

Oczyszczanie Ścieków

WYKŁAD 12



Politechnika Wroclawska

Napowietrzanie ścieków

Informacje podstawowe

Cele napowietrzania:

- Napowietrzanie stosuje się do biologicznego oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego.
- Tlen jest substratem bioutleniania zanieczyszczeń organicznych.
- Tlenowy proces osadu czynnego ma za zadanie zmniejszenie stężenia nie opadających, rozpuszczonych i koloidalnych związków organicznych.
- Utrzymanie ścieków w stałym ruchu zapobiega opadaniu osadu czynnego na dno, gdzie brak tlenu spowodowałoby ich obumarcie.



Napowietrzanie ścieków

Systemy napowietrzania

Systemy napowietrzania reaktorów biologicznych

Napowietrzanie
względne

Dyfuzory
ceramiczne

Dyfuzory
membranowe

Napowietrzanie
pompowe
(strumienice)

Powierzchniowe

Aeratory
(pionowy wał)

Szczotki napowietrzające
(poziomy wał)

Rozwiązania
alternatywne

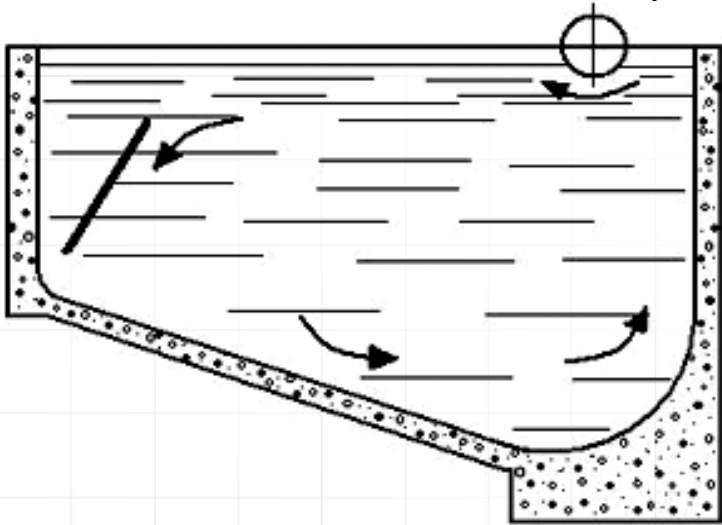
Napowietrzanie
czystym tlenem



Napowietrzanie ścieków

Napowietrzanie powierzchniowe

- Rozwiązanie powszechnie w latach 80.
- Obecnie stosowane coraz rzadziej
- Niska sprawność transferu tlenu (- - -)
- Niskie koszty inwestycyjne (+)
- Brak dodatkowych urządzeń w systemie napowietrzania (+)
- Możliwość mieszania i napowietrzania (+)



Napowietrzanie ścieków

Napowietrzanie powierzchniowe

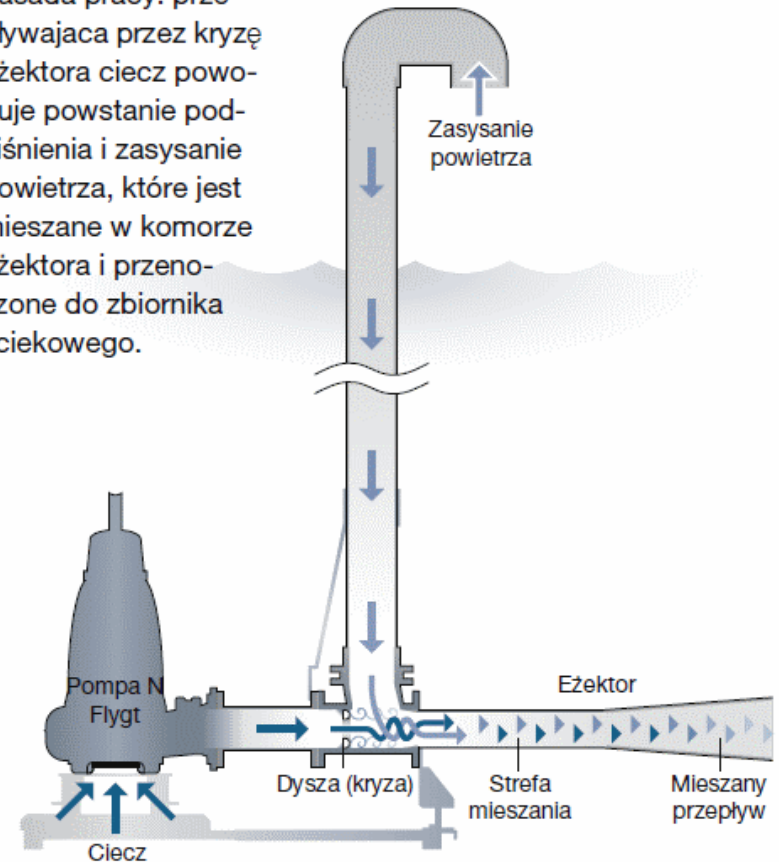


Napowietrzanie ścieków

Strumienice napowietrzające

- Rozwiązanie najczęściej spotykane w bardzo małych obiektach.
- Alternatywnie w miejscach gdzie wymagana jest niewielka ilość potrzebna do wprowadzenia do reaktora (zbiorniki retencyjne)
- Niskie koszty inwestycyjne (+)
- Brak dodatkowych urządzeń w systemie napowietrzania (+)
- Możliwość mieszania i napowietrzania (+)
- Niewielka ilość tlenu uzyskiwana przy funkcjonowaniu jednego urządzenia (- -)

Zasada pracy: przepływająca przez kryzę eżektora ciecz powoduje powstanie podciśnienia i zasysanie powietrza, które jest mieszane w komorze eżektora i przenieszone do zbiornika ściekowego.



Napowietrzanie ścieków

Strumienice napowietrzające



Napowietrzanie ścieków

Strumienice napowietrzające



Napowietrzanie ścieków

Napowietrzanie wgłębne

- Powietrze sprężone doprowadza się przez porowate płyty (tzw. filtrosy lub dyfuzory).
- Napowietrzanie powietrzem odbywa się poprzez grubopęcherzykowe, średniopęcherzykowe i **drobnopęcherzykowe** dyfuzory.
- Aby zwiększyć transfer tlenu do ścieków należy dyfuzory umieścić możliwie głęboko (na ile pozwoli na to technologia). Wydłuża się wtedy kontakt między pęcherzykami powietrza a ściekami oraz wzrasta koncentracja nasycenia tlenem przy wyższym ciśnieniu.



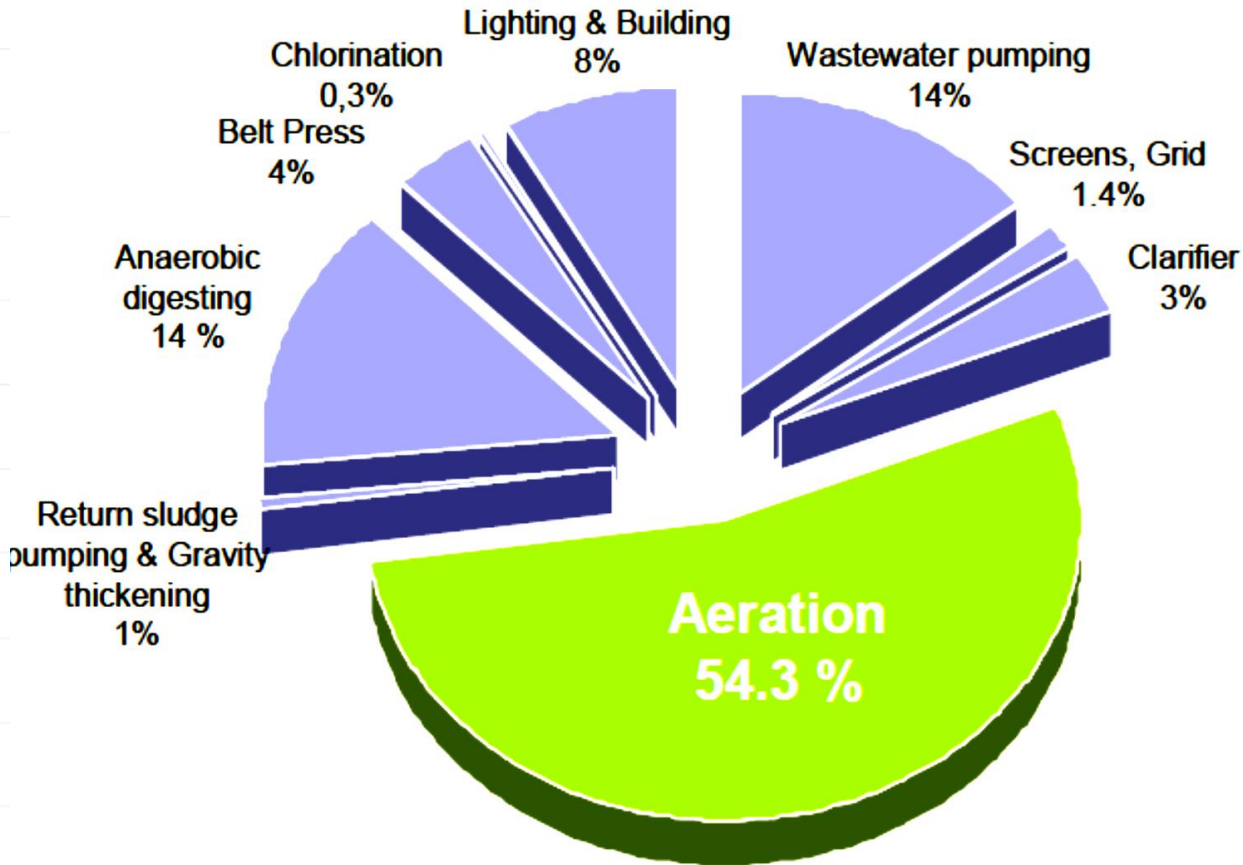
Napowietrzanie ścieków

Napowietrzanie wgłębne



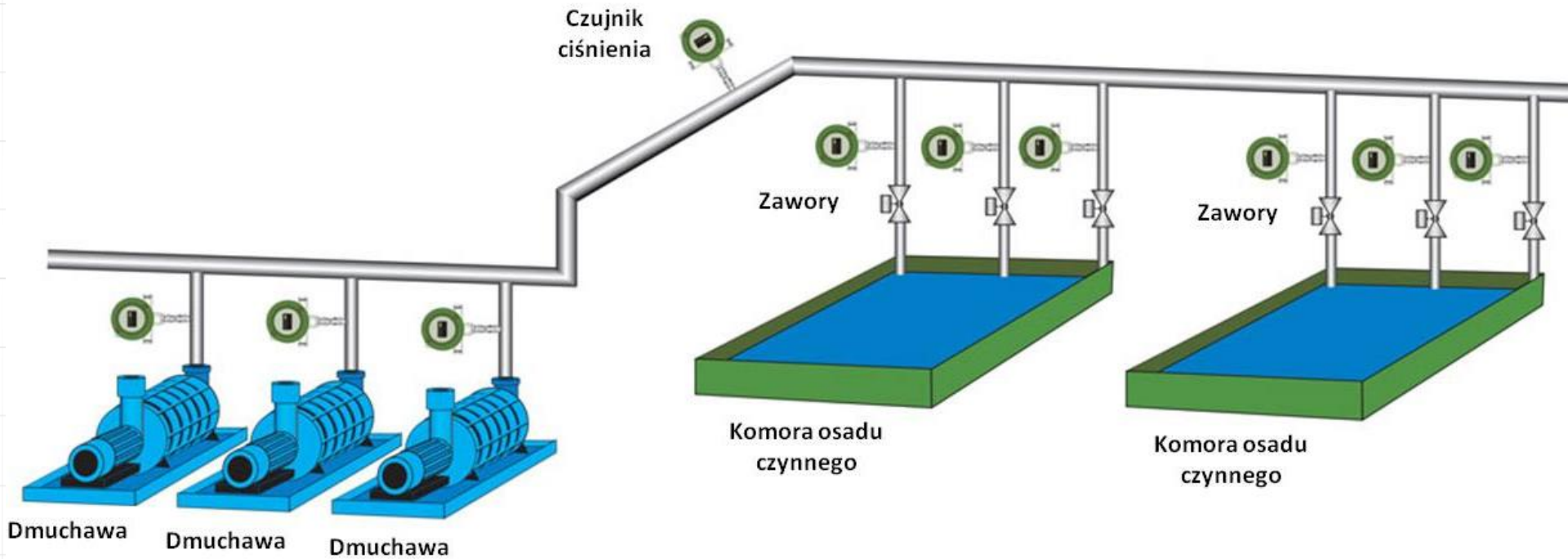
Ile energii zużywane jest na napowietrzanie ścieków?

Napowietrzanie wstępne



Napowietrzanie ścieków

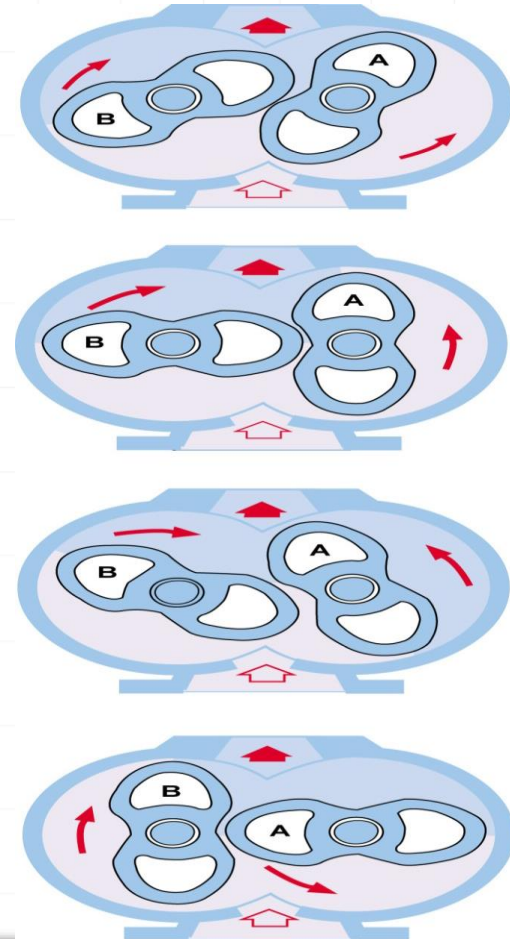
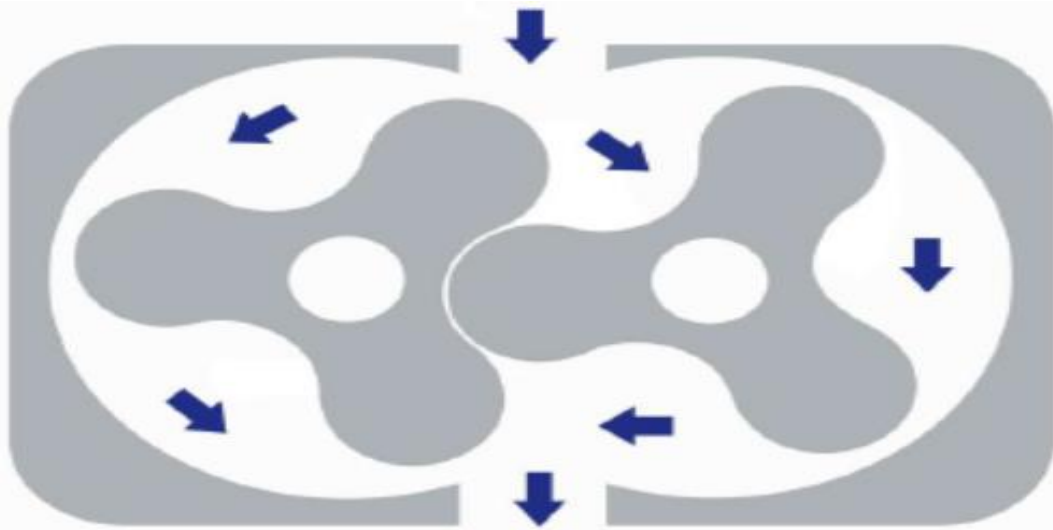
Stacja dmuchaw



Napowietrzanie ścieków

Dmuchawy - rootsa

- Inaczej dmuchawy wyporowe
- Małe i średnie oczyszczalnie
- Zasada działania analogiczna do pomp tłokowych



Napowietrzanie ścieków

Dmuchawy - Turbodmuchawy

- Inaczej dmuchawy odśrodkowe, wirowe, wirnikowe
- Średnie (granica się obniża) i duże oczyszczalnie ścieków
- Zasada działania analogiczna do pomp wirowych



Napowietrzanie ścieków

- Ile w powietrzu jest tlenu?

21%

- Czyli ile?

Uwzględniając gęstość około $299\text{g}/\text{m}^3$

- Jak dobrze tlen rozpuszcza się w wodzie?

Raczej słabo

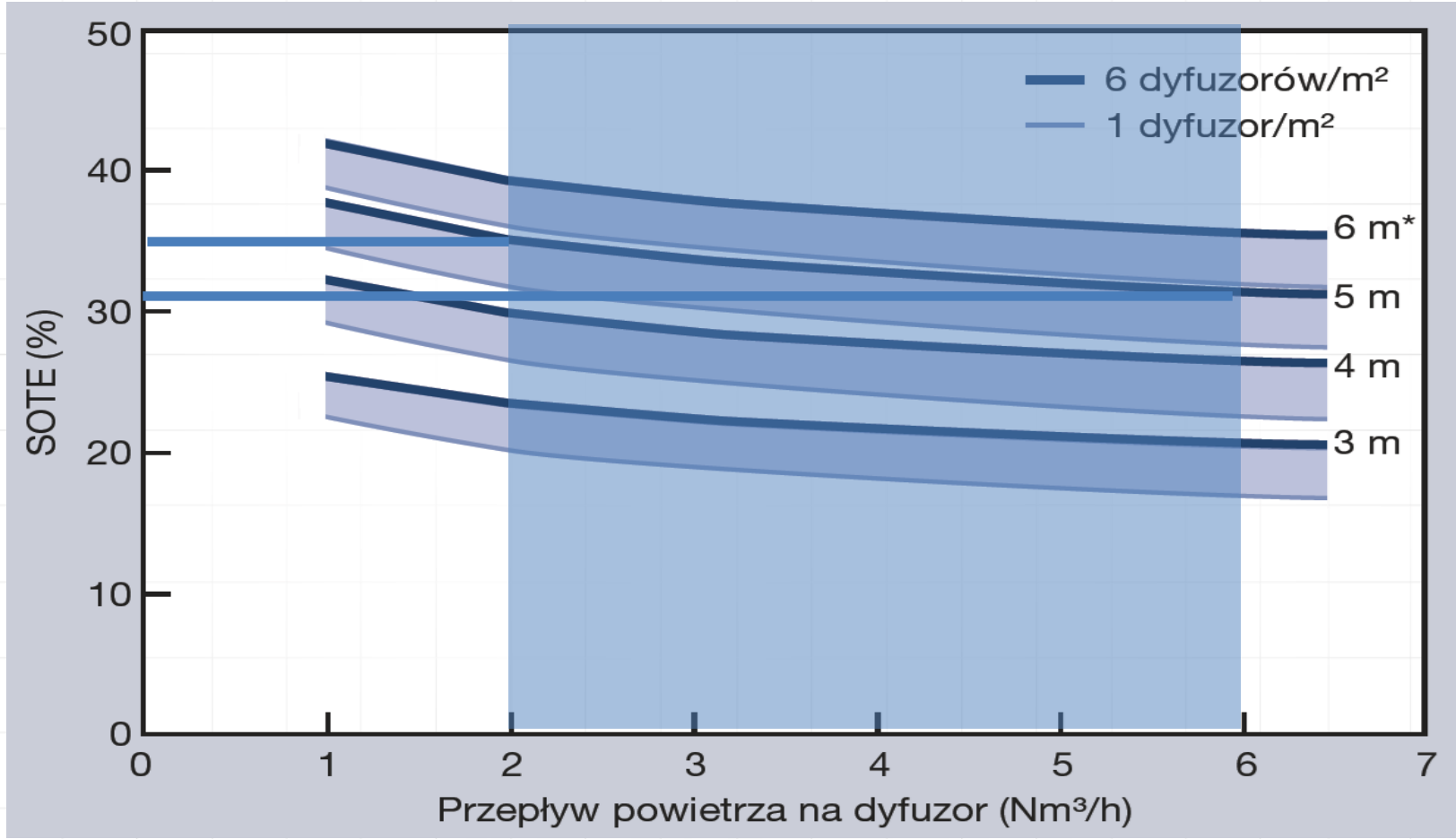
Realnie nie więcej niż

20% (bardzo mało) - 40% (ekstremalnie dużo)

Okolo $60\text{-}120\text{gO}_2/\text{m}^3$ powietrza



Napowietrzanie ścieków



Napowietrzanie ścieków

Okolo 60-120gO₂/m³ powietrza srednio 90gO₂/m³

Średnie zapotrzebowanie powietrza dla WOŚ to:

Okolo 2 600kgO₂/h

Ile to powietrza?

28 900m³/h a

ten szacunek i tak jest zanizony

Zuzywamy na to 1000kWh

energii elektrycznej

czyli

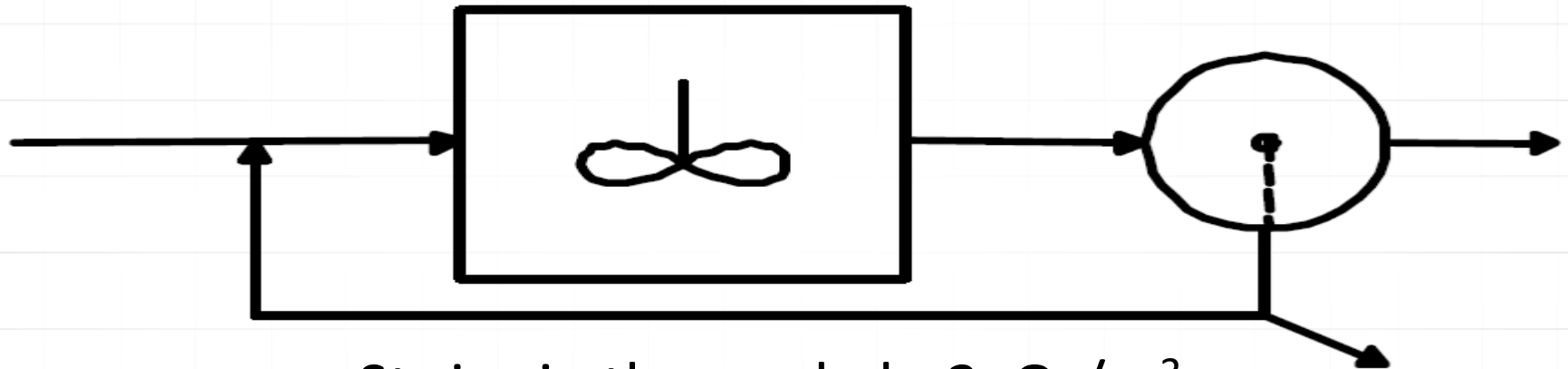
tyle ile 4600 gospodarstw domowych



Osad czynny

Stężenie tlenu rozpuszczonego

Tlenowy osad czynny



Stężenie tlenu: około $2\text{gO}_2/\text{m}^3$

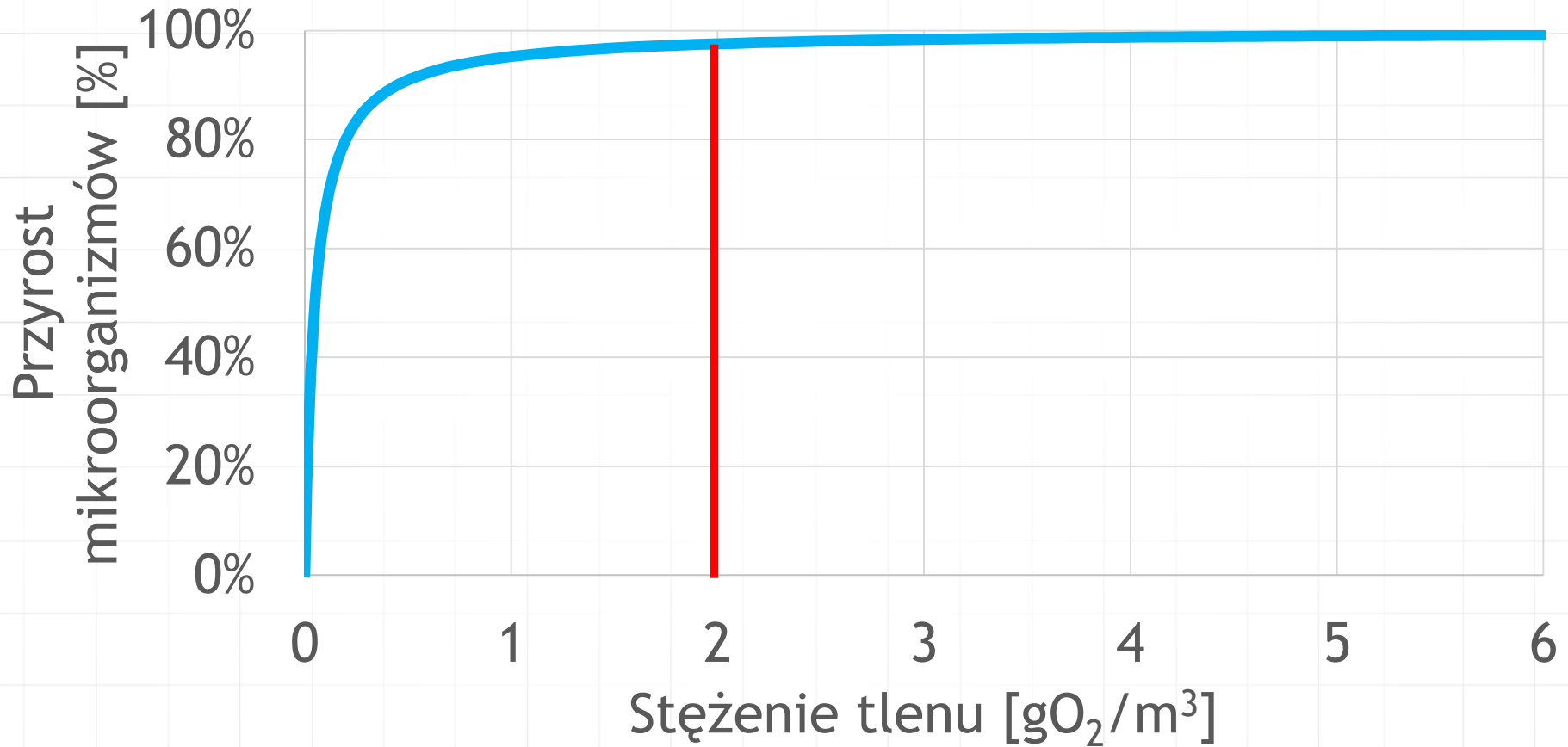
Co się stanie jak będzie mniej?

Co się stanie jak będzie więcej?



Osad czynny

Stężenie tlenu rozpuszczonego



Algorytmy sterowania napowietrzaniem

Algorytmy napowietrzania

- **Niskie wartości stężenia tlenu**

Potrzeba utrzymywania $1,5-2\text{gO}_2/\text{m}^3$ to przeszłość.

Po wpracowaniu możliwe jest prowadzenie procesów oczyszczania ścieków często poniżej $0,3\text{gO}_2/\text{m}^3$

+ Wysoki stopień wykorzystania tlenu

+ Potencjalna szansa na wywołanie symultanicznej denitryfikacji

- Problemy ze sterowaniem dmuchawami

- Problemy z mieszaniem w komorze napowietrzania



Algorytmy sterowania napowietrzaniem

Algorytmy napowietrzania

- **Przerywane napowietrzanie**

Napowietrzanie reaktora do wymaganego poziomu przez z góry zadany czas następnie wyłączenie napowietrzania i utrzymanie warunków anoksyicznych

- + Prowadzenie procesu denit/nit w komorze napowietrzania
- + Lepsze sterowanie w warunkach niskiego dopływu ładunku do OŚ
- Częsty start dmuchaw
- Bezwzględna potrzeba zainstalowania mieszadeł w komorze napowietrzania



Algorytmy sterowania napowietrzaniem

Algorytmy napowietrzania

- **Godzinowa zmienność wartości stężenia tlenu**

Zmiana nastaw zadanego stężenia tlenu w ciągu doby w zależności od dopływu ścieków oraz kosztów energii w dobie (taryfy energetyczne)

+ Potencjalna możliwość zoptymalizowania zużycia energii elektrycznej (taryfy)

- Problemy ze sterowaniem dmuchawami
- Problemy z mieszaniem w komorze napowietrzania



Algorytmy sterowania napowietrzaniem

Algorytmy napowietrzania

- **Sterowanie od stężenia azotu amonowego**

Algorytm zaprojektowany w taki sposób aby utrzymywać stałe stężenie azotu amonowego na odpływie z komory napowietrzania

+ Kontrola parametrów ścieków oczyszczonych - bezpośrednia

- Potrzeba posiadania sondy azotu amonowego

+ Automatyczne wykrywanie niskich i wysokich ładunków w ściekach

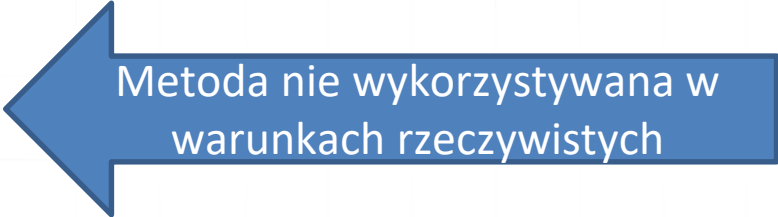


Testowanie systemu napowietrzania

Transfer tlenu do reaktora

Metody określania transferu tlenu do wody/ścieków

- Metoda absorpcji
- Metoda desorpcji
- Metoda off-gas

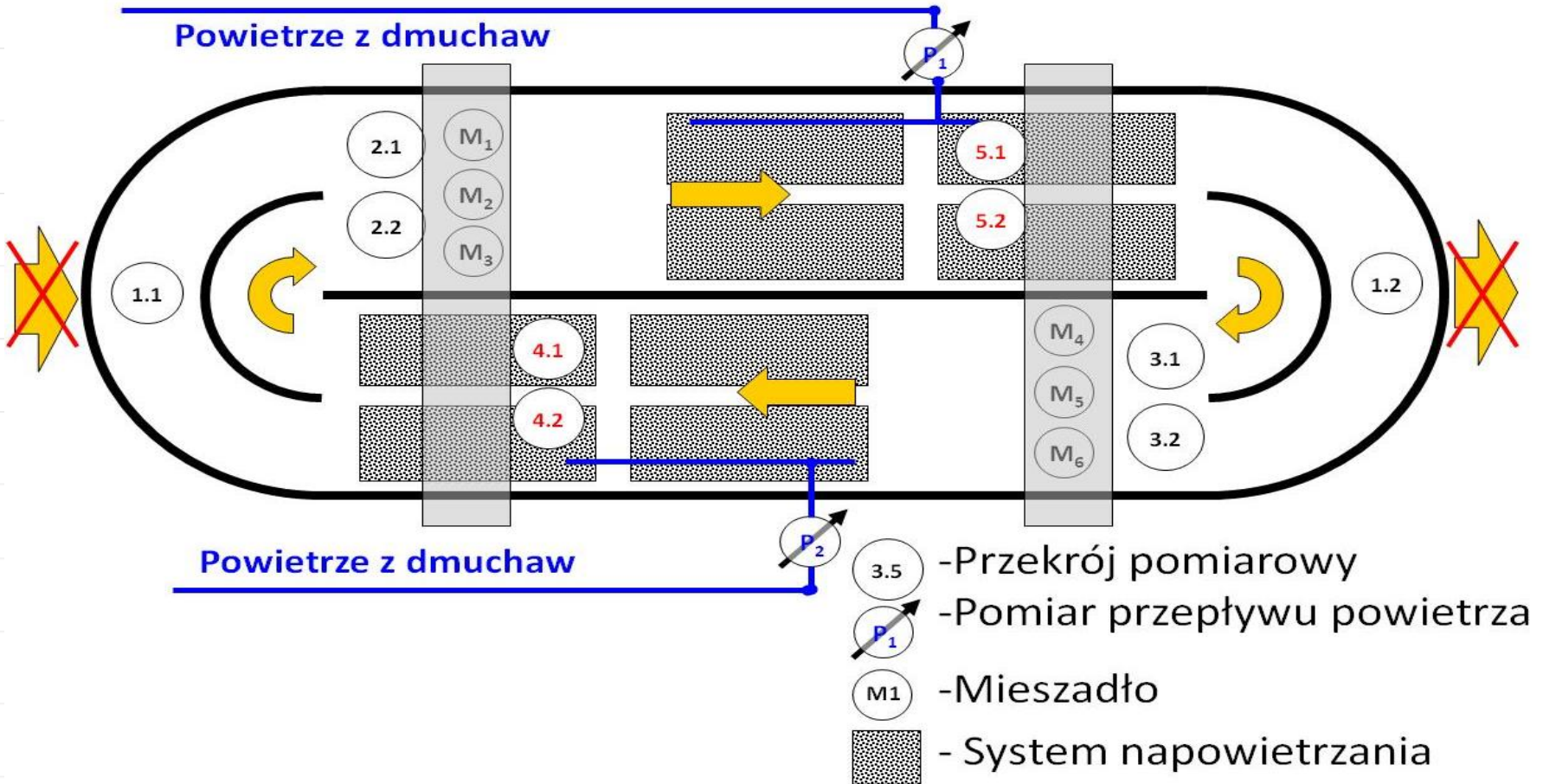


Metoda nie wykorzystywana w warunkach rzeczywistych



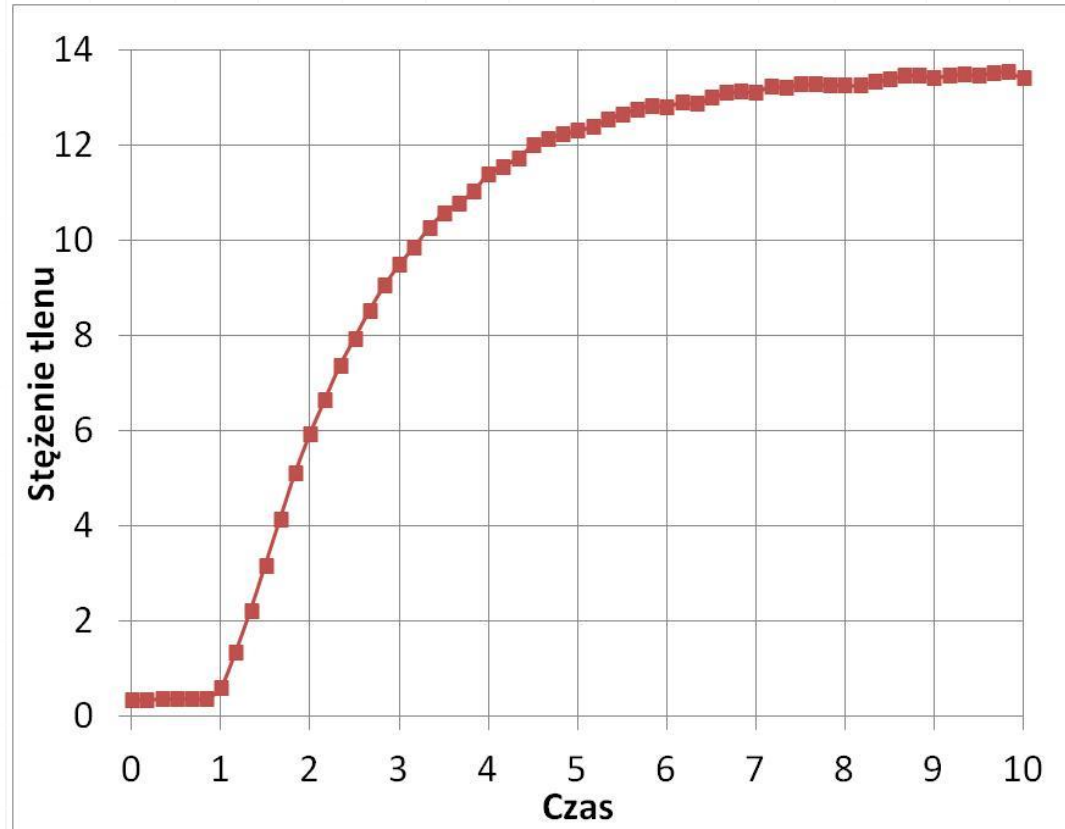
Testowanie systemu napowietrzania

Metoda absorpcji



Testowanie systemu napowietrzania

Metoda absorpcji



Testowanie systemu napowietrzania

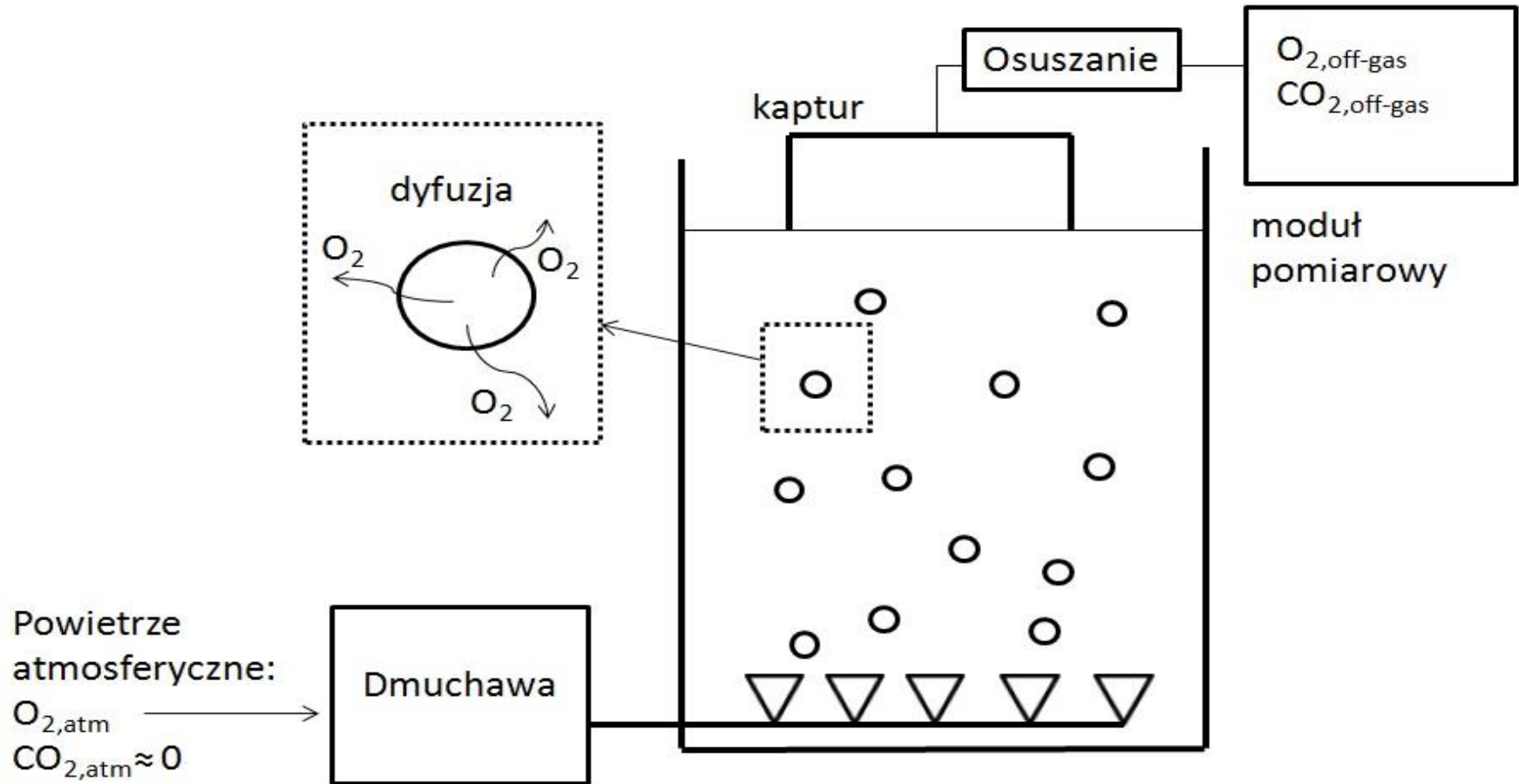
Metoda absorpcji

- W praktyce niezbędne wyłączenie dopływu ścieków na czas pomiarów
- Możliwość określenia maksymalnej wydajności systemu napowietrzania
- Pozwala określić parametry gwarancyjne systemu napowietrzania



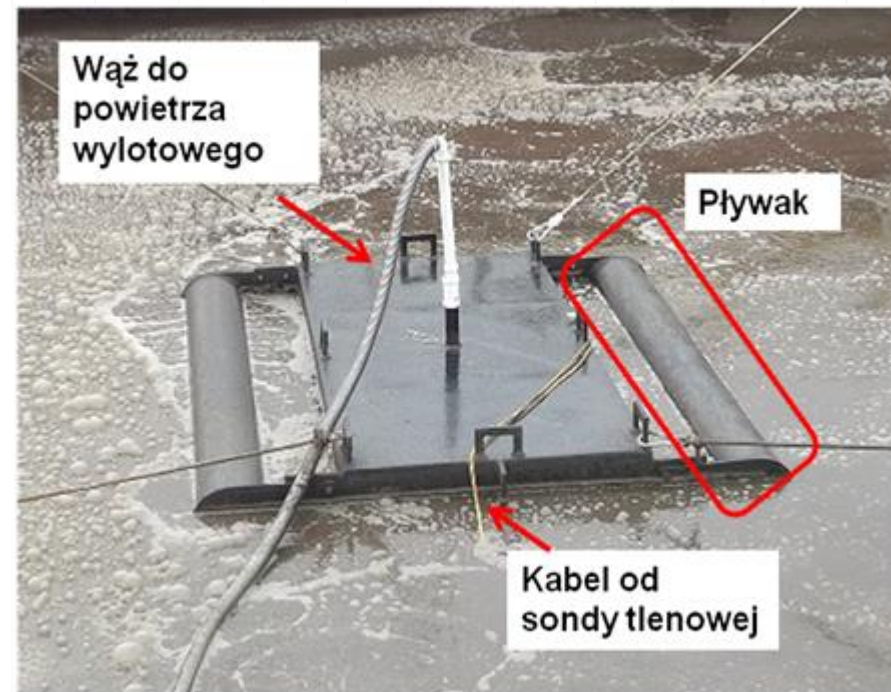
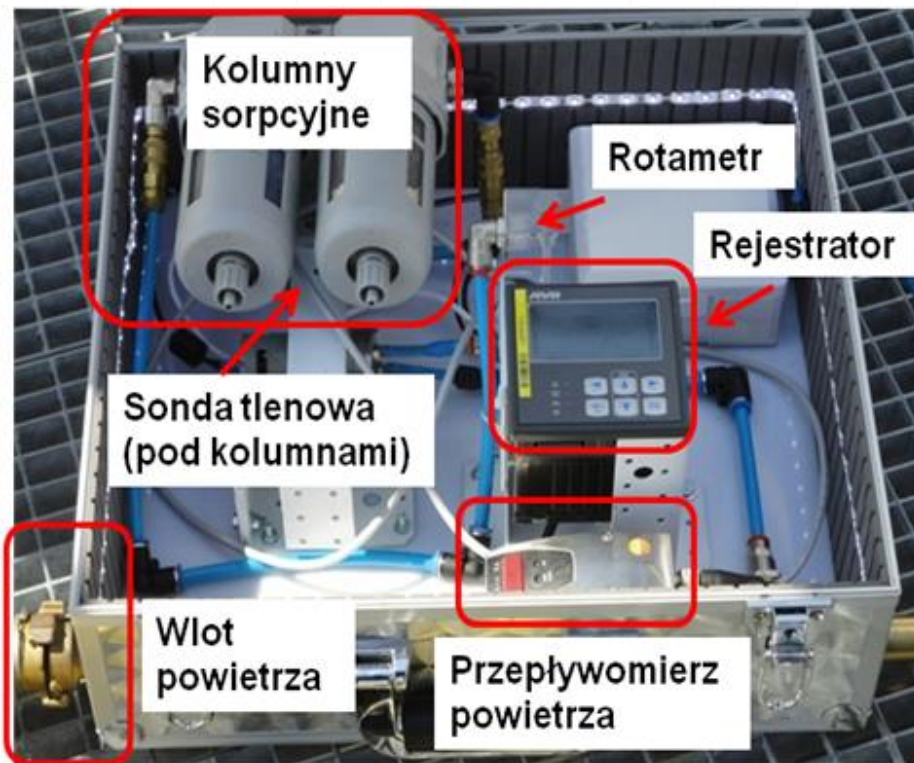
Testowanie systemu napowietrzania

Metoda off-gas



Testowanie systemu napowietrzania

Metoda off-gas



Testowanie systemu napowietrzania

Metoda off-gas

- Metoda pozwala na prowadzenie pomiarów w warunkach ruchowych
- Punktowe diagnozowanie stopnia wykorzystania tlenu
- Wyznaczanie zmienności czasowej stopnia wykorzystania tlenu oraz wyznaczanie dynamiki zarastania dyfuzorów



Testowanie systemu napowietrzania

Możliwości zastosowania metod badawczych

	Metoda absorpcji	Metoda off-gas
Pomiary w warunkach ruchowych	Nie	Tak
Pomiary technologiczne	Tak/Nie	Tak
Pomiary zarastania dyfuzorów	Tak	Tak
Pomiary gwarancyjne	Tak	Nie

Opis metod zawarto w metodyce ATV M209

Pomiary zdolności natleniania urządzeń napowietrzających w instalacjach osadu czynnego...

