

KAMIL JANIAK

---

# OSAD CZYNNY I INNE METODY BIOLOGICZNEGO OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW

Oczyszczanie ścieków podstawy - kurs  
Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika  
Wrocławska

WROCŁAW, 2025

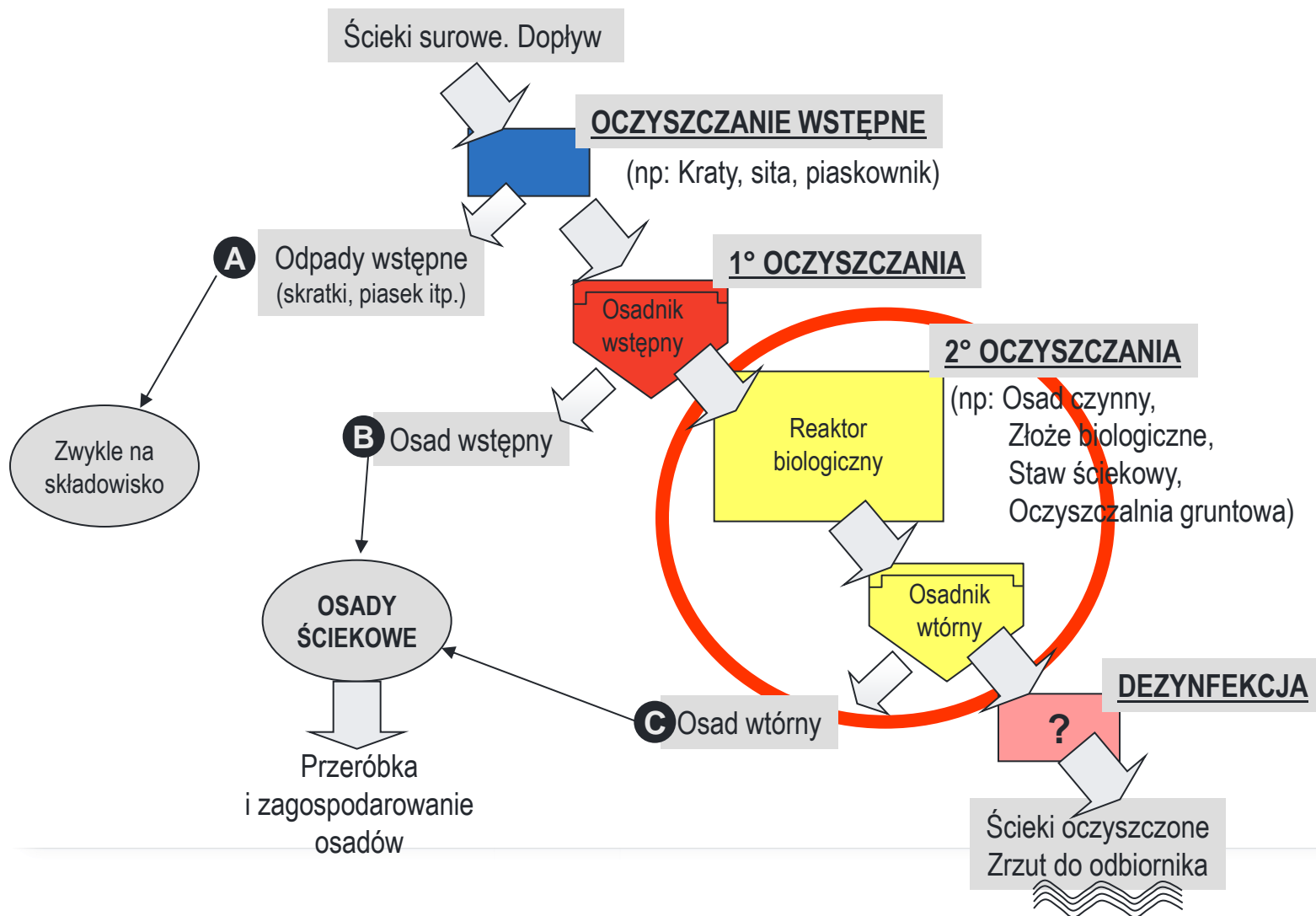


# Plan prezentacji

---

1. Osad czynny
2. Złoża biologiczne i stawy biologiczne
3. Oczyszczalnie gruntowe

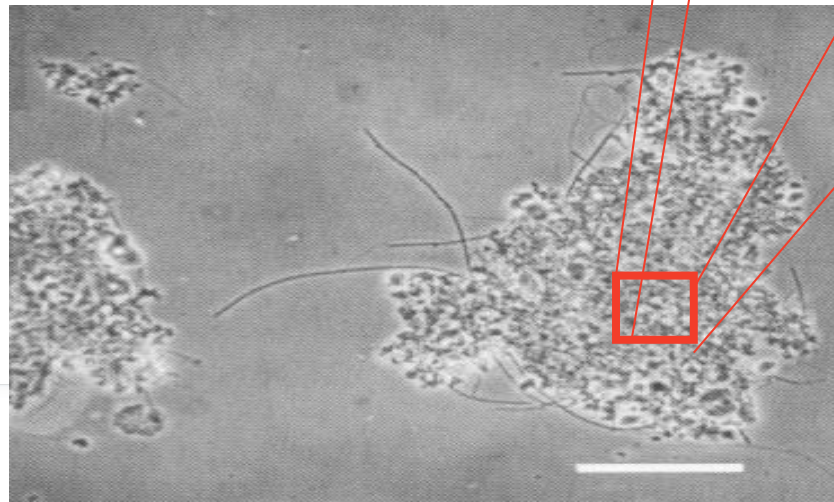
# Najważniejsze elementy oczyszczalni ścieków



# **Osad czynny**

# Czym jest osad czynny?

- Sflokulowana masa mikroorganizmów (głównie bakterii) oraz martwej materii organicznej i nieorganicznej
- Wielkość kłaczków  $\sim 10\text{-}300\mu\text{m}$
- Bakterie otoczone substancją polimerową
- Złożony system heterogeniczny

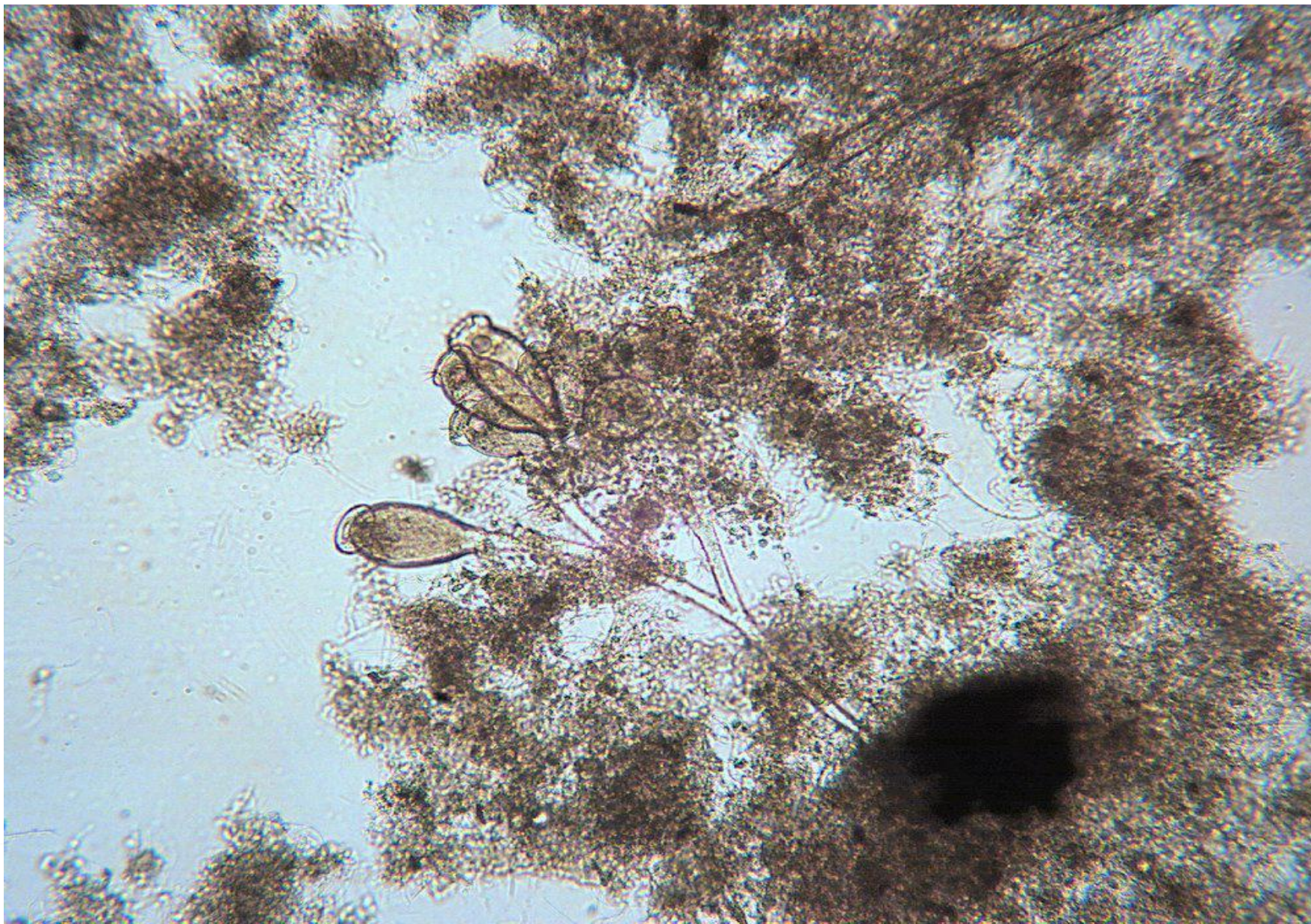


Powiększenie 15000 x





# Czym jest osad czynny?





# Czym jest osad czynny?



# Czym jest osad czynny?



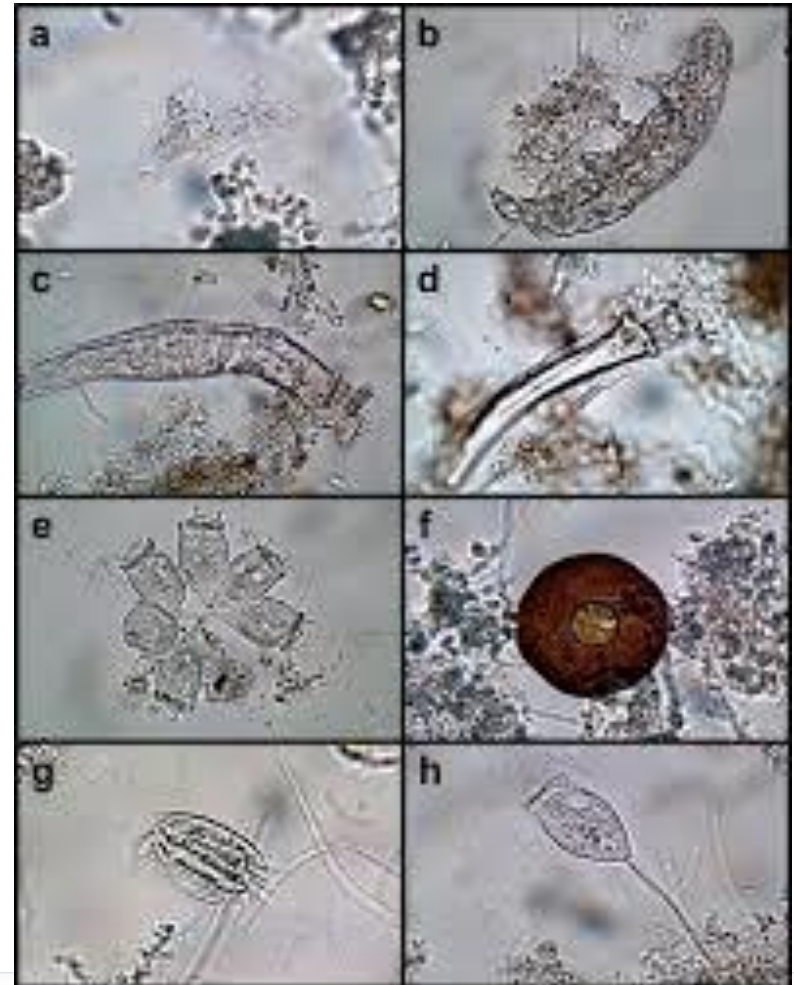


# **Powstawanie osadu czynnego - mechanizm**

# Powstawanie osadu czynnego - mechanizm

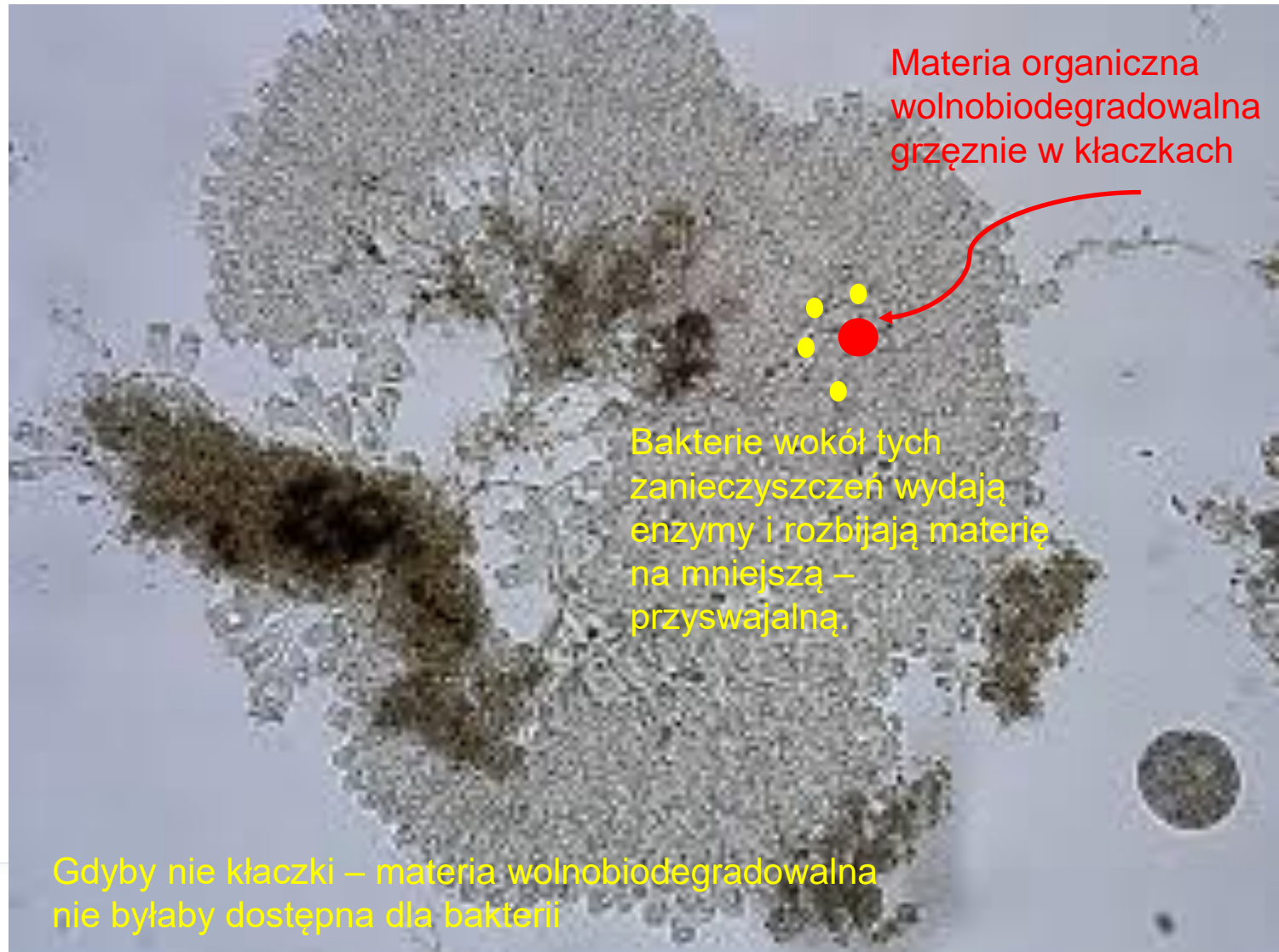
## Pierwotniaki

1. Drapieżniki osadu czynnego
2. Posiadają olbrzymie zdolności filtracyjne
3. Swobodnie zawieszone bakterie zostają pochłonięte



# Powstawanie osadu czynnego - mechanizm

Dostęp do materii wolnobiodegradowalnej

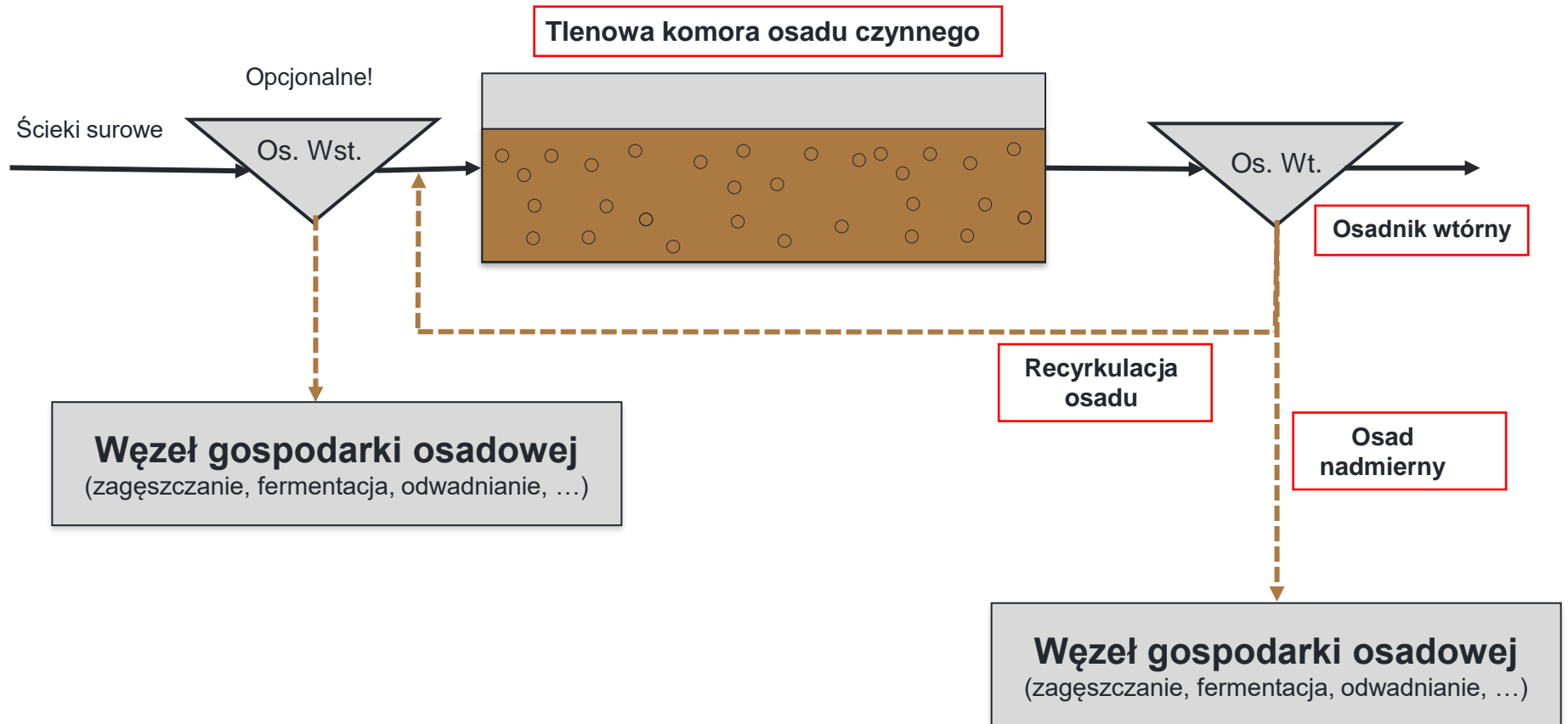




# **Podstawowy układ osadu czynnego**

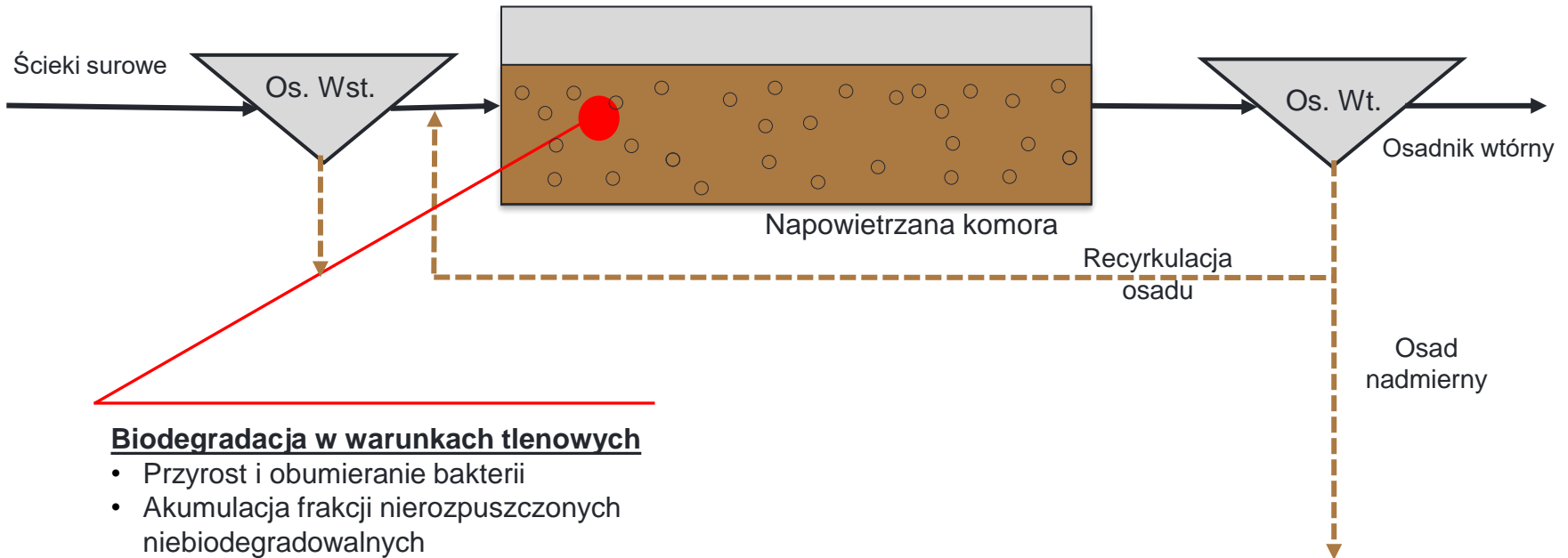
# Podstawowy układ osadu czynnego

## Budowa



# Podstawowy układ osadu czynnego

## Przemiany w reaktorze



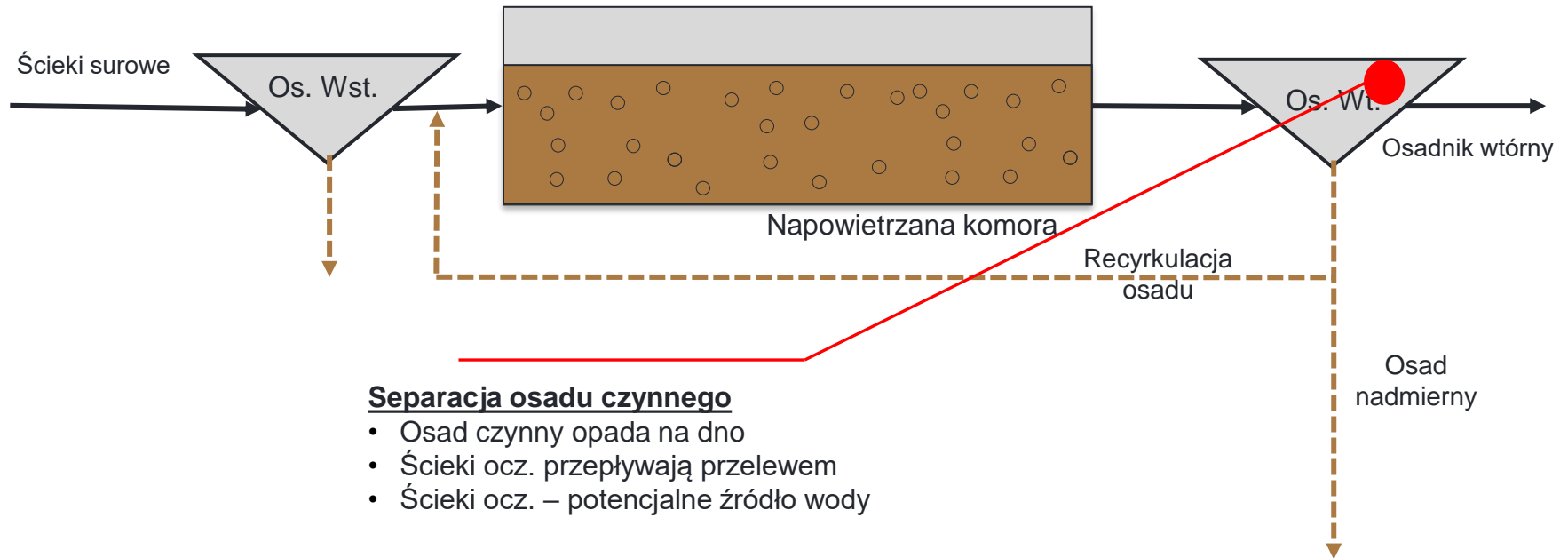
### Biodegradacja w warunkach tlenowych

- Przyrost i obumieranie bakterii
- Akumulacja frakcji nierozpuszczonych niebiodegradowalnych
- Utlenianie związków organicznych
- W odpowiednich warunkach nityfikacja



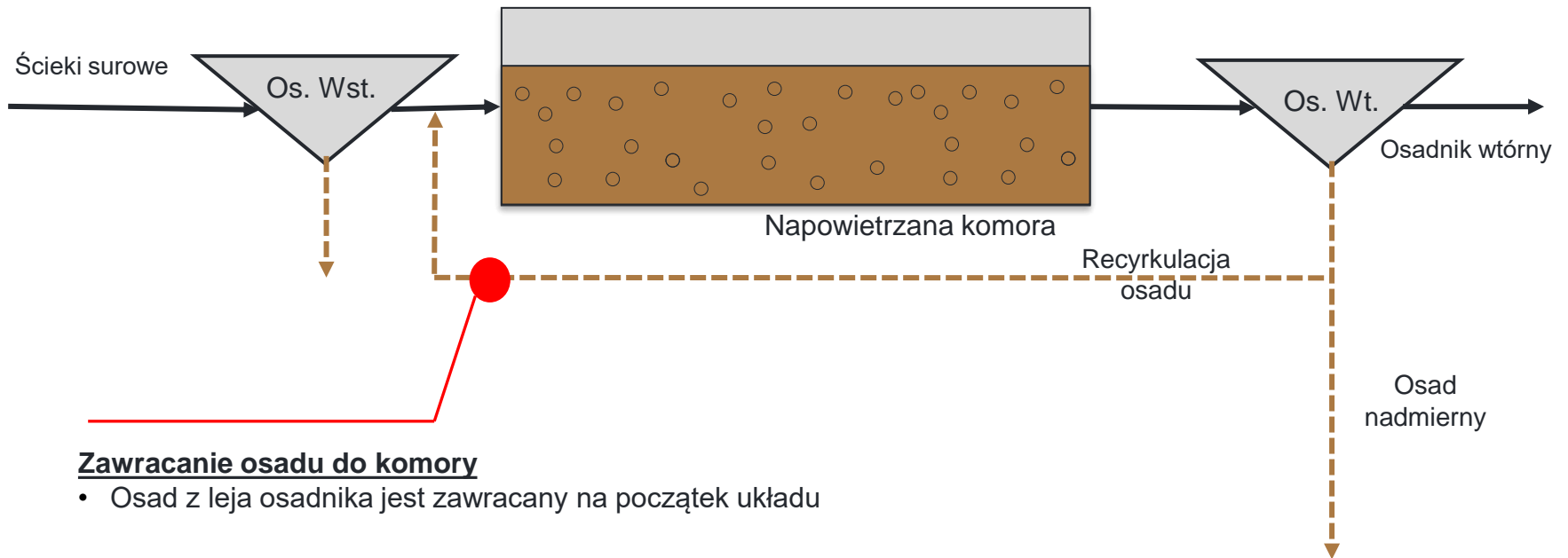
# Podstawowy układ osadu czynnego

## Rola osadnika wtórnego



# Podstawowy układ osadu czynnego

## Rola recyrkulacji osadu

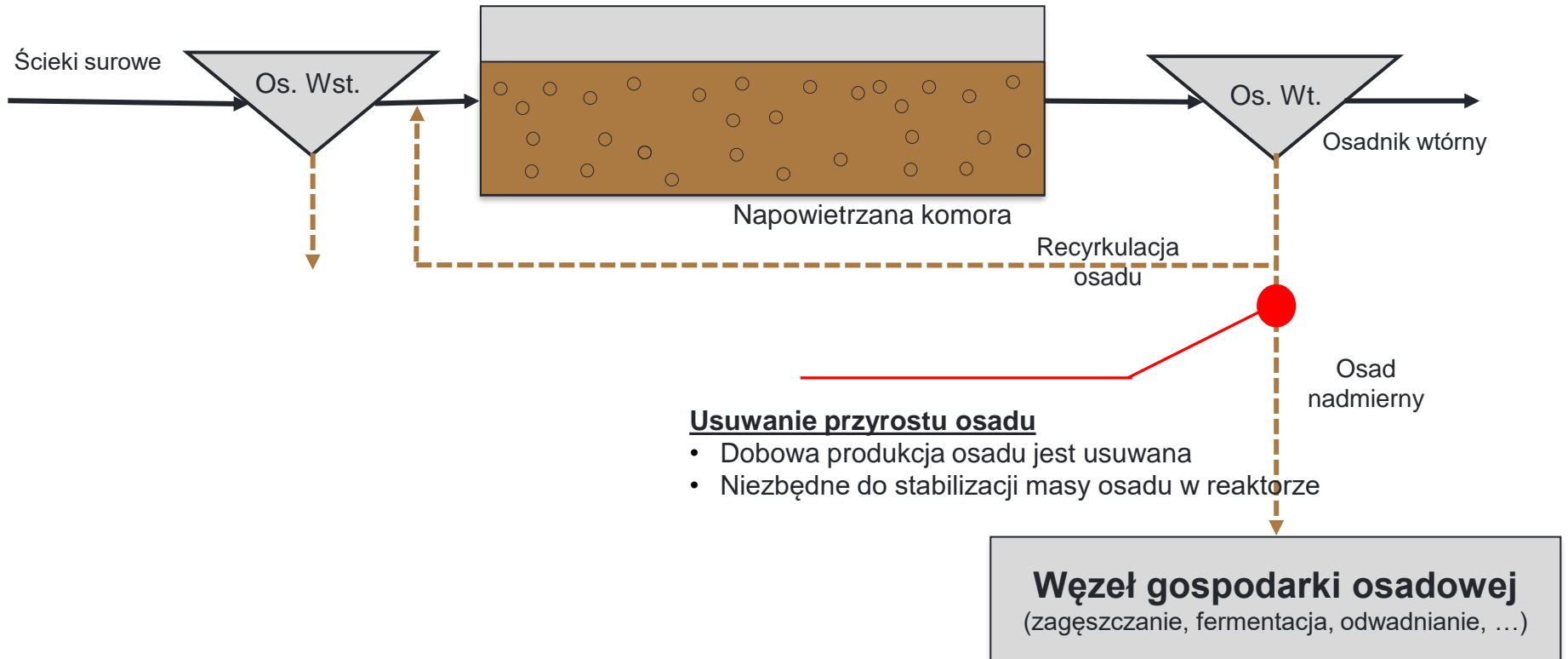


### Zawracanie osadu do komory

- Osad z leja osadnika jest zawracany na początek układu

# Podstawowy układ osadu czynnego

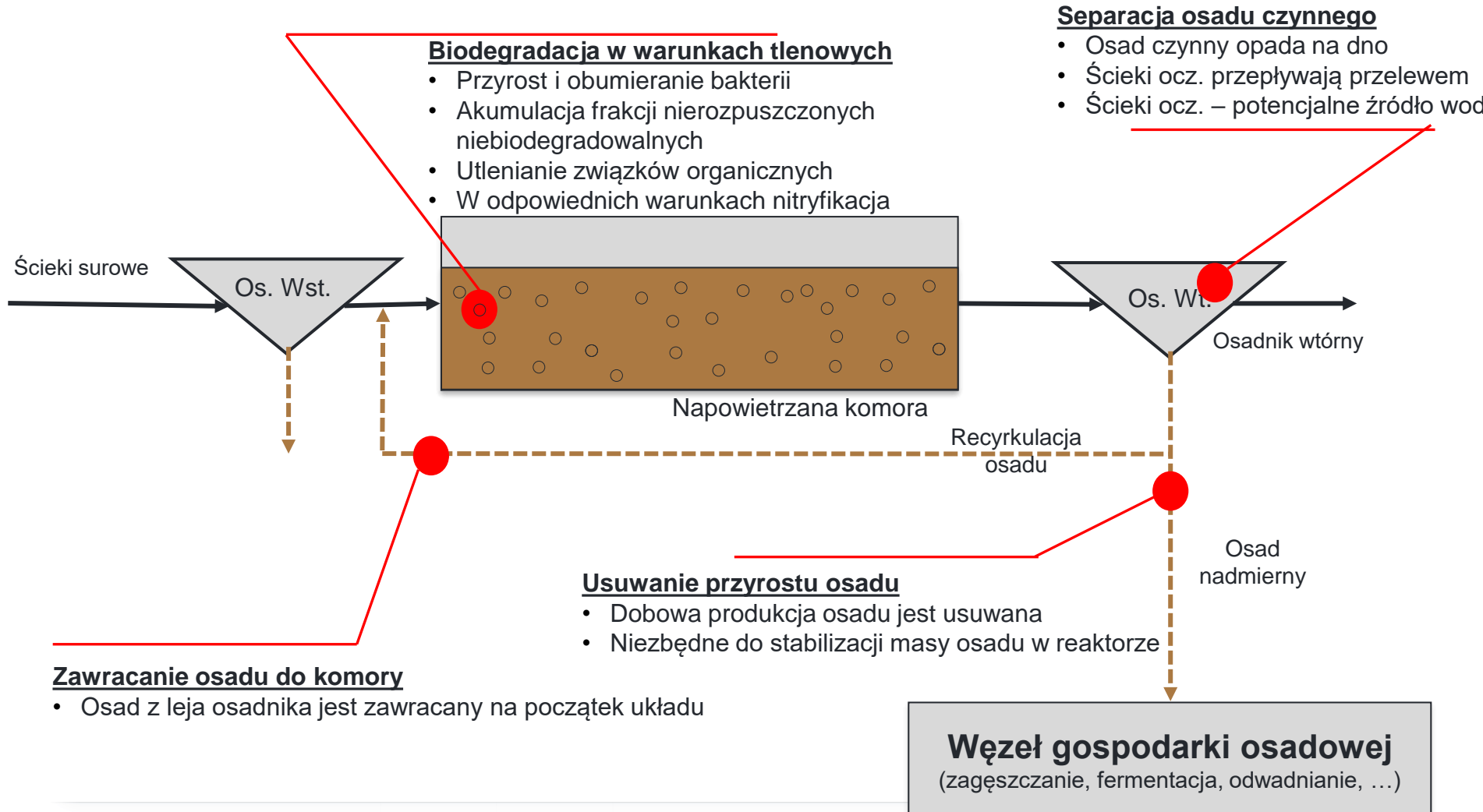
## Rola osadu nadmiernego





# Podstawowy układ osadu czynnego

## Podsumowanie



# **Jak wyhodować osad czynny?**

# Jak wyhodować osad czynny?

## Bakterie w ściekach surowych

---

Parametr ścieków	Symbol	Jednostka	Charakter ścieków			
			Stężone	Średnie	Rozcieńczone	Bardzo rozcieńczone
- wolnorozkładalne	$X_S$	$\text{g O}_2/\text{m}^3$	290	210	125	85
- biomasa heterotroficzna	$X_H$	$\text{g O}_2/\text{m}^3$	120	90	55	35
- biomasa denitryfikująca	$X_{H,D}$	$\text{g O}_2/\text{m}^3$	80	60	40	25
- biomasa autotroficzna	$X_A$	$\text{g O}_2/\text{m}^3$	1	1	0.5	0.5

W ściekach surowych znajdują się bakterie, które mogą posłużyć jako zaszczep

# Jak wyhodować osad czynny?

## Rozruch

### Osad z innej oczyszczalni

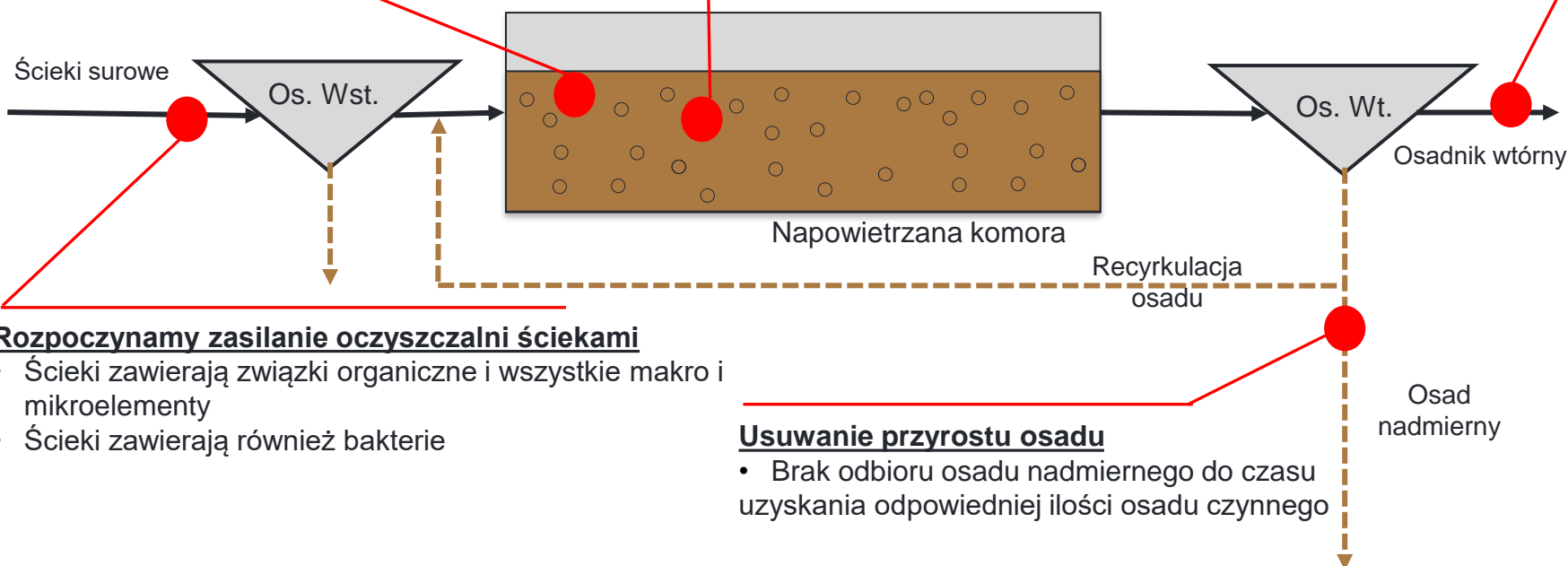
- W praktyce rozruch przyspiesza się w oparciu o osad z innej oczyszczalni

### Napowietrzanie

- Reaktor jest napowietrzany cały czas

### Jakość ścieków oczyszczonych

- Na początku zła
- Polepsza się z czasem



### Rozpoczynamy zasilanie oczyszczalni ściekami

- Ścieki zawierają związki organiczne i wszystkie makro i mikroelementy
- Ścieki zawierają również bakterie

### Usuwanie przyrostu osadu

- Brak odbioru osadu nadmiernego do czasu uzyskania odpowiedniej ilości osadu czynnego

**Węzeł gospodarki osadowej**  
(zagęszczanie, fermentacja, odwadnianie, ...)

# Pytania do wykładu – część dot. osadu czynnego

---

1. Dlaczego możliwość separacji biomasy ma kluczowy wpływ na wielkość oczyszczalni?
2. Jakie dwa główne skutki będzie miała awaria lub wyłączenie osadników wtórnych?  
Co się stanie na oczyszczalni?
3. Jaką rolę pełni recyrkulacja osadu?
4. Co się stanie gdy recyrkulacja osadu zostanie wyłączona?
5. Co to jest osad nadmierny?
6. Dlaczego odbieramy osad nadmierny?
7. Jaką rolę pełni blok biologiczny?
8. Filmiki dotyczące osadu czynnego:
9. <https://www.youtube.com/watch?v=rJ6hf14MBYU>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=bVjefb6C5cA>
11. <https://www.youtube.com/watch?v=3fIM6rAUk10>
12. <https://www.youtube.com/watch?v=oBMVXXXTne0>
13. [https://www.youtube.com/watch?v=4abOOpbK2-M&ab\\_channel=TEN-TechnologyforENvironment](https://www.youtube.com/watch?v=4abOOpbK2-M&ab_channel=TEN-TechnologyforENvironment)
14. [https://www.youtube.com/watch?v=5uuQ77vAV\\_U&ab\\_channel=MITK12Videos](https://www.youtube.com/watch?v=5uuQ77vAV_U&ab_channel=MITK12Videos)
15. Historia osadu czynnego: <http://www.iwa100as.org/history.php>



# **Złoża biologiczne**

# Złóża biologiczne

## Idea

### Zraszacze

- Równomiernie rozprowadzają ścieki po złożu

### Wypełnienie

- Sztuczne lub naturalne
- Duża powierzchnia
- Na nim osadza się biofilm

### Dopływ ścieków

### Ruszt

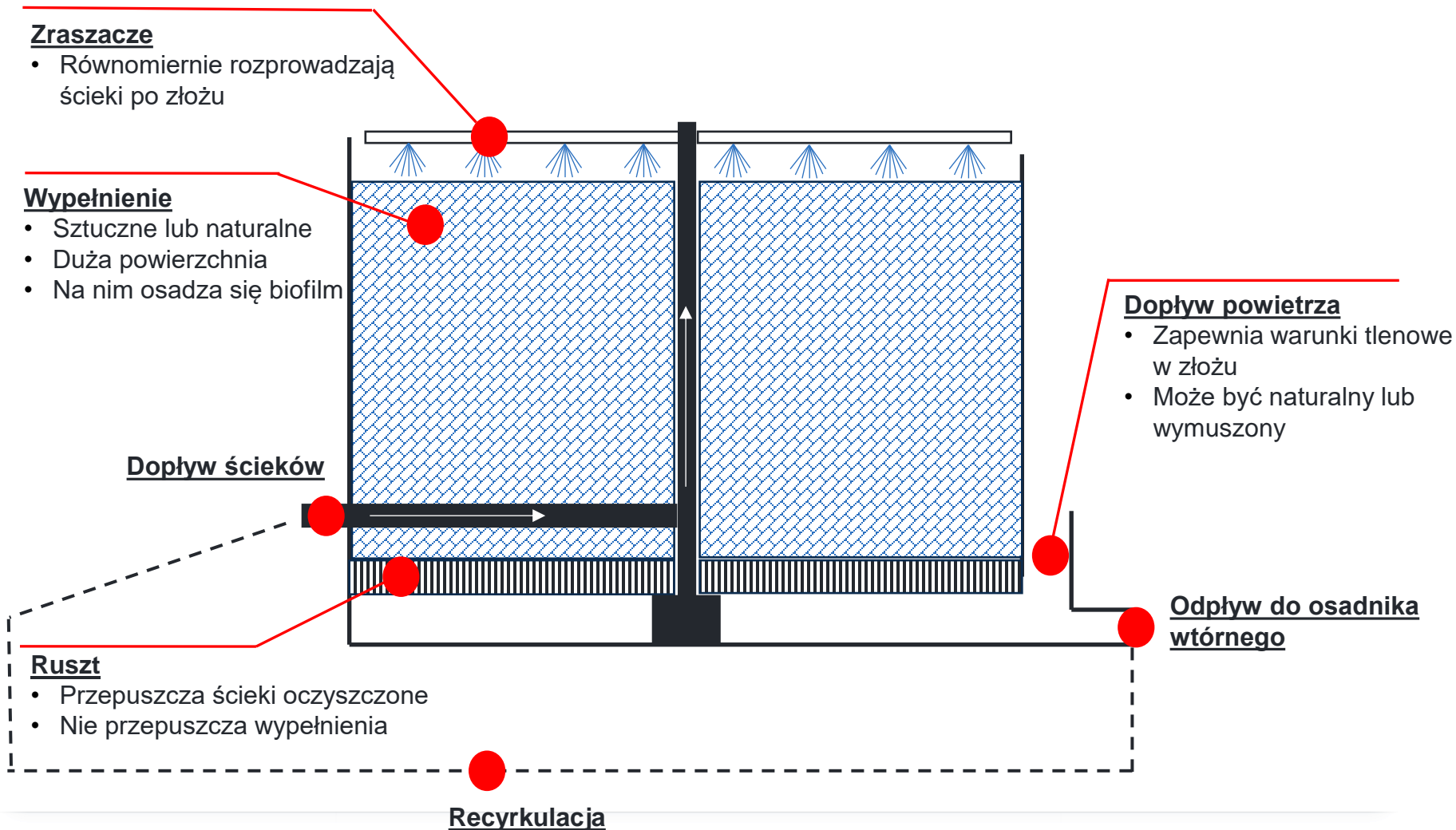
- Przepuszcza ścieki oczyszczone
- Nie przepuszcza wypełnienia

### Dopływ powietrza

- Zapewnia warunki tlenowe w złożu
- Może być naturalny lub wymuszony

### Odpływ do osadnika wtórnego

### Recyrkulacja



# Złóża biologiczne

Idea

---





# Złoża biologiczne

Wypełnienie - naturalne

---

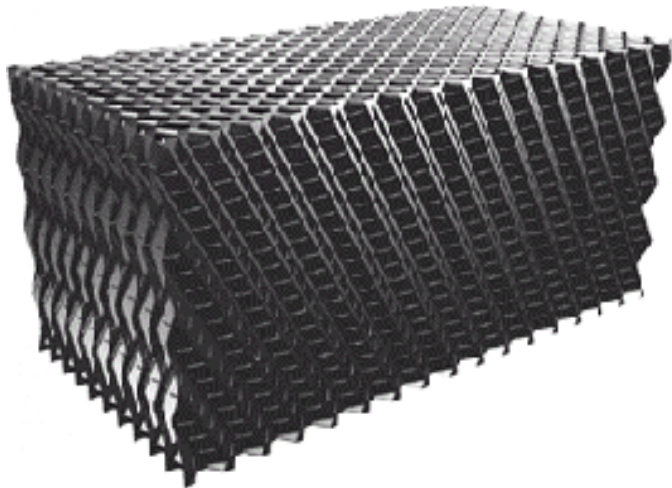




# Złoża biologiczne

Wypełnienie - sztuczne

---





# Złóża biologiczne

## Wypełnienie – najważniejsze parametry

---

1. Najważniejszą rolą wypełnienia złoża jest zapewnienie warunków dla rozwoju dużej ilości biofilmu
2. Najważniejszy parametr: powierzchnia właściwa
3. Powierzchnia właściwa zależy od materiału i może przekraczać  $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$
4. Duża porowatość pozwala na swobodny przepływ powietrza

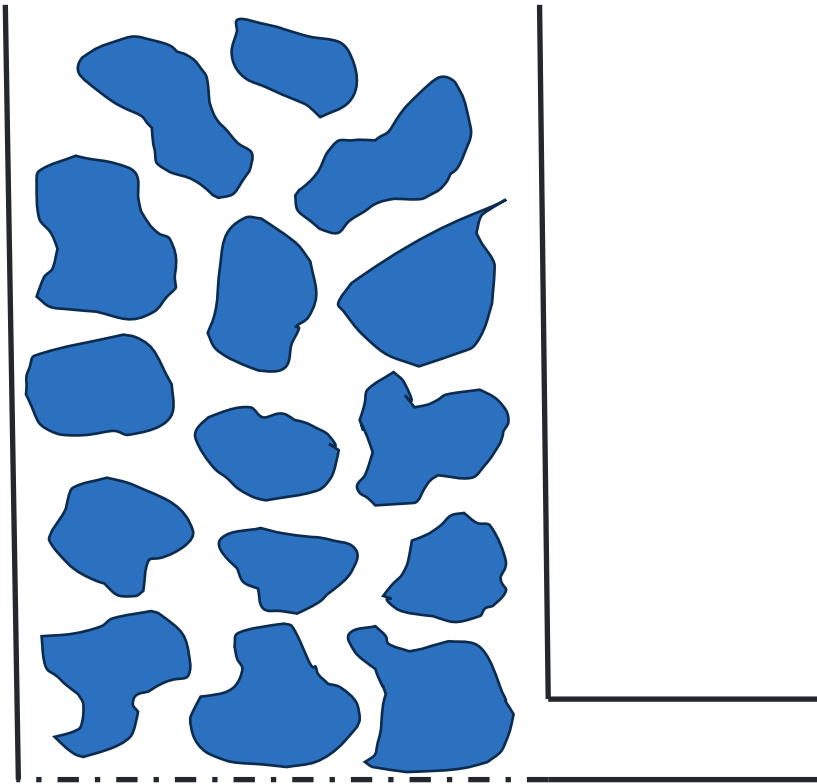
Rodzaj złoża	Powierzchnia właściwa, $\text{m}^2/\text{m}^3$	Porowatość, %
Tłuczeń kamienny	50	55
Plastikowe	100 i więcej	95

# Złoża biologiczne

## Zasada działania

---

Miejsce na własne notatki

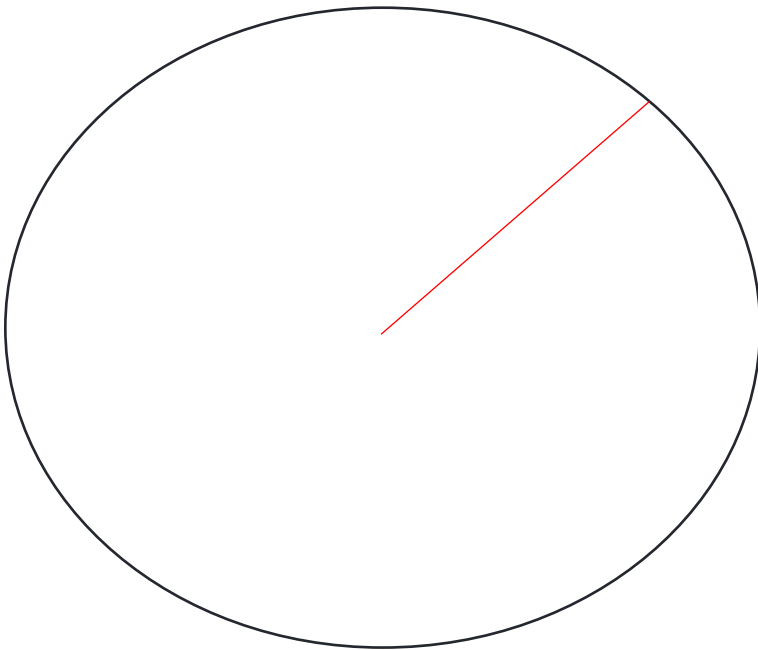


# Złoża biologiczne

Zasada działania - zraszacz

---

Miejsce na własne notatki



# Złóża biologiczne

## Parametry projektowe

Parametr	Jednostka	Usuwanie BZT - Niskie obciążenie	Usuwanie BZT - Wysokie obciążenie BZT	Usuwanie BZT - Wysokie obciążenie BZT	Usuwanie BZT z nitryfikacją
Skuteczność usuwania BZT	%	80-90	80-90	70-90	85-90
Typ złoża	-	Tłuczeń	Tłuczeń	Plastikowe	Plastikowe
Wentylacja	-	Naturalna	Wymuszona	Wymuszona	Wymuszona
Obciążenie BZT	kg BZT/m <sup>3</sup> d	0.08-0.3	0.6-1.6	0.6-2.4	0.08-0.4
Obciążenie hydrauliczne	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d	1-4	4-40	15-75	5-16
Recyrkulacja	%Q	Do 100	100 do 200	100 do 200	100 do 200
Głębokość	m	1-2.5	1-2.5	3-12	3-12

# Złóża biologiczne

## Inne technologie

---

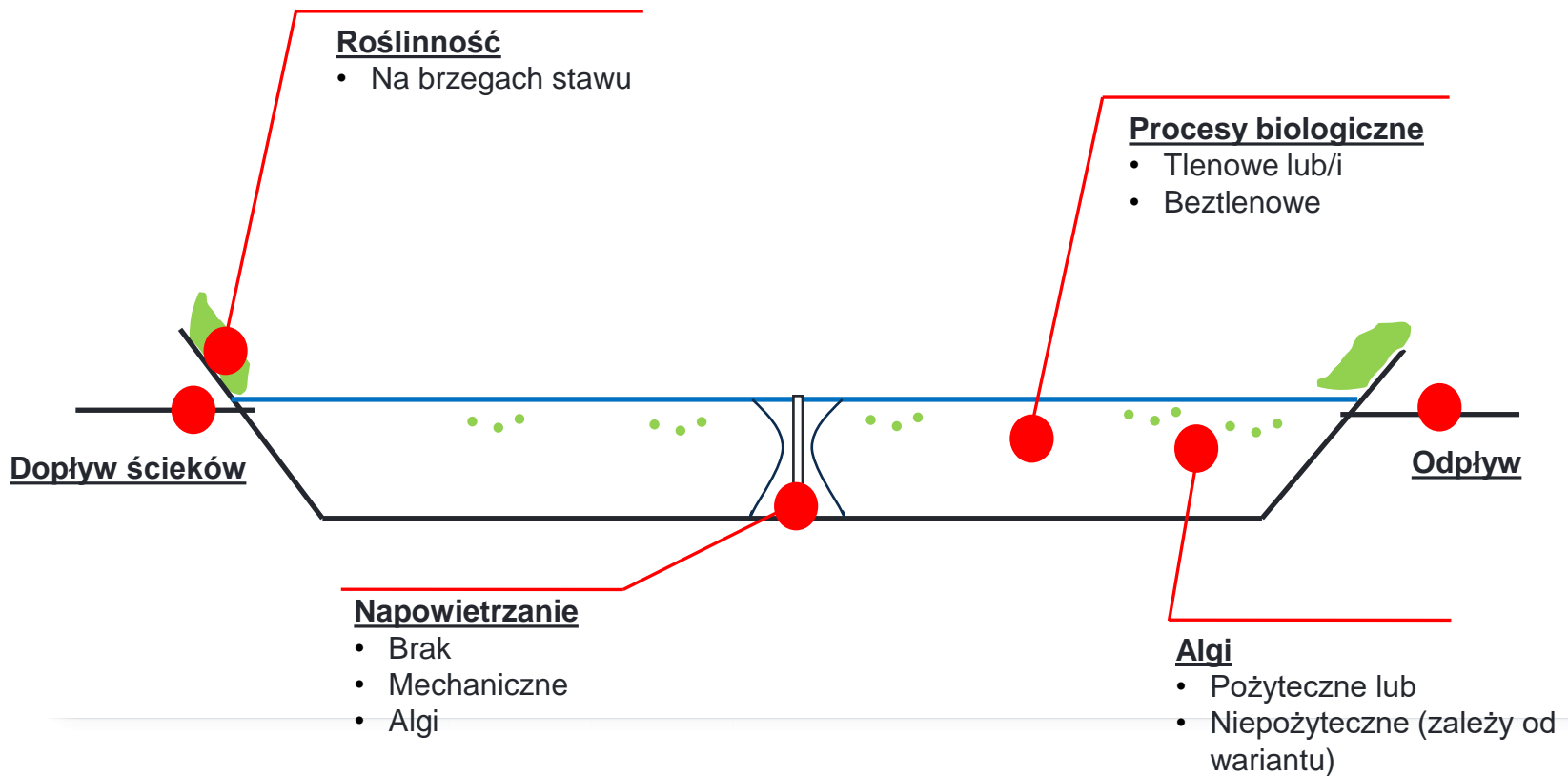
1. IFAS- integrated fix bed activated sludge – kłata z kształtkami zanurzona w osadzie czynnym
2. MBBR – moving bed bioreactor – reaktor z ruchomymi kształtami pływającymi w reaktorze
3. Stawy denitryfikacyjne – złoża stosowane do doczyszczania ścieków



# **Stawy biologiczne**

# Stawy biologiczne

## Idea



# Stawy biologiczne

## Idea

---



# Stawy biologiczne

## Stawy beztlenowe

---

Rysunek własny

# **Stawy biologiczne**

Stawy beztlenowo/tlenowe

---

Rysunek własny



# Stawy biologiczne

## Stawy tlenowe

---

Rysunek własny

# Stawy biologiczne

## Porównanie

Proces	Zalety	Wady
Laguny beztlenowe	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prosta konstrukcja</li><li>• Niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne</li><li>• Prosta obsługa</li><li>• Niewielka produkcja osadów</li><li>• Możliwość odzysku metanu</li><li>• Uśrednianie składu</li><li>• Rozcieńczanie inhibitorów</li><li>• Zniszczenie patogenów</li><li>• Dość uniwersalne</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Duże objętości</li><li>• Duże pole powierzchni (++++)</li><li>• Słaba kontrola procesu</li><li>• Duży potencjał odorowy</li><li>• Możliwa niska jakość ścieków oczyszczonych</li></ul>

# Stawy biologiczne

## Porównanie

---

Proces	Zalety	Wady
Laguny tlenowo/beztlenowe	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prosta konstrukcja</li><li>• Niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne</li><li>• Prosta obsługa</li><li>• Niewielka produkcja osadów</li><li>• Zniszczenie patogenów</li><li>• Możliwość usuwania azotu i fosforu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Duże objętości</li><li>• Duże pole powierzchni (++)</li><li>• Trudna kontrola procesu</li><li>• Potencjał odorowy</li></ul>

# Stawy biologiczne

## Porównanie

---

Proces	Zalety	Wady
Laguny tlenowe	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prosta konstrukcja</li><li>• Niskie koszty inwestycyjne</li><li>• Dobra jakość ścieków oczyszczonych</li><li>• Prosta obsługa</li><li>• Niewielka ilość odorów</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zauważalne koszty eksploatacyjne</li><li>• Spora powierzchnia (+)</li></ul>

# Pytania do wykładu – część dot. złóż biologicznych i stawów

---

1. Opisz zasadę działania złoża biologicznego?
2. Do czego w złożu biologicznym służy recyrkulacja?
3. Jaki jest mechanizm napowietrzania złoża?
4. Dlaczego występowanie nitryfikantów w złożu zależy od jego obciążenia?
5. Jakie znasz rodzaje lagun ściekowych?
6. Opisz działania laguny beztlenowej
7. Opisz działanie laguny tlenowo/beztlenowej
8. Opisz działanie laguny tlenowej