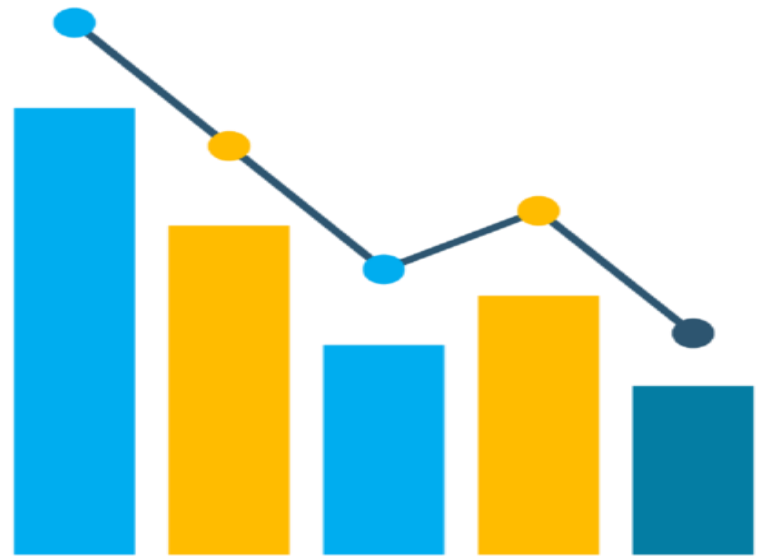


KAMIL JANIAK

ZAGĘSZCZANIE OSADÓW

Oczyszczanie ścieków - kurs
Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika
Wrocławska

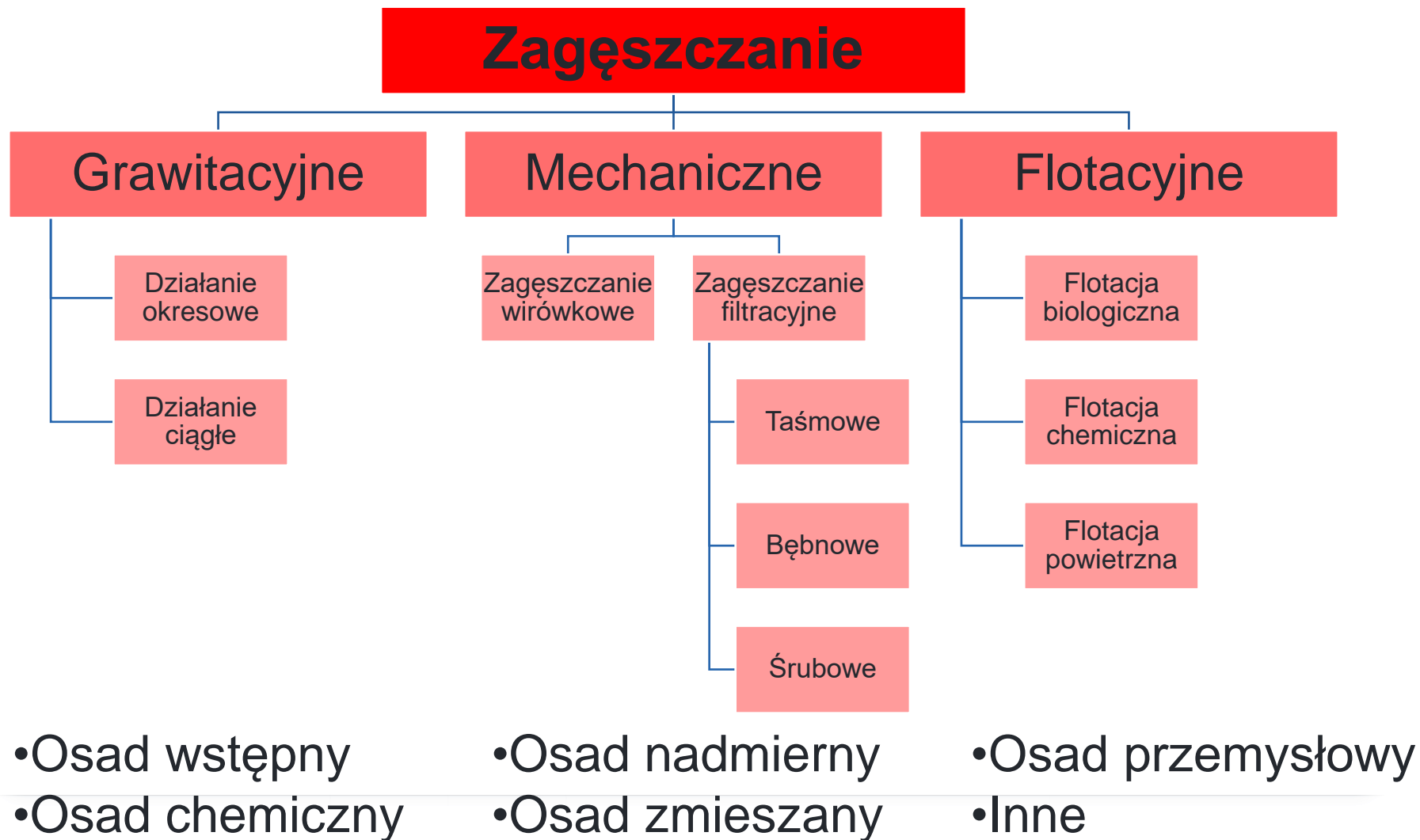
WROCŁAW, 2025



Zagęszczanie grawitacyjne

Zagęszczanie osadów

Sposoby



Zagęszczanie osadów

Grawitacyjne

Zagęszczanie grawitacyjne zachodzi w wyniku sedymentacji cząstek osadu, które mają gęstość większą od gęstości cieczy, na poziomie $1,1 \div 1,3 \text{ g/cm}^3$.

Ze względu na sposób pracy wyróżnia się:

- zagęszczacze o działaniu okresowym
- zagęszczacze o pracy ciągłej (przepływowe)



Zagęszczacze grawitacyjne

Okresowe - fazy

Napełnianie zagęszczacza
osadem surowym



**Zagęszczanie osadu
(z mieszaniem lub bez mieszania)**



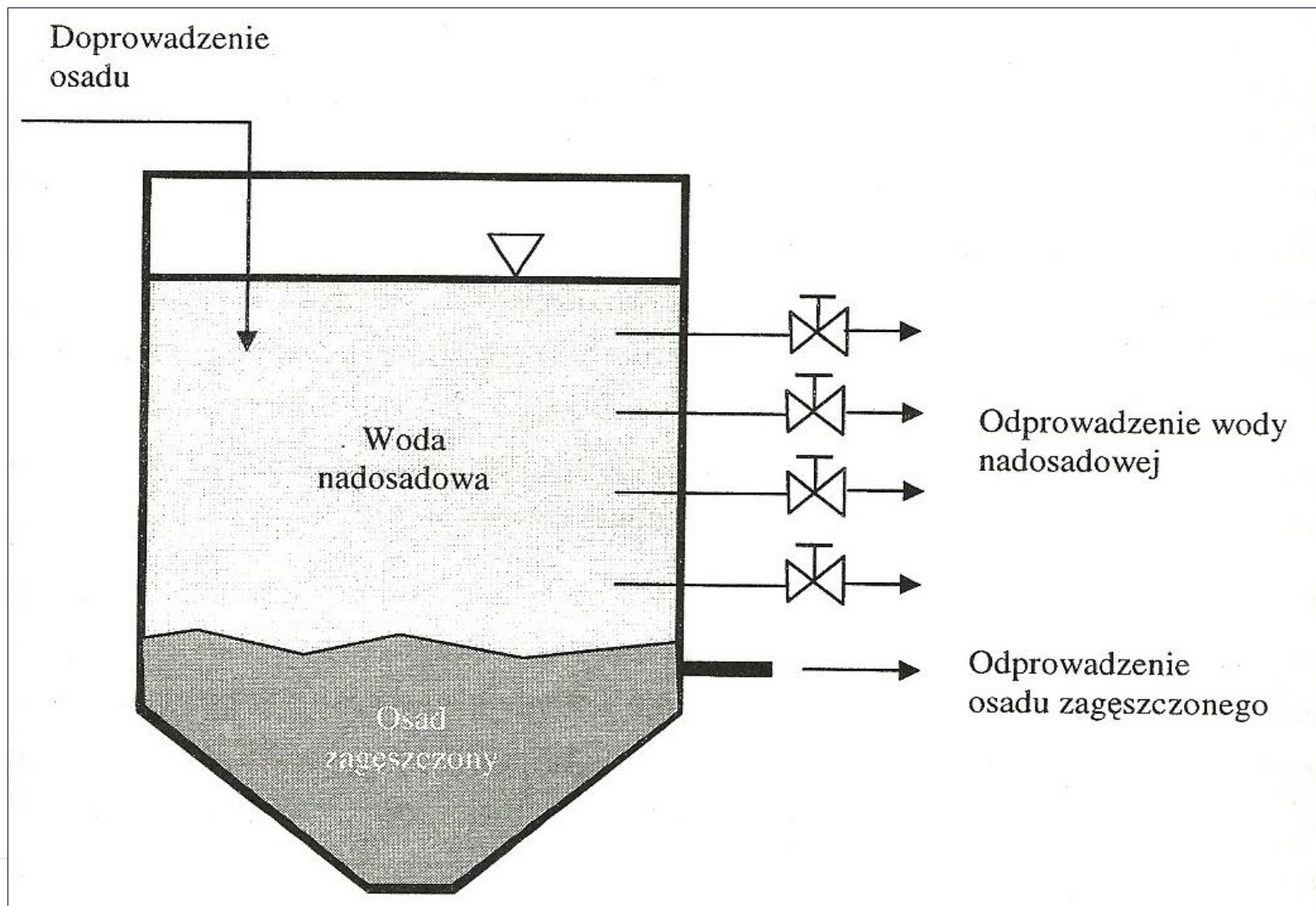
Odprowadzanie cieczy
nadosadowej



Odprowadzanie osadu
zagęszczonego

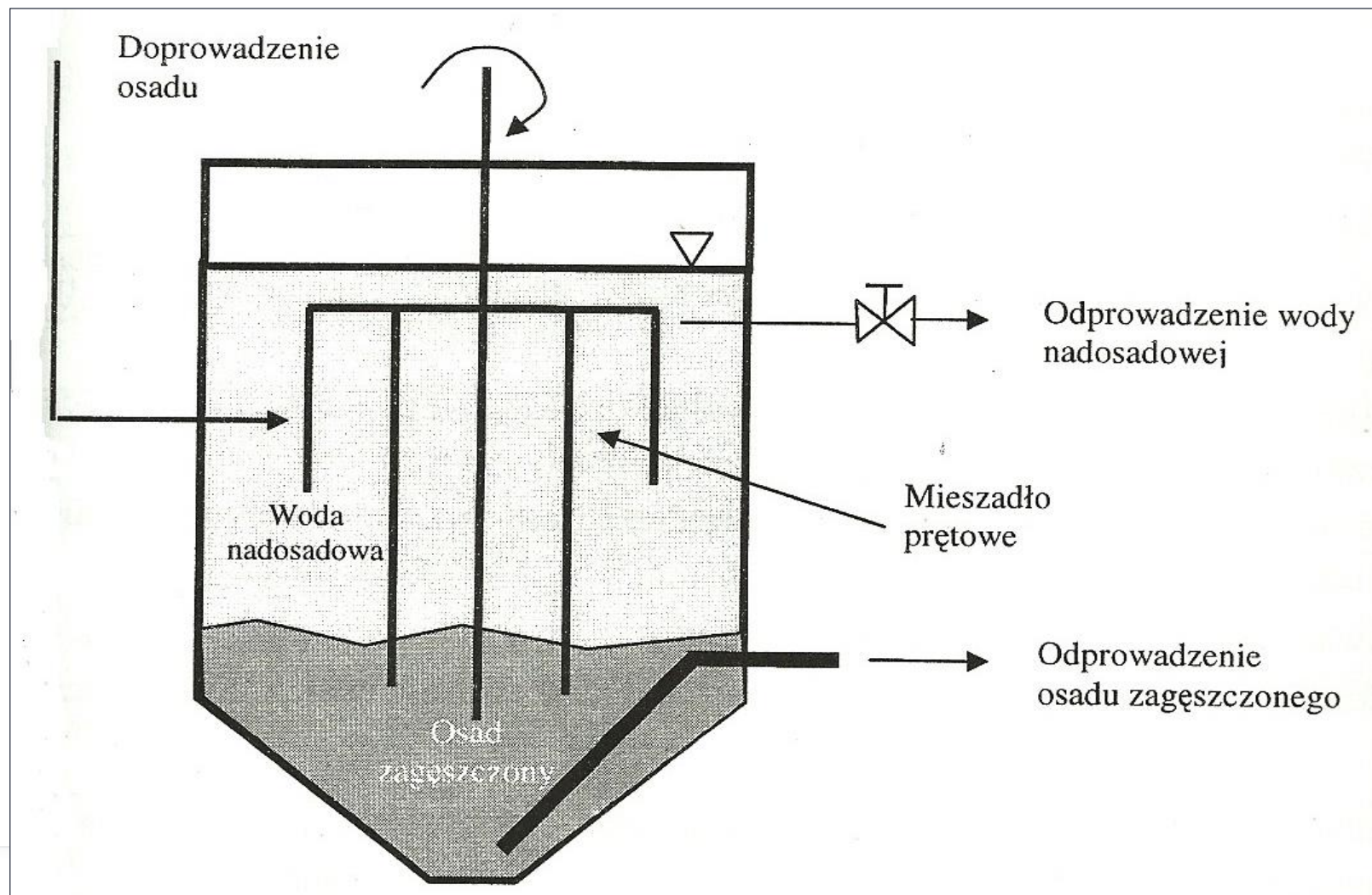
Zagęszczacze grawitacyjne

Okresowe



Zagęszczacze grawitacyjne

Przepływowe



Zagęszczacze grawitacyjne

Parametry technologiczne

obciążenie powierzchni zagęszczacza masą zawieszin, dla osadu wstępnego:

$$q_{zg} = 100 \div 150 \text{ kg s.m./m}^2 \cdot \text{d}$$

obciążenie powierzchni objętością doprowadzonego osadu, dla osadu wstępnego:

$$q_{FV} = 15 \div 30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

czas zagęszczania:

- $t = 6 \div 12 \text{ h}$ dla zag. okresowego
- $t = 2 \div 4 \text{ h}$ dla zag. ciągłego

Zagęszczacze grawitacyjne

Parametry technologiczne

Obciążenie powierzchni zagęszczacza masą zawieszin, dla osadu wstępnego:

$$q_{zg} = 100 \div 150 \text{ kg s.m./m}^2 \cdot \text{d}$$

Obciążenie powierzchni objętością doprowadzonego osadu, dla osadu wstępnego:

$$q_{FV} = 15 \div 30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

Czas zagęszczania:

- $t = 6 \div 12 \text{ h}$ dla zag. okresowego
- $t = 2 \div 4 \text{ h}$ dla zag. ciągłego

Zagęszczacze grawitacyjne

Zdjęcia



Zagęszczanie mechaniczne

Zagęszczacze mechaniczne

Istotna

Wprowadzenie do zagęszczania dodatkowej siły wspomagającej rozdział faz.

Może to być:

- siła odśrodkowa („sztuczna grawitacja”)
- ciśnienie (nadciśnienie, podciśnienie)

Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz wirówkowy

Wytwarzana w wirówkach siła odśrodkowa pokonuje siły wiązania wody w osadzie. Jeśli wymagany jest wysoki stopień zagęszczenia, dodatek niewielkich ilości polielektrolitu jest niezbędny.



https://youtu.be/tTV_xGrGYAY

Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz wirówkowy – kiedy stosujemy?

1. Oczyszczalnie o przepływach większych niż $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$,
2. Z ograniczoną dostępną powierzchnią,
3. Z wykwalifikowanym personelem,
4. Gdy osad słabo zagęszcza się innymi sposobami.

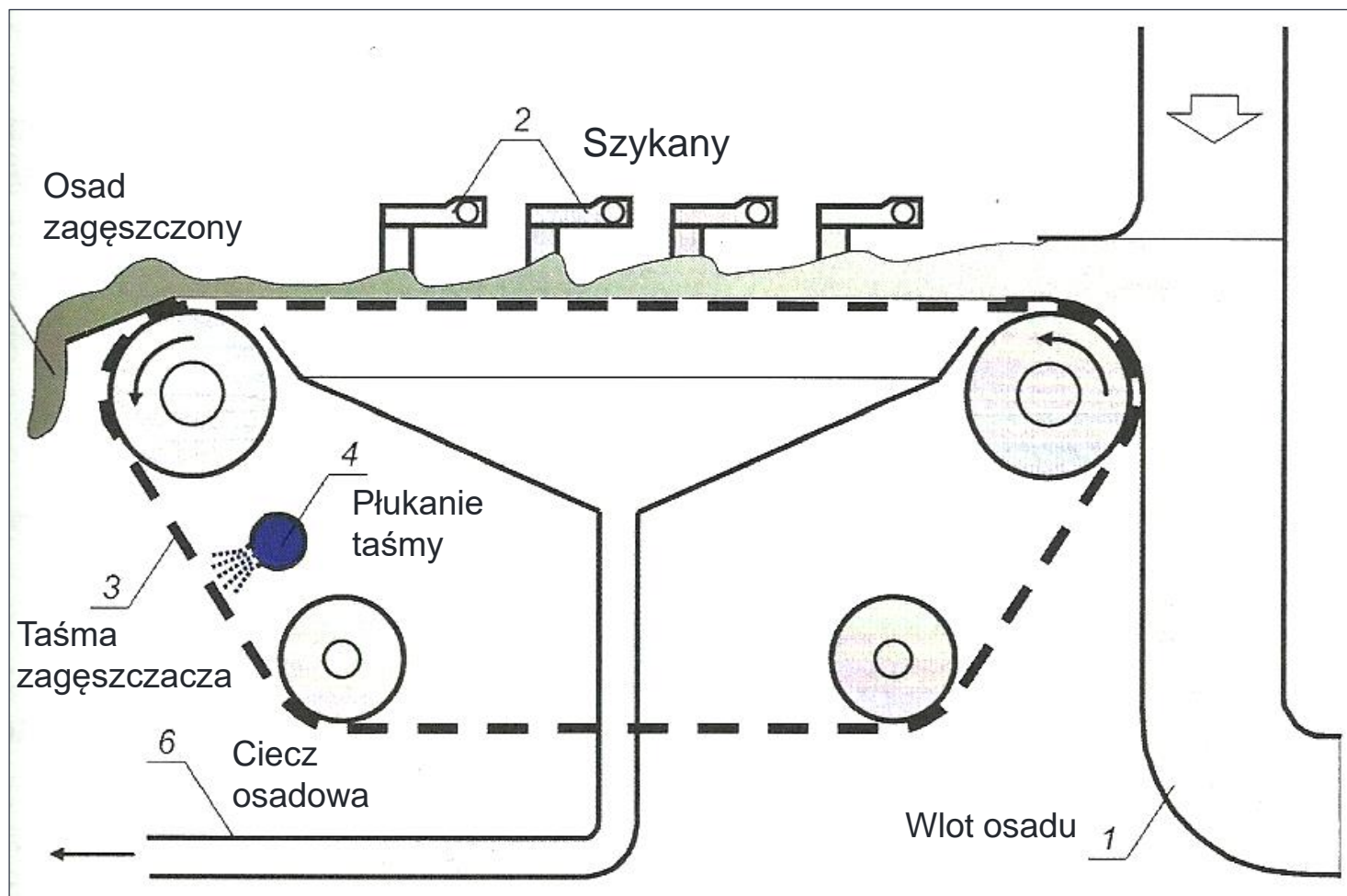
Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz filtracyjny taśmowy

1. Ciągła praca.
2. Kondycjonowany osad наносzony jest równomiernie na poruszającą się taśmę filtracyjną. Siła ciężkości powoduje oddzielenie wody od osadu i równocześnie jego zagęszczenie.
3. Rozmieszczone na całej powierzchni strefy zagęszczającej szypy powodują znaczne wydłużenie czasu przebywania osadu na stole zagęszczającym.

Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz filtracyjny taśmowy



Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz filtracyjny taśmowy

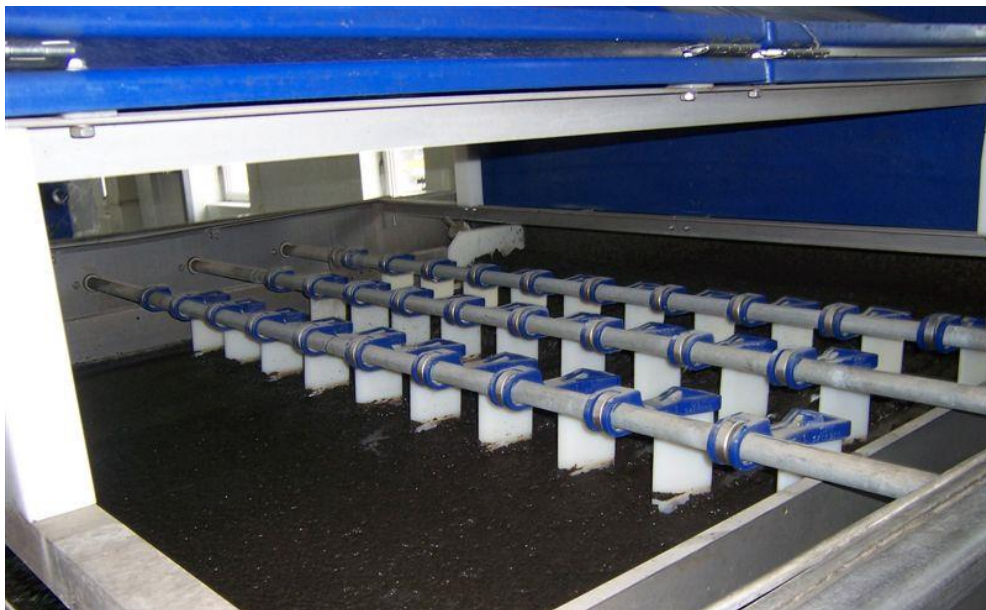
Zagęszczacze taśmowe stosowane są na większości komunalnych oczyszczalni ścieków.

W małych i średnich oczyszczalniach ścieków zagęszczacze projektowane są tak, aby cały cykl pracy zagęszczarki został wykonany w ciągu jednej zmiany.

W dużych oczyszczalniach ścieków zagęszczacze działają w sposób ciągły.

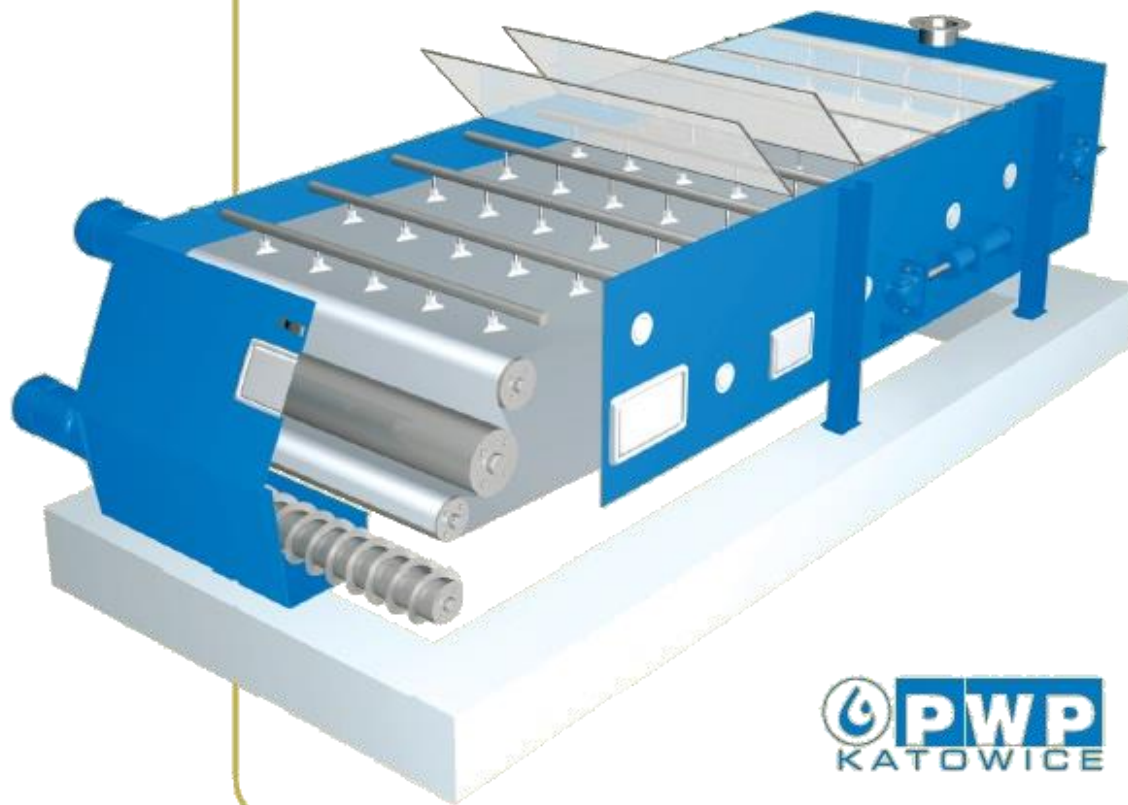
Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz filtracyjny taśmowy - zdjęcia



Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz filtracyjny taśmowy - zdjęcia



Zagęszczacze mechaniczne

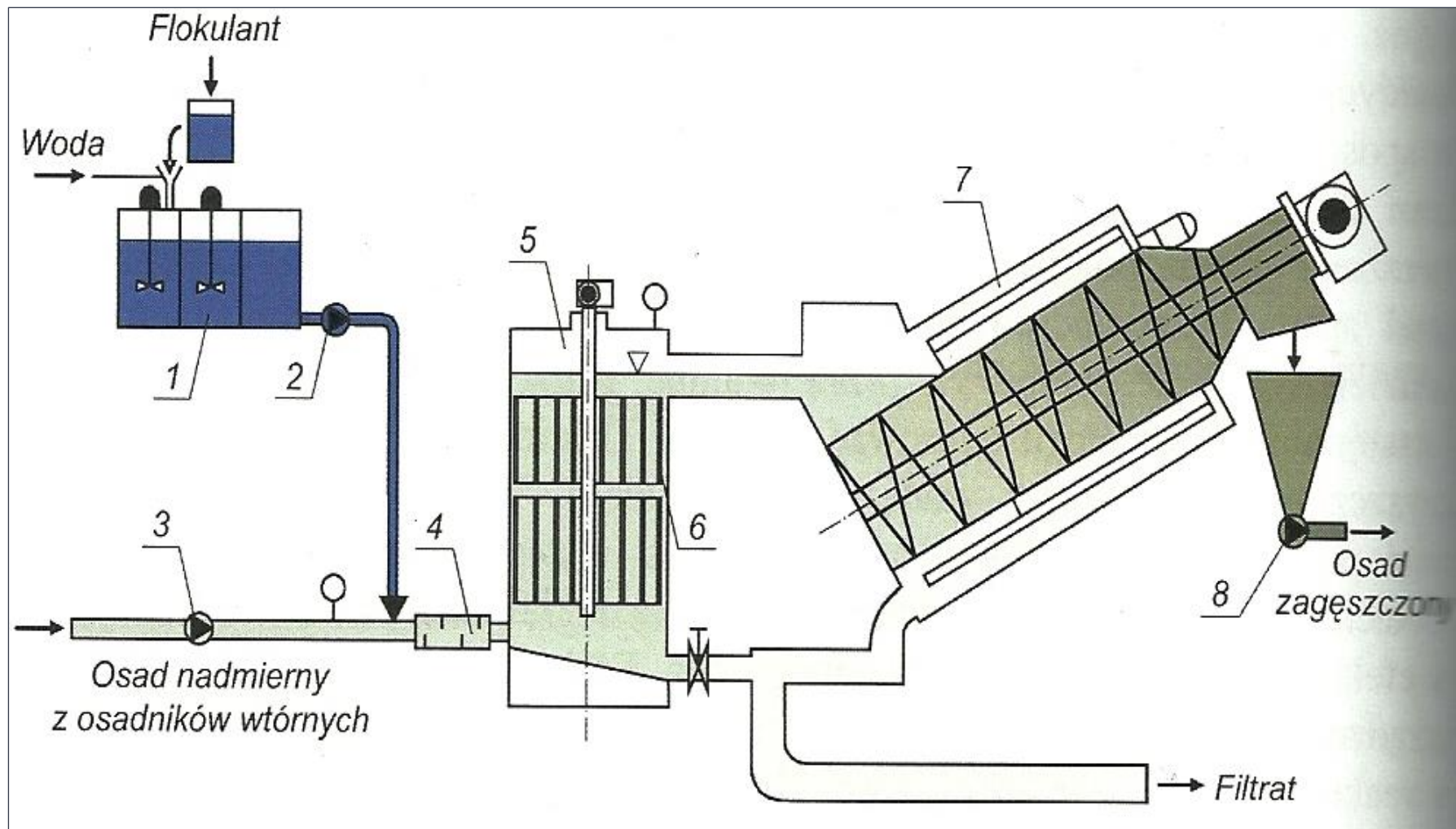
Zagęszczacz bębnowy

Zagęszczacze bębnowe (sitowe) są to cylindryczne bębny obciążone tkaniną filtracyjną, ustawiane poziomo lub pod niewielkim regulowanym kątem.



Zagęszczacze mechaniczne

Zagęszczacz bębnowo-ślimakowy



Zagęszczacze mechaniczne

Parametry technologiczne

Stopień rozdziału faz:

- Optymalnie powyżej 98%
- Zadowalająco ok. 95% - należy zidentyfikować przyczynę gorszego rozdziału
- Katastrofalnie poniżej 90% - wada maszyny lub błędna eksploatacja

Ilość płuczającej wody (do 10 m³/m szer.·h)

Zagęszczacze mechaniczne

Parametry technologiczne

dawka polielektrolitu

- 2-10 g/kg s.m. osadu

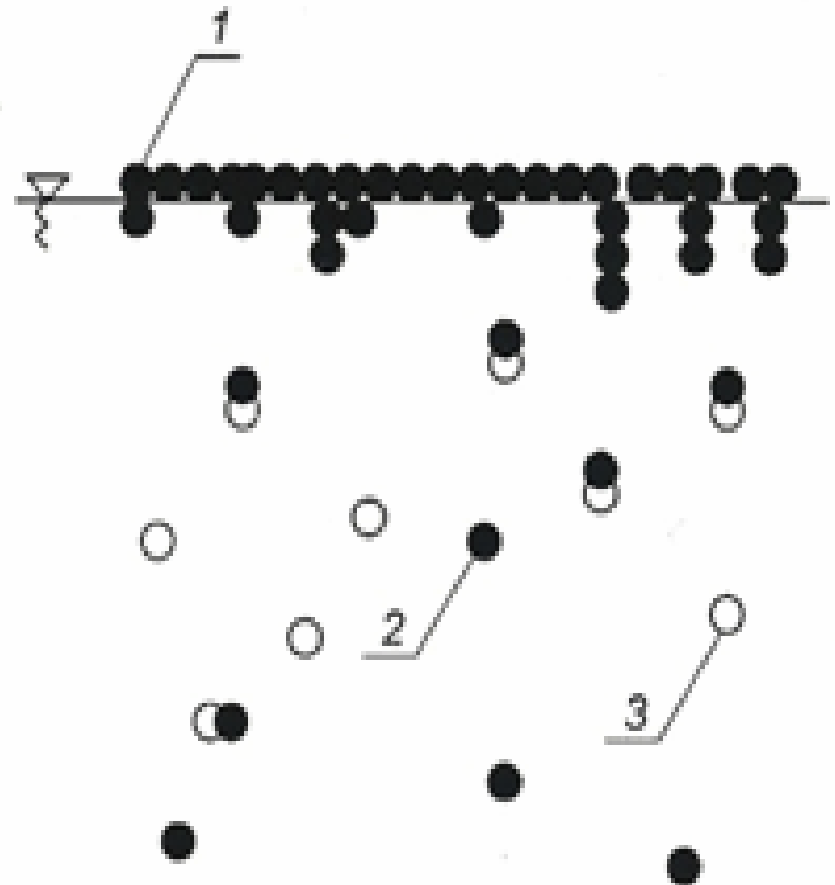
prędkość taśmy lub prędkość obrotowa

- dostosowana do wymaganej wydajności
- zawsze ustalana przez serwis urządzenia podczas rozruchu

Zagęszczacze flotacyjne

Idea procesu

Schemat zjawiska flotacji
1 – frakcja wyflotowana
2 – zawiesina hydrofobowa
3 – pęcherzyki gazu



Zagęszczacze flotacyjne

Podział metod

- Biologiczna, polegająca na wykorzystaniu flotacji cząstek gazów wydzielających się z osadów ściekowych w trakcie ich zagęszczania
- Chemiczna, polegająca na wytworzeniu się gazów wskutek wprowadzenia do ośrodka odpowiednich chemikaliów
- Powietrzna, polegająca na wprowadzeniu do osadu powietrza

Wady i zalety stosowanych zagęszczaczy

Zagęszczacz	Zalety	Wady
Grawitacyjny	<ul style="list-style-type: none"> - idealny dla osadu wstępnego - niski koszt - prosta obsługa 	<ul style="list-style-type: none"> - zapachy
Flotacyjny	<ul style="list-style-type: none"> - zajmuje mało miejsca - nadaje się do osadów lekkich 	<ul style="list-style-type: none"> - duże zużycie energii - droższy niż grawitacyjny - skomplikowana obsługa
Wirówka	<ul style="list-style-type: none"> - zajmuje mało miejsca - brak zapachów i kontaktu z osadem - działa bez polimeru 	<ul style="list-style-type: none"> - wysokie koszty inwest. i eksp. - w zasadzie do pracy ciągłej - niezbędna wykwalifikowana obsługa
Taśmowy i bębnowy	<ul style="list-style-type: none"> - zajmują mało miejsca - niższe koszty od wirówki - wysoki współczynnik R i zawartość s.m. odpływu 	<ul style="list-style-type: none"> - zależy od dawki polimeru - możliwość zapachów - możliwość kontaktu z osadem i odciekami

Wady i zalety stosowanych zagęszczaczy

Subiektywna ocena

Zagęszczacz	Zalety	Wady
Grawitacyjny	Dobry do osadów wstępnych - bezdyskusyjnie	
Wirówka	Potrzebna wykwalifikowana obsługa Taśmowy – najpowszechniejsze rozwiązanie optymalny pod względem trudności eksploatacji i uzyskiwanych efektów	
Taśmowy i bębnowy	Bębnowy – marne efekty zagęszczania bardzo ograniczona możliwość ingerencji w efekty zagęszczania	

Zagęszczanie

Odcieki

o tym kiedy indziej...

Kondycjonowanie osadów

Kondycjonowanie osadów

Cele

Kondycjonowanie ma na celu zmianę struktury i właściwości osadów zwiększających efektywność ich odwadniania.

Dobry środek kondycjonujący pozwala na:

- Neutralizację ładunku elektrycznego ziaren osadu, co pozwala na ich łączenie się w większe cząstki – łatwiej oddające wodę,
- Łączenie cząstek, czyli aglomerację określaną mianem flokulacji,
- Niszczzenie żelowej struktury kłaczków, co ułatwia oddawanie wody,
- Uzyskanie odporności kłaczków na ścinanie i ściskanie
- Poprawę współczynnika rozdziału R, czyli jakości odcieku z przeróbki osadu,
- Zwiększenie suchej masy placaka bez zwiększenia całkowitej masy osadu.

Kondycjonowanie osadów

Podatność na zagęszczanie i odwadnianie

Łatwo odwadnialne osady

surowy osad
wstępny

surowy osad mieszany
(wstępny + nadmierna
błona biologiczna)

surowy osad mieszany
(wstępny + nadmierny
biologiczny)

przefermentowany
osad wstępny

przefermentowany osad
mieszany (wstępny +
nadmierny osad czynny)

surowy nadmierny osad
czynny

niełatwo odwadnialne osady

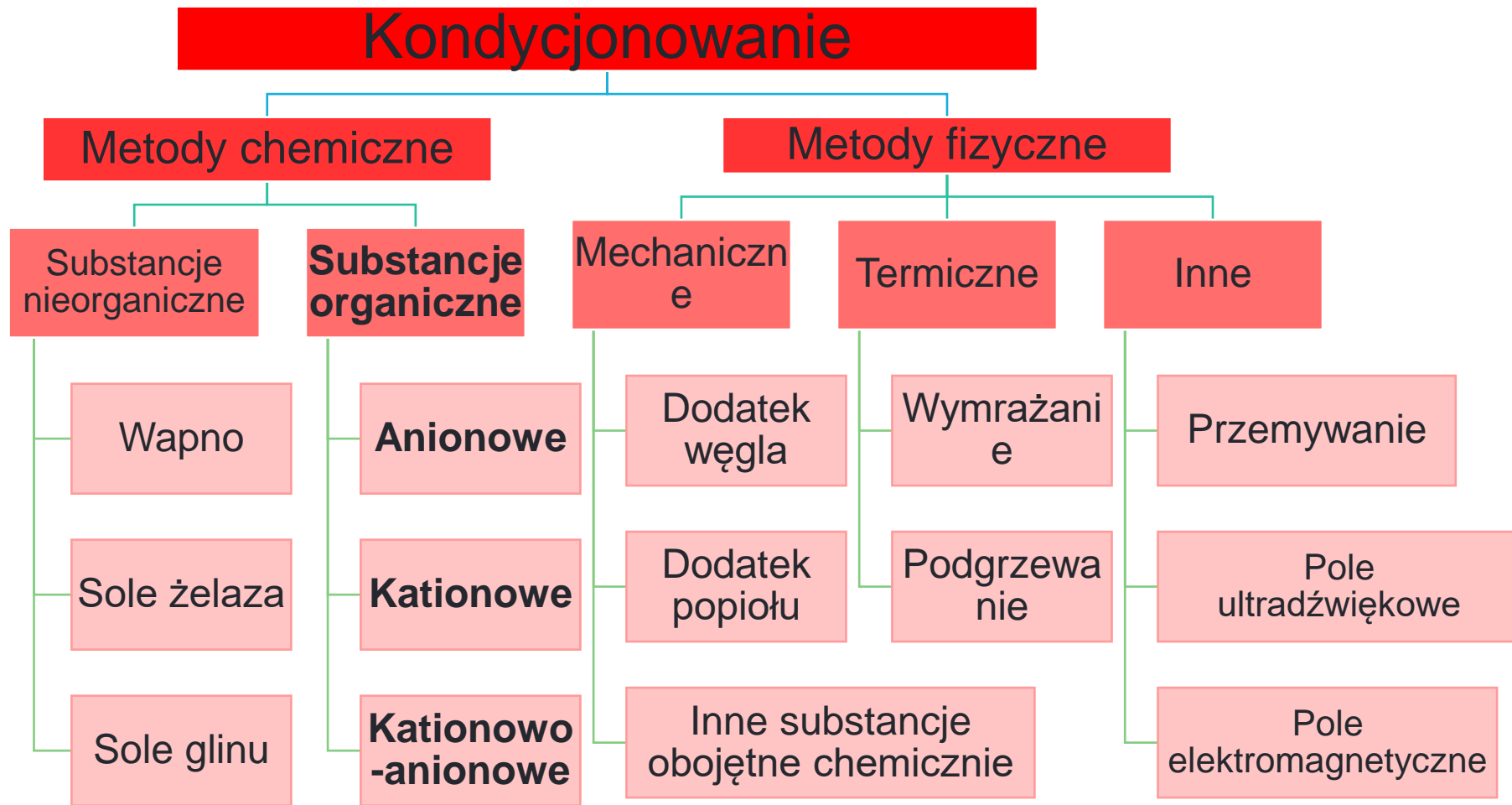
osad ustabilizowany
tlenowo

Trudno odwadnialne osady

Trudno odwadnialne osady

Kondycjonowanie osadów

Metody

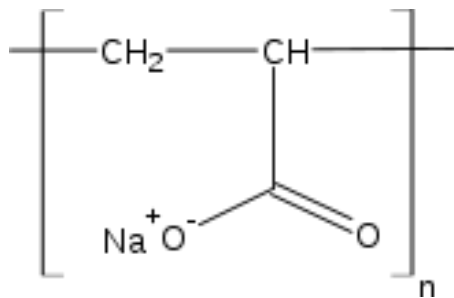


Kondycjonowanie osadów

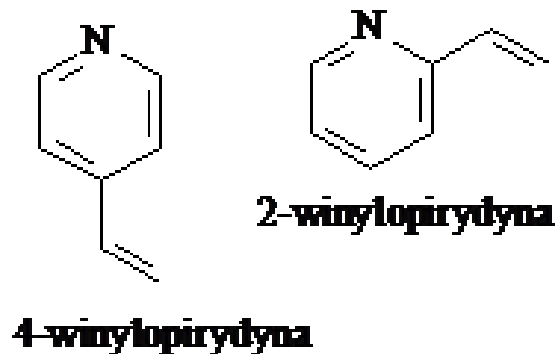
Polielektrolity - budowa

Polielektrolity

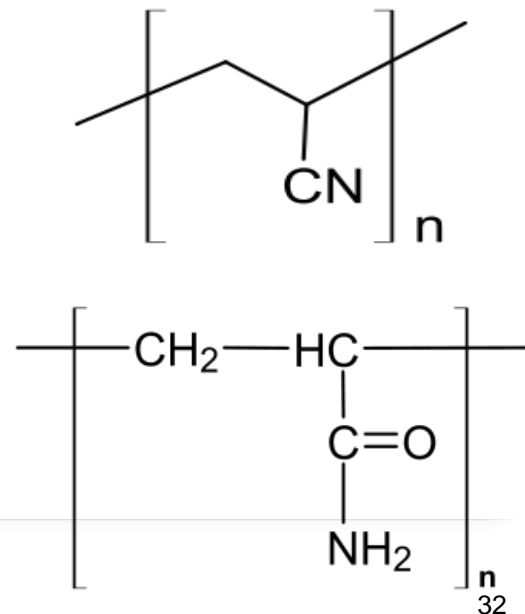
Anionowe
Poliakrylan sodu



Kationowe
Winylopirydyna



Kationowo-anionowe
Poliakrylonitryl
Poliakryloamid



Kondycjonowanie osadów

Polielektrolity - działanie

Efekt działania polimerów zależy od:

- rodzaju osadu (wstępny, wtórny, mieszany)
- zawartości substancji mineralnych (surowy, przefermentowany, ustabilizowany tlenowo)
- pH
- temperatury
- dawki reagentu w stosunku do s.m. osadu

Kondycjonowanie osadów

Polielektrolity - forma

Polielektrolity mogą mieć postać:

- proszku /granulatu
- zawiesiny
- emulsji
- roztworu wodnego

Kondycjonowanie osadów

Polielektrolity - dawki

Typ osadu	Dawka polimeru [kg/tSM]	
	Zagęszczarki/Prasy	Wirówki
Osad wstępny	1-4	1-2,5
Osad zmieszany	2-8	2-5
Osad nadmierny	4-10	5-8
Osad przefermentowany	2-5	3-5

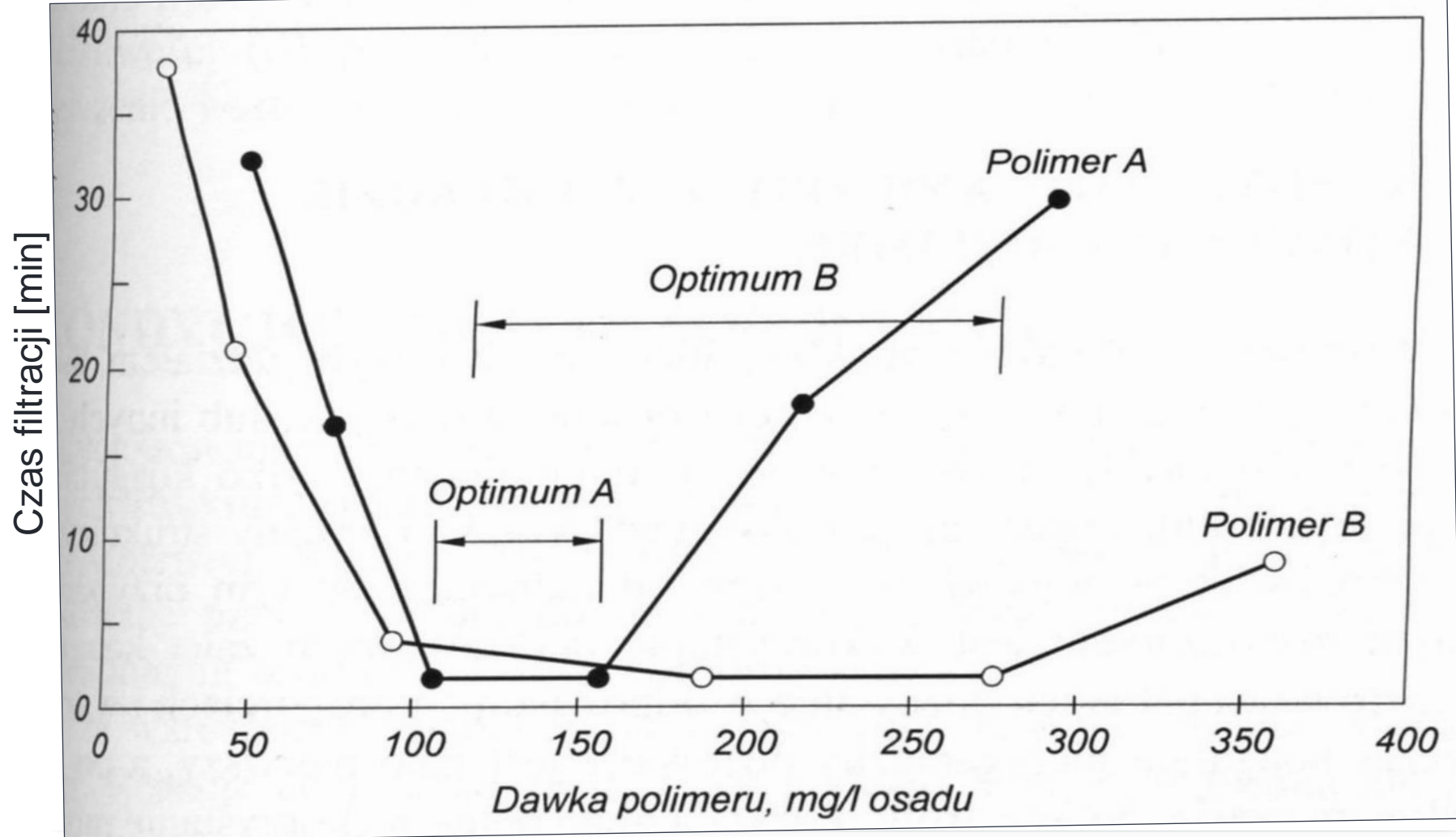
Take-home message:

**Zbyt mała dawka polimeru nie da efektu
Zbyt duża również pogorszy efekt odwadniania
Więcej nie znaczy lepiej...**

<https://youtu.be/ebISOjInjfg>

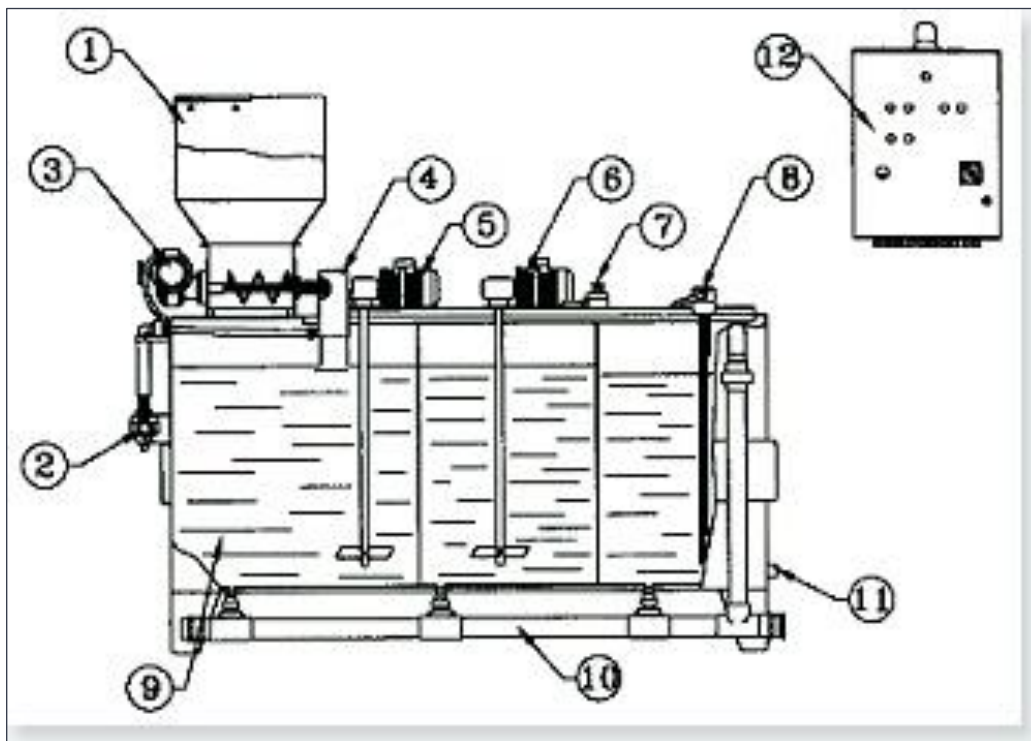
Kondycjonowanie osadów

Polielektrolity - dawki



Kondycjonowanie osadów

Stacja do dawkowania i przygotowania polielektrolitu



1. Zbiornik sproszkowanego polielektrolitu
2. Doprowadzenie wody
3. Rozdrabniacz i dozownik polielektrolitu
4. Mieszacz wstępny
5. Mieszadło (komora rozpuszczania)
6. Mieszadło (komora dyspersyjna)
7. Wyłącznik bezpieczeństwa
8. Czujnik poziomu roztworu
9. Zbiornik
10. Przelew i spust dolny
11. Króciec do podłączenia pompy dozującej
12. Tablica kontrolna

Kondycjonowanie osadów

Stacja do dawkowania i przygotowania polielektrolitu

Stacja składa się z trzech zbiorników:

- zbiornik na proszek
- zbiornik przygotowywania i dojrzewania polielektrolitu
- zbiornik dawkowania polielektrolitu

Istotne wady:

- znaczne rozmiary instalacji
- duża wysokość (2,5-3,0 m) trudny dostęp do zbiornika z suchym polielektrolitem

Kondycjonowanie osadów

Stacja do dawkowania i przygotowania polielektrolitu

Typ	Zalety	Wady
Instalacja przepływowa	<ul style="list-style-type: none">- niewielkie rozmiary instalacji- łatwy dostęp do wszystkich elementów instalacji	<ul style="list-style-type: none">- potrzeba ciągłej kontroli procesu przygotowywania i dojrzewania polielektrolitu- potrzeba wyłączenia stacji na czas konserwacji
Instalacja sekwencyjna	<ul style="list-style-type: none">- brak potrzeby ciągłej kontroli procesu przygotowywania polielektrolitu- możliwość szybkiego zwiększenia dawki polielektrolitu - krótkotrwale	<ul style="list-style-type: none">- duże rozmiary instalacji- zwykle duża wysokość instalacji- droższy niż grawitacyjny- skomplikowana obsługa

Kondycjonowanie osadów

Zdjęcia – instalacja przepływowa



Kondycjonowanie osadów

Zdjęcia – instalacja przepływowa



Kondycjonowanie osadów

Zdjęcia – instalacja sekwencyjna



Kondycjonowanie osadów

Zdjęcia – instalacja sekwencyjna



Kondycjonowanie osadów

Zdjęcia – porównanie rozmiarów instalacji



Pytania do wykładu

1. Dlaczego zagęszczamy osady ściekowe?
2. Jaki rodzaj wody usuwamy w procesie zagęszczania?
3. Dla jakich osadów stosujemy zagęszczanie grawitacyjne?
4. Dlaczego mieszamy osady w zagęszczaczu grawitacyjnym?
5. Dla jakich osadów stosujemy zagęszczanie mechaniczne?
6. Dlaczego nie zagęszczamy osadów powyżej 10% s.m.?
7. Dlaczego kondycjonujemy osady?