

KAMIL JANIAK

OSAD CZYNNY I INNE METODY BIOLOGICZNEGO OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW

Oczyszczanie ścieków podstawy - kurs
Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika
Wrocławska

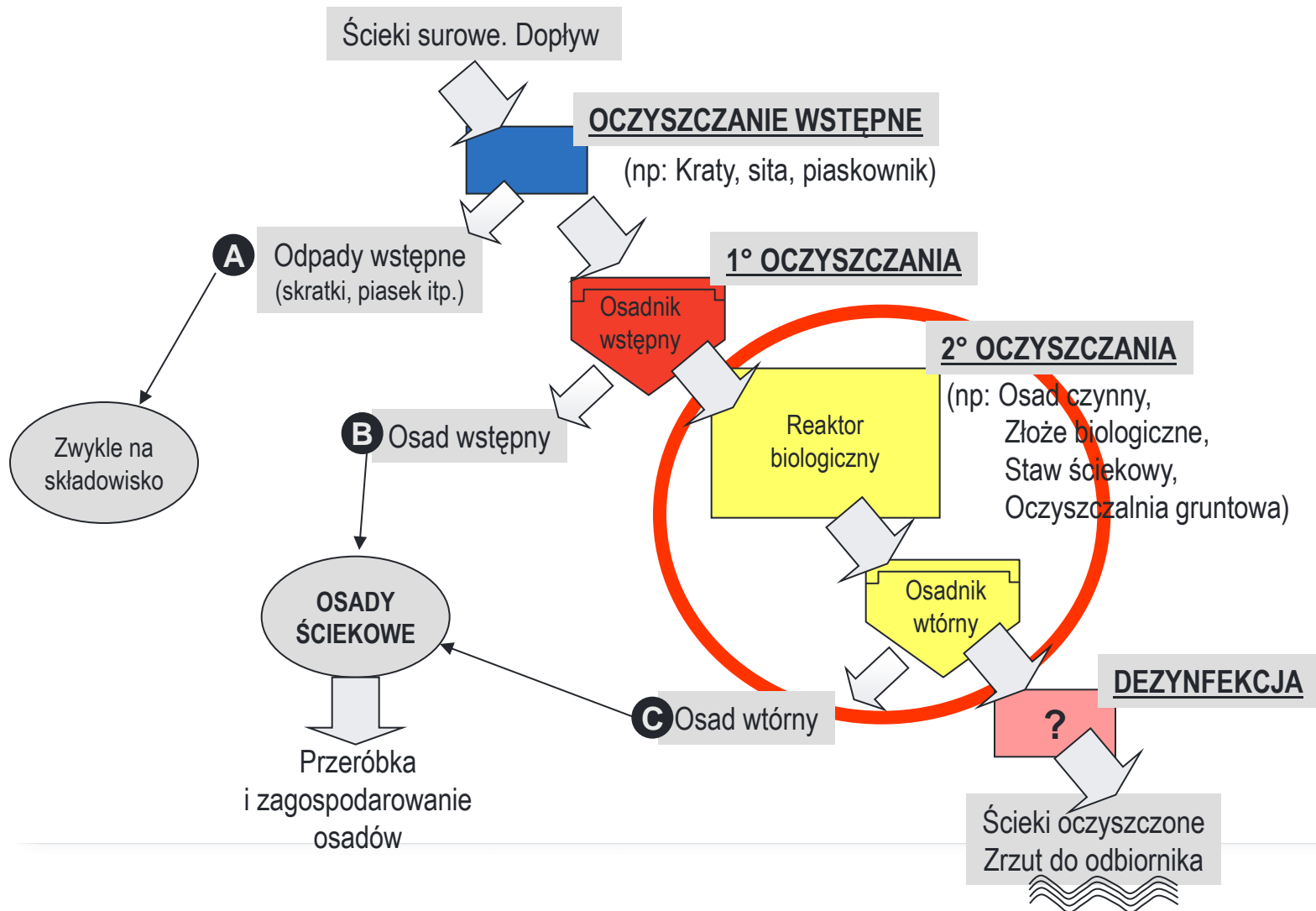
WROCŁAW, 2025



Plan prezentacji

1. Osad czynny
2. Złoża biologiczne i stawy biologiczne

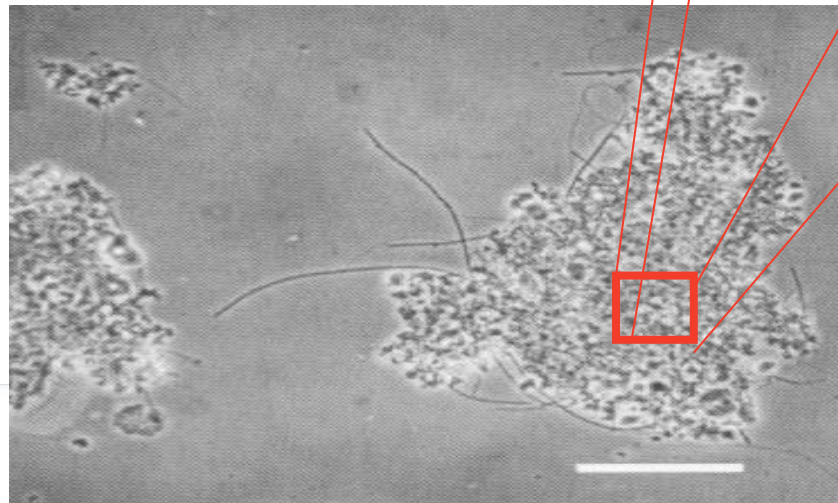
Najważniejsze elementy oczyszczalni ścieków



Osad czynny

Czym jest osad czynny?

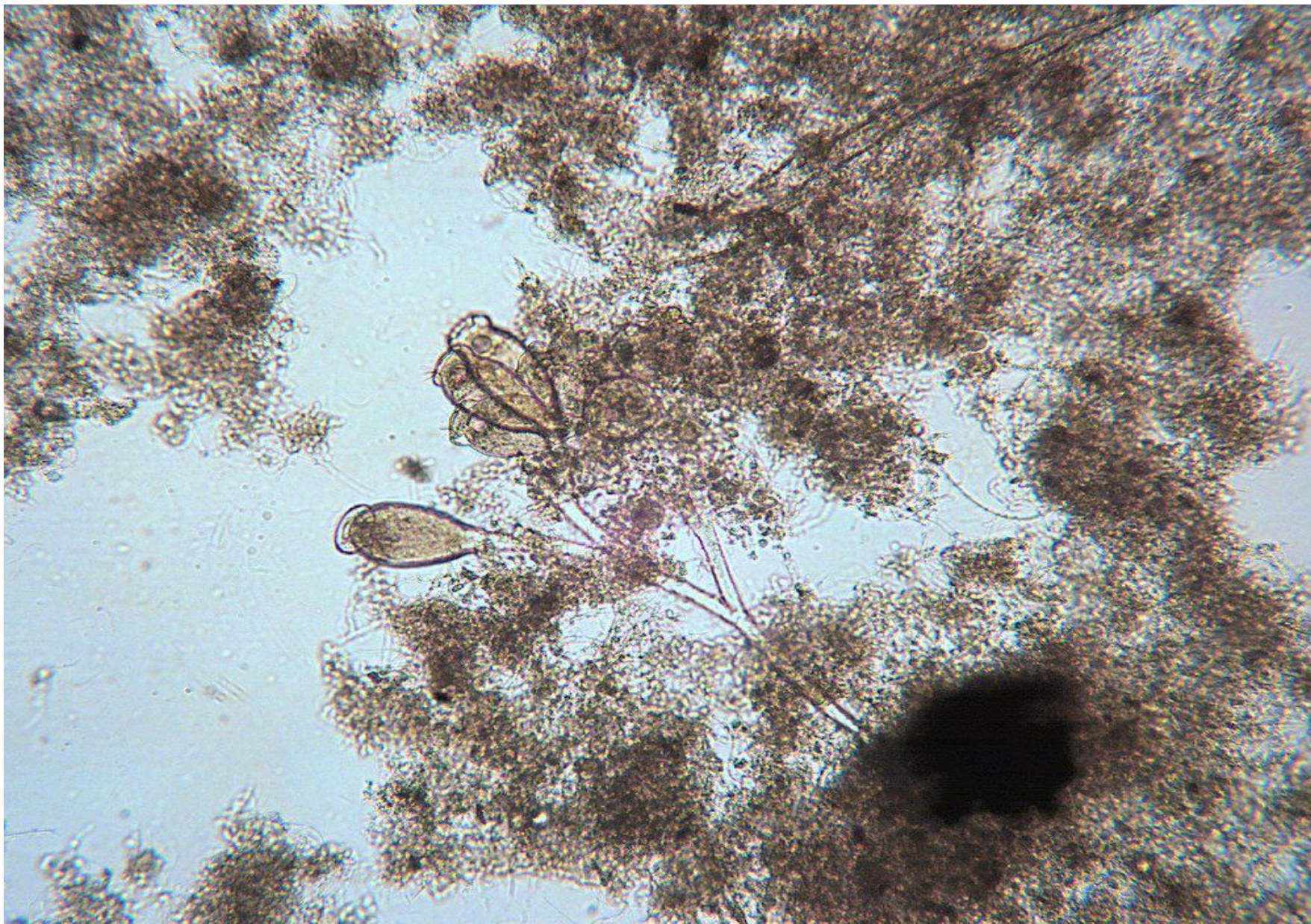
- Sflokulowana masa mikroorganizmów (głównie bakterii) oraz martwej materii organicznej i nieorganicznej
- Wielkość kłaczków $\sim 10\text{-}300\mu\text{m}$
- Bakterie otoczone substancją polimerową
- Złożony system heterogeniczny



Powiększenie 15000 x



Czym jest osad czynny?



Czym jest osad czynny?



Czym jest osad czynny?

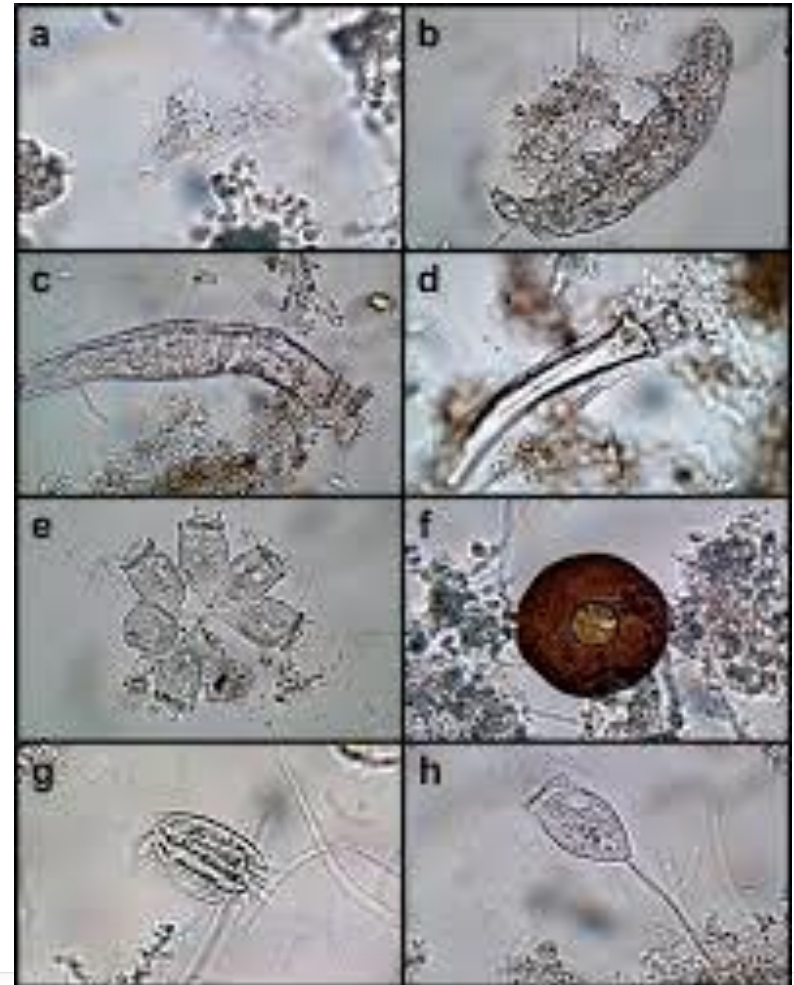


Powstawanie osadu czynnego - mechanizm

Powstawanie osadu czynnego - mechanizm

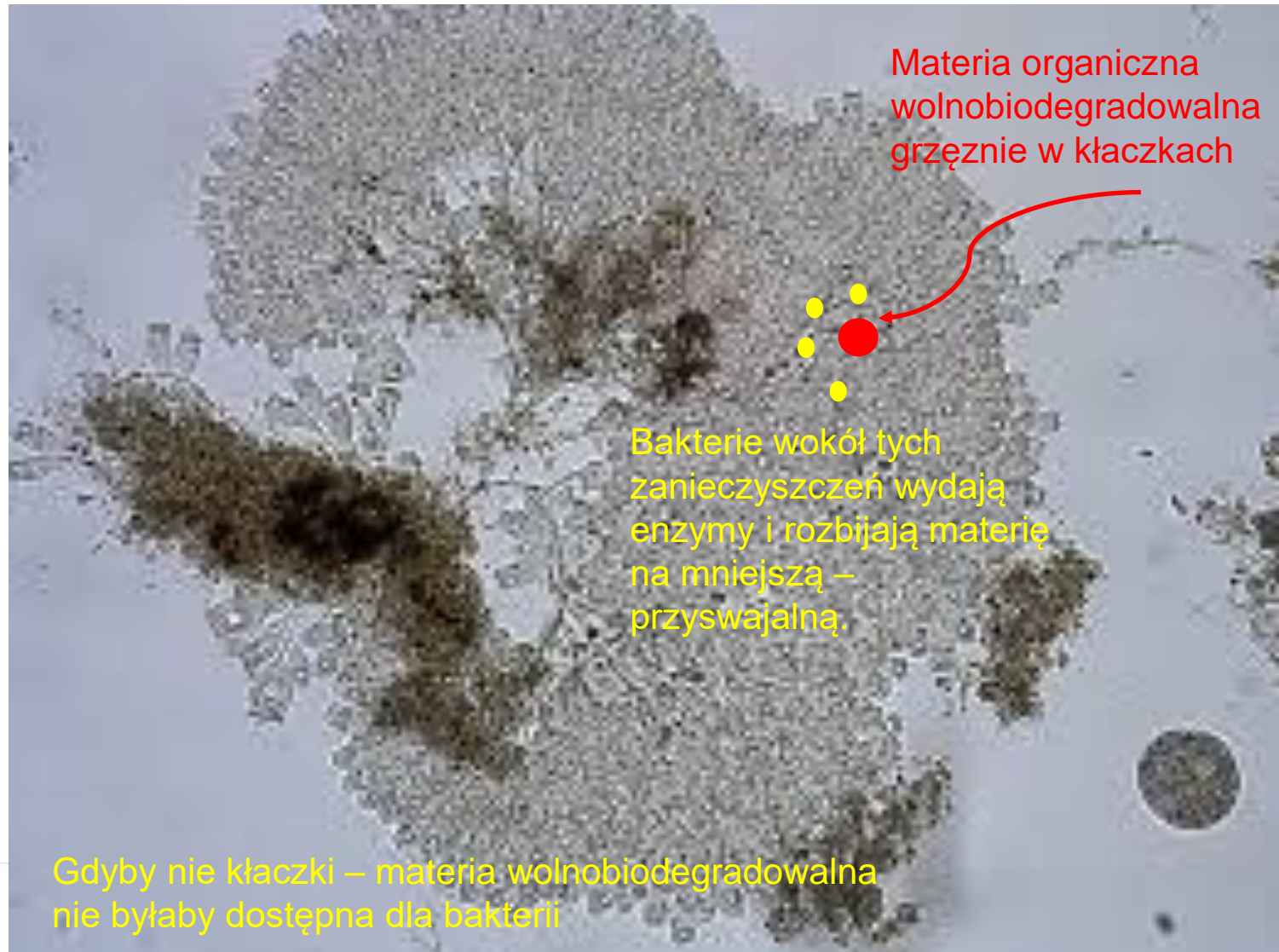
Pierwotniaki

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



Powstawanie osadu czynnego - mechanizm

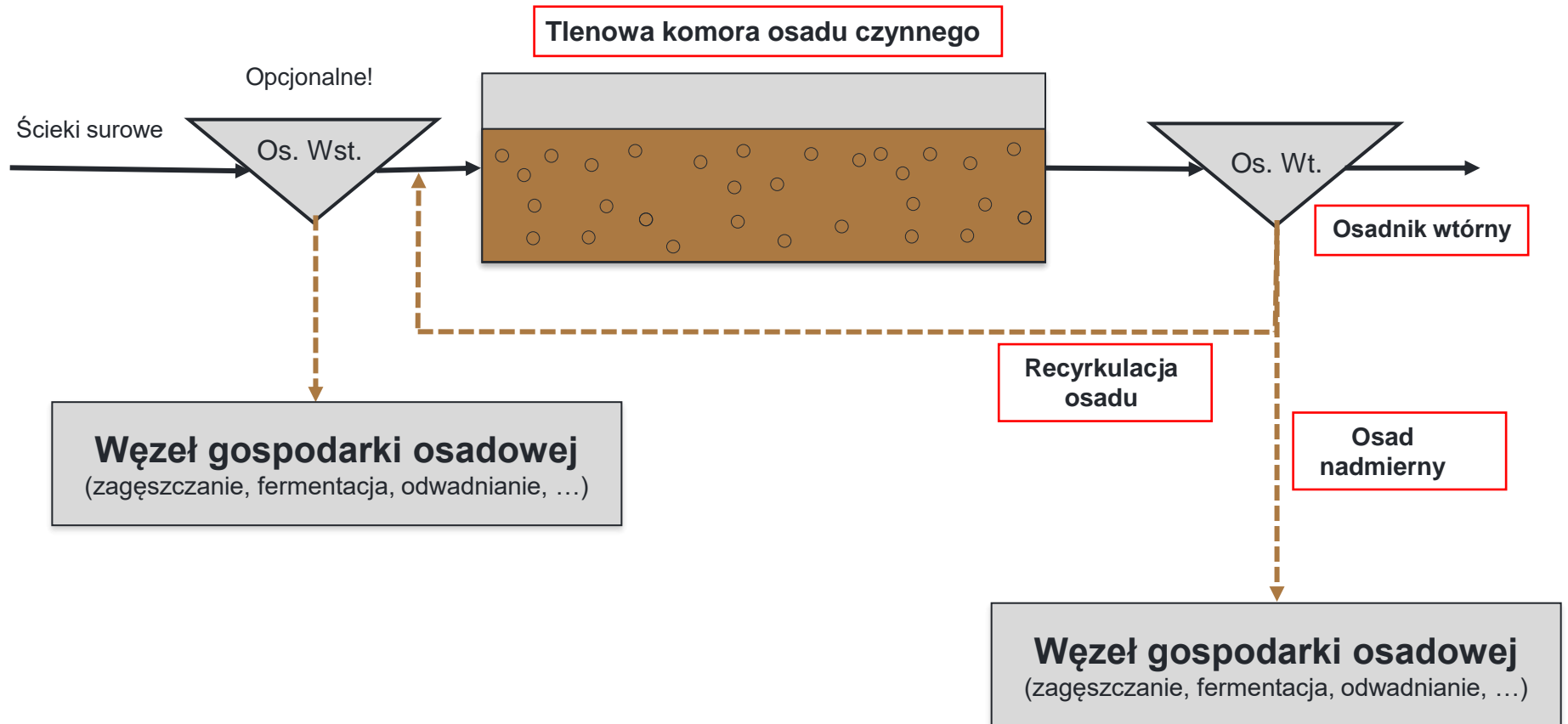
Dostęp do materii wolnobiodegradowalnej



Podstawowy układ osadu czynnego

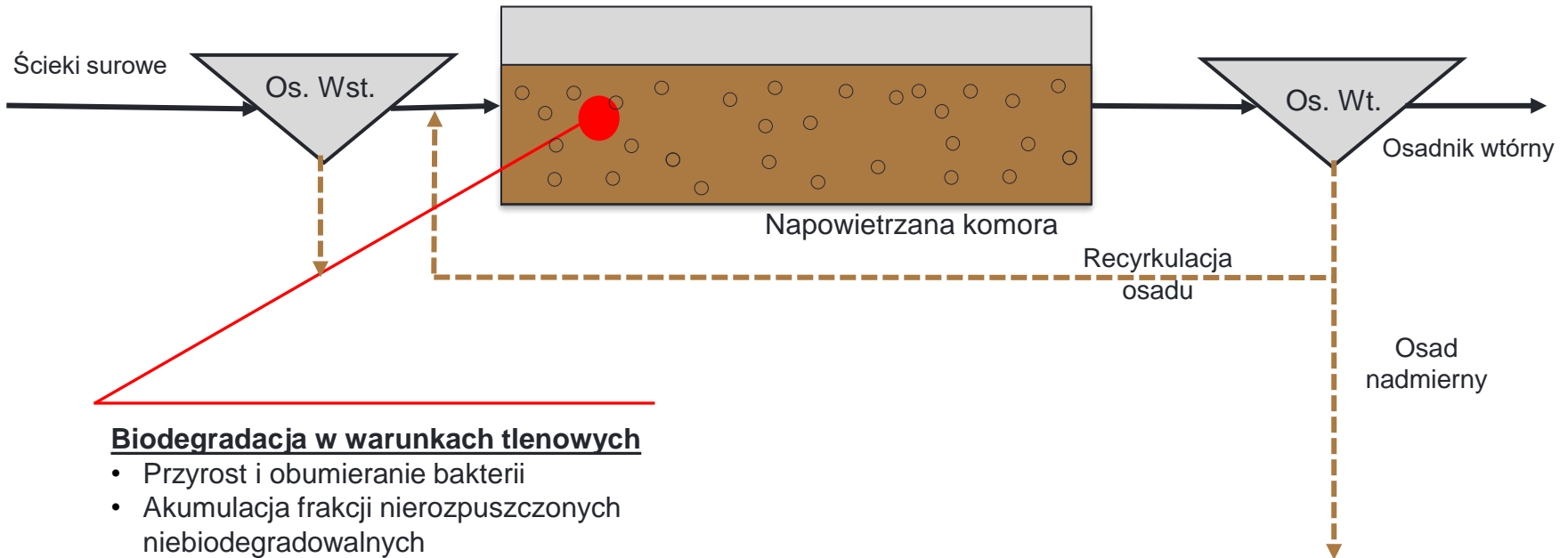
Podstawowy układ osadu czynnego

Budowa



Podstawowy układ osadu czynnego

Przemiany w reaktorze

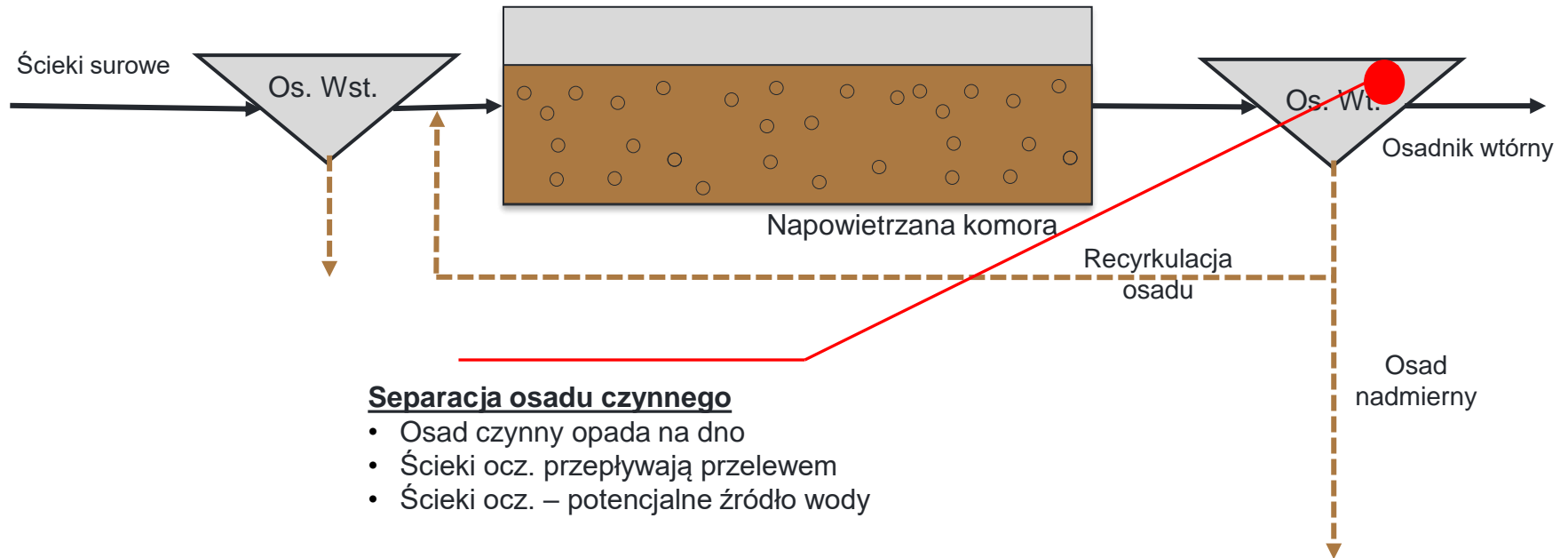


Biodegradacja w warunkach tlenowych

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

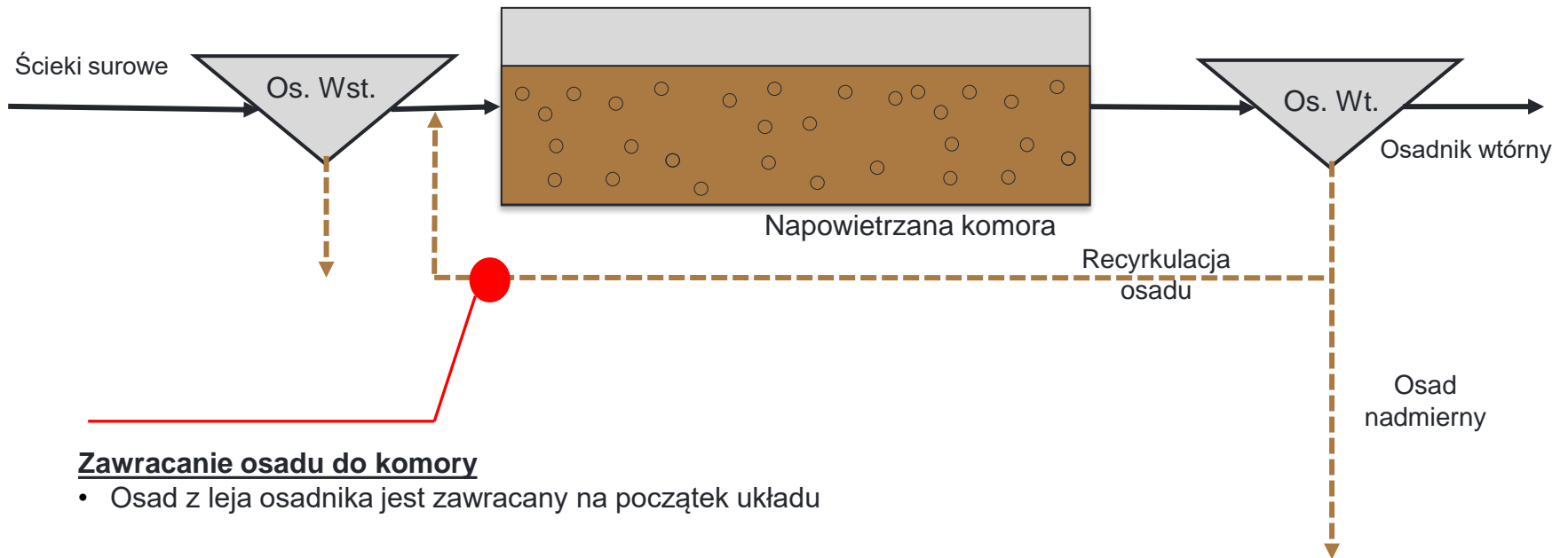
Podstawowy układ osadu czynnego

Rola osadnika wtórnego



Podstawowy układ osadu czynnego

Rola recyrkulacji osadu

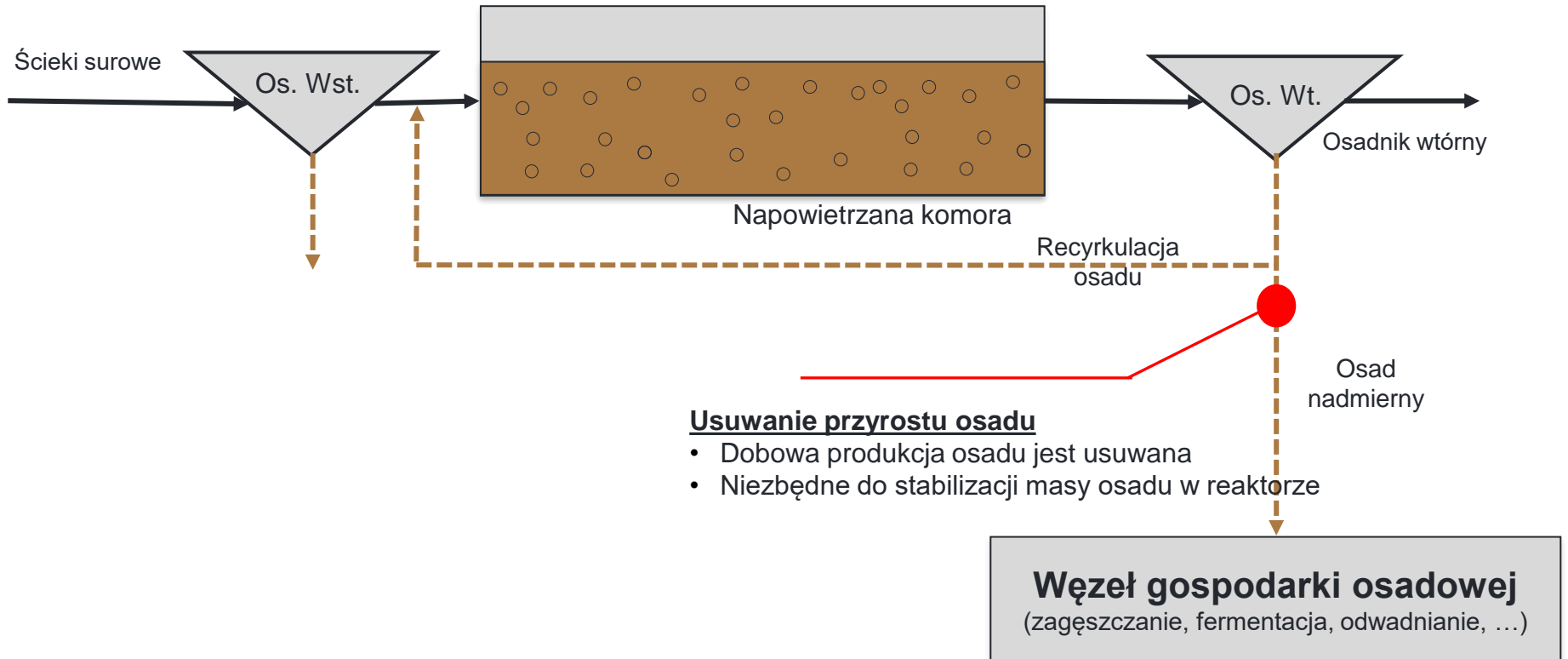


Zawracanie osadu do komory

- Osad z leja osadnika jest zawracany na początek układu

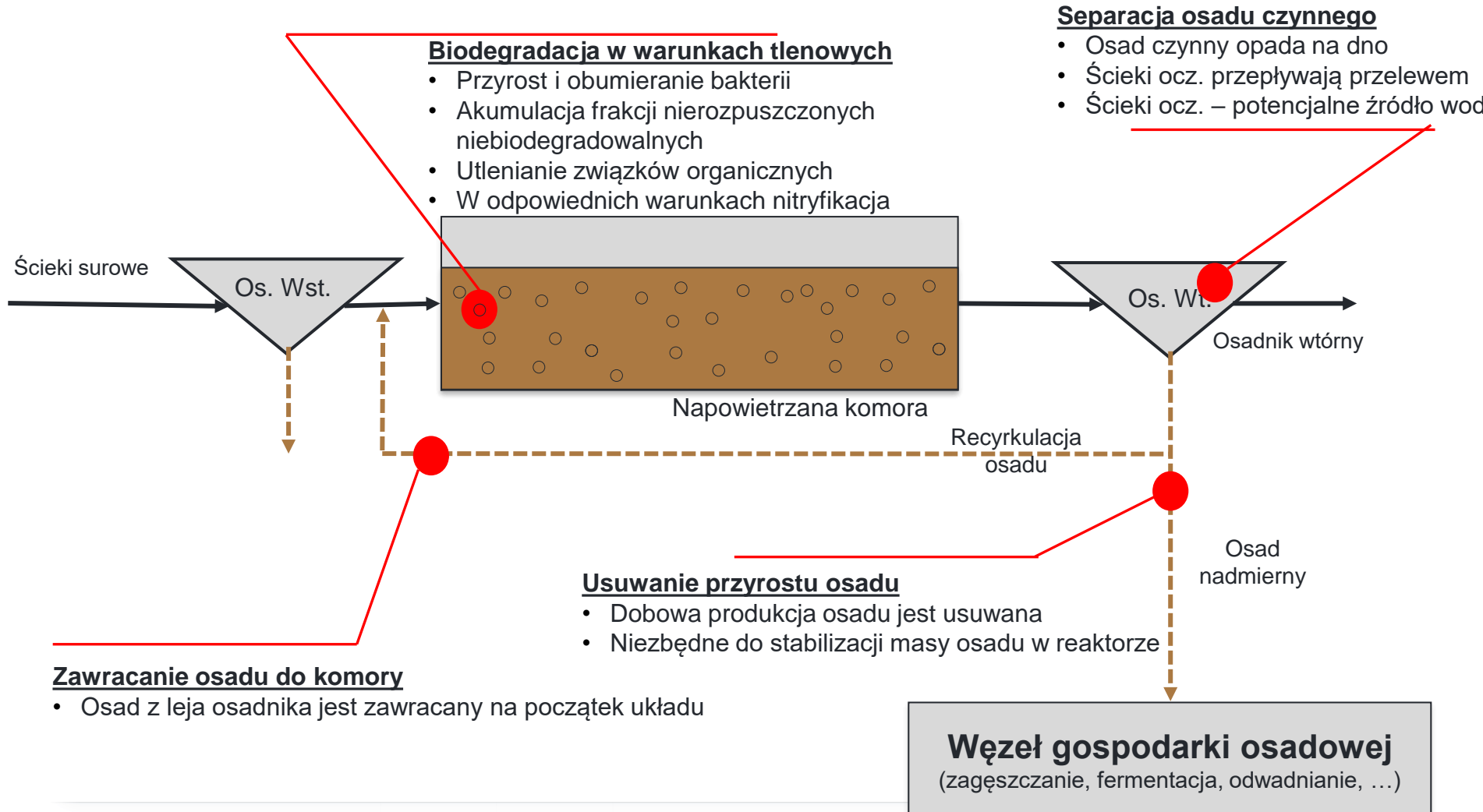
Podstawowy układ osadu czynnego

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

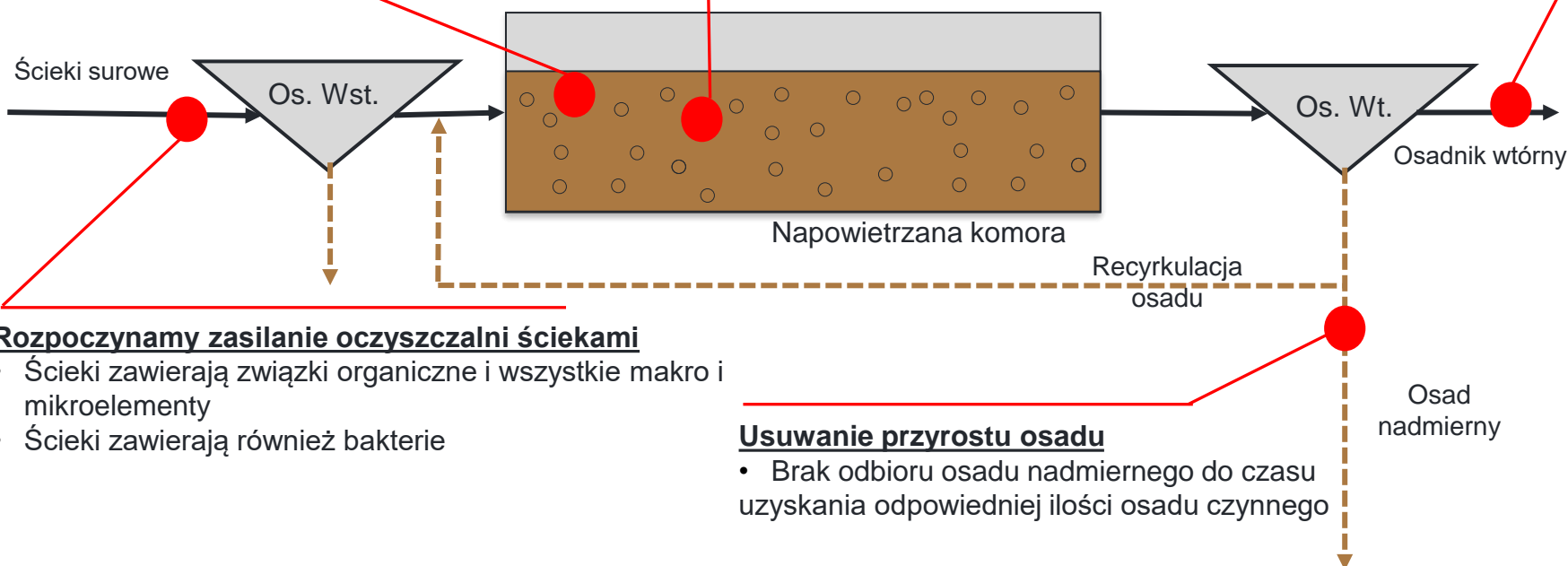
- W praktyce rozruch przyspiesza się w oparciu o osad z innej oczyszczalni

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
14. 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

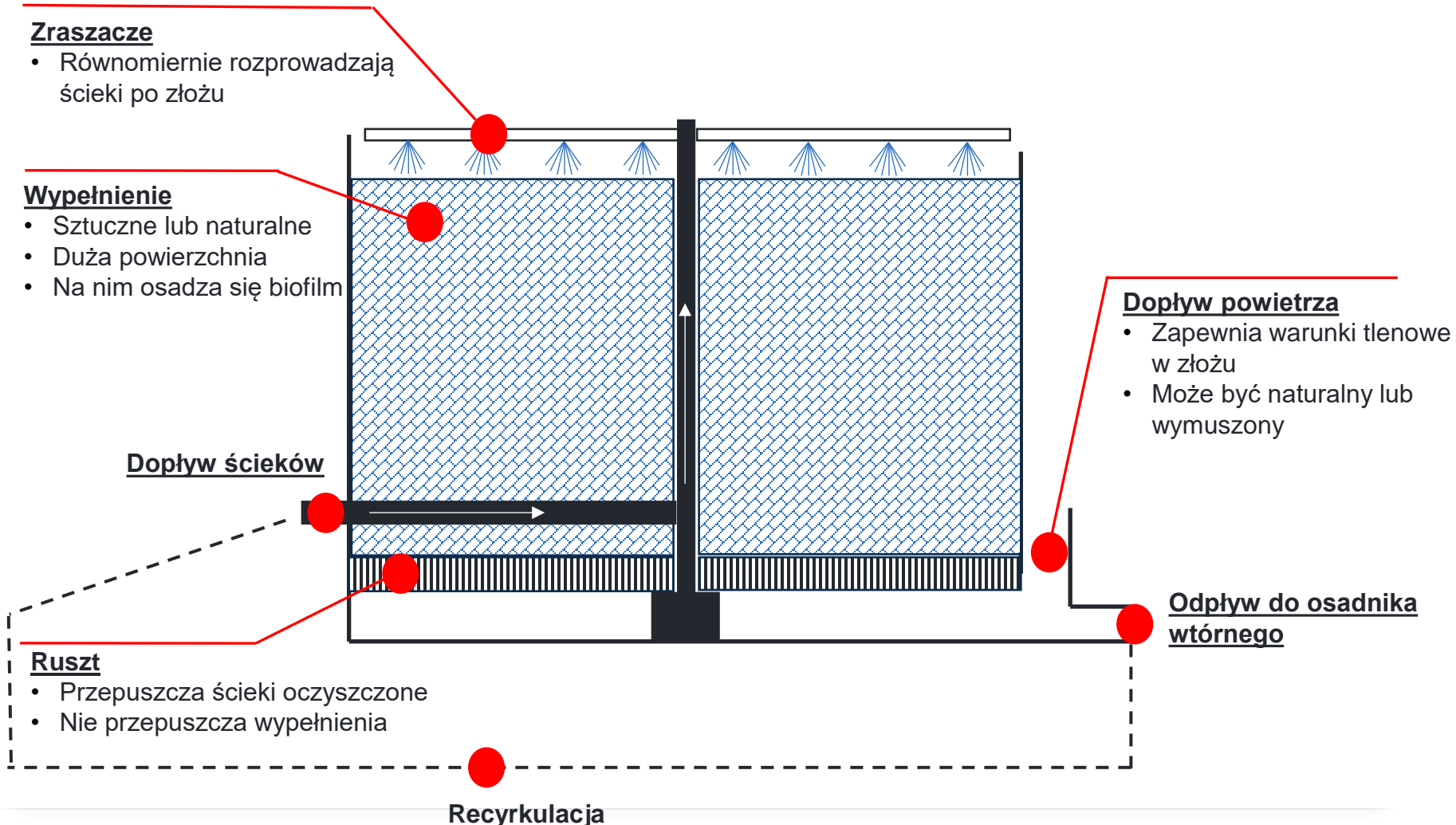
- Przepuszcza ścieki oczyszczone
- Nie przepuszcza wypełnienia

Dopływ powietrza

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

Odpływ do osadnika wtórnego

Recyrkulacja



Złóża biologiczne

Idea



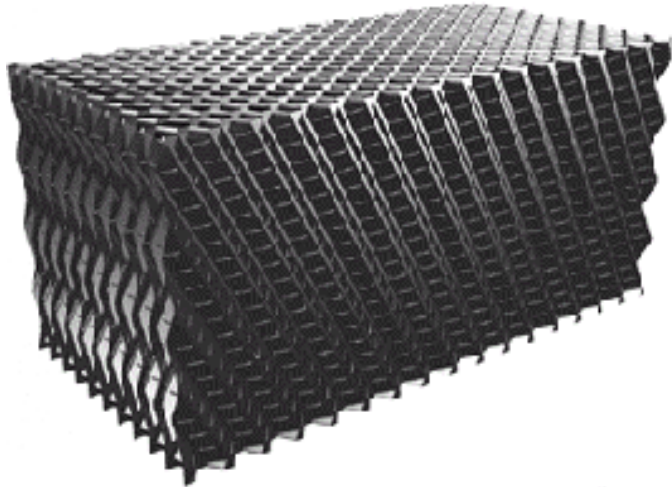
Złoża biologiczne

Wypełnienie - naturalne



Złoża biologiczne

Wypełnienie - sztuczne



Złóża biologiczne

Wypełnienie – najważniejsze parametry

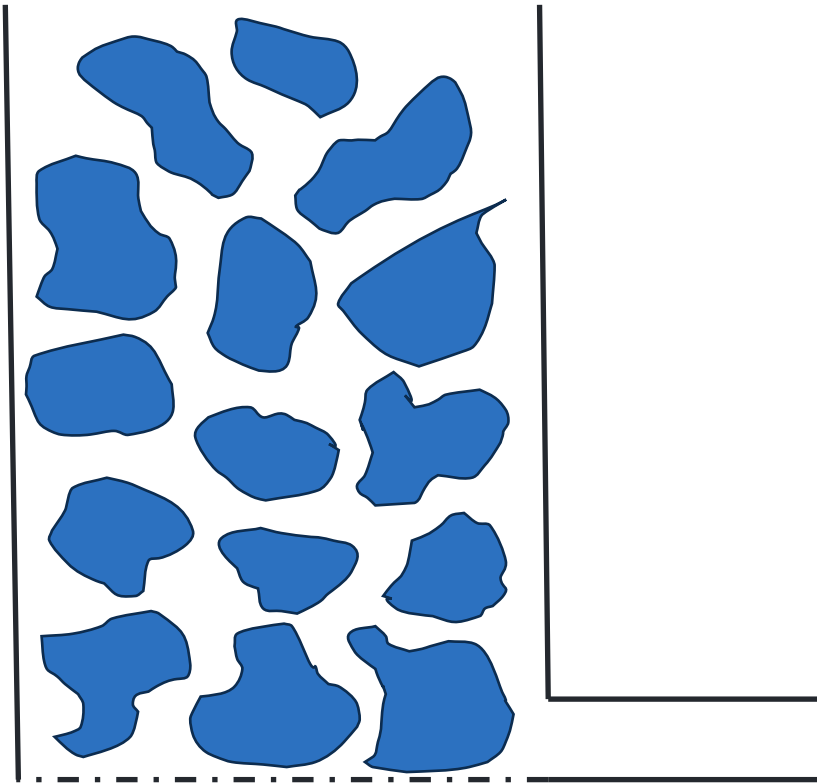
1. Najważniejszą rolą wypełnienia złoża jest zapewnienie warunków dla rozwoju dużej ilości biofilmu
2. Najważniejszy parametr: powierzchnia właściwa
3. Powierzchnia właściwa zależy od materiału i może przekraczać $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$
4. Duża porowatość pozwala na swobodny przepływ powietrza

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

Złoża biologiczne

Zasada działania

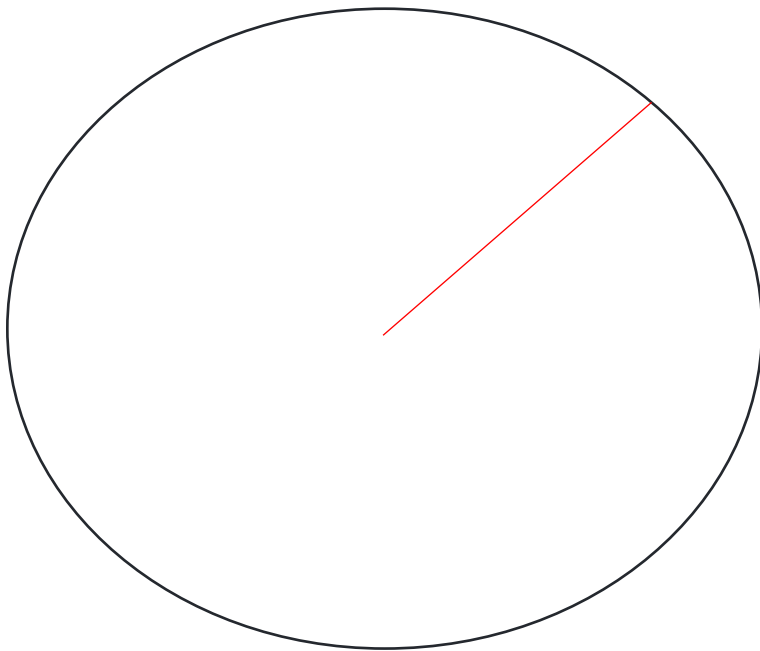
Miejsce na własne notatki



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 nityfikacją
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 ³ d	0.08-0.3	0.6-1.6	0.6-2.4	0.08-0.4
Obciążenie hydrauliczne	m ³ /m ² 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

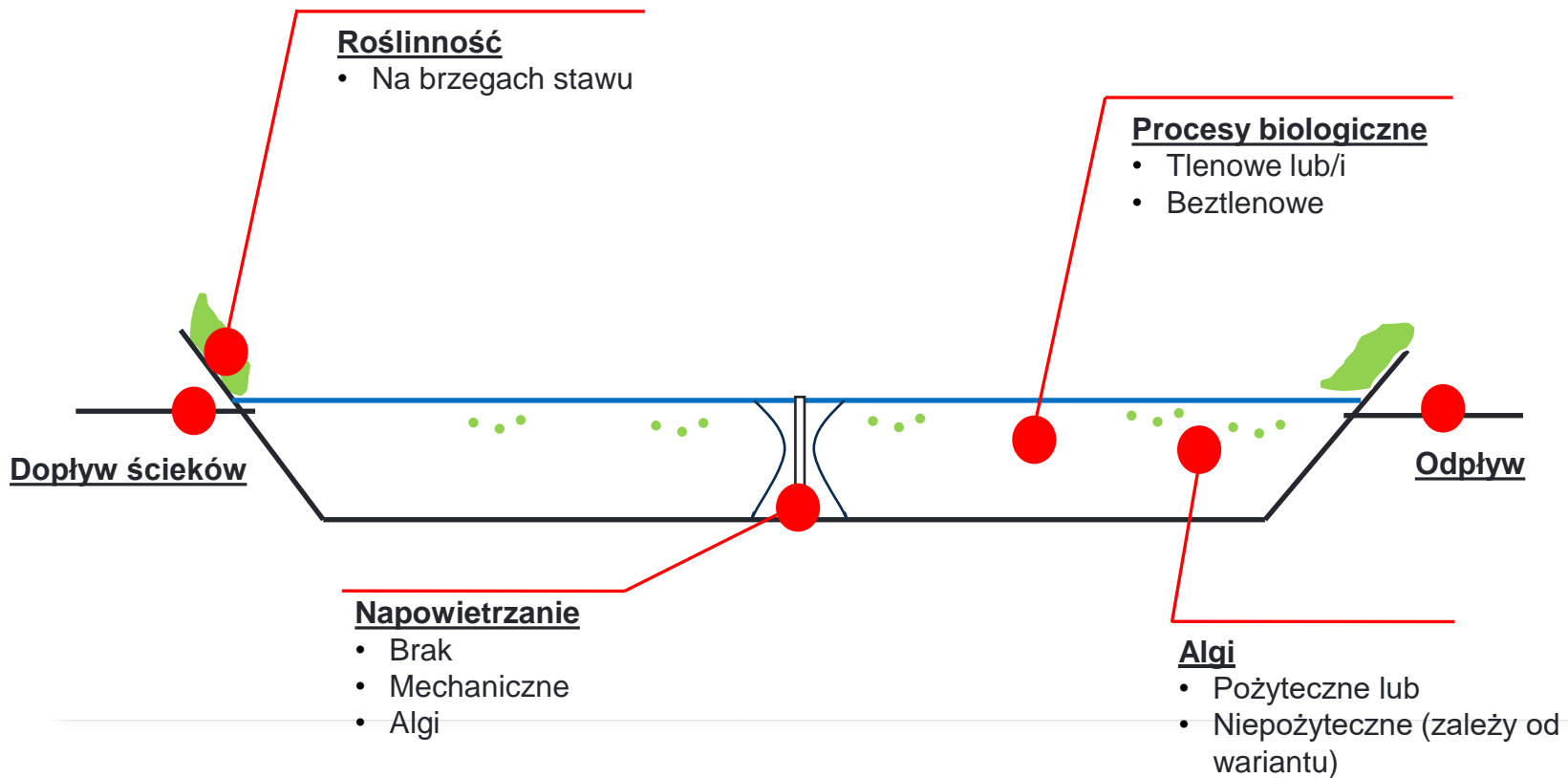
Inne technologie

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

Stawy biologiczne

Porównanie

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

Stawy biologiczne

Porównanie

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

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