

# Oczyszczanie Ścieków



# Oczyszczanie Ścieków

Sedymентация



Politechnika Wroclawska

# Osadniki

## Informacje podstawowe

OSADNIKAMI nazywamy urządzenia lub obiekty służące do wydzielania ze ścieków zawiesin łatwo opadających, o gęstości większej od  $1 \text{ g/cm}^3$ . Stosując wstępną flokulację zawiesin - poprzez dodawanie koagulantów - można w osadnikach również usuwać zawiesiny trudno opadające i związki koloidalne.

W osadnikach może zachodzić zjawisko usuwania części pływających, których gęstość jest mniejsza od  $1 \text{ g/cm}^3$  w procesie flotacji naturalnej – grawitacyjnej.

Działanie osadników sprowadza się do przetrzymywania ścieków w warunkach zwolnionego przepływu, dzięki czemu z wykorzystaniem zjawiska grawitacji następuje rozdział fazy ciekłej od stałej.

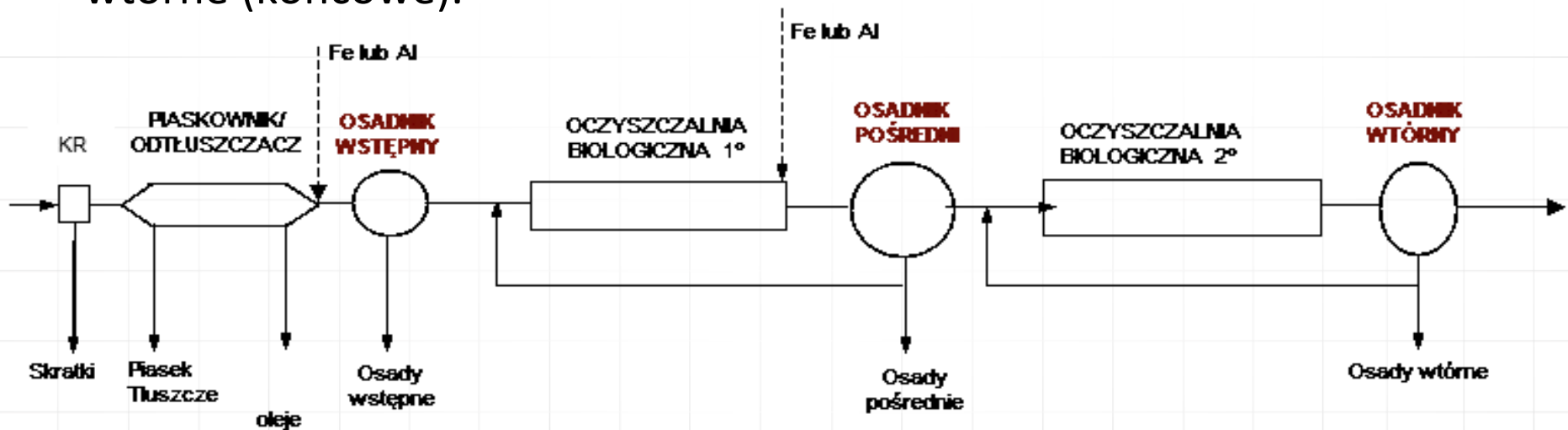


# Osadniki

## Lokalizacja

Podział osadników z uwagi na usytuowanie w ciągu technologicznym oczyszczalni:

- wstępne,
- pośrednie,
- wtórne (końcowe).



# Osadniki

## Osadniki wstępne

Podstawowe funkcje współczesnych osadników wstępnych to:

- usuwanie od 60 do 70 % zawiesiny ogólnej ze ścieków,
- usuwanie ok. 30 % ładunku BZT<sub>5</sub>,
- produkcja osadu wstępnego, który może być poddawany wstępnej fermentacji kwaśnej celem produkcji lotnych kwasów organicznych, wspomagających proces wzmożonej biologicznej defosfatacji ścieków,
- usuwanie tłuszczu i olejów,
- częściowe wyrównywanie nierównomierności przepływu i ładunków zanieczyszczeń przed blokiem biologicznym.



# Osadniki

## Osadniki wtórne

Osadniki wtórne są powszechnie stosowane w miejskich oczyszczalniach ścieków. Są one nieodłącznym elementem biologicznego oczyszczania ścieków.

Zawiesiny osadu czynnego poddawane sedymentacji w osadnikach wtórnych, występują w znacznych stężeniach  $C_0 = 1000 \div 7000 \text{ g/m}^3$  i więcej, są lżejsze od zawiesin ścieków surowych i opadają wolniej.

Osadniki wtórne są zaopatrzone w pompę, która odpompowuje zsedymetowany osad. Przeważająca część tego osadu jest zawracana jako osad powrotny ponownie do komór napowietrzani. Zawarte w powrotnym osadzie ożywione kłaczkki są czynnikiem powodującym pracę oczyszczania.



# Teoria sedymentacji

## Teoria sedymentacji

W zależności od charakteru i stężenia zawiesin rozróżnia się 3 typy sedymentacji:

- sedymentacja odrębnych cząstek,
- sedymentacja zawiesin kłaczkowatych,
- sedymentacja strefowa.



# Teoria sedymentacji

## Teoria sedymentacji zawiesin ziarnistych

W zależności od charakteru i stężenia zawiesin rozróżnia się 3 typy sedymentacji:

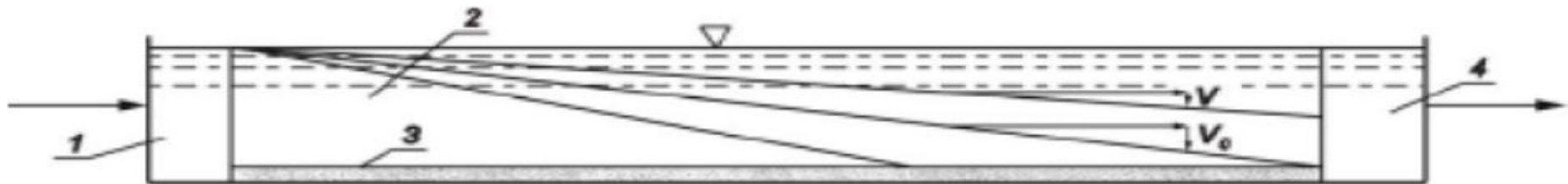
- **sedymentacja odrębnych cząstek,**
- sedymentacja zawiesin kłaczkowatych,
- sedymentacja strefowa.

**Sedymentacja odrębnych cząstek, przy ich względnie niskich stężeniach. Cząstki zachowują swoją odrębność, nie zmieniają swoich wymiarów, kształtu i gęstości.**

nie zmieniają: kształtu,  
wielkości i gęstości



stała prędkość opadania



1 – strefa wlotowa, 2 – strefa sedymentacji, 3 – strefa osadowa, 4 – strefa wylotowa





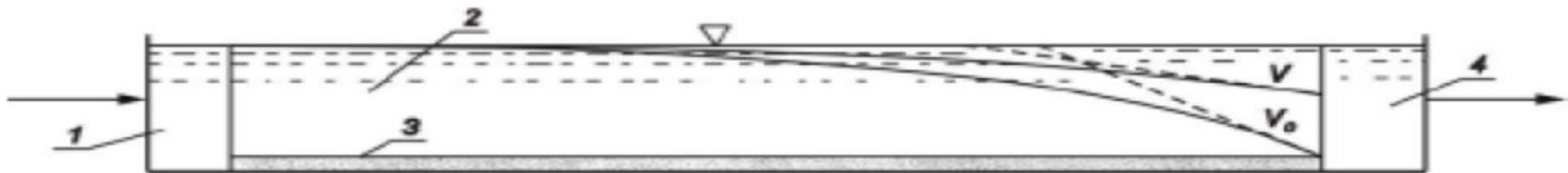
# Teoria sedymentacji

## Teoria sedymentacji zawiesin kłaczkowatych

W zależności od charakteru i stężenia zawiesin rozróżnia się 3 typy sedymentacji:

- sedymentacja odrębnych cząstek,
- **sedymentacja zawiesin kłaczkowatych,**
- sedymentacja strefowa.

**Sedymentacja zawiesin kłaczkowatych.** Często w surowych ściekach miejskich i licznych ściekach przemysłowych. Cząstki opadające z różnymi prędkościami aglomerują przy zderzeniach.



1 – strefa wlotowa, 2 – strefa sedymentacji, 3 – strefa osadowa, 4 – strefa wylotowa

# Teoria sedymentacji

## Teoria sedymentacji zawiesin kłaczkowatych

W zależności od charakteru i stężenia zawiesin rozróżnia się 3 typy sedymentacji:

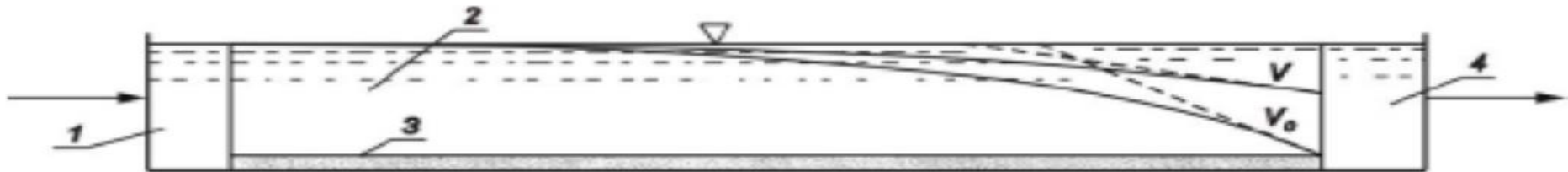
- sedymentacja odrębnych cząstek,
- **sedymentacja zawiesin kłaczkowatych,**
- sedymentacja strefowa.

aglomeracja cząstek -  
kłaczkowanie



**zależy od możliwości kontaktu  
zmieniającego się wraz z:**

- głębokością osadnika
- prędkością przepływu
- gradientem prędkości
- stężeniem zawiesin
- wielkościami cząstek



1 – strefa wlotowa, 2 – strefa sedymentacji, 3 – strefa osadowa, 4 – strefa wylotowa



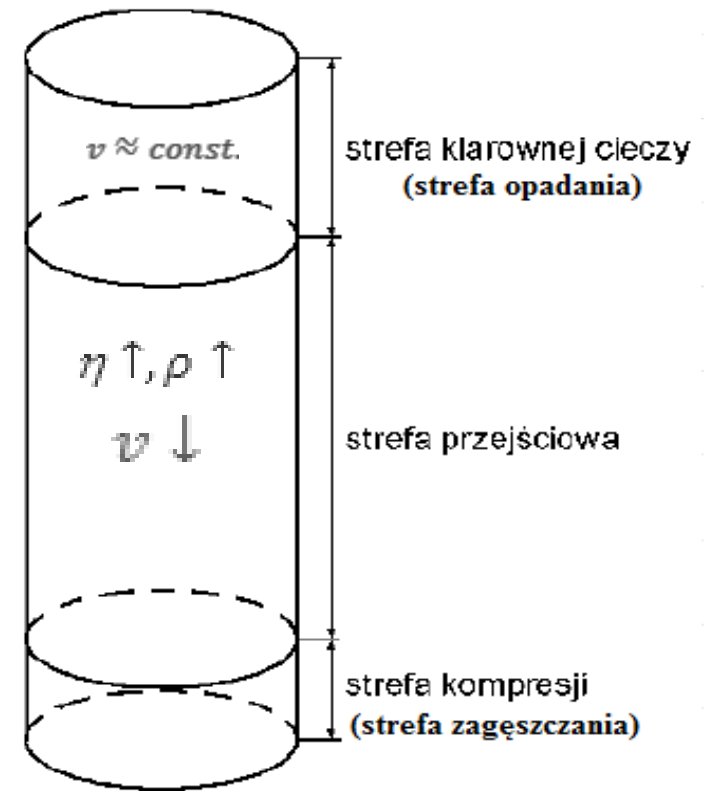
# Teoria sedymentacji

## Teoria sedymentacji strefowej

W zależności od charakteru i stężenia zawiesin rozróżnia się 3 typy sedymentacji:

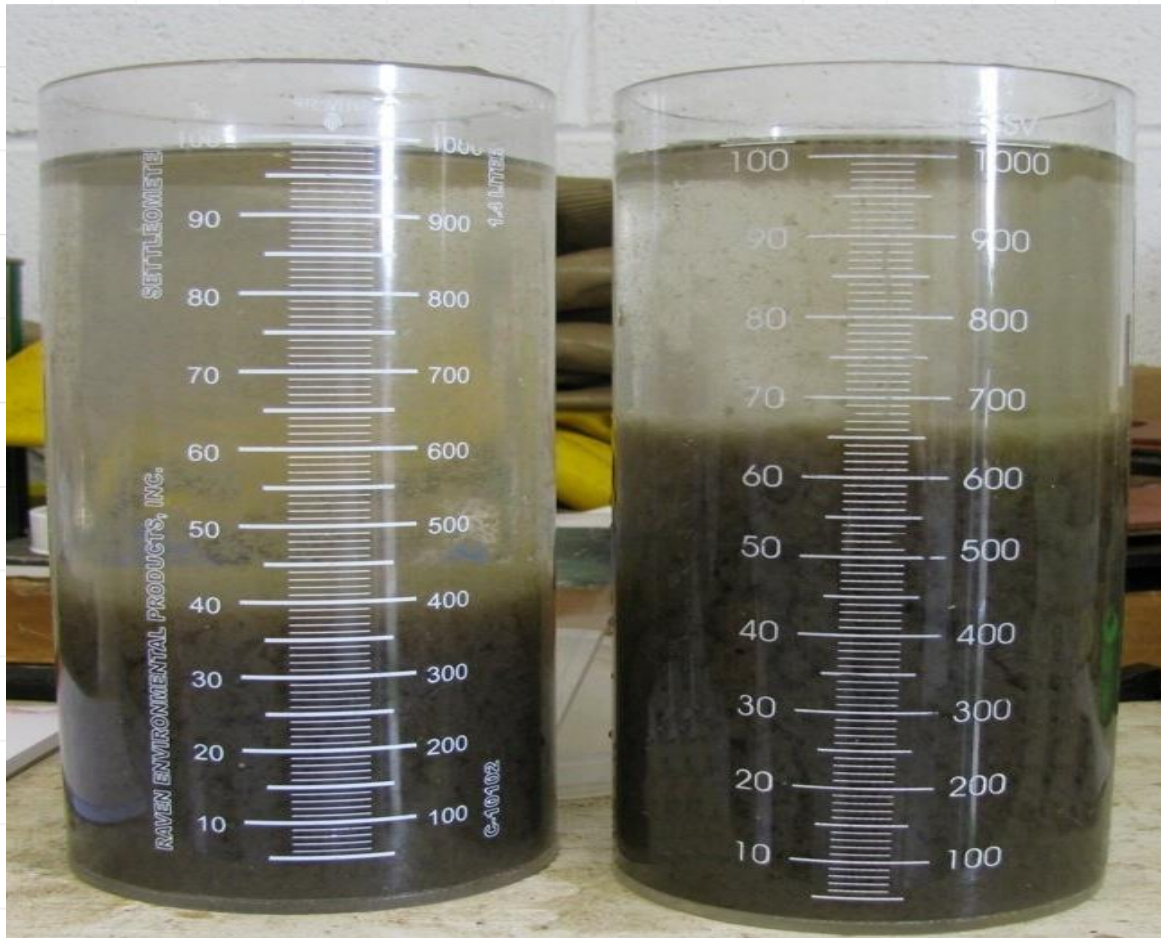
- sedymentacja odrębnych cząstek,
- sedymentacja zawiesin kłaczkowatych,
- **sedymentacja strefowa.**

**Sedymentacja strefowa.** Ma miejsce przy stosunkowo dużym stężeniu zawiesin (kłaczkowatych, niekłaczkowatych). Opadające kłaczki zlepiają się, tworząc jakby kożuch mający wyraźną granicę styku z cieczą.



# Teoria sedymentacji

## Teoria sedymentacji



**Który z osadów sedymentuje  
strefowo a który  
kłaczkowato?**



# Osadniki

## Parametry projektowe

Głównymi parametrami projektowymi są:

- obciążenie hydrauliczne –  $O_h$
- czas przepływu –  $T$
- obciążenie ładunkiem zawieszin –  $O_t$



# Osadniki

## Obciążenie hydrauliczne

$O_h$  - obciążenie hydrauliczne (miarodajna prędkość sedymentacji).

Może być ustalana metodami doświadczalnymi lub przyjęta z literatury dla wszystkich typów sedymentacji.

Ponieważ zarówno wyniki doświadczalne, jak i obliczenia wg klasycznych wzorów dotyczą warunków statycznych, miarodajna prędkość sedymentacji  $v_o$  nie powinna służyć bezpośrednio do wymiarowania osadników. Dla podkreślenia tego, celowo stosuje się pojęcia  $v_o$  i  $O_h$  przyjmując, że  $v_o \geq O_h$ .



# Osadniki

## Obciążenie hydrauliczne

W praktyce stosuje się współczynnik przeniesienia  $a_1$ , wówczas otrzymujemy:

$$O_h = \frac{v_0}{a_1}, m/h$$

gdzie:

$O_h$  – obciążenie hydrauliczne,  $m^3/m^2 \cdot h$ , (m/h),

$v_0$  – miarodajna prędkość sedymentacji, m/h,

$a_1$  – współczynnik zmniejszający miarodajną prędkość sedymentacji

( $a_1 = 1,25 \div 1,75$ ).



# Osadniki

## Obciążenie hydrauliczne

Rodzaje osadników	Obciążenie hydrauliczne $O_h$ , m/h			Czas przepływu $\tau^{1)}$ h
	osadniki poziome		osadniki pionowe	
	podłużne	odśrodkowe		
Samodzielne	$\leq 1,3$	$0,8 \div 1,3$	$\leq 1,3$	$1,7 \div 2,5$
Pokoagulacyjne	$\leq 1,5$	$1,0 \div 1,5$	$\leq 1,5$	$1,5 \div 2,3$
Wstępne:				
— przed złożami biologicznymi	$\leq 1,3$	$0,8 \div 1,3$	$\leq 1,3$	$1,5 \div 2,3$
— przed urządzeniami osadu czynnego	$\leq 4,0$	$2,5 \div 4,0$	$\leq 3,0$	$0,5 \div 0,8^{2)}$
Wtórne — pośrednie	$\leq 2,0$	2,5	$\leq 1,5$	1,0
Wtórne — końcowe:				
— po złożach biologicznych	$\leq 1,5$	$1,0 \div 1,5$	$\leq 1,5$	$1,5 \div 2,3$
— po urządzeniach osadu czynnego	$\leq 1,2$	$0,7 \div 1,2$	$\leq 1,2$	$1,7 \div 2,7$

<sup>1)</sup> Dolne wartości  $\tau$  preferowane są dla osadników poziomych, a górne — dla osadników odśrodkowych i pionowych.

<sup>2)</sup> Dotychczas w praktyce stosowano i nadal stosuje się dłuższy obliczeniowy czas przepływu  $\tau = 1,5 \div 2$  h.





# Osadniki

## Czas przepływu

$T$  – czas przepływu (czas przetrzymania). Jest przede wszystkim funkcją zdolności flokulacyjnych zawiesin w ściekach. Im zawiesiny lepiej flokulują, tym krótszy jest niezbędny czas przetrzymania i odwrotnie.

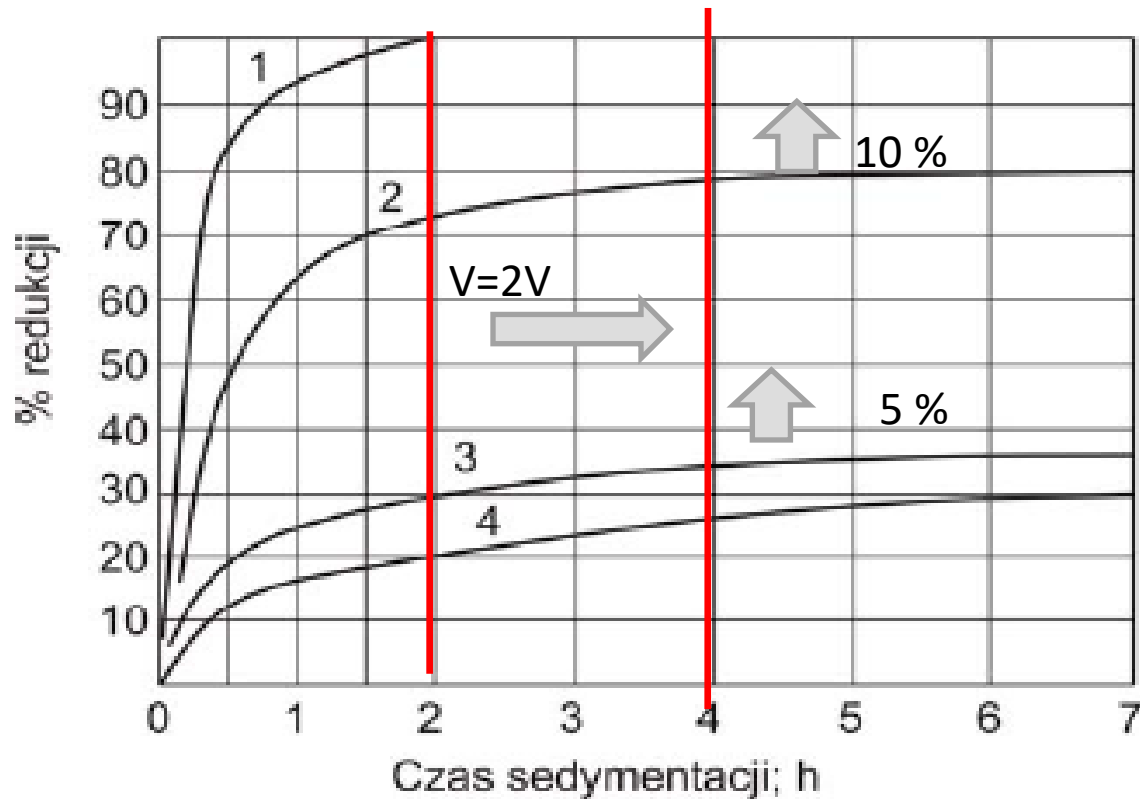
Czas przetrzymania może wynikać z ustalonego doświadczalnie czasu sedymentacji lub być przyjęty z literatury.

Czas przetrzymania nie może być krótszy niż wymagany czas sedymentacji. Musi być więc spełniony warunek  $T \geq T_s$ .



# Osadniki

## Czas przepływu



1. zawiesiny opadające,
2. zawiesiny ogólne,
3. BZT,
4. utlenialność

# Osadniki

## Parametry projektowe

Mając  $O_h$  i  $T$  możemy obliczyć powierzchnię czynną osadnika  $A$  oraz pojemność czynną  $V$ .

Powierzchnia czynna osadnika:

$$A = \frac{Q_m}{O_h}, m^2$$

gdzie:

$A$  – powierzchnia czynna osadnika,  $m^2$ ,

$Q_m$  – przepływ miarodajny,  $m^3/h$ ,

$O_h$  – obciążenie hydrauliczne,  $m^3/m^2h$ .

Pojemność czynna osadnika:

$$T = \frac{V}{Q_m}, h$$

$$V = Q_m \cdot T, m^3$$

gdzie:

$V$  – pojemność czynna osadnika,  $m^3$ ,

$Q_m$  – przepływ miarodajny,  $m^3/h$ ,

$T$  – czas przetrzymania,  $h$ .



# Osadniki

## Obciążenie ładunkiem zawiesin

$O_t$  – obciążenie ładunkiem zawiesin. Jest to ładunek zawiesin w g/h przypadający na jednostkę powierzchni w  $m^2$ .

$$O_t = \frac{\mathcal{L}}{A}, g / h \cdot m^2$$

$$\mathcal{L} = Q \cdot C, g / h$$

gdzie:

$O_t$  – obciążenie ładunkiem zawiesin,  $g/hm^2$ ,

$\mathcal{L}$  – ładunek zawiesin,  $g/h$ ,

$A$  – pole powierzchni osadnika,  $m^2$ ,

$Q_m$  – przepływ miarodajny,  $m^3/h$ ,

$C$  – stężenie zawiesin,  $g/m^3$ .



# Osadniki

## Rozwiązania konstrukcyjne

W technologii ścieków wykorzystywane:

- Osadniki poziome
  - Podłużne
  - Radialne
- Osadniki pionowe
- Osadniki Imhoffa
- Osadniki wielostrumieniowe

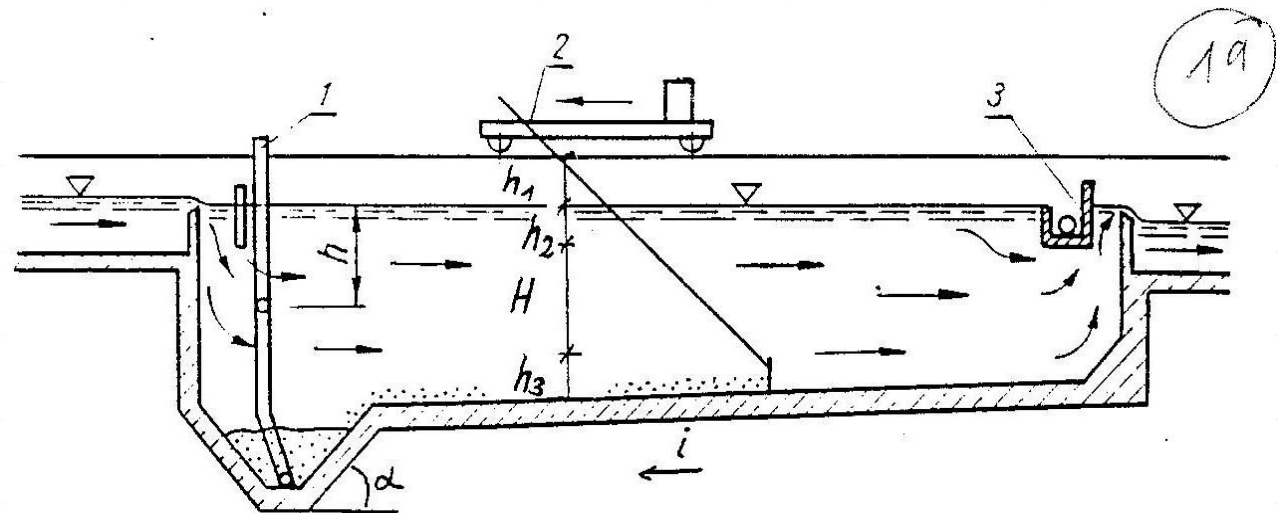


# Osadniki

## Rozwiązania konstrukcyjne

W technologii ścieków wykorzystywane:

- **Osadniki poziome**
  - Podłużne
  - Radialne
- Osadniki pionowe
- Osadniki Imhoffa
- Osadniki wielostrumieniowe

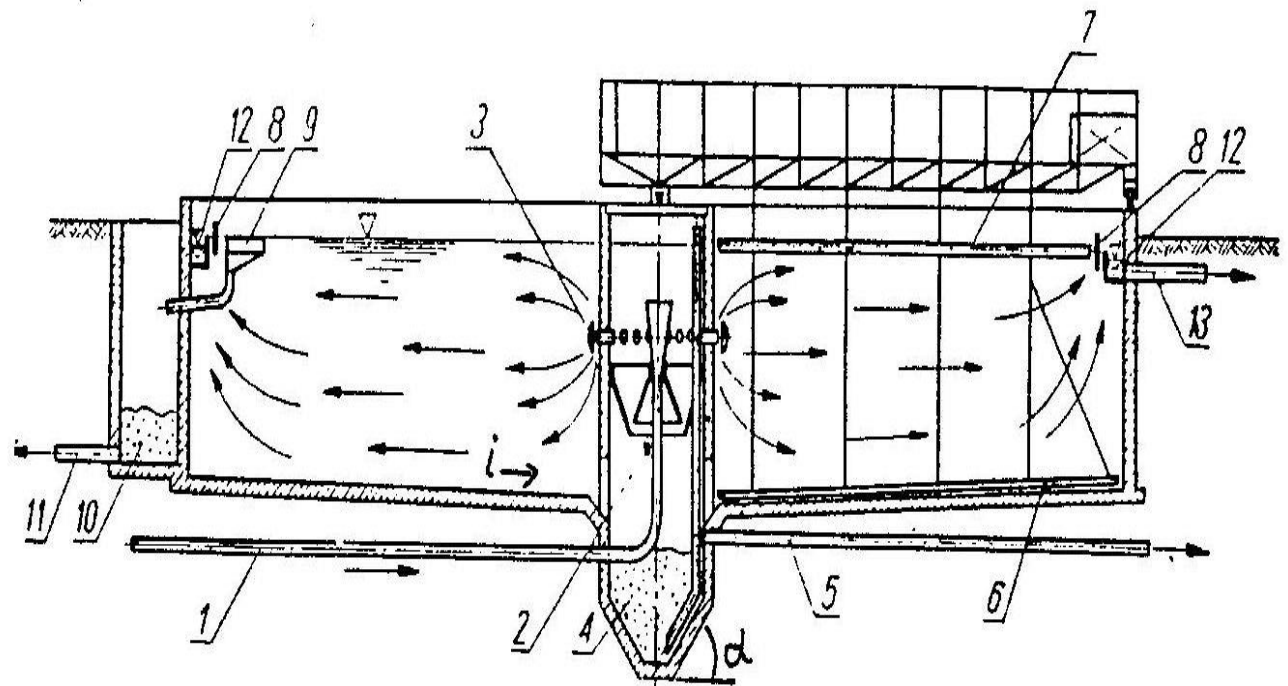


# Osadniki

## Rozwiązania konstrukcyjne

W technologii ścieków wykorzystywane:

- Osadniki poziome
  - Podłużne
  - **Radialne**
- Osadniki pionowe
- Osadniki Imhoffa
- Osadniki wielostrumieniowe

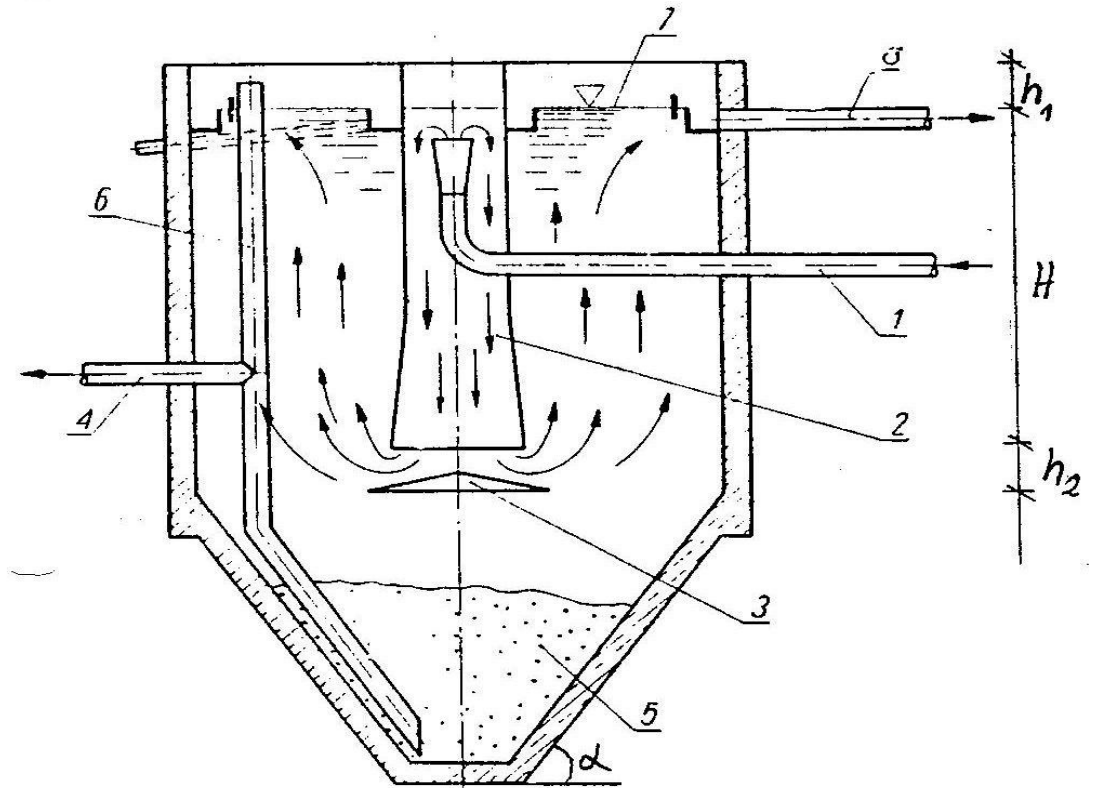


# Osadniki

## Rozwiązania konstrukcyjne

W technologii ścieków wykorzystywane:

- Osadniki poziome
  - Podłużne
  - Radialne
- **Osadniki pionowe**
- Osadniki Imhoffa
- Osadniki wielostrumieniowe



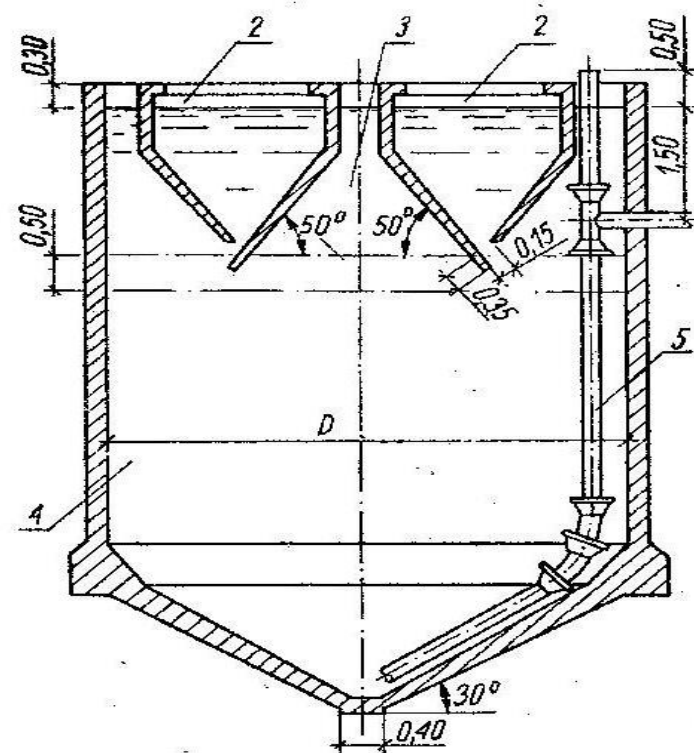


# Osadniki

## Rozwiązania konstrukcyjne

W technologii ścieków wykorzystywane:

- Osadniki poziomie
  - Podłużne
  - Radialne
- Osadniki pionowe
- **Osadniki Imhoffa**
- Osadniki wielostrumieniowe

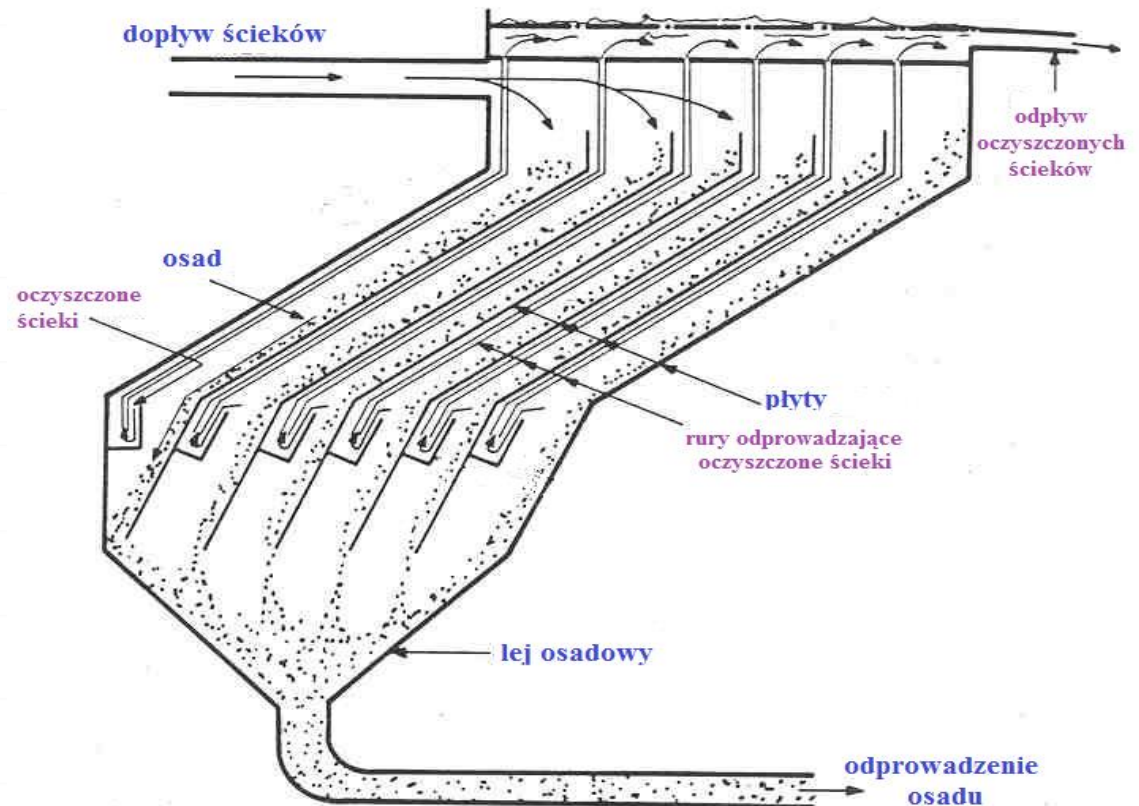


# Osadniki

## Rozwiązania konstrukcyjne

W technologii ścieków wykorzystywane:

- Osadniki poziome
  - Podłużne
  - Radialne
- Osadniki pionowe
- Osadniki Imhoffa
- **Osadniki wielostrumieniowe**



# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odpływ ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

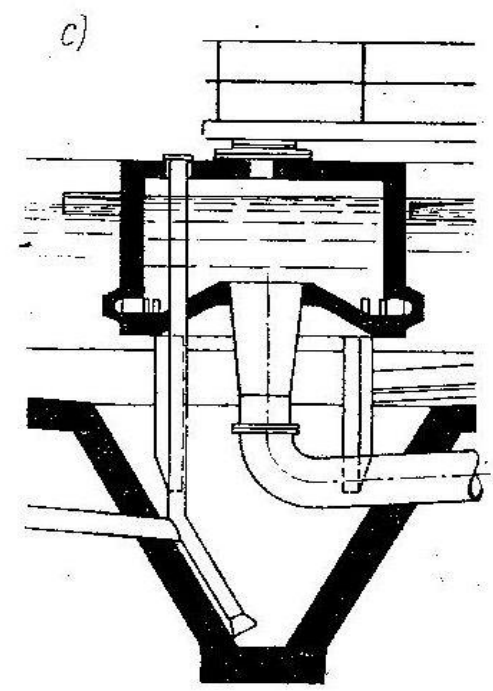
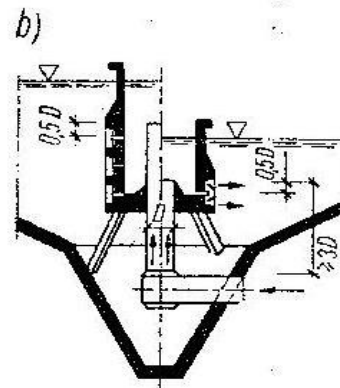
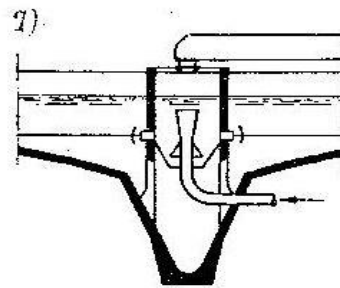


# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- **Wlot do osadnika:**
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- **Odptyw ścieków:**
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzeblowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzeblowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

## Rozwiązania wlotu ścieków w osadnikach radialnych

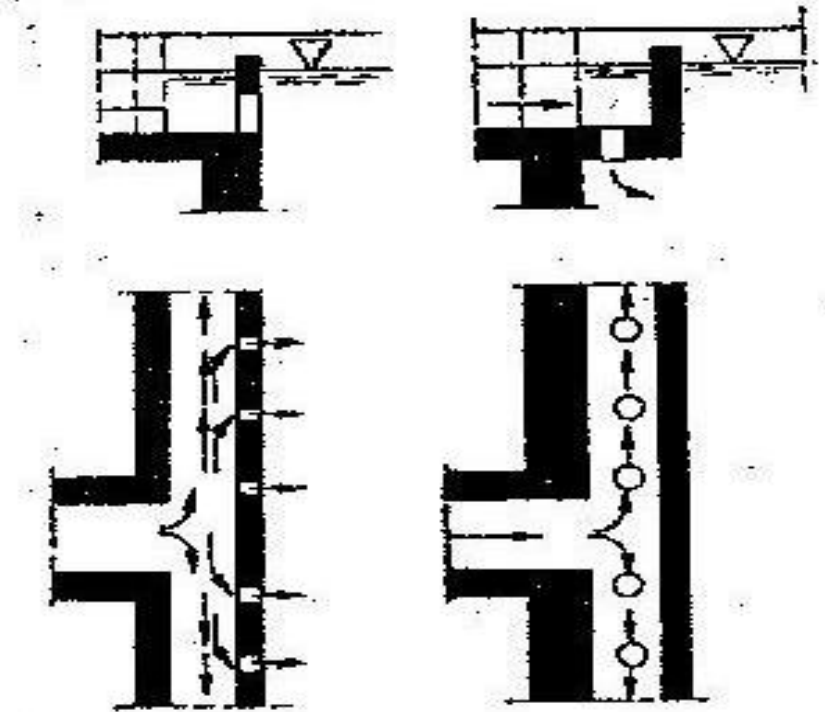


# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- **Wlot do osadnika:**
  - Komora centralna
  - **Przegroda wstępna**
  - Flokulator
- **Odptyw ścieków:**
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzeblowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzeblowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

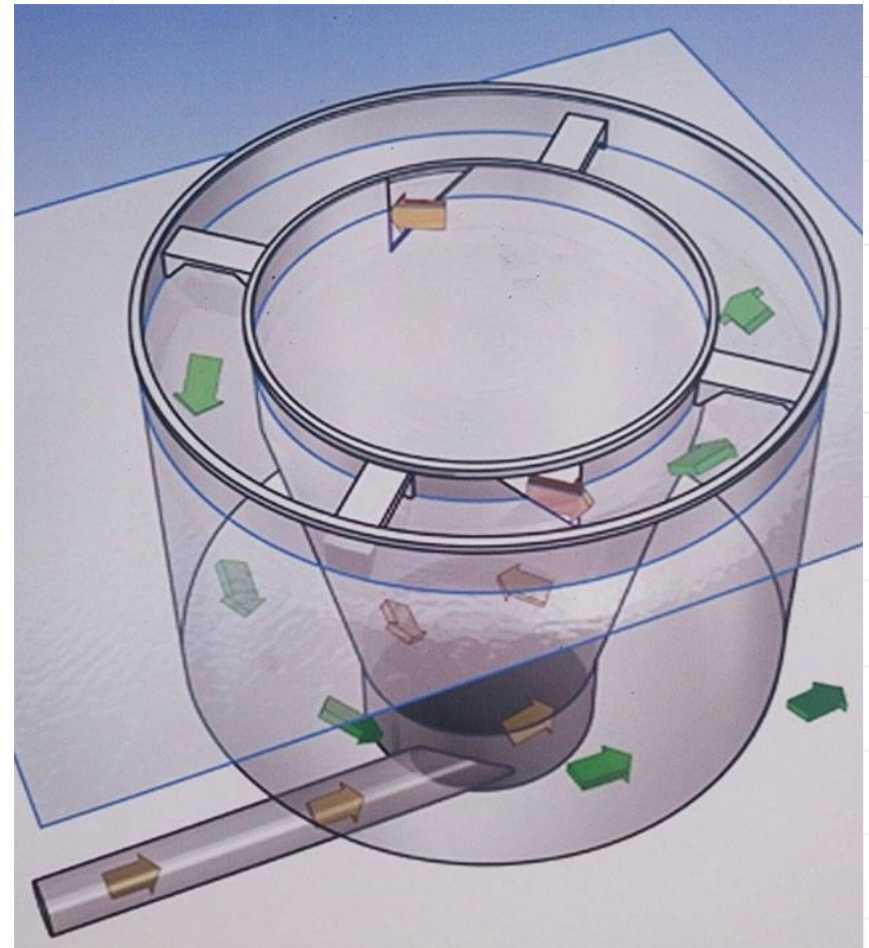
## Rozwiązania wlotu ścieków w osadniku poziomym



# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- **Wlot do osadnika:**
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - **Flokulator**
- **Odływ ścieków:**
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny



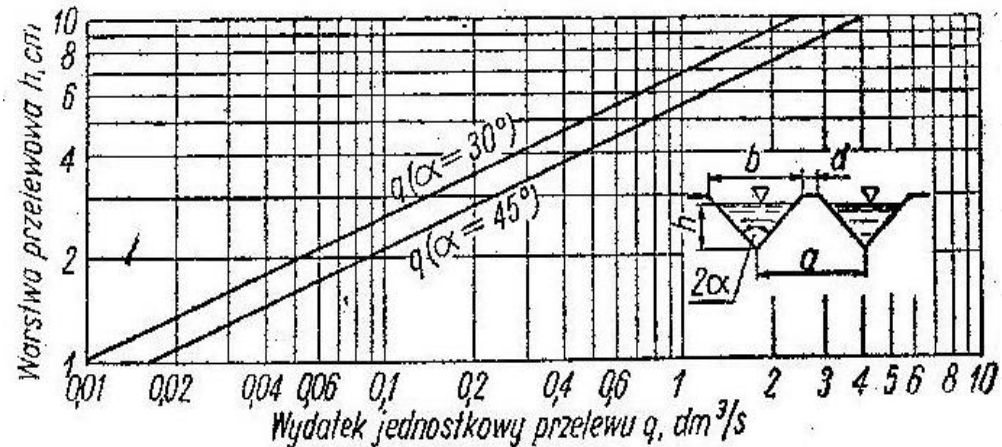
# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- **Odptyw ścieków:**
  - **Przelewy pilaste**
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

W osadnikach podłużnych odpływ rozwiązuje się przeważnie w postaci przelewów.

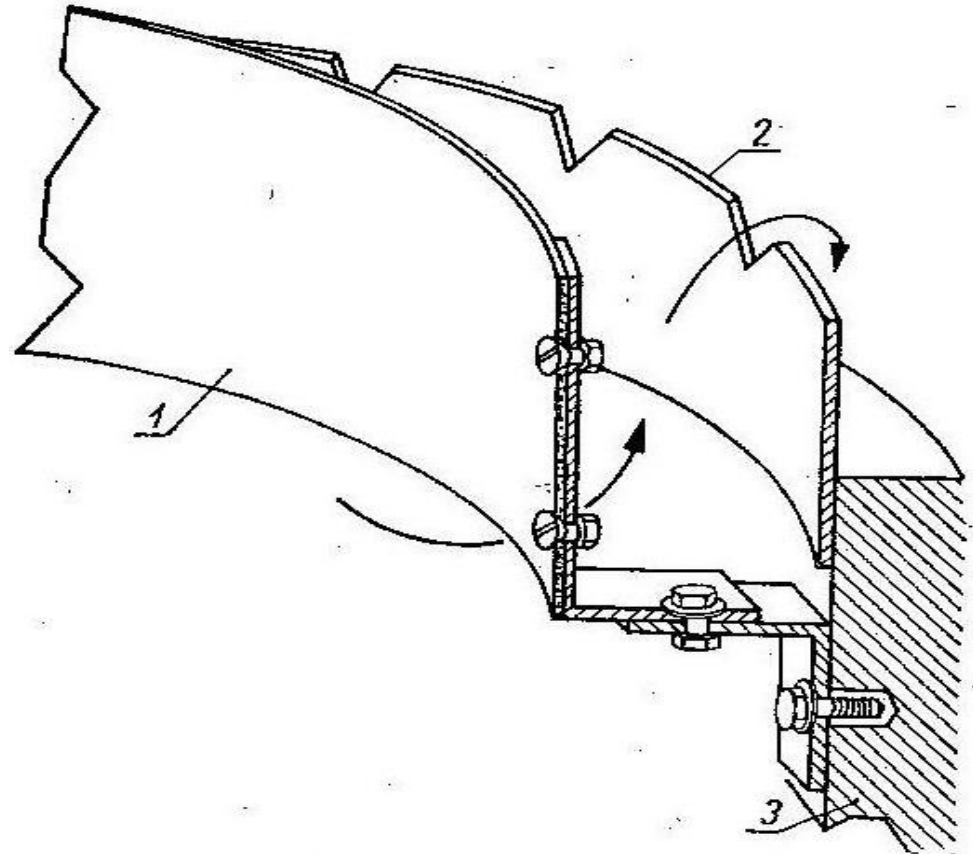
Najczęściej stosuje się przelewy pilaste z możliwością regulacji poziomu. Przelewy oblicza się na przepływ maksymalny godzinowy, tak by pracowały jako niezatopione.



# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

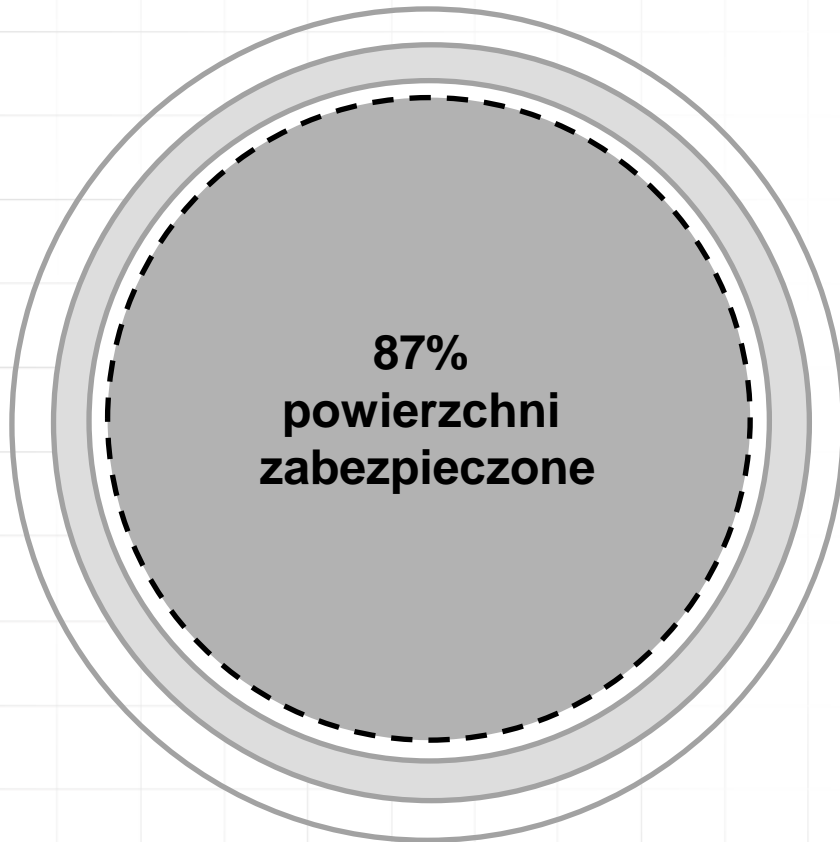
- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- **Odptyw ścieków:**
  - **Przelewy pilaste**
  - Przelewy płaskie
- **Deflektory**
- Usuwanie części pływających
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny





# Osadniki

## Idea działania deflektora



- Średnica osadnika: 30m
- Powierzchnia osadnika: 707m<sup>3</sup>
- Odległość przelewu od ściany osadnika: 0,4m
- Szerokość przelewu: 0,3m
- Odległość deflektora od przelewu: 0,3m
- Średnica deflektora: 28m
- Powierzchnia zabezpieczona przez deflektor: 616m<sup>3</sup>
- Powierzchnia niezabezpieczona: 91m<sup>2</sup> (~13%)

**A da się więcej**



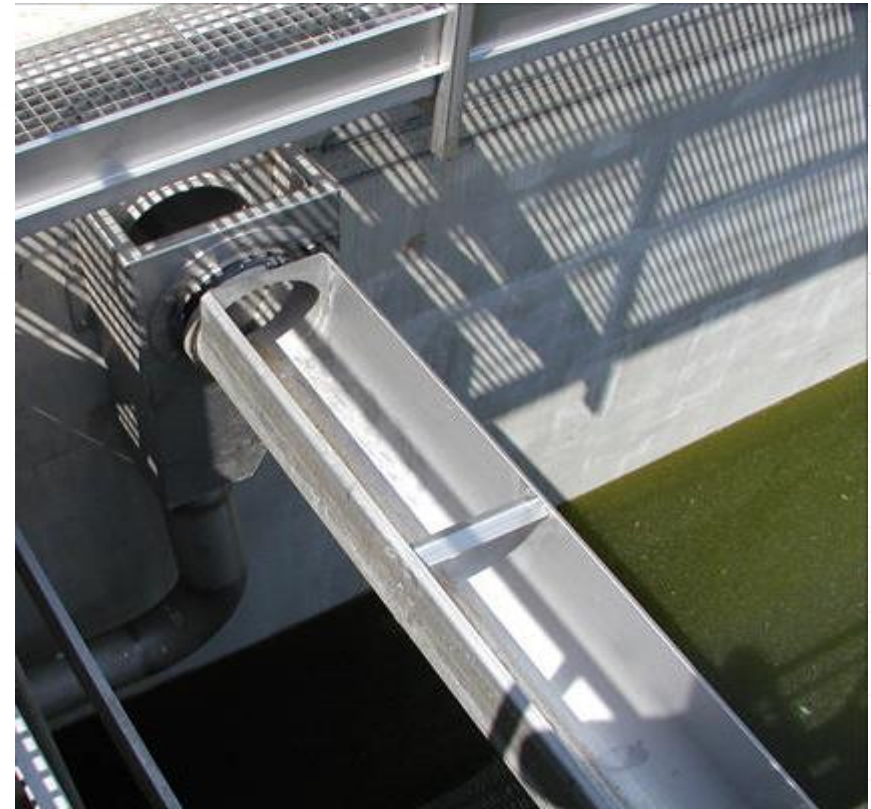


# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odpływ ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- **Usuwanie części pływających**
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

Rozwiązania usuwania części pływających w osadnikach podłużnych



# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odpływ ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- **Usuwanie części pływających**
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

Rozwiązania usuwania części pływających w osadnikach radialnych



# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odpływ ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- **Usuwanie części pływających**
- Odprowadzanie osadu
- Zgarniacze osadu
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

Rozwiązania usuwania części pływających w osadnikach podłużnych

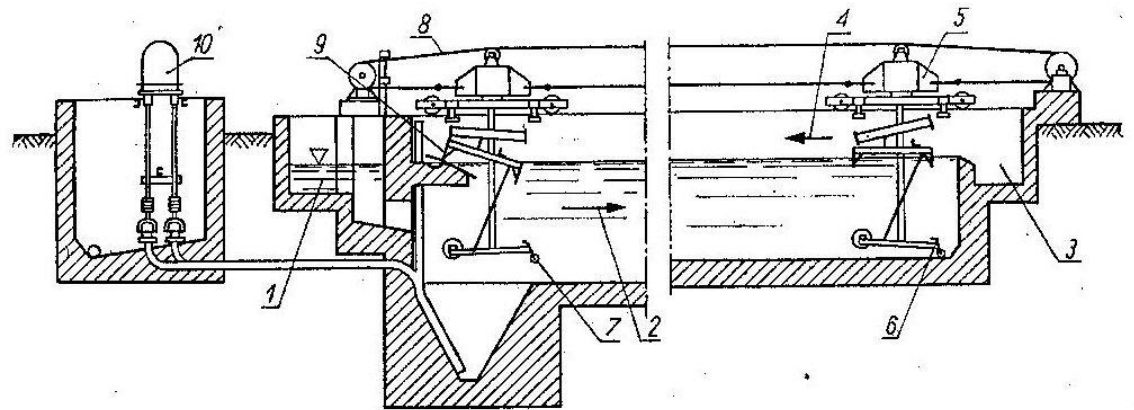


# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odptyw ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- **Odprowadzanie osadu**
- **Zgarniacze osadu**
  - **Zgarniacz zgrzebtowy wózkowy (łańcuchowy)**
  - Zgarniacz zgrzebtowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

## Zgarniacz osadu dla osadnika podłużnego

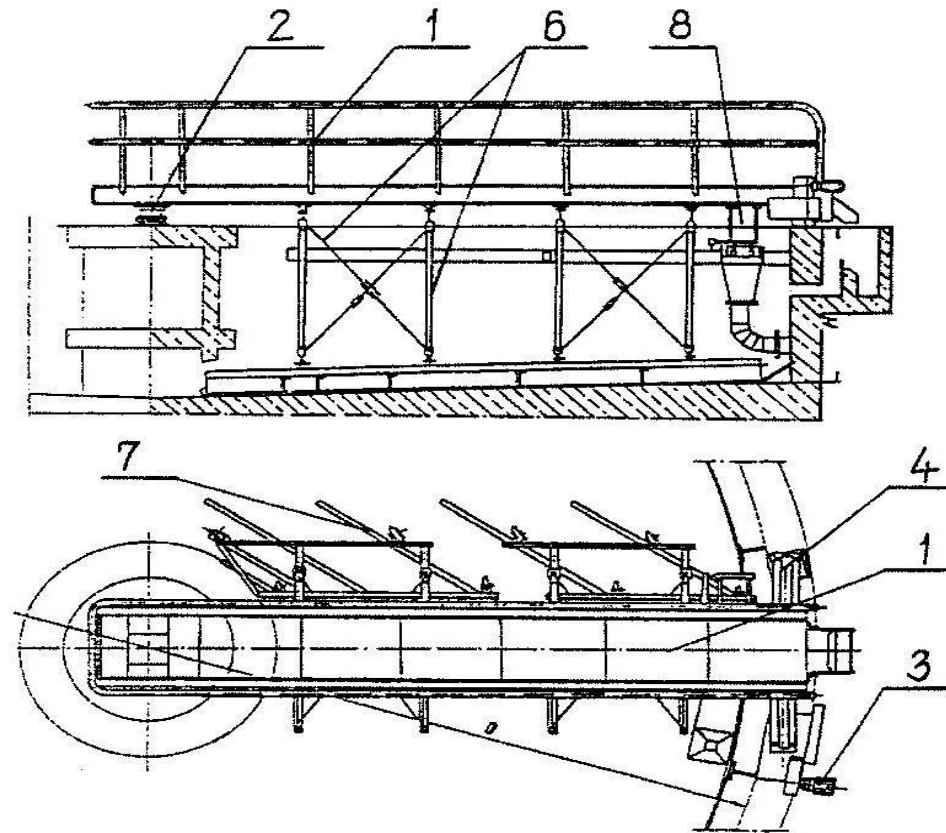


# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odpływ ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- **Odprowadzanie osadu**
- **Zgarniacze osadu**
  - Zgarniacz zgrzeblowy wózkowy (łańcuchowy)
  - **Zgarniacz zgrzeblowy wieloramienny**
  - Zgarniacz spiralny
  - Zgarniacz torsyjny

## Zgarniacz osadu dla osadnika radialnego

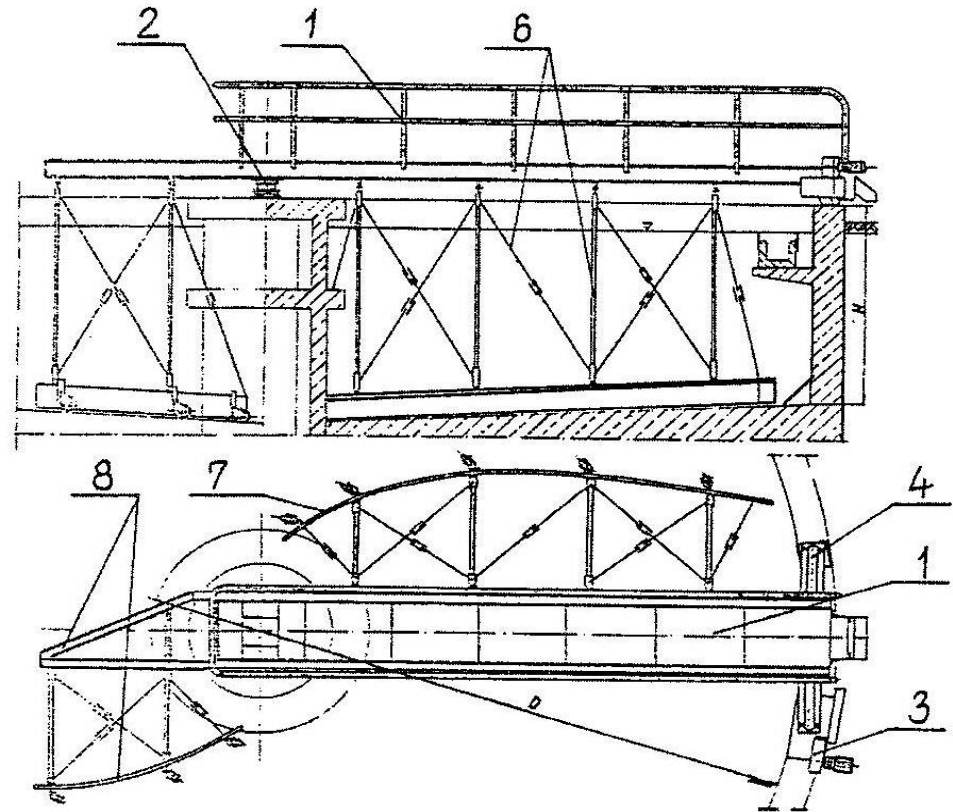


# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odpływ ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- **Odprowadzanie osadu**
- **Zgarniacze osadu**
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - **Zgarniacz spiralny**
  - Zgarniacz torsyjny

Zgarniacz osadu dla osadnika radialnego





# Osadniki

## Urządzenia dodatkowe

- Wlot do osadnika:
  - Komora centralna
  - Przegroda wstępna
  - Flokulator
- Odpływ ścieków:
  - Przelewy pilaste
  - Przelewy płaskie
- Deflektory
- Usuwanie części pływających
- **Odprowadzanie osadu**
- **Zgarniacze osadu**
  - Zgarniacz zgrzebłowy wózkowy (łańcuchowy)
  - Zgarniacz zgrzebłowy wieloramienny
  - Zgarniacz spiralny
  - **Zgarniacz torsyjny**

## Zgarniacz osadu dla osadnika podłużnego



# Pytania do wykładu

- Jakie znaczenie mają osadniki wstępne a jakie wtórne?
- Jakie będą skutki awarii osadnika wstępnego?
- Zaproponuj układ oczyszczania w którym występuje osadnik wstępny pośredni i wtórny.
- Opisz znane Ci typy (teorie) sedymentacji czym się charakteryzują w jakich urządzeniach występują?
- Po co jest deflektor w osadnikach?
- Jakie są typy osadników?
- Jak zmieni się stosunek węgla organicznego i azotu w przypadku eliminacji osadnika wstępnego?

