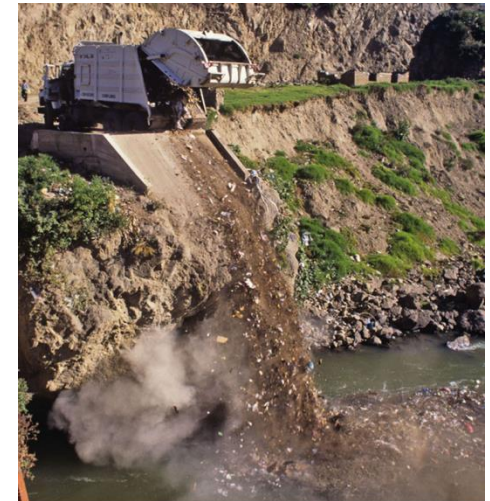


# Jądrowe elektrownie



# Zanieczyszczenia wody

- Patogeny
- Zanieczyszczenia nieorganiczne
- Związki chemiczne
- Metale ciężkie, radioaktywne
- Osady
- Ciepło





# Skąd pochodzą zanieczyszczenia

## Naturalnie występujące

Kurz, rdza,  
algi, pleśnie,  
mikroorganizmy  
Fe, Ca, Mg, Mn,  
Związki rozpuszczone

## Wyprodukowane przez człowieka

### Rolnictwo

nawozy,  
herbicydy,  
pestycydy,  
fungicydy

### Przemysł

detergenty,  
rozpuszczalniki,  
kwasy,  
węglowodory,  
związki Pb,  
chlor,  
związki organiczne



# Zródło zanieczyszczeń punktowe niepunktowe



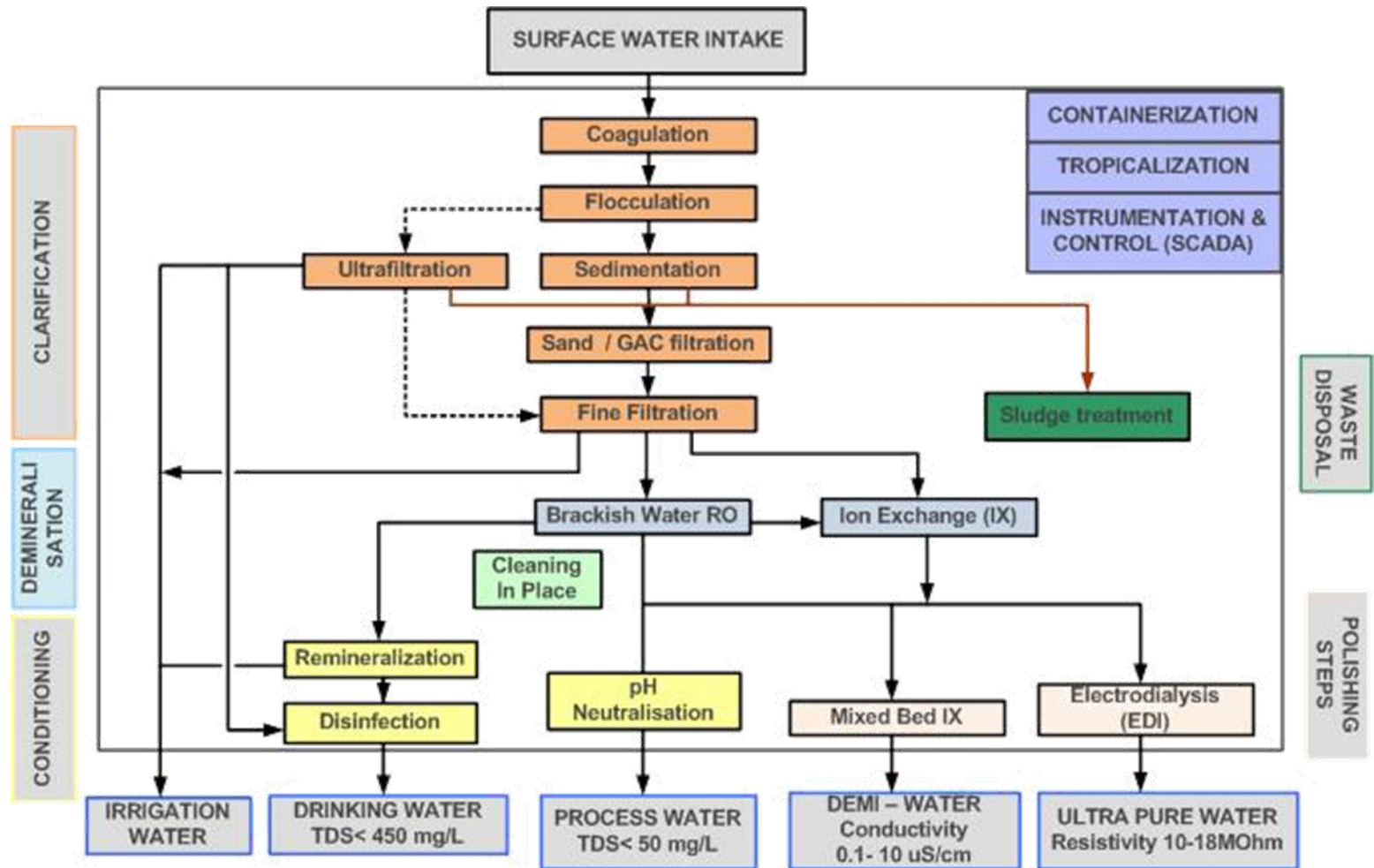
© Brooks/Cole, Cengage Learning



© Brooks/Cole, Cengage Learning



# Metody uzdatniania i oczyszczania wody powierzchniowej





# Technologia oczyszczania wody

- Fizyczne
- Chemiczne
- Biologiczne



# Chemiczne

- Koagulacja
- Flokulacja
- Strącanie
- Wymiana jonowa





# Chemiczne

## Zalety :

- Szybki i skuteczny proces
- Usuwa wszystkie rodzaje zanieczyszczeń, produkuje oczyszczone ścieki o wysokiej jakości

## Niedogodności :

- Drogie, i chociaż zanieczyszczenia są usuwane, nagromadzenie osadu tworzy problem utylizacji,
- Wysokie koszty energii,
- Wymagane chemikalia.



# Fizyczne

- Filtracja
- Filtracja membranowa (nanofiltacja ,osmoza itd.)
- Elektrodializa
- Elektrodejonizacja
- Adsorpcja



# Fizyczne

## Zalety :

- Najskuteczniejszy -adsorbent o doskonałej wydajności wytwarza wysokiej jakości oczyszczone ścieki
- Brak produkcji szlamu,
- Niewielkie zużycie lub brak zużycia chemikaliów.

## Wady:

- Powstawanie produktów ubocznych,
- Problemy techniczne



# Biologiczne

- Bioadsorpcja
- Bioakumulacja
- Biodegradacja



# Biologiczne

Zalety :

- atrakcyjne pod względem ekonomicznym,
- publicznie akceptowane

Wady :

- Powolny proces,
- Niezbędne jest do stworzenia optymalnego środowiska sprzyjającego rozwojowi mikroorganizmów ( warunki, żywienie itd)



# Koagulacja

**Definicja:**

Destabilizacja cząstek koloidalnych przez dodanie chemikaliów (koagulant)

**Aplikacje:**

Odpady przemysłowe zawierające koloidalne i zawieszane substancje stałe (np. Masa celulozowa i papier, materiały włókiennicze)

# Koagulacja-

## destabilizacja elektrostatyczna

Koagulant można wykorzystać do redukcji sił odpychania

Elektrostatyczne odpychanie redukuje dodatek związku o przeciwnym ładunku np.:  $Al^{3+}$





# Koagulacja

- **Destabilizacja poprzez reakcję chemiczną-** wytrącenie z wody nierozpuszczalnych lub trudnorozpuszczalnych związków
- **Koagulacja zamiatająca-** współstrącanie cząstek koloidalnych ze strącającymi się produktami hydrolizy koagulantów





# Koagulacja

## Zależy od:

- Rodzaj i dawka koagulantu
- pH wody
- Rodzaj i właściwości koloidów w wodzie

## Rodzaje koagulantów:

Siarczan glinu

Chlorek glinu

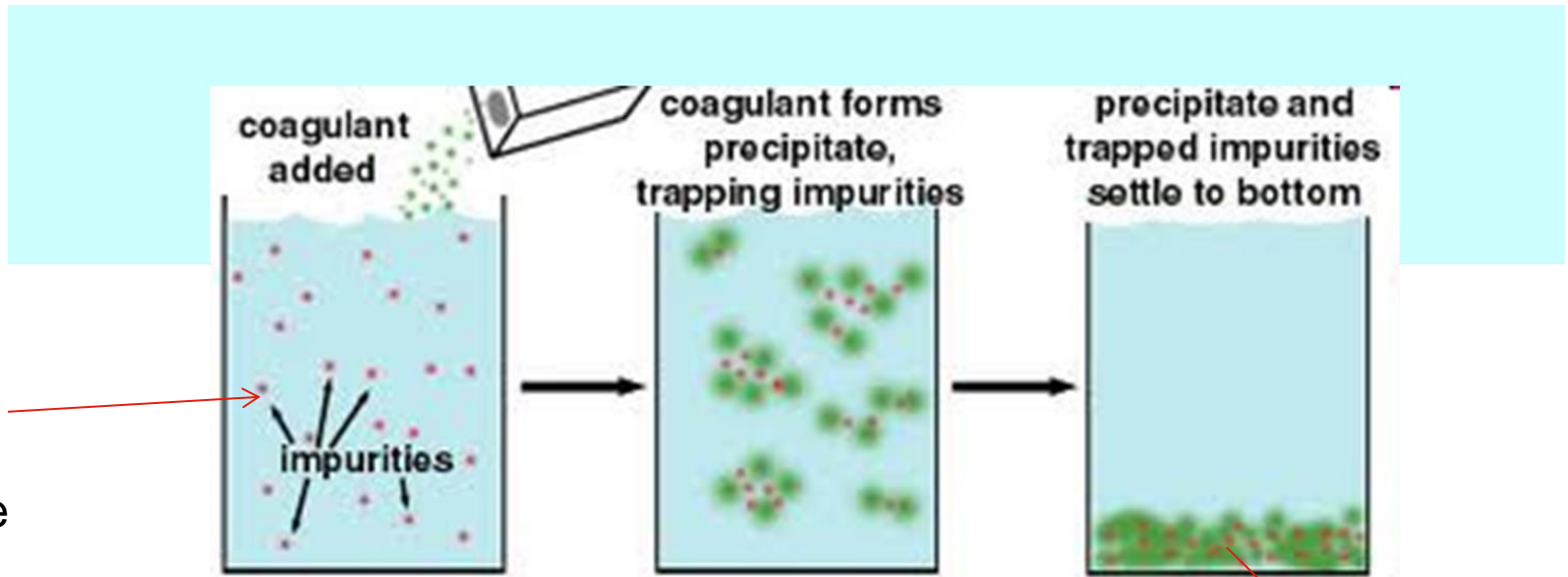
Siarczan żelaza (III)

Siarczan żelaza (II)

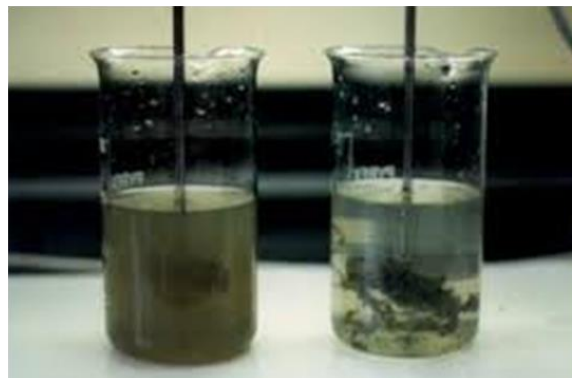
Chlorek żelaza (III)



# Koagulacja



zole



Zawiesina  
pokoagulacyjna



# Flokulacja

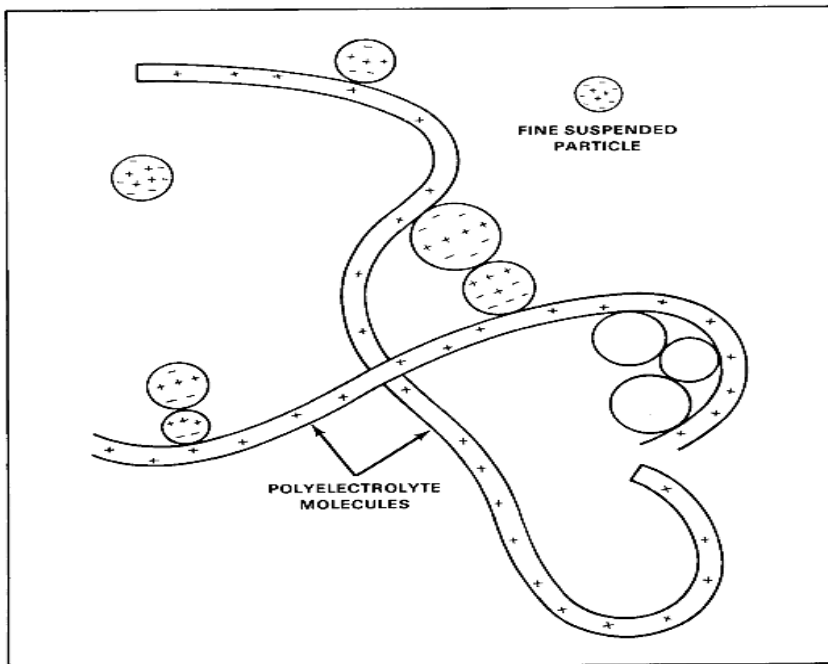


Figure 1-1. Forming a floc particle

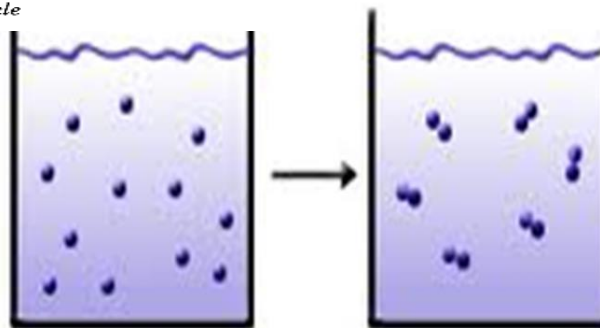
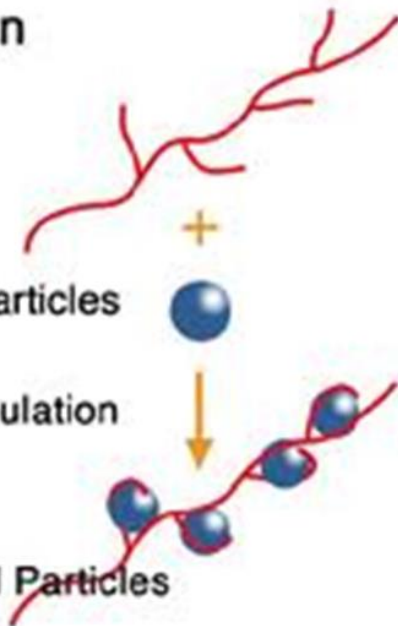
Flocculation

Polymer

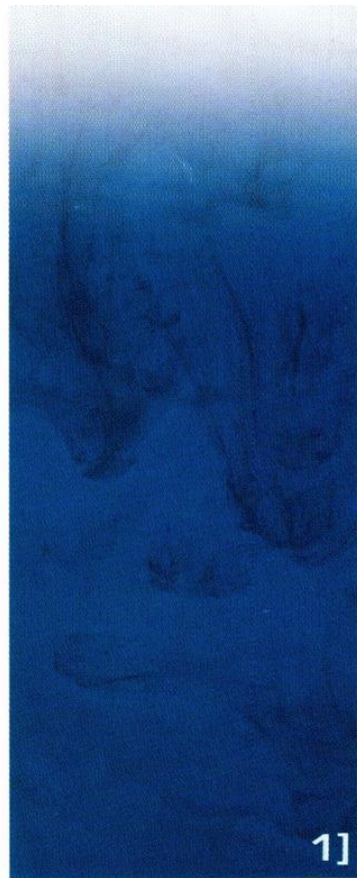
Suspended Particles

Flocculation

Agglomerated Particles



Flocculation



*Raw waste*



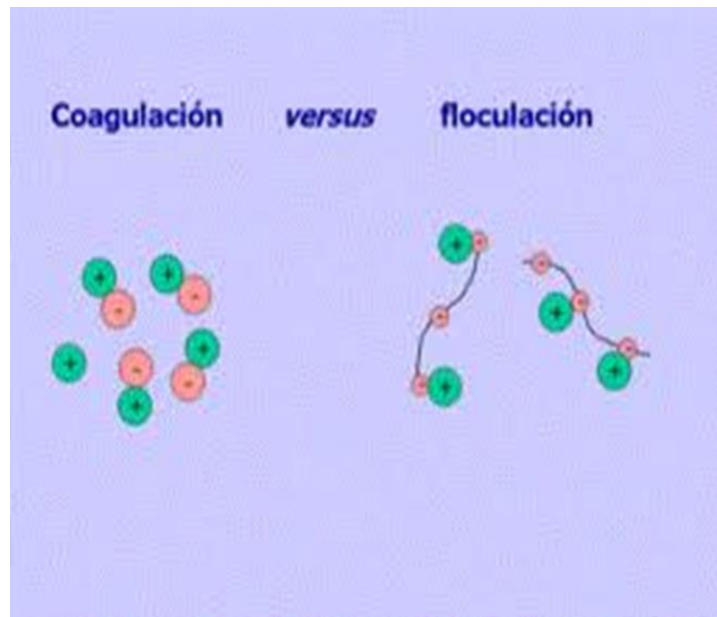
*Floc Formation*



*Settle floc*

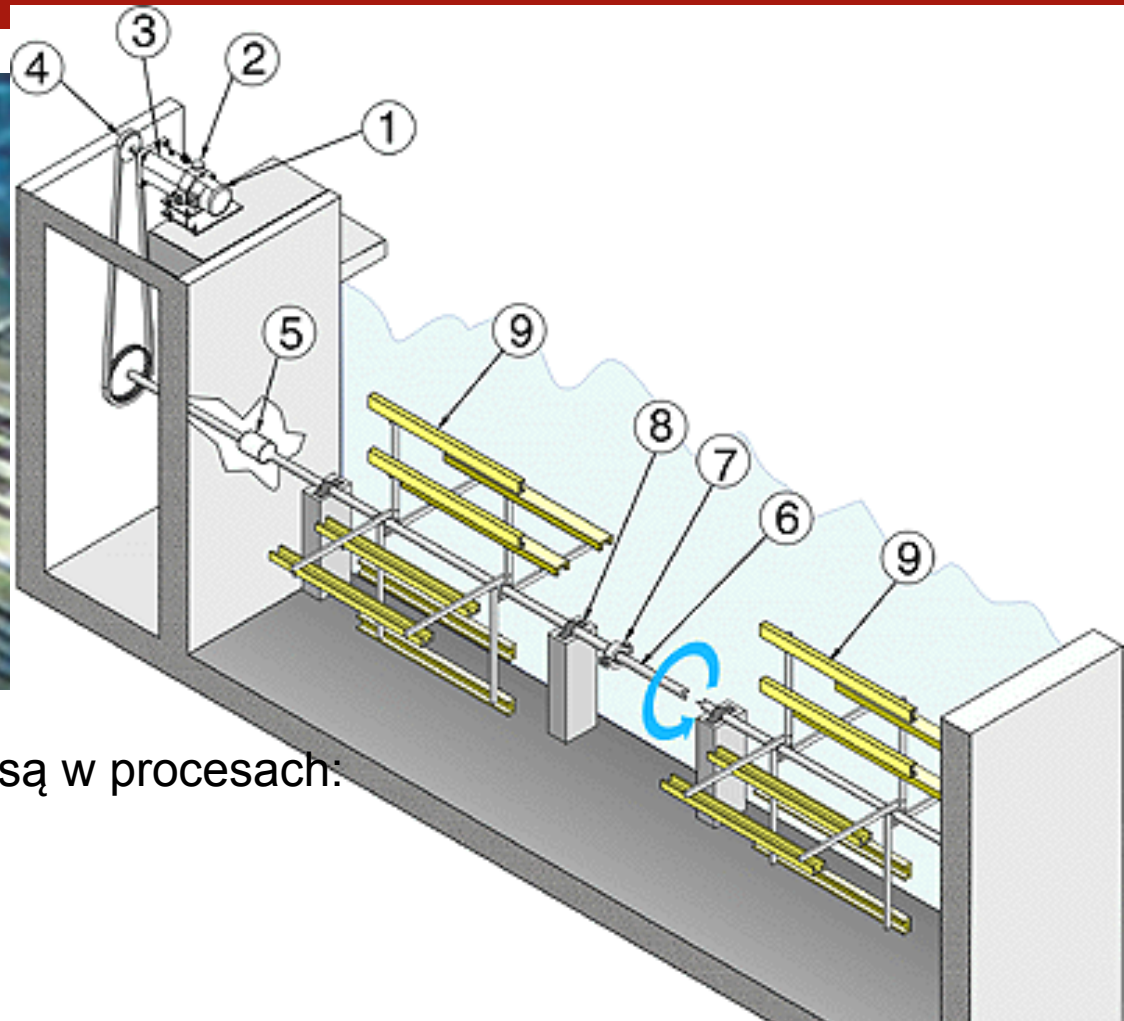
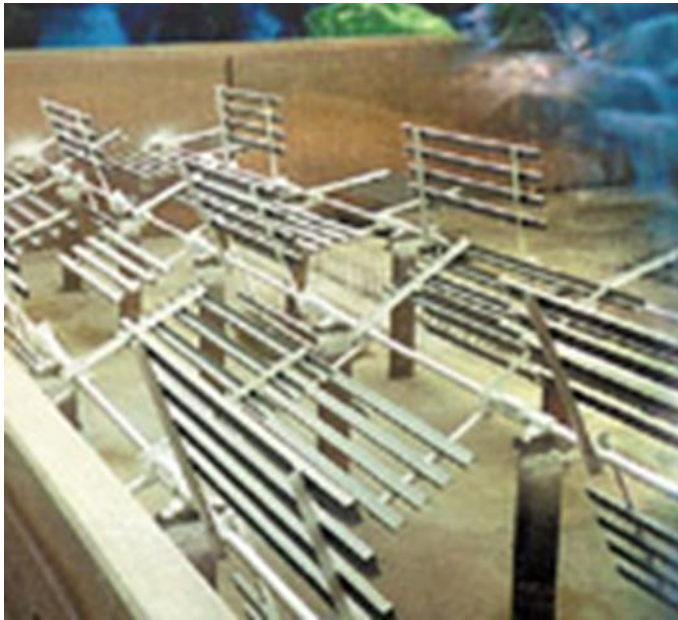
# Koagulacja vs flokulacja

Koagulacja to fizyczno-chemiczny proces prowadzący do łączenia się cząsteczek w większe



Flokulacja technika mieszania wspomagaj3co tworzenie aglomerat3w i hydrolizy koagulantu z usuwanymi zanieczyszczeniami

# Flokulacja mechaniczna



Utworzone kłaczkii usuwane są w procesach:

- Sedymentacji
- Filtracji
- Flotacji



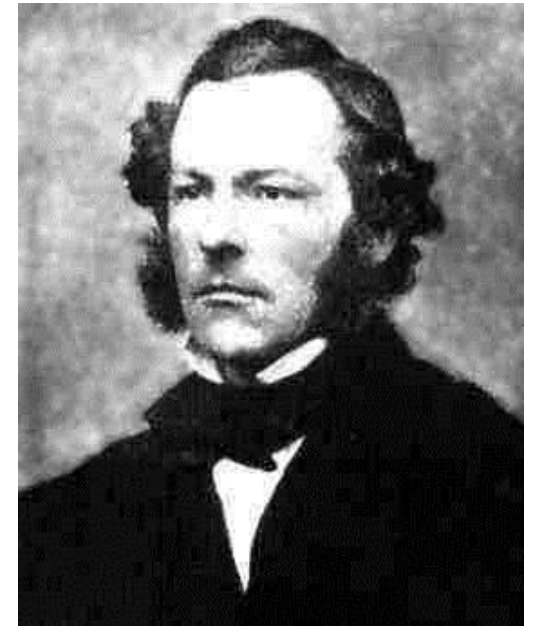
# Separacja zawiesin

- **Sedymentacja**-swobodne opadanie zawiesin
- **Filtracja**- separacja na złożu filtracyjnym



# Prawo Stokes'a

$$v_F = \frac{2(p - p_o)g}{9n} (d/2)^2$$







# Szybkość opadania cząsteczek

Wielkość cz.mm

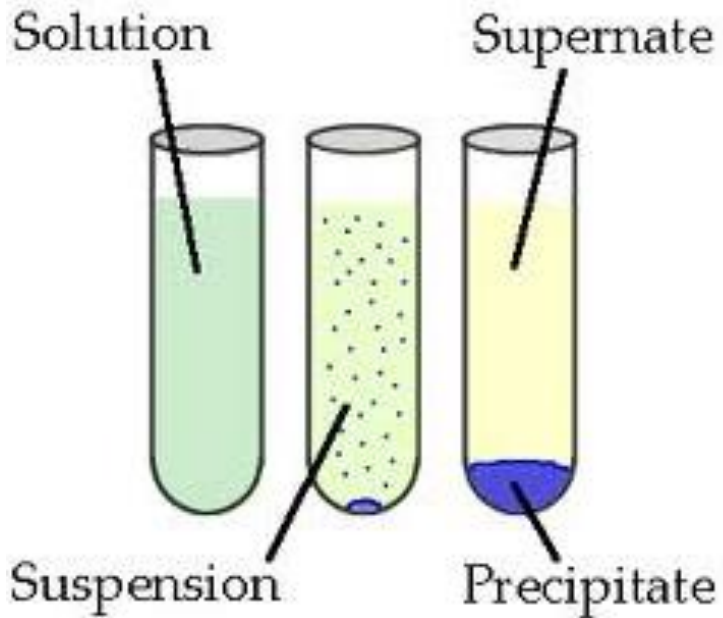
odpowiednik

Czas osadzania

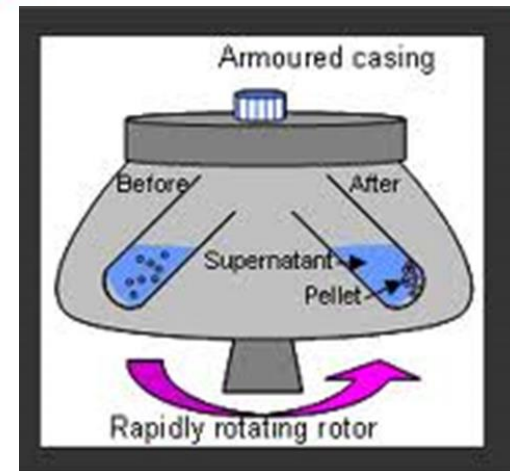
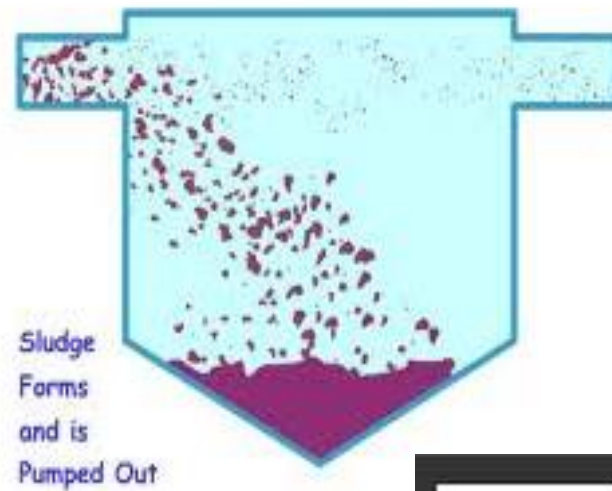
1.0	PIASEK DUŻY	3 S
0.1	PIASEK MAŁY	38 S
0.01	MUŁ	33 Min.
0.001	Bakteria	55 H
0.0001	koloidy	230 Dni
0.00001	koloidy	6.3 lat



# Strącanie chemiczne

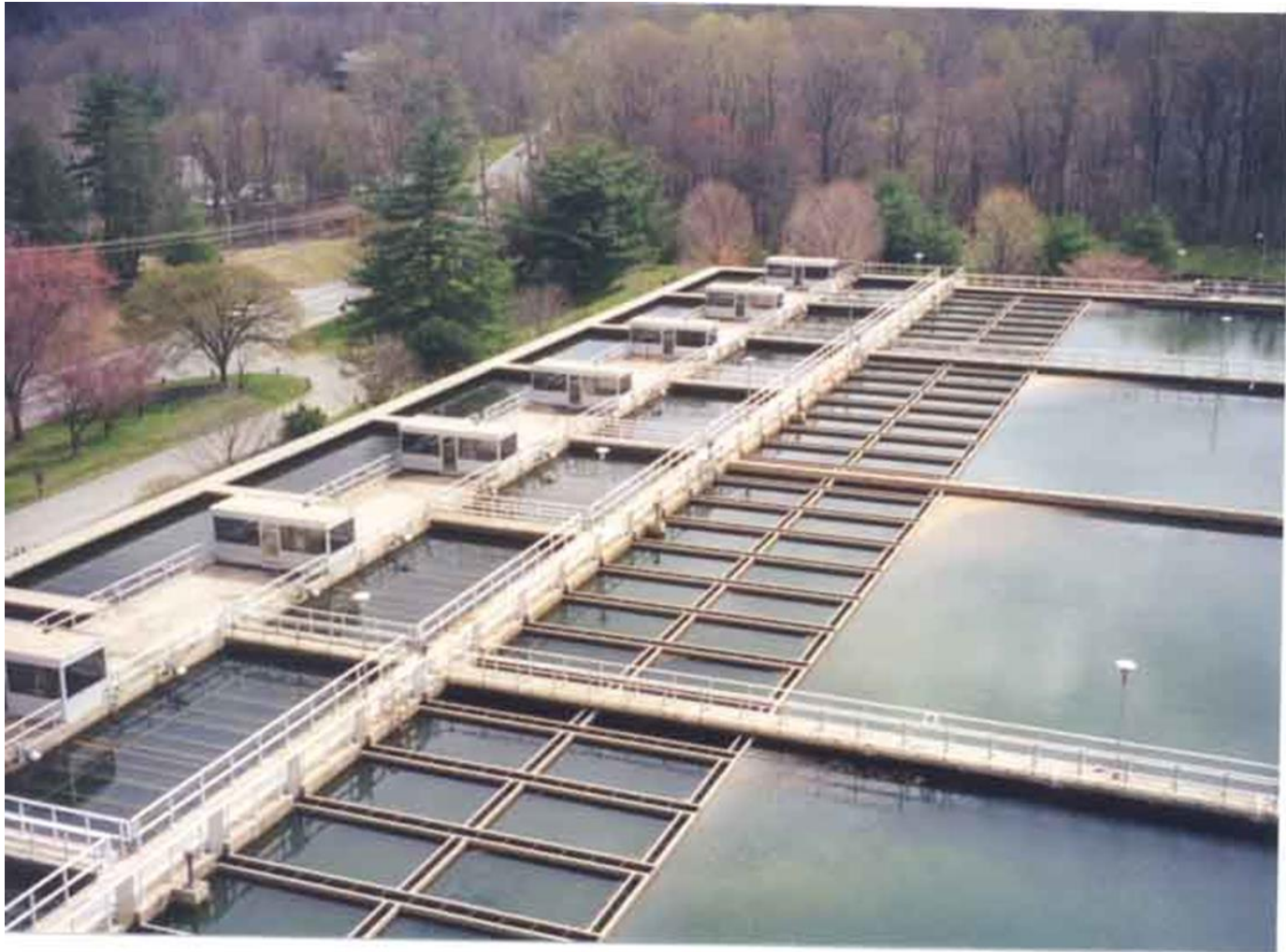


## Sedimentation



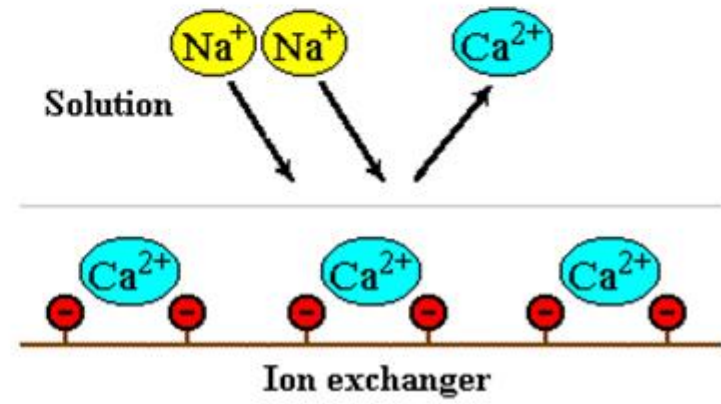
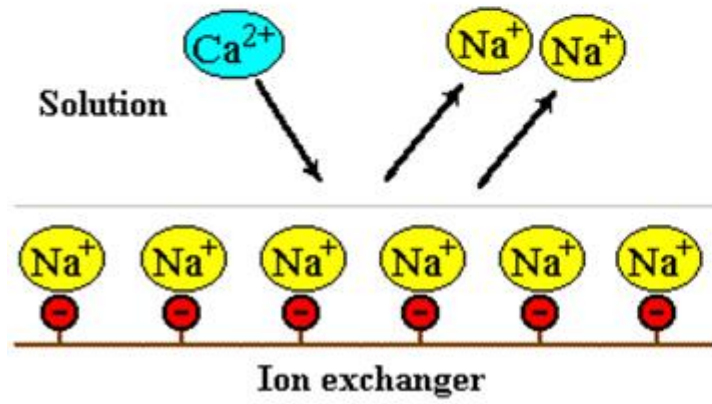
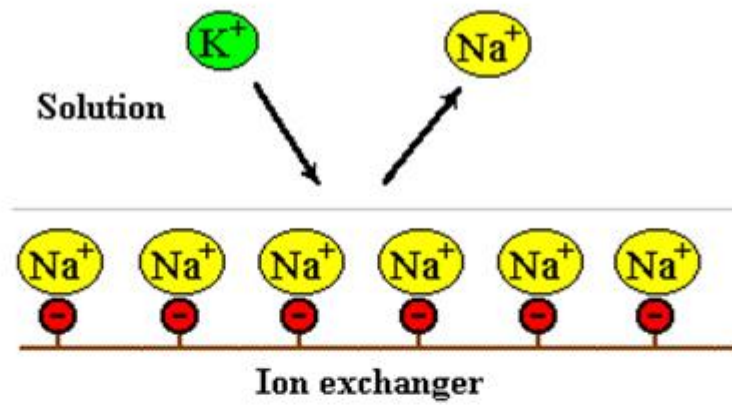


# Połączone systemy flokulacji i osadzania





# Wymiana jonowa

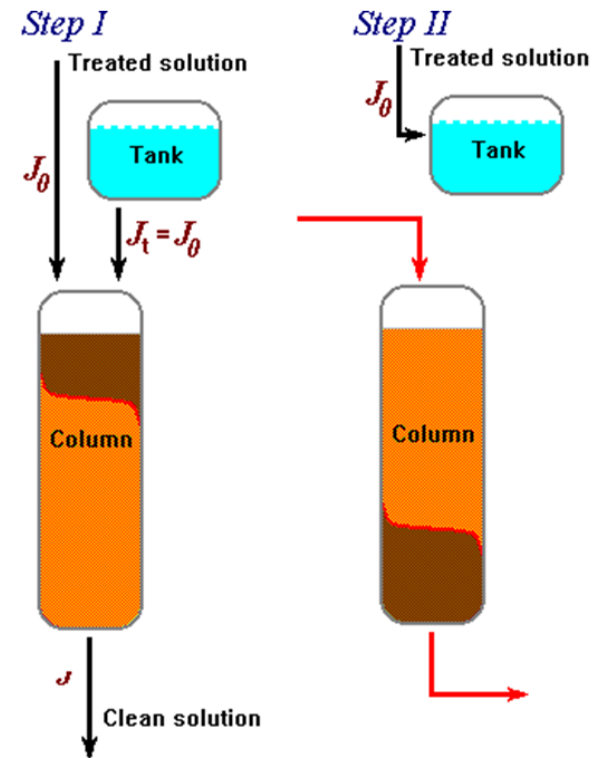
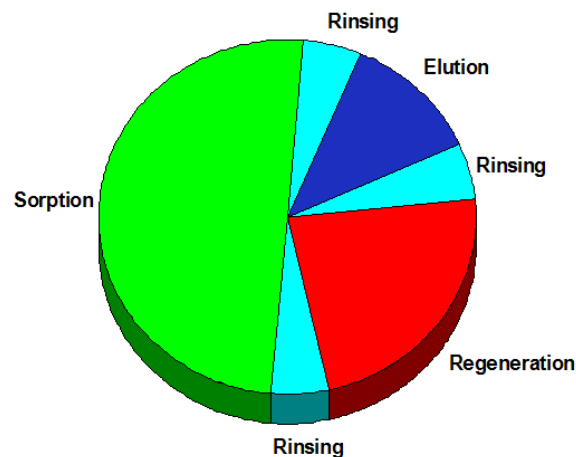




# Cykl pracy kolumny jonowymiennej

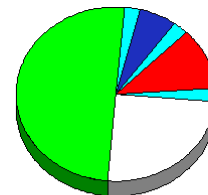
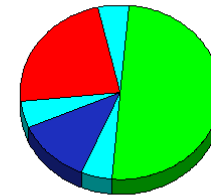
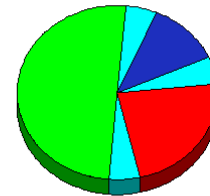
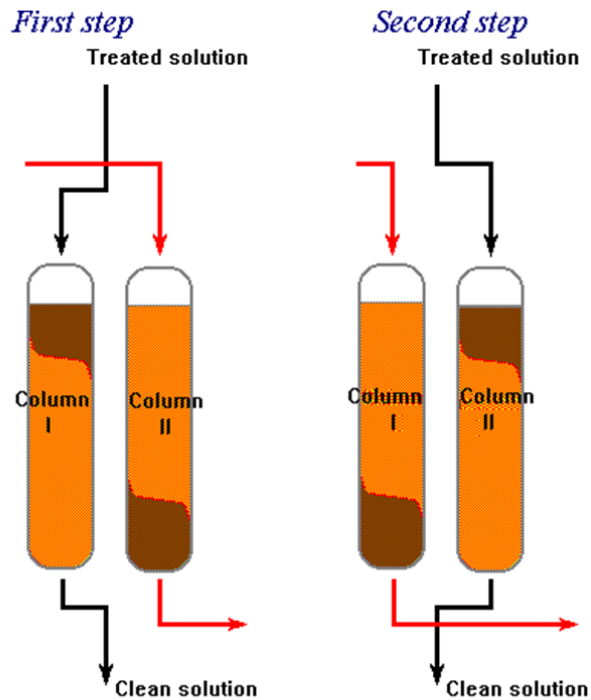
## One Column Ion Exchange System

Time Scheme





# Double Column Ion Exchange System



Column I

Column II



# Kolumny chromatograficzne



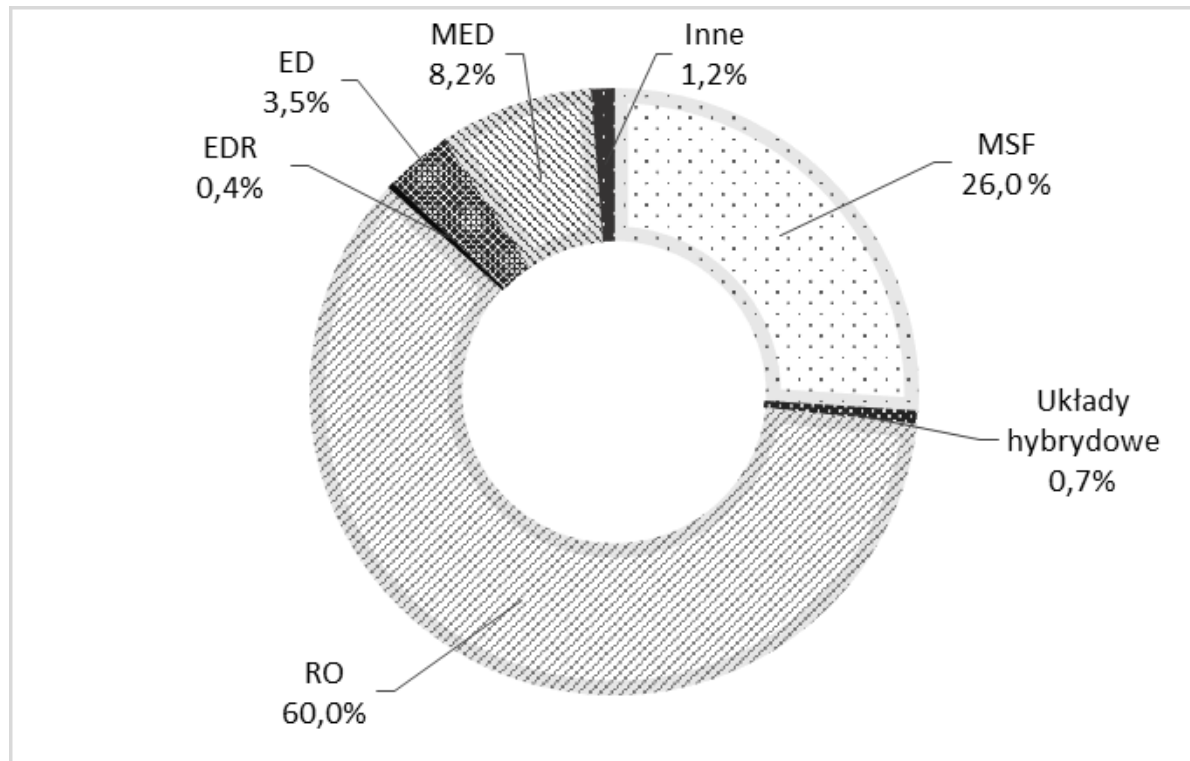


# Odsalanie wody

- Wielostopniowa destylacja równowagowa (MSF)
- Odparowywanie wielokrotne (MED)
- Sprężanie par (VC)
- Wymiana jonowa
- Separacja membranowa : odwrócona osmoza (RO)  
elektrodializa (ED)



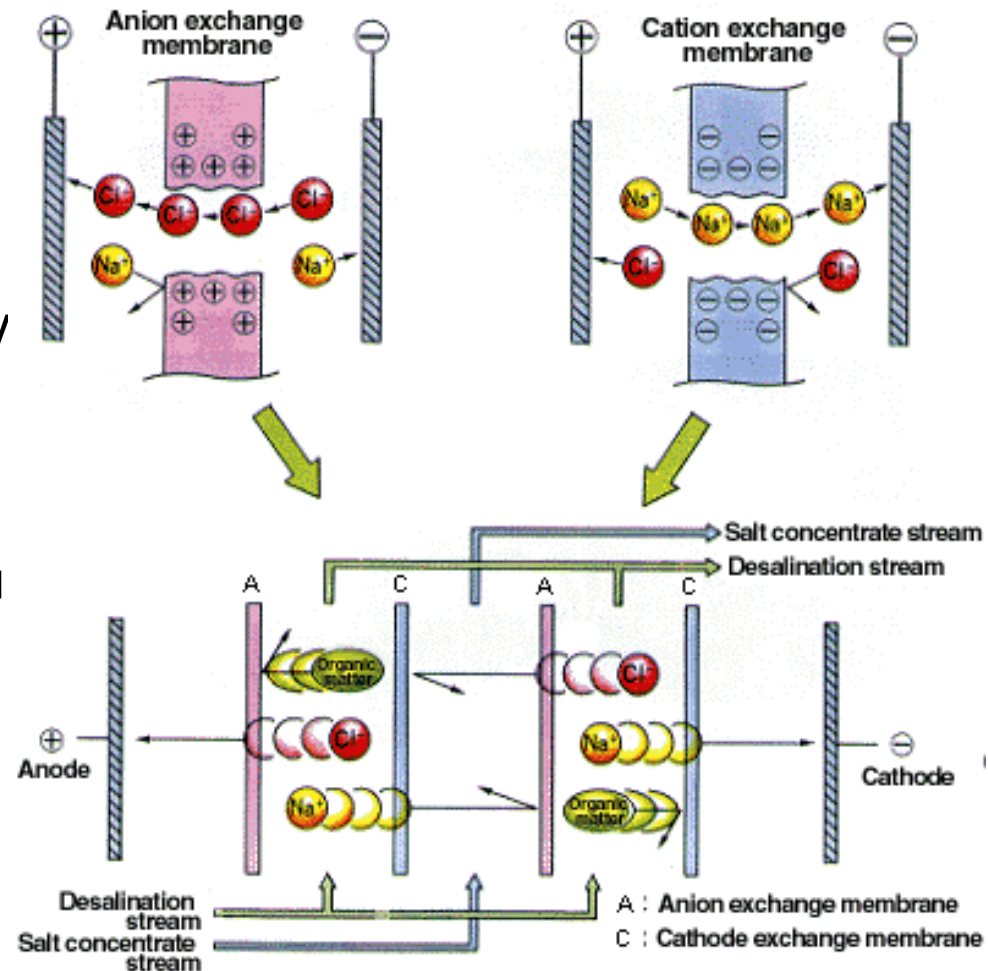
# Rynek odsalania wód kopalnianych w Polsce (rok 2012)



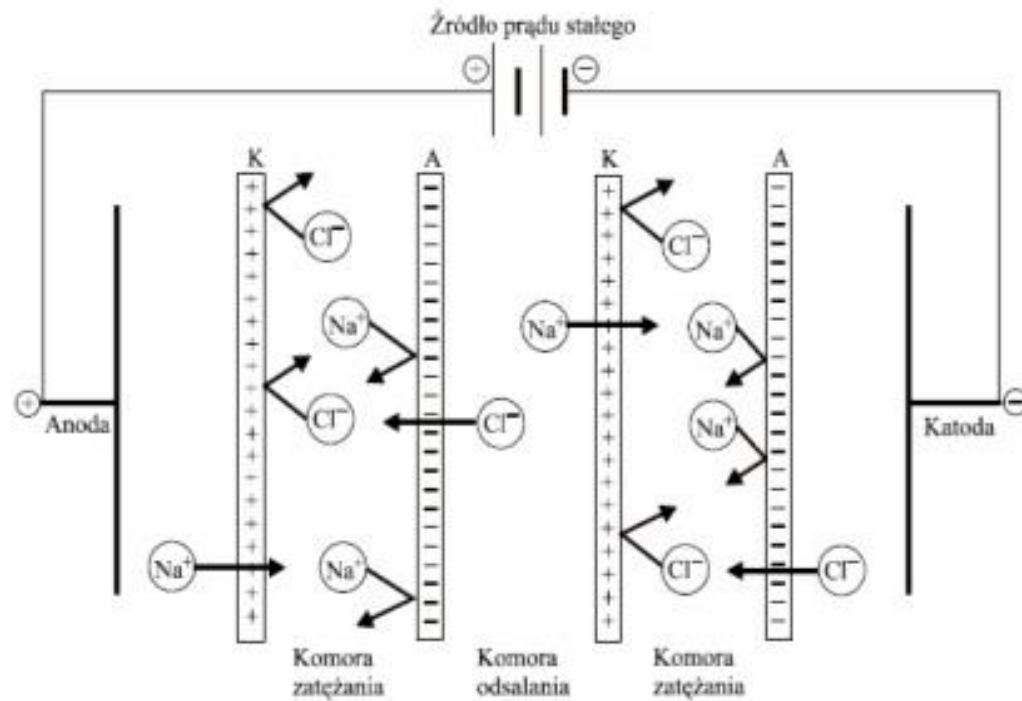
- z uwzględnieniem stosowanych metod. RO: odwrócona osmoza, ED: elektrodializa, EDR: elektrodializa odwracalna, MED: odparowanie wielokrotne, MSF: wielostopniowa destylacja równowagowa

# Elektrodializa

- proces podczas którego jony transportowane są przez półprzepuszczalne membrany jonowymiennie zaś siłą napędową jest różnica potencjału elektrycznego. Jony pod wpływem pola elektrycznego wytworzonego między elektrodami wędrują z roztworu o mniejszym stężeniu do roztworu o stężeniu większym.

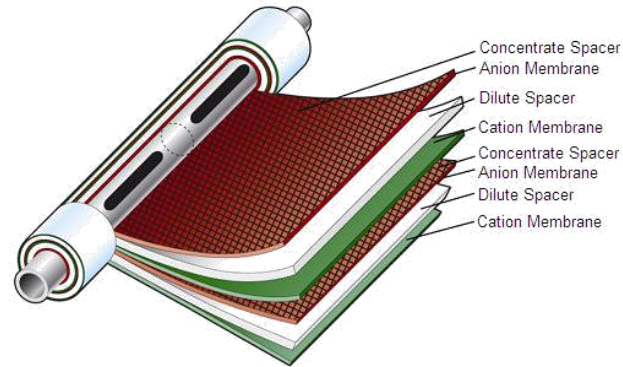
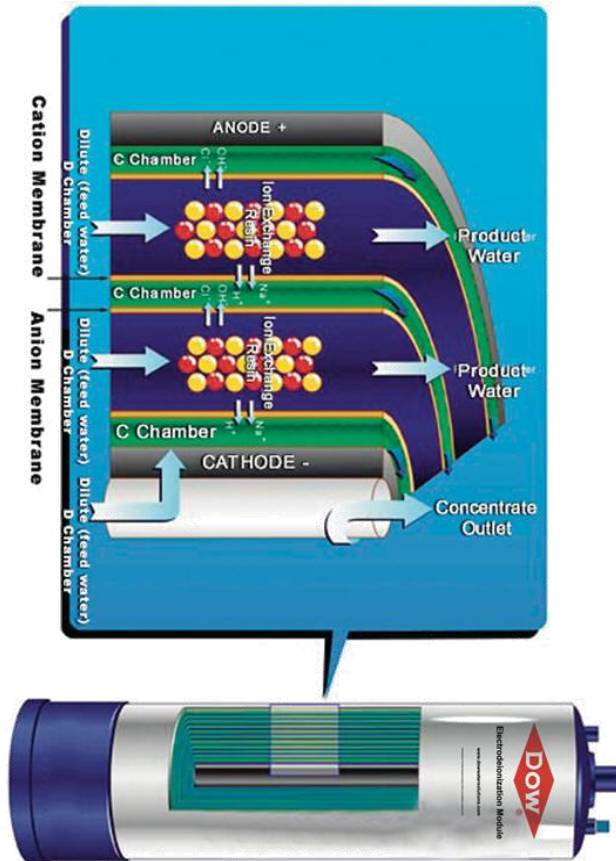


# Elektrodializa



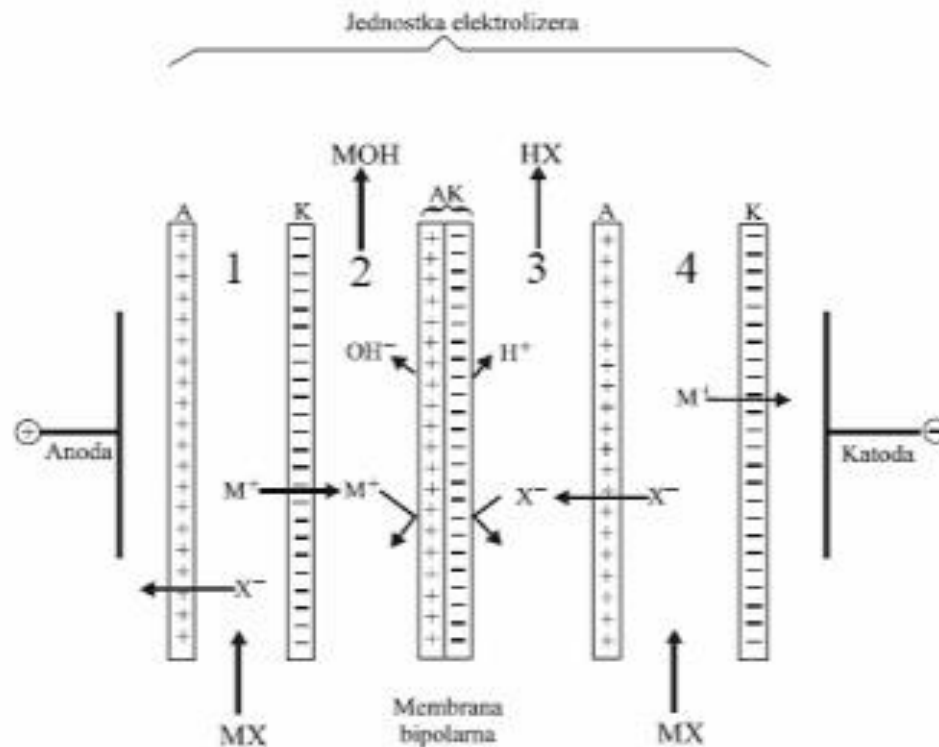
Rys. 1 . Schemat działania elektrodializera z membranami jonoselektywnymi.

# Elektrodializa



- Membrany jonoselektywne umieszczone są w polu elektrycznym w postaci stosów elektrodialitycznych
- Membrany kationo- i anionowymienne oddzielone są przeladkami dystansującymi
- Elektrody znajdują się na końcach stosu membranowego w pojedynczych komorach

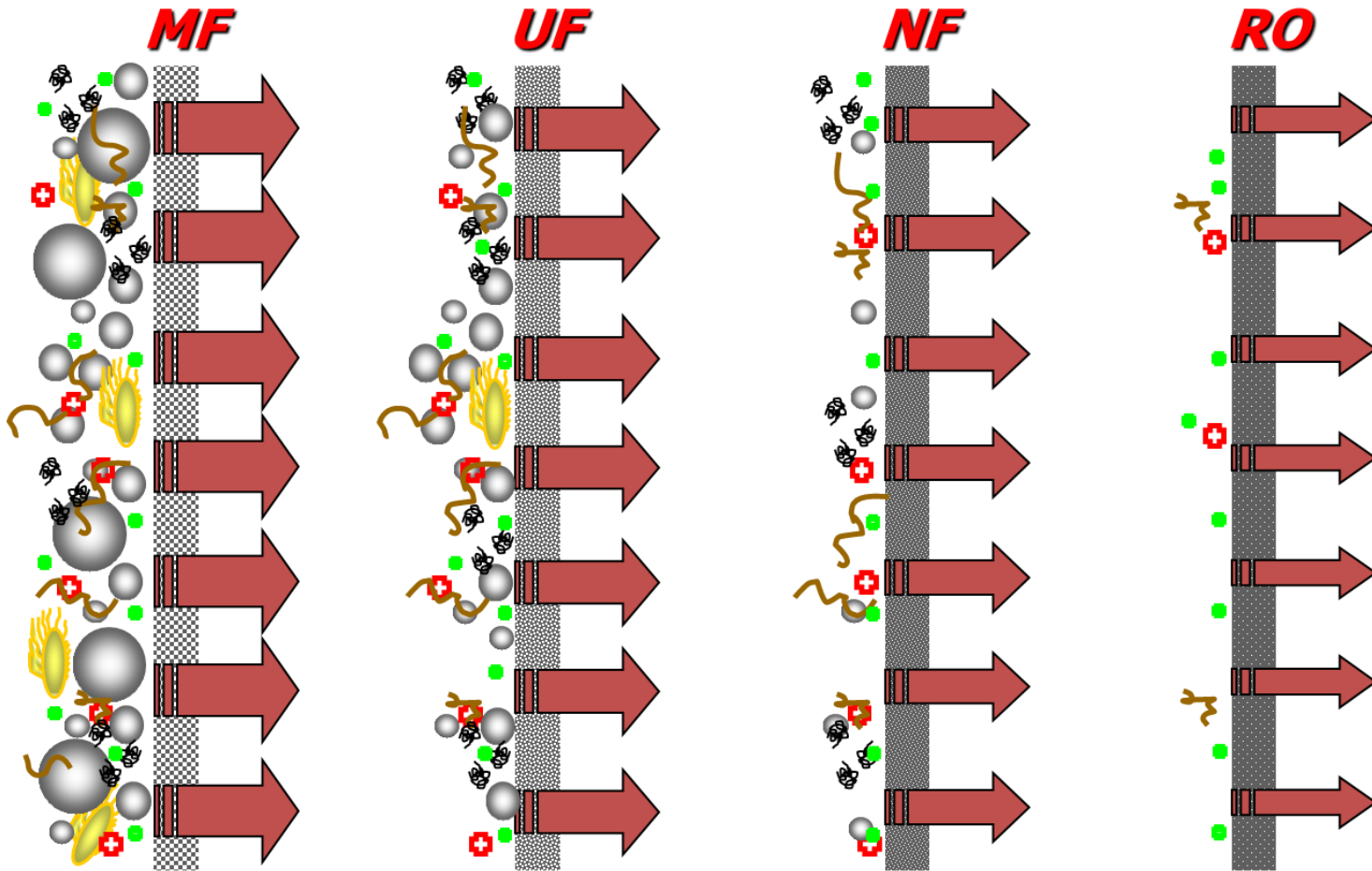
# Elektrodializa bipolarne



Rys 2 Schemat działania elektrodializera z membraną bipolarną.

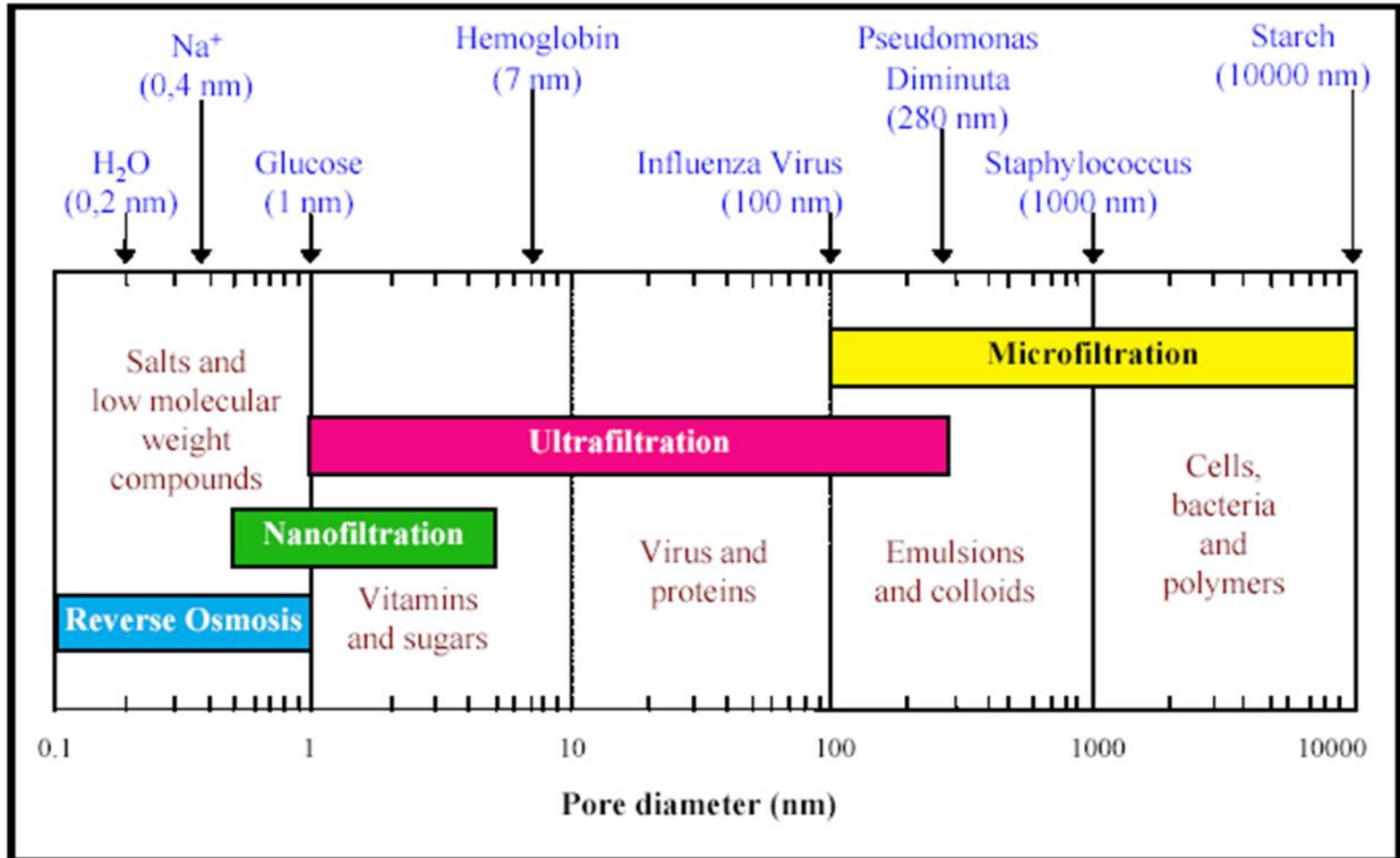


# Filtracja membranowa



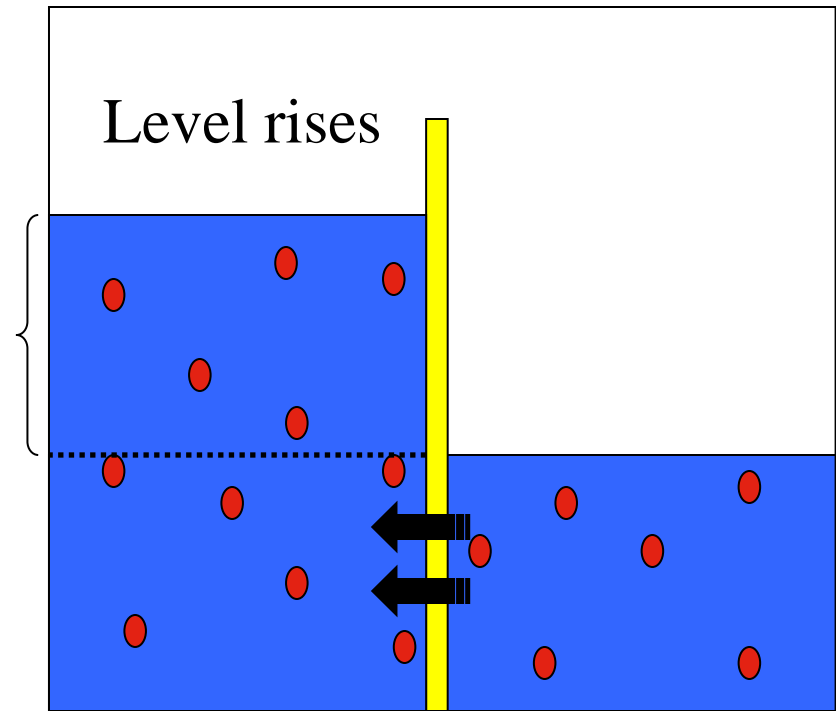
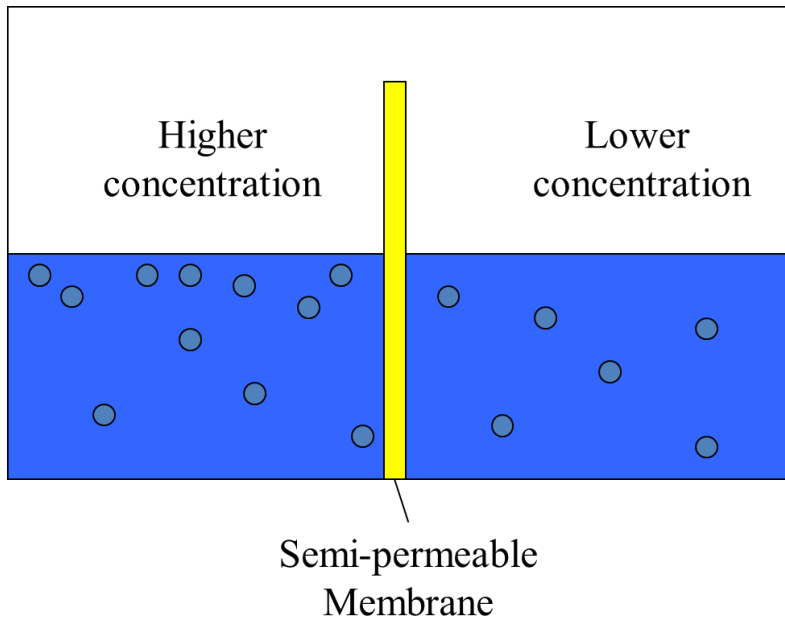


# Filtracja membranowa





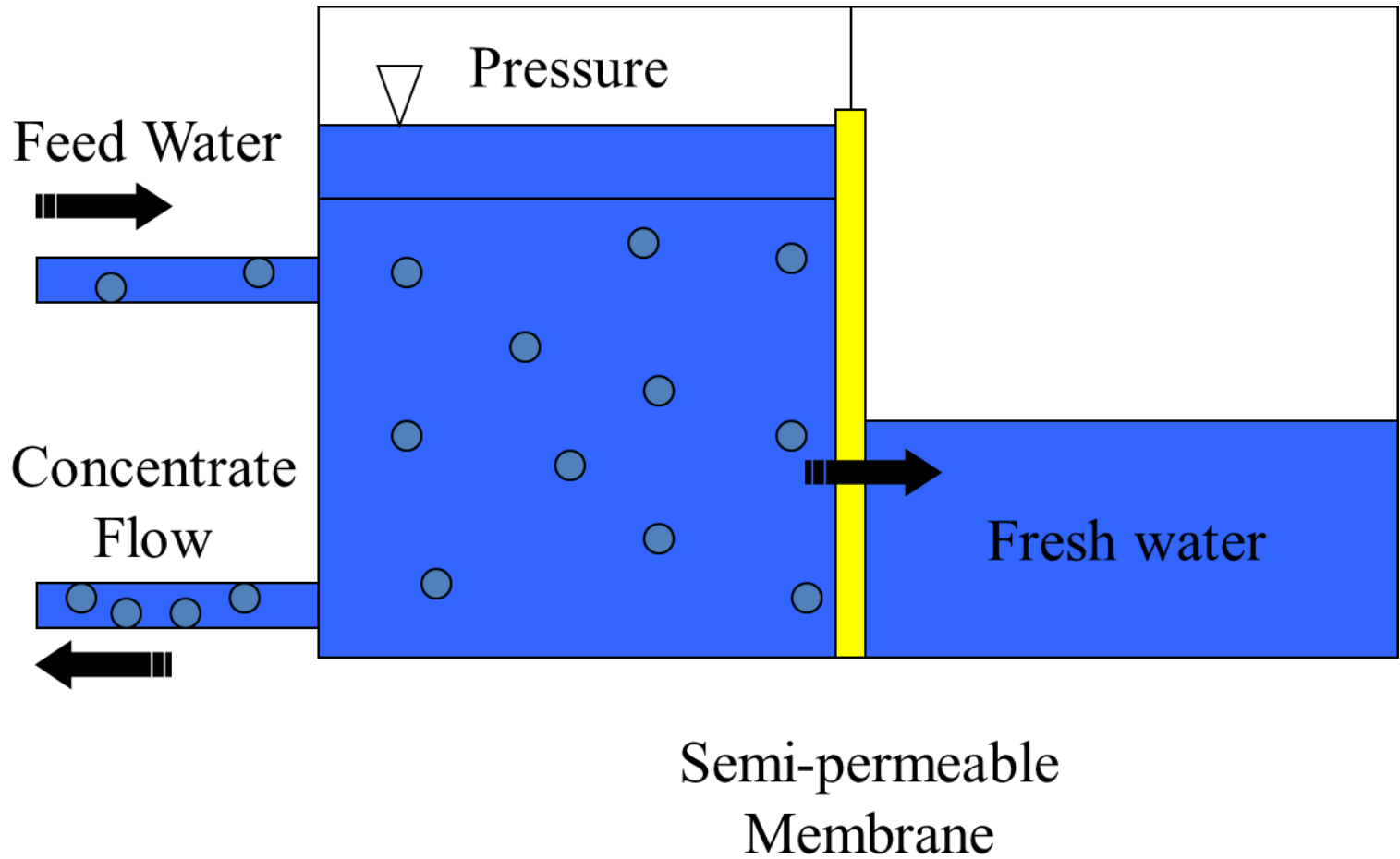
# Osmoza





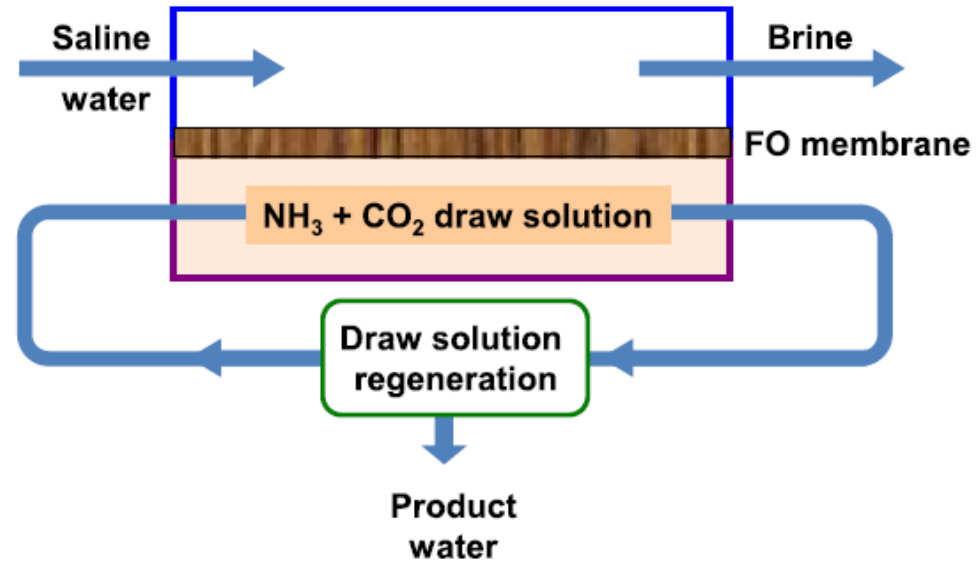
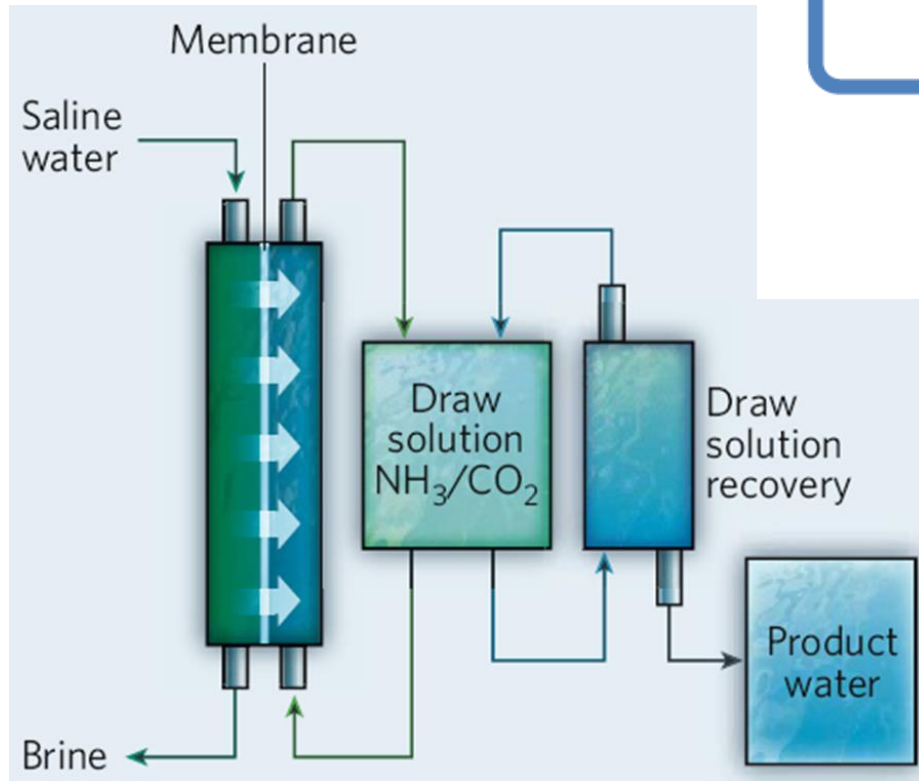


# Odwrócona odmoza



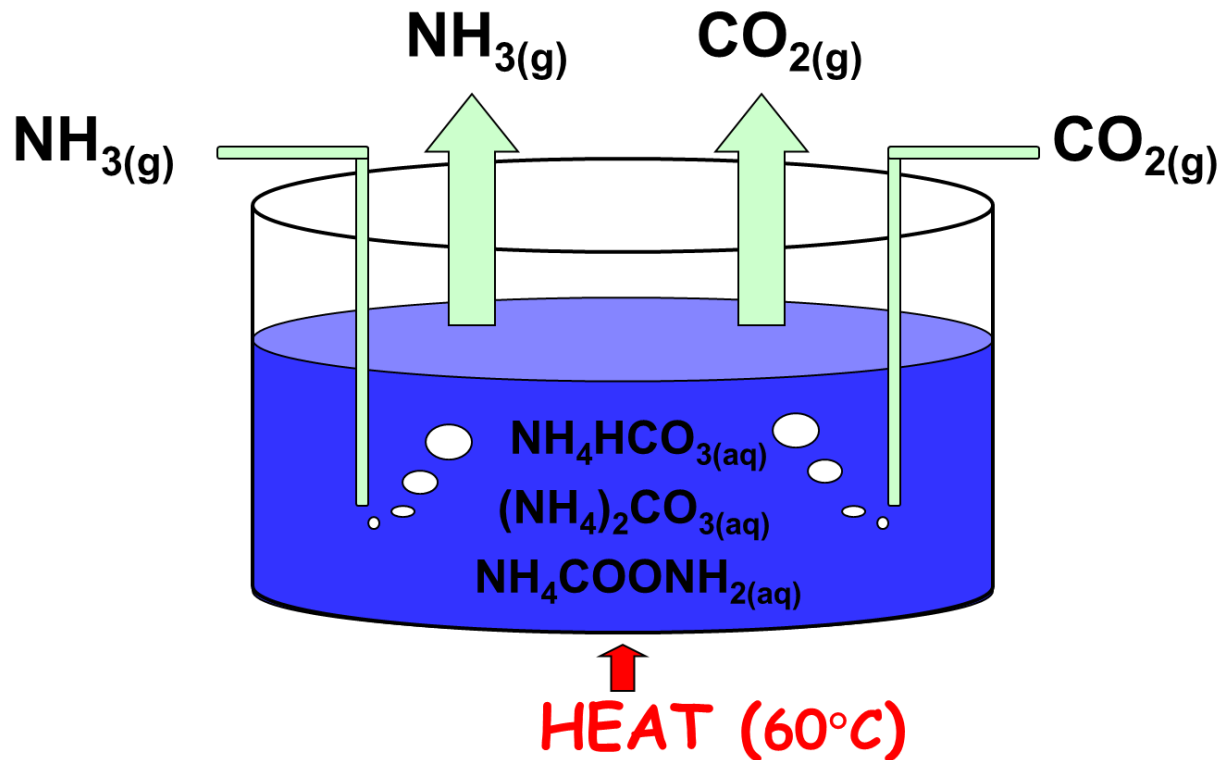


# Wymuszona (Forward) osmosis



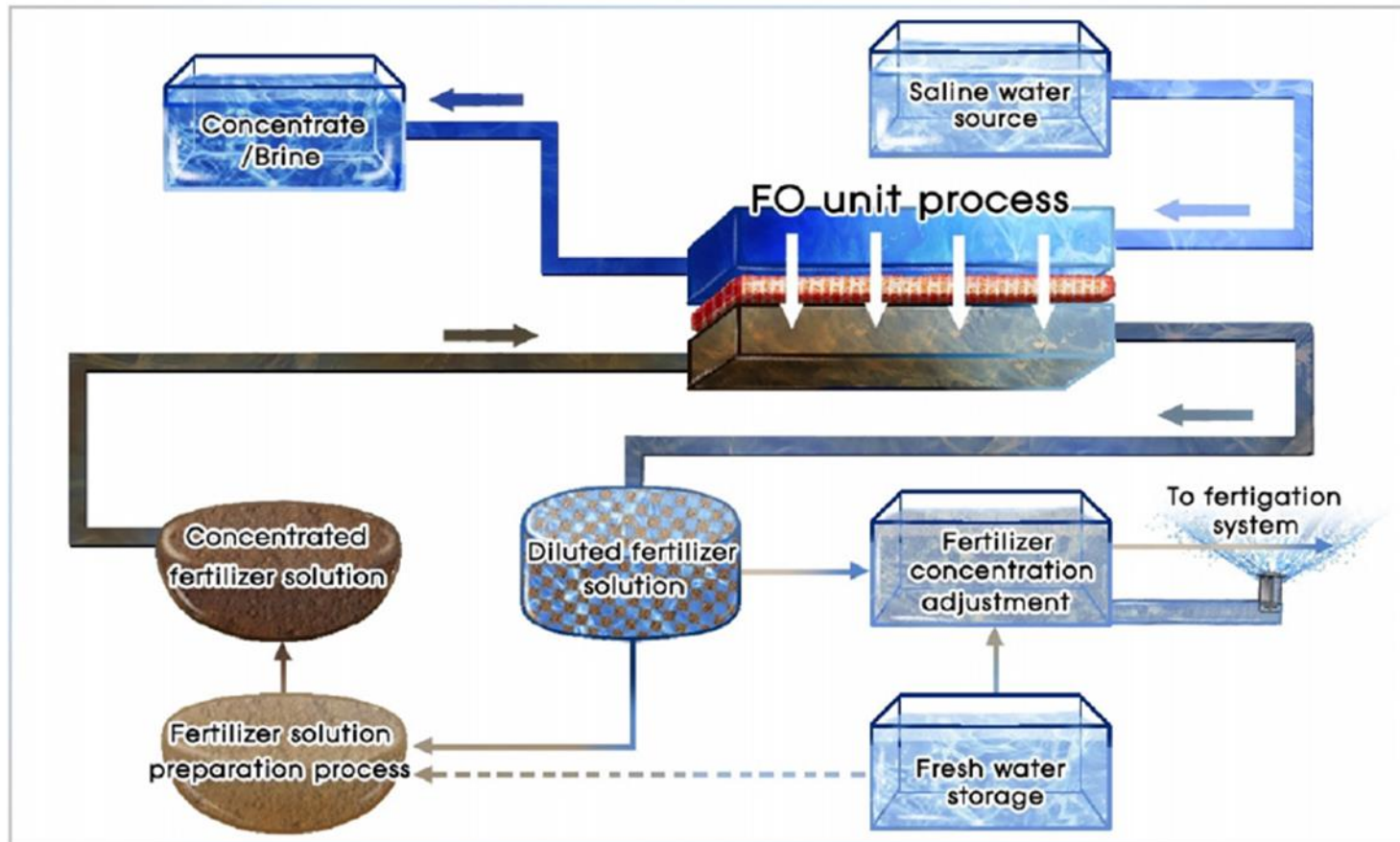


## NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> Draw Solution



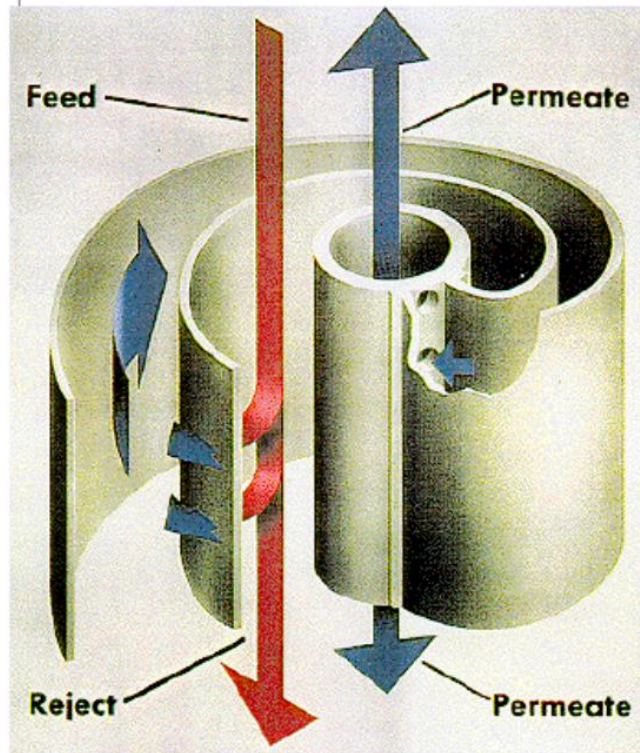


# FO w odzyskiwaniu wody z nawozów





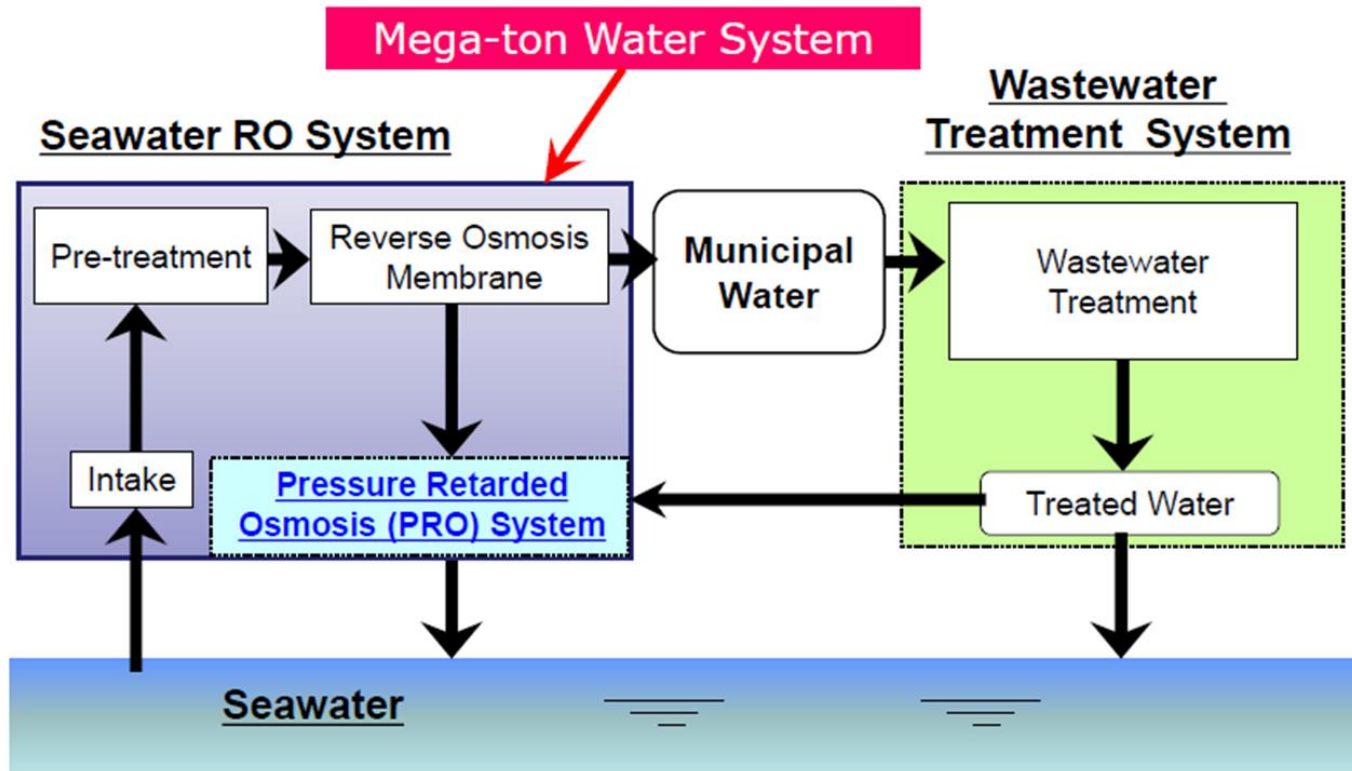
## Basic principle of NF and RO systems





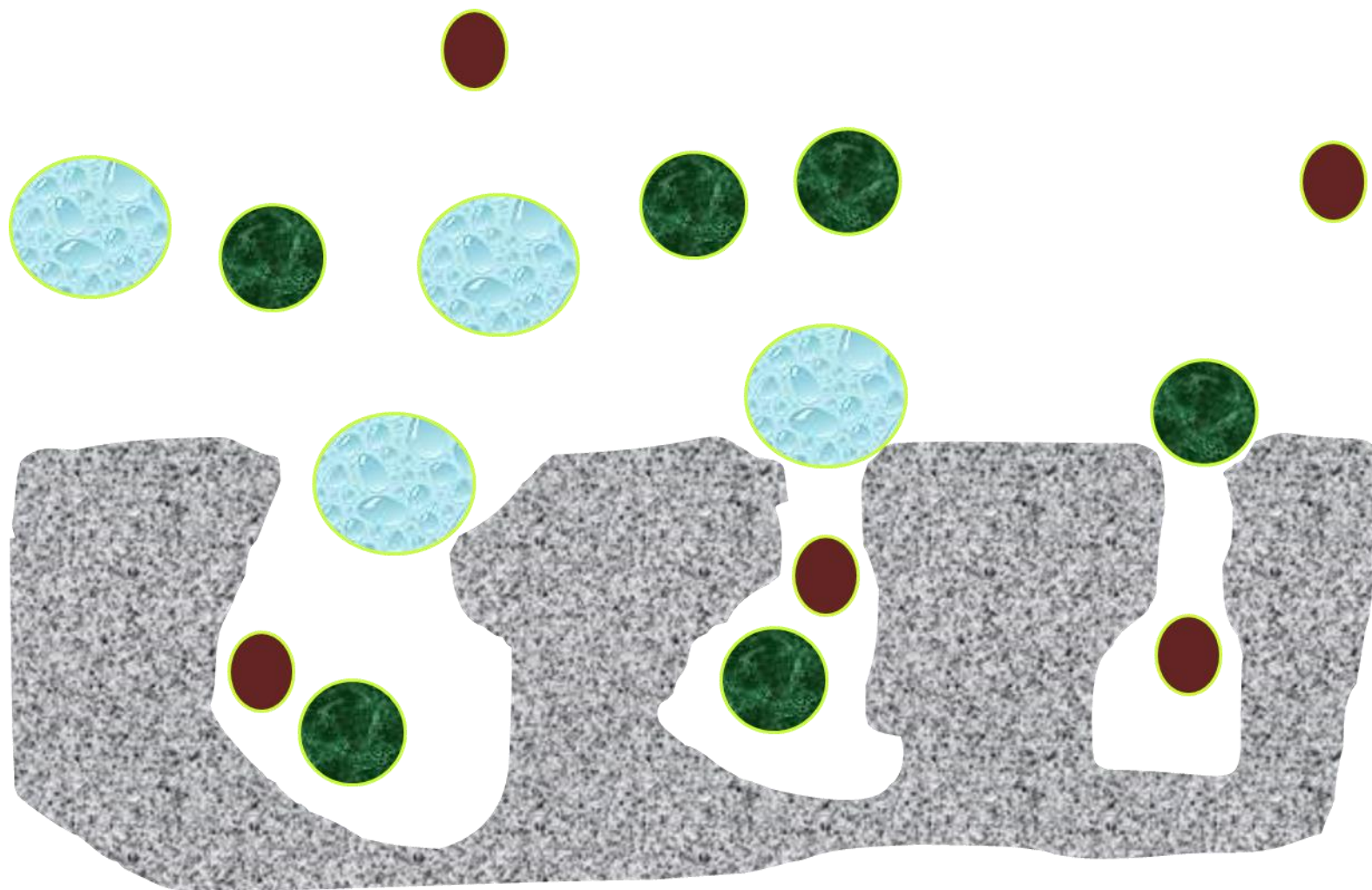


# Water Cycle in Mega-ton Water System





# Adsorpcja





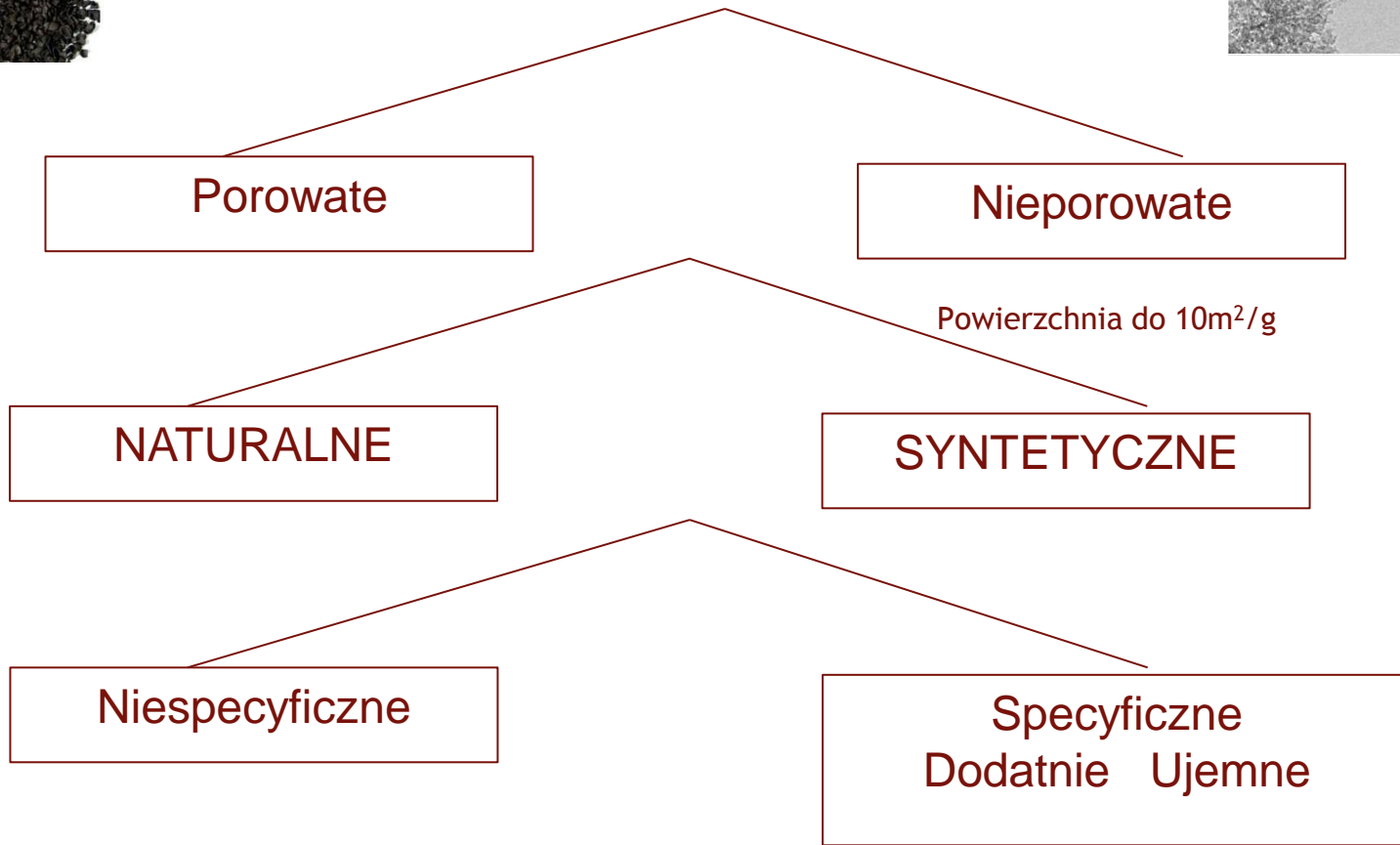
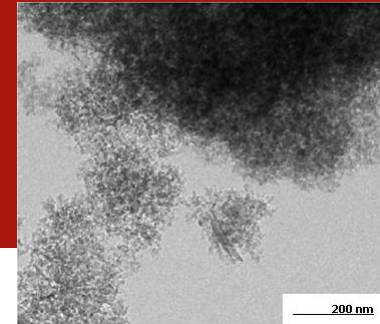


# Adsorpcja

- **Adsorpcja fizyczna (wiązania międzycząsteczkowe)**
- **Adsorpcja chemiczna (chemisorpcja) (wiązania chemiczne)**

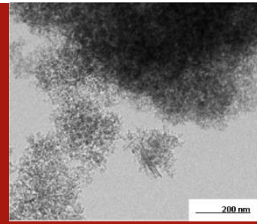


# Adsorbenty





# Adsorbenty



## ❖ *Mineralne*

- żel krzemionkowy
- tlenek glinu
- krzemiany/glinokrzemiany
- zeolity (krystaliczne glinokrzemiany)
- aerożele nieorganiczne

## ❖ *Mineralno-węglowe*

## ❖ *Organiczne*

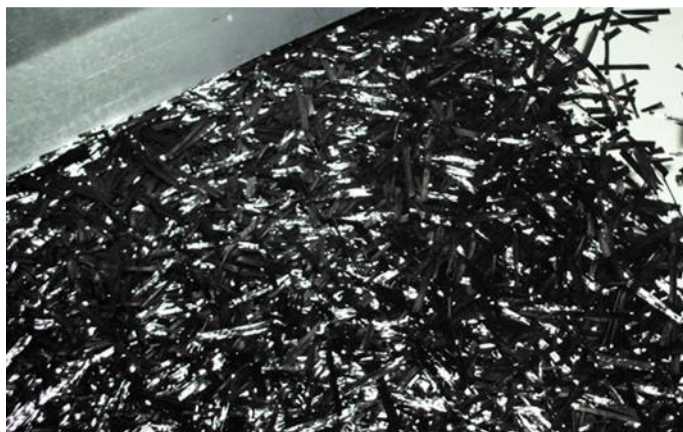
- polimerowe (żywice jonowymienne)
- aerożele organiczne

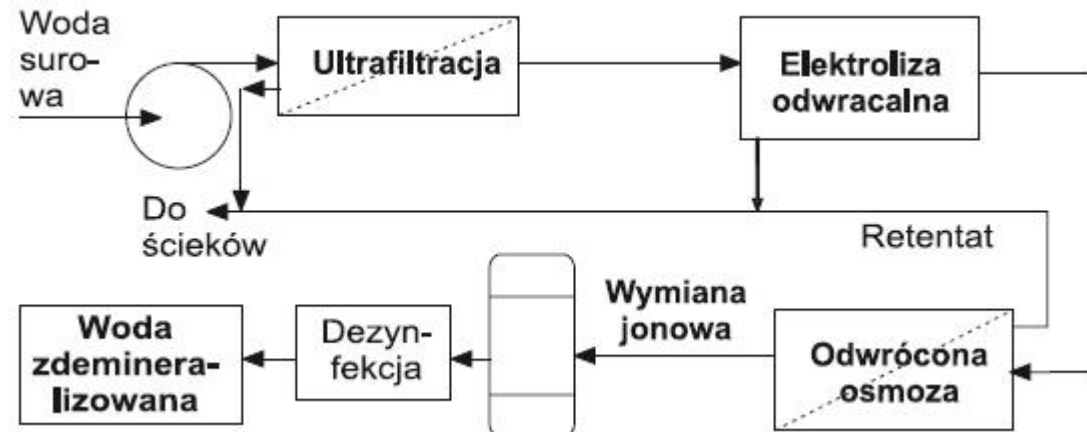
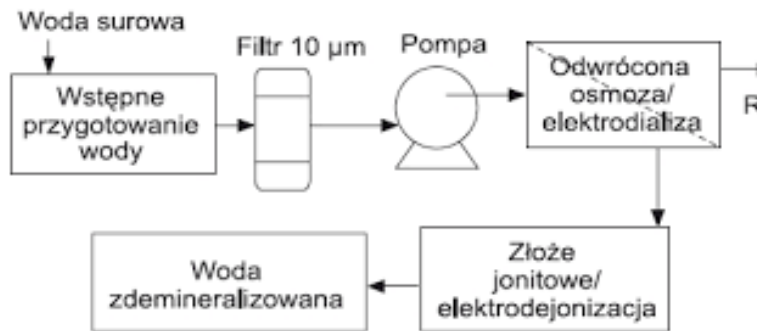
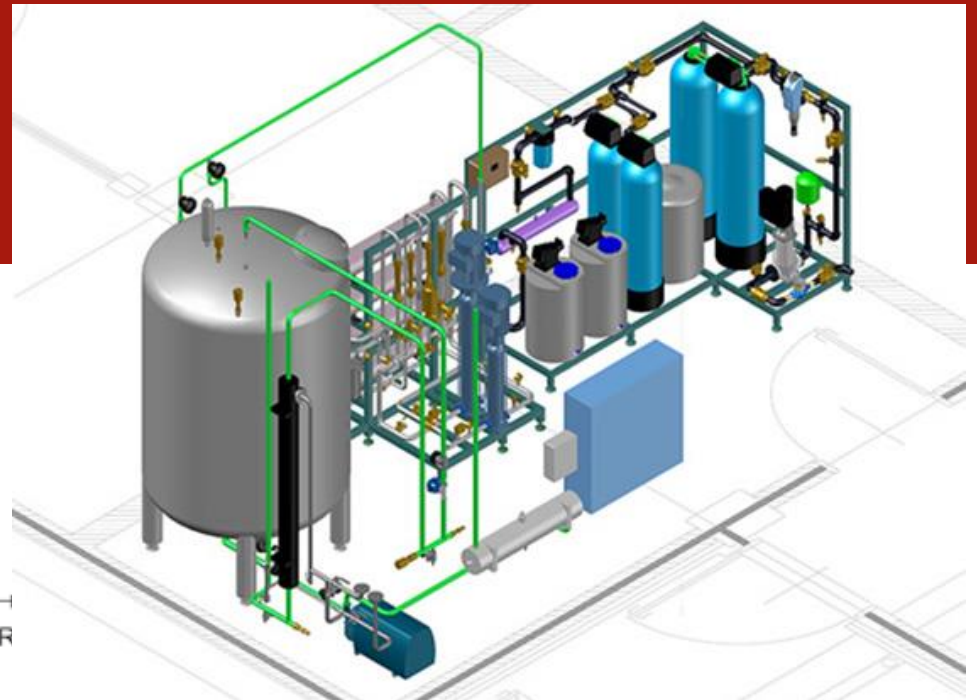
## ❖ *Węglowe*

- węgłe aktywne
- aktywowane włókna węglowe
- węglowe sita molekularne (carbon molecular sieves, CMS) *ziarna lub membrany*
- aerożele węglowe
- materiały wytwarzane metoda repliki (*templates*)
- pochodne węglików, *CDC – carbide derived carbons*
- nanostruktury węglowe *nanorurki, nanowłókna, (nanotubes, nanofibers)*



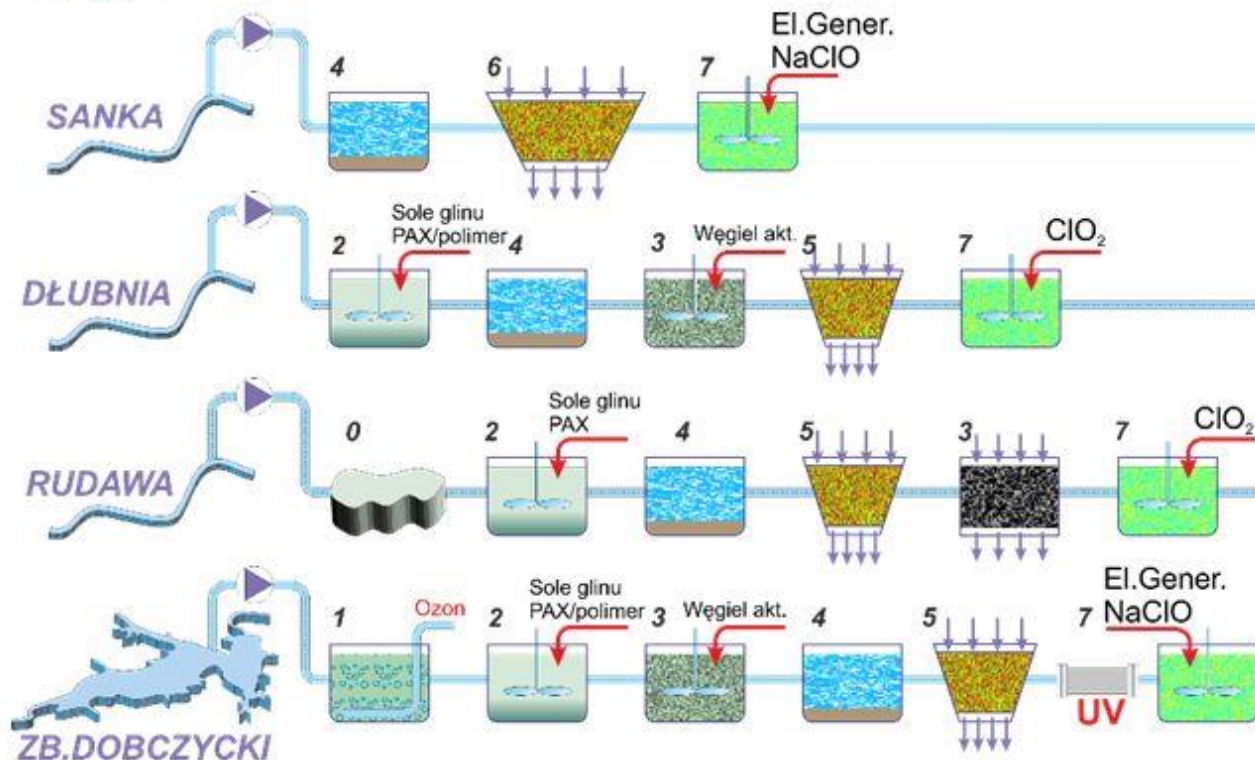
# Adsorbenty







# PROCESY TECHNOLOGICZNE UZDATNIANIA WODY



objaśnienia:

0. basen wody surowej
1. ozonowanie
2. koagulacja
3. sorpcja na węglu akt.
4. osadzanie
5. filtry pospieszne piask.
6. filtry powolne (infiltracja)
7. dezynfekcja



# Dezynfekcja

## Fizyczna

- Temperatura:  
gotowanie, pasteryzacja
- Promieniowanie:  
gamma, nadfioletowe
- Fale dźwiękowe:  
działanie ultradźwiękami

## Chemiczna

- Chlor wolny
- Chloraminy
- Ditlenek chloru
- Podchloryn sodu
- Ozon

Zaawansowane procesy utleniania:

jednoczesne działanie utleniacza chemicznego i promieniowania UV

# Dezynfekcja

Fizyczna



Lampy UV do czyszczenia wody w basenie

Chemiczna

- ozonator







# Dezynfekcja

## Usuwanie mikroorganizmów:

- Niszczenie komórek na drodze dezynfekcji
- Niszczenie DNA na drodze dezynfekcji
- Separacja na drodze fizycznej
- Adsorpcja fizyczna lub chemiczna komórek



# Oczyszczanie ścieków

- Ścieki bytowe
- Ścieki komunalne ( bytowe + przemysłow)
- Ścieki przemysłowe
- Wody opadowe



# Procesy jednostkowe w oczyszczaniu ścieków

fizyczne

- Cedzenie i sedimentacja
- Filtracja i wirowanie
- Procesy membranowe
- Adsorpcja

Oczyszczanie wstępne: usunięcie części stałych



chemiczne

- Koagulacja i strącanie
- Chemiczne utlenianie

biologiczne

- Technologia osadu czynnego
- Technologie z utwierdzoną biomasa





# Oczyszczanie ścieków

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Stężenie zanieczyszczeń przy jednostkowym zużyciu wody	
		90 l / (mieszXdzie)	220 l / (mieszXdzie)
BZT <sub>5</sub>	gO/m <sup>3</sup>	667	273
ChZT	gO/m <sup>3</sup>	1333	545
Zawiesiny ogólne	g/m <sup>3</sup>	778	318
Azot ogólny	gN/m <sup>3</sup>	122	50
Fosfor ogólny	gP/m <sup>3</sup>	28	11



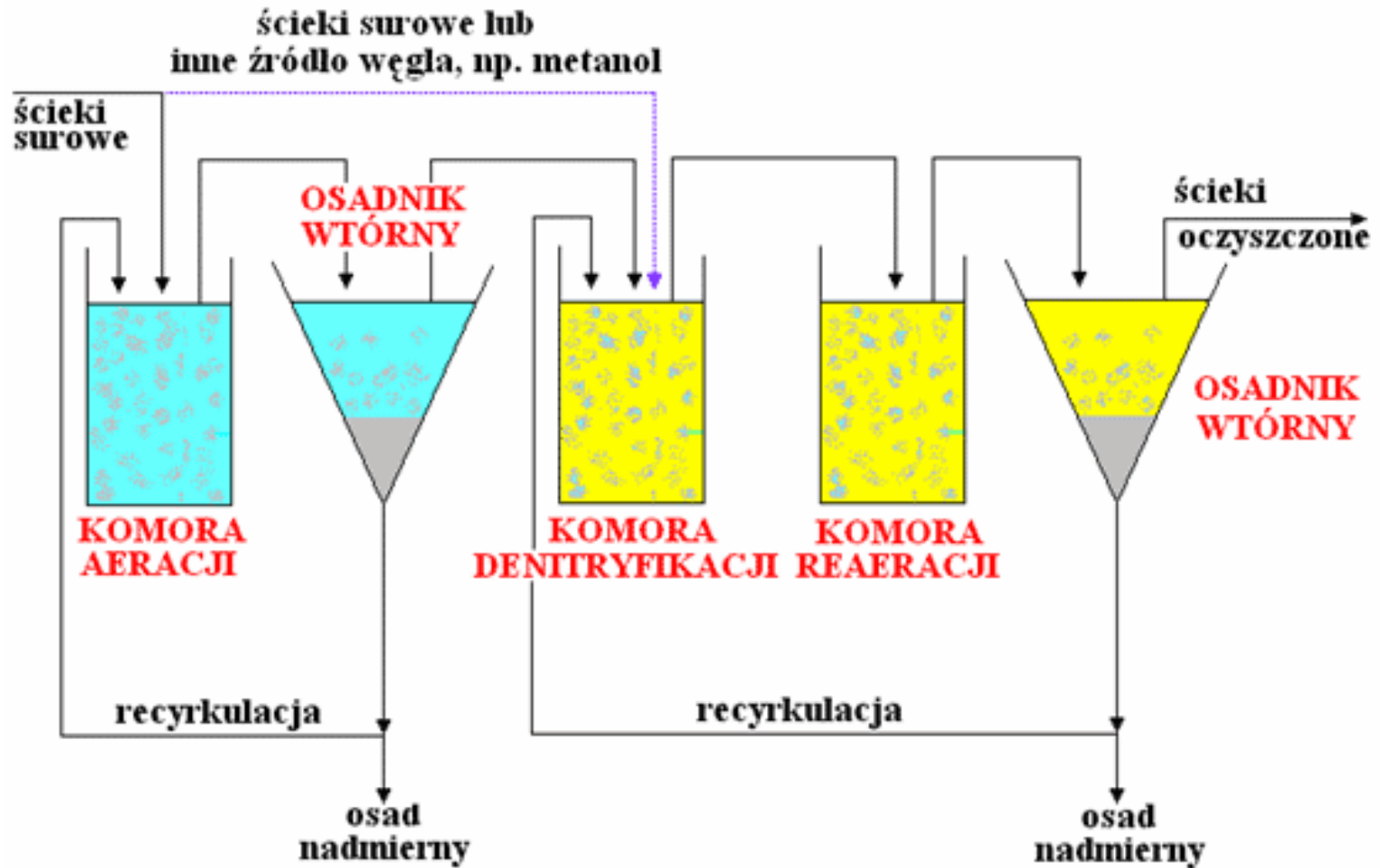
# Oczyszczanie ścieków

**Chemiczne zapotrzebowanie tlenu, ChZT** – wskaźnik ilości zanieczyszczeń wód i ścieków. Określane jest przez określenie ilości tlenu ( $mg/dm^3$ ,  $g/m^3$ ) pobranego z utleniaczy (np. dichromianów,  $Cr_2O_7^{2-}$ , jodanów,  $IO_3^-$ , nadmanganianów,  $MnO_4^-$ ) na utlenienie związków organicznych i niektórych związków nieorganicznych (np. siarczynów, siarczków, żelaza(II)) do najwyższego w danych warunkach stopnia utlenienia

**Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu ( $BZT_n$ )** – umowny wskaźnik określający biochemiczne zapotrzebowanie tlenu ( $mg/dm^3$ ,  $g/m^3$ ), czyli ilość tlenu wymaganą do utlenienia związków organicznych przez mikroorganizmy (bakterie aerobowe).

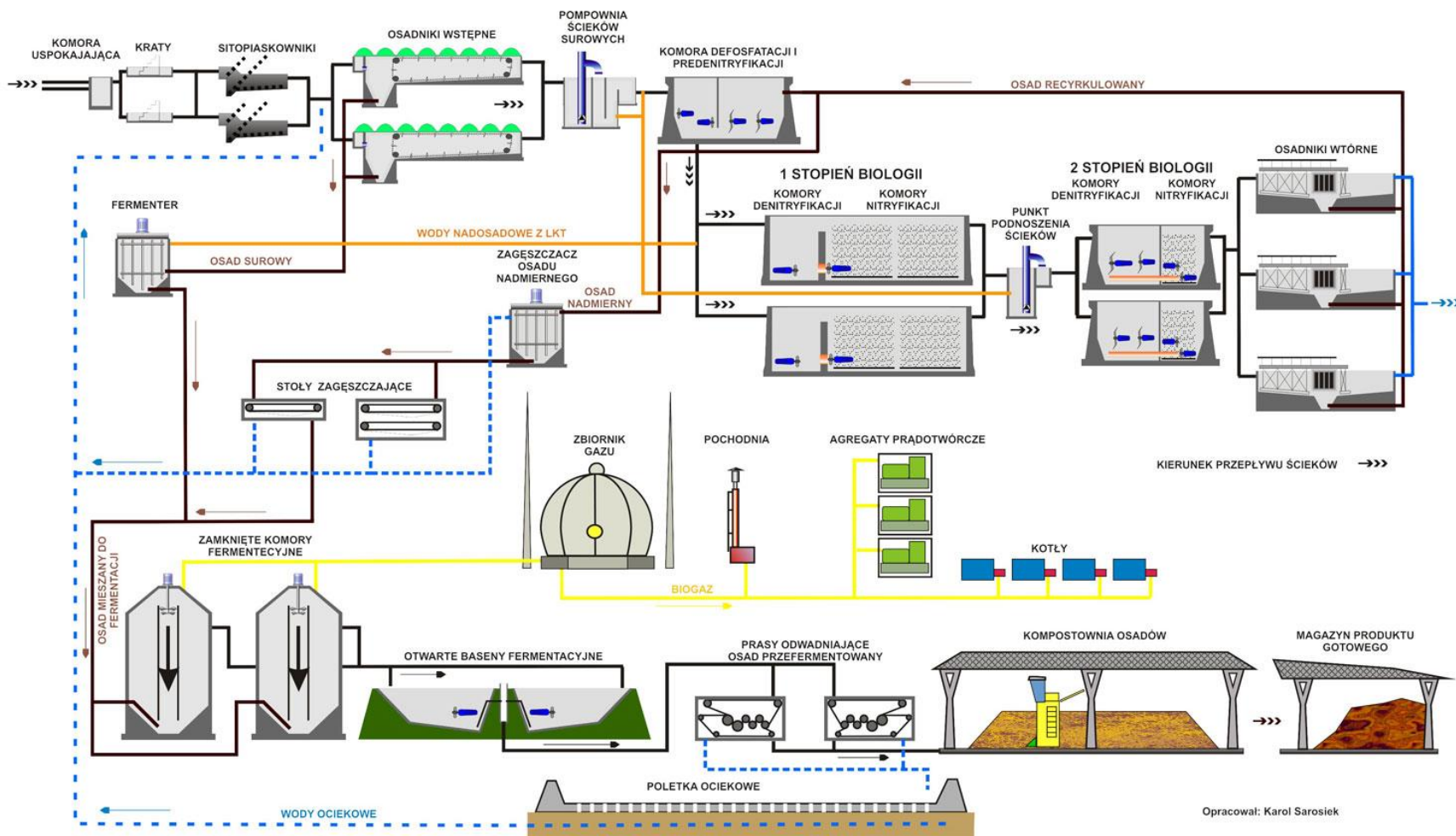


# Oczyszczanie ścieków



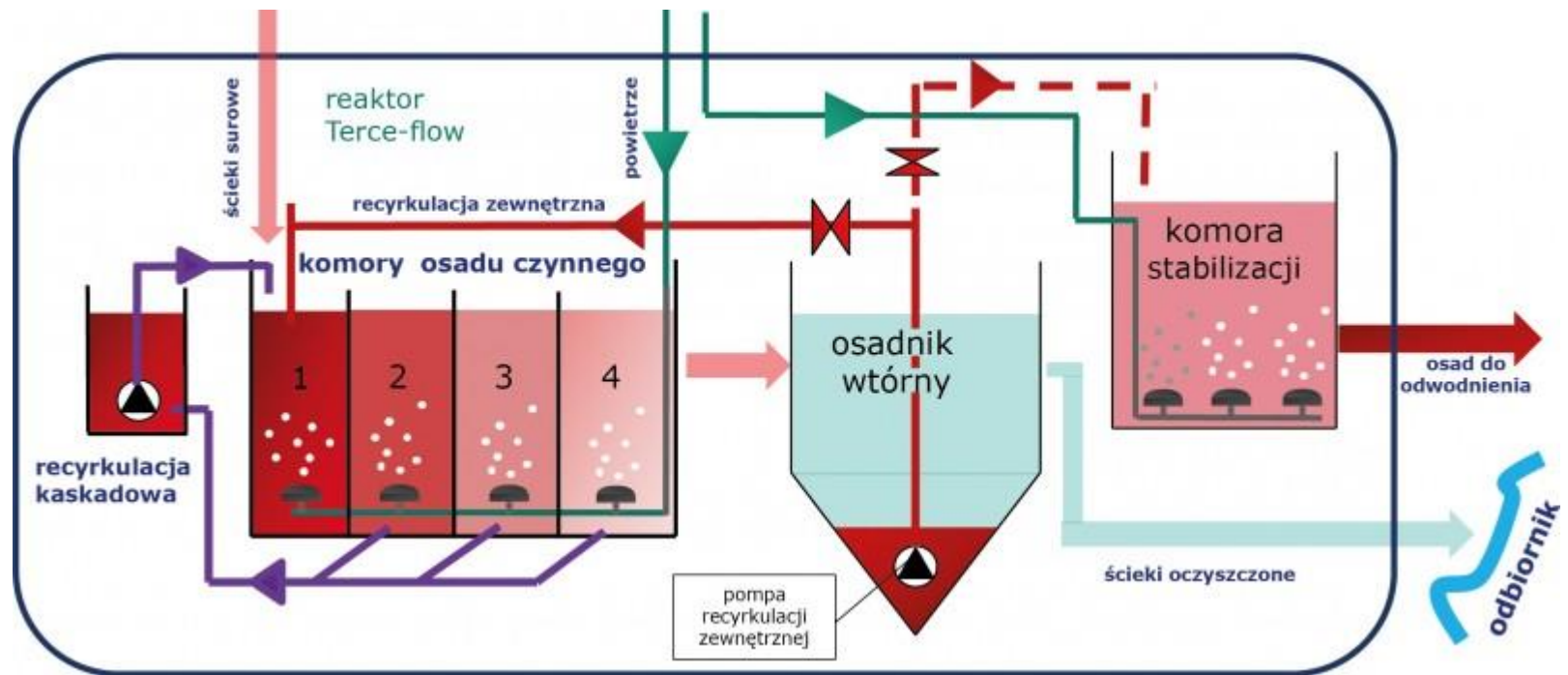


# SCHEMAT TECHNOLOGICZNY OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W NOWEJ WSI EŁCKIEJ



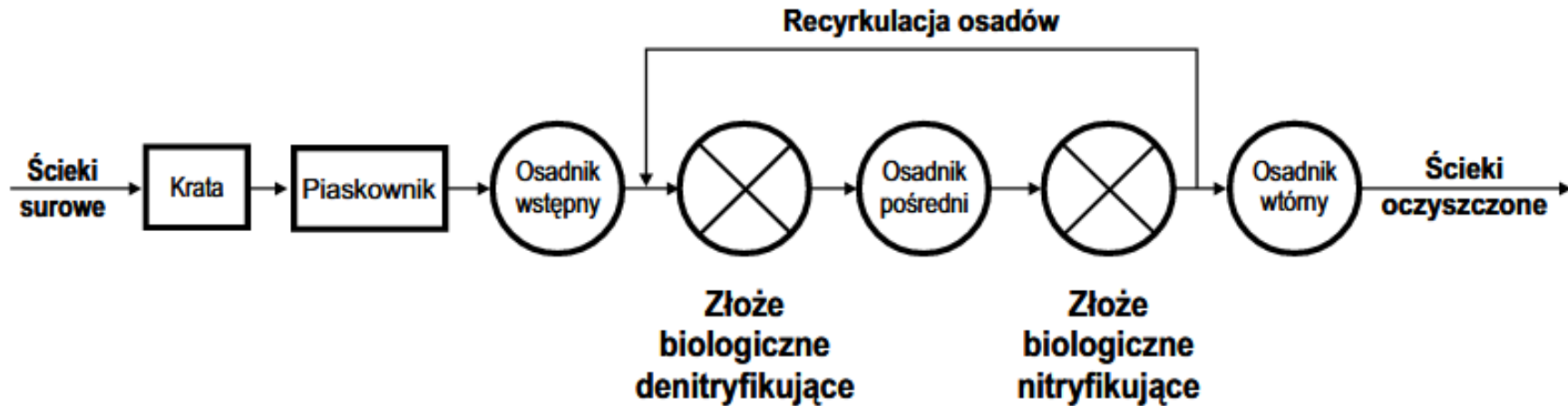


# Technologia osadu czynnego





# Technologia osadu czynnego



Dwustopniowa oczyszczalnia biologiczna (złoże denitryfikujące + złoże nitryfikujące) przystosowana do usuwania związków azotowych (Neuhausen).



# Technologia fermentacji metanowej ścieków

## Zalety:

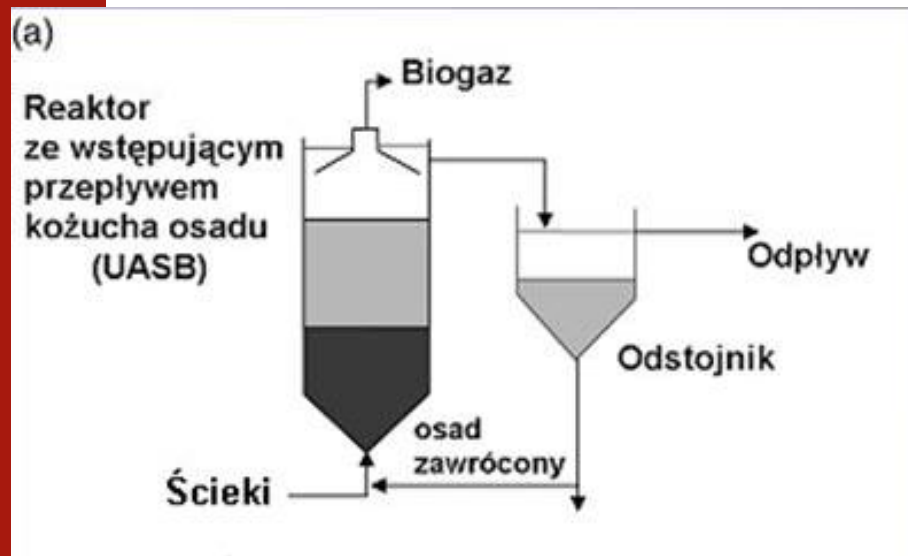
- Nie wymaga kosztownego napowietrzania
- Niewielka ilość stałego odpadu
- Uzyskuje się biogaz (400 m<sup>3</sup> z 1 MG usuwanych sub. organicznych)

## Najczęściej stosowane reaktory:

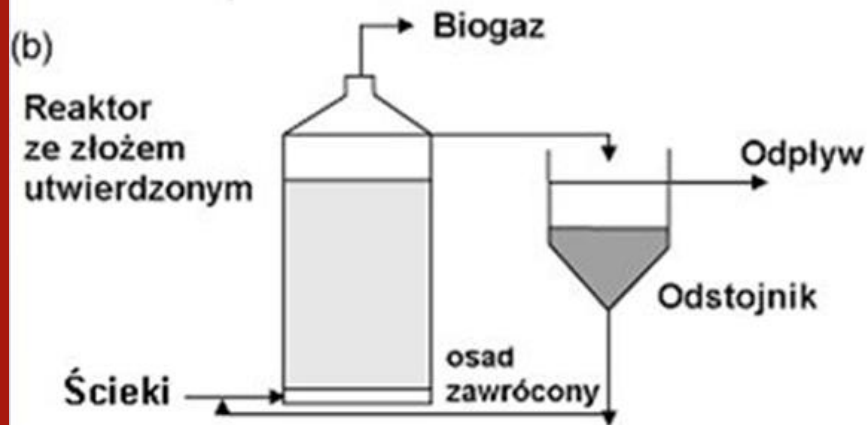
- reaktor UASB
- reaktor ze stałym wypełnieniem
- reaktor ze złożem fluidalnym

# Technologia fermentacji metanowej ścieków

- Ścieki wpływają od spodu,
- Przepływają przez osad czynny bakterii beztlenowych rosnących na powierzchni ziaren nośnika np.: plastik, żwir, piasek, szkło
- Mieszanina biogazu, wody, osadu czynnego jest rozdzielana w separatorze na górze

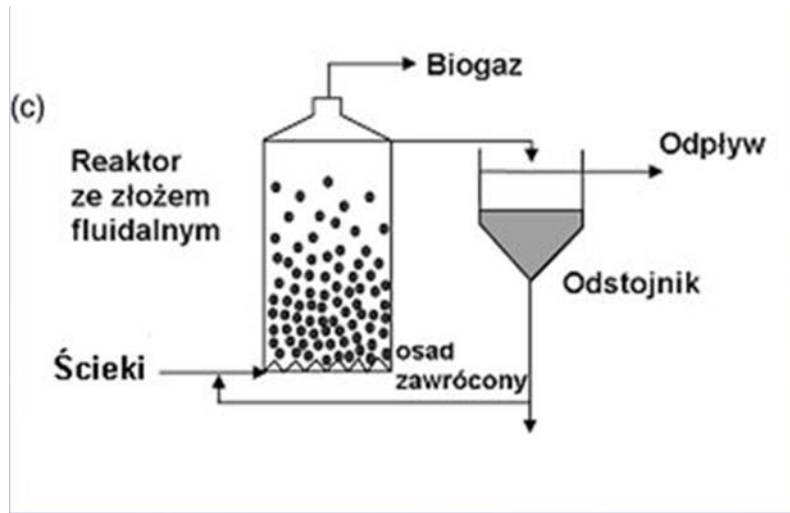


# Technologia fermentacji metanowej ścieków



- 60-90 % objętości to wypełnienie najczęściej z tworzywa sztucznego, do którego przytwierdzona jest biomasa
- Przepływ ścieków może być od góry i od dołu

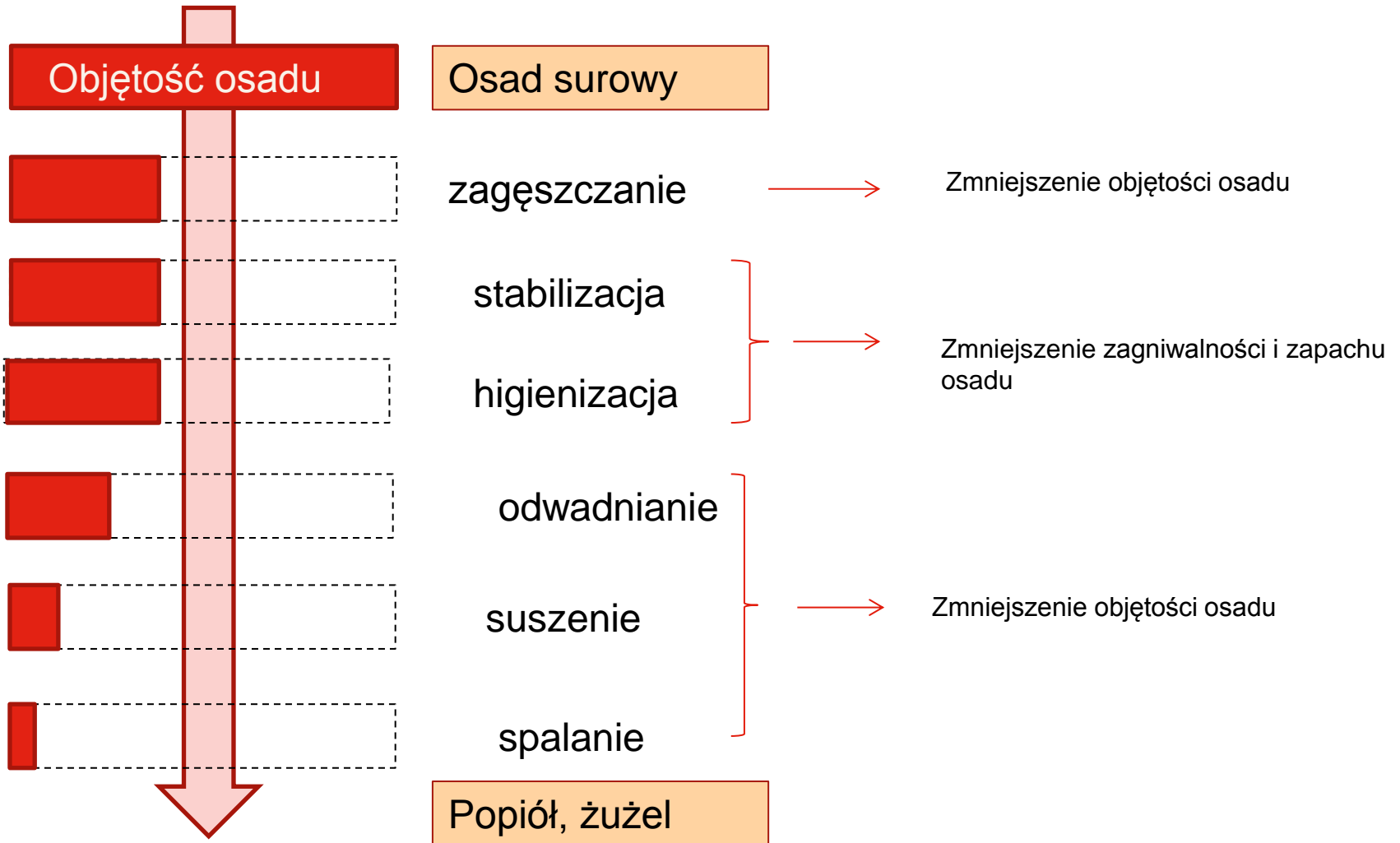
# Technologia fermentacji metanowej ścieków



- Zawiera obojętny nośnik ( węgiel aktywny, drobnoziarnisty piasek, rozdrobnione tworzywo sztuczne), na którym są immobilizowane drobnoustroje
- Nośnik utrzymywanie w stanie zawieszenia (fluidyzacji) przez wysoki przepływ recyrkulacji zanieczyszczeń



# Procesy unieszkodliwiania osadów ściekowych





# Techniki oczyszczania wody przy produkcji piwa

