



**Politechnika
Warszawska**

FILIA W PŁOCKU



**Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska**

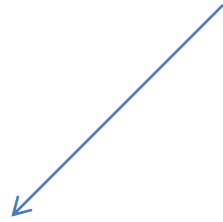
Politechnika Warszawska

„Ocena możliwości ograniczenia pojemności reaktorów biologicznych z osadem czynnym i jego skutki”

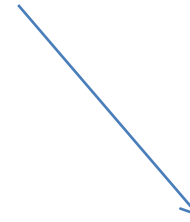
prof. dr hab. inż. Zbigniew Heidrich
mgr inż. Karolina Wójcicka

**Politechnika
Warszawska**

REAKTORY BIOLOGICZNE



do usuwania związków
węgla organicznego
(obniżenie BZT_5 i ChZT)

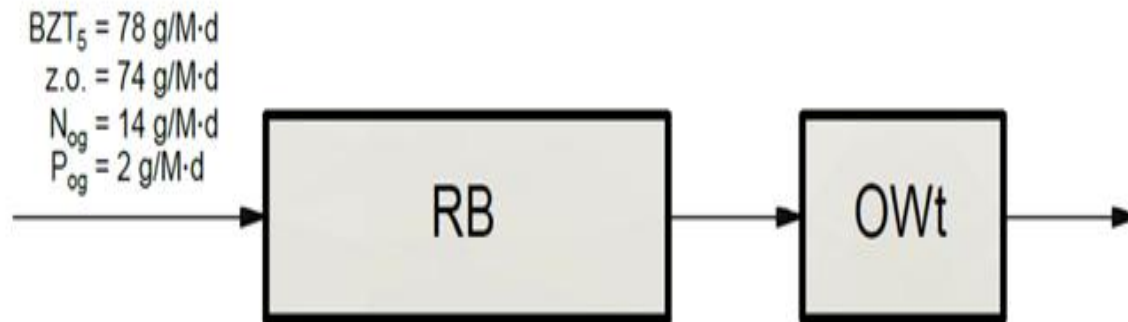


do zintegrowanego
usuwania związków
węgla organicznego,
azotu i fosforu

Urządzenia do tych celów są dominujące ze względu na:

- znaczną objętość,
- ponoszone koszty eksploatacji (związane głównie ze zużyciem energii elektrycznej).

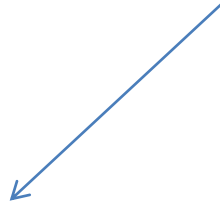
Podstawowy układ



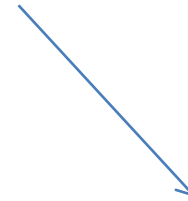
Obniżenie pojemności reaktorów biologicznych



rozbudowa wstępnego oczyszczania ścieków



zastosowanie
osadników
wstępnych



wykorzystanie
wstępnego
chemicznego
oczyszczania ścieków
(koagulacja
objętościowa)

Założenia

Tab. 1. Założenia do rozważań na temat możliwości ograniczenia pojemności reaktorów biologicznych

Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń charakteryzujące ścieki dopływające [g/M·d]	BZT ₅	ChZT	Zawiesina ogólna	Azot ogólny	Fosfor ogólny
	78	165	74	14	2
Czas zatrzymania ścieków w osadniku wstępnym	2 h				
Proces koagulacji objętościowej	szybkie mieszanie	wolne mieszanie		sedymentacja w osadniku pokoagulacyjnym	
	1 minuta	20 minut		1 h	

Założenia

Tab. 2. Założenia do rozważań na temat możliwości ograniczenia pojemności reaktorów biologicznych, cz. 2.

Urządzenia do wtórnej sedimentacji	Osadniki wtórne	Pakiety membranowe
Stężenie suchej masy osadu Z [kg s.m./m ³]	4	10
Cel	Usuwanie C	Usuwanie CNP
Obciążenie suchej masy osadu ładunkiem zanieczyszczeń organicznych A' [kg BZT ₅ /kg s.m.·d]	0,15	0,05

Jednostkowa objętość reaktora biologicznego

$$V_M = t_{BZT5} \cdot (A' \cdot Z)$$

gdzie:

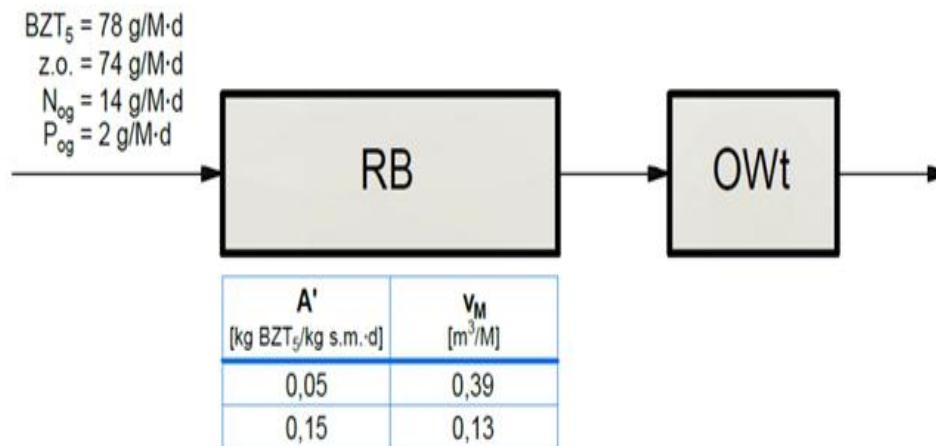
V_M – jednostkowa objętość reaktora biologicznego [m^3/M],

t_{BZT5} – jednostkowy ładunek BZT₅ [$kg\ BZT_5/M \cdot d$],

A' – obciążenie suchej masy osadu ładunkiem zanieczyszczeń organicznych [$kg\ BZT_5/kg\ s.m. \cdot d$],

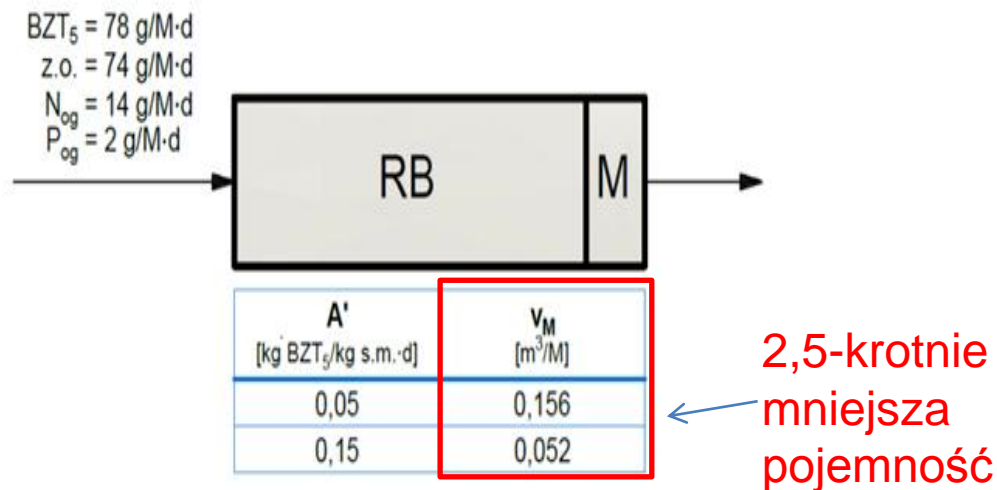
Z – stężenie suchej masy osadu [$kg\ s.m./m^3$].

A



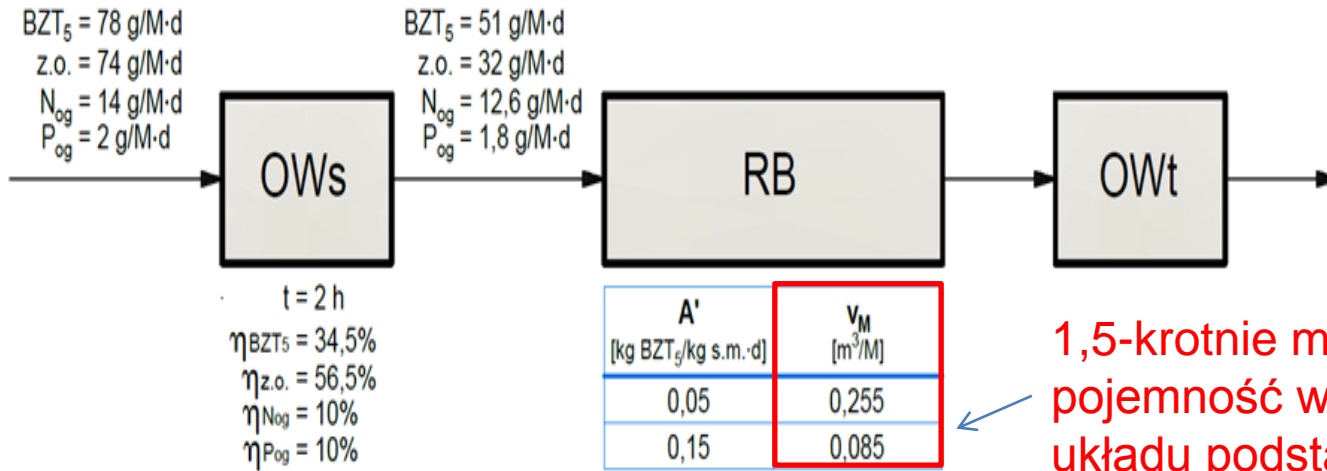
Konwencjonalny układ przepływowy

B



Konwencjonalny układ przepływowy z zastosowaniem pakietów membranowych

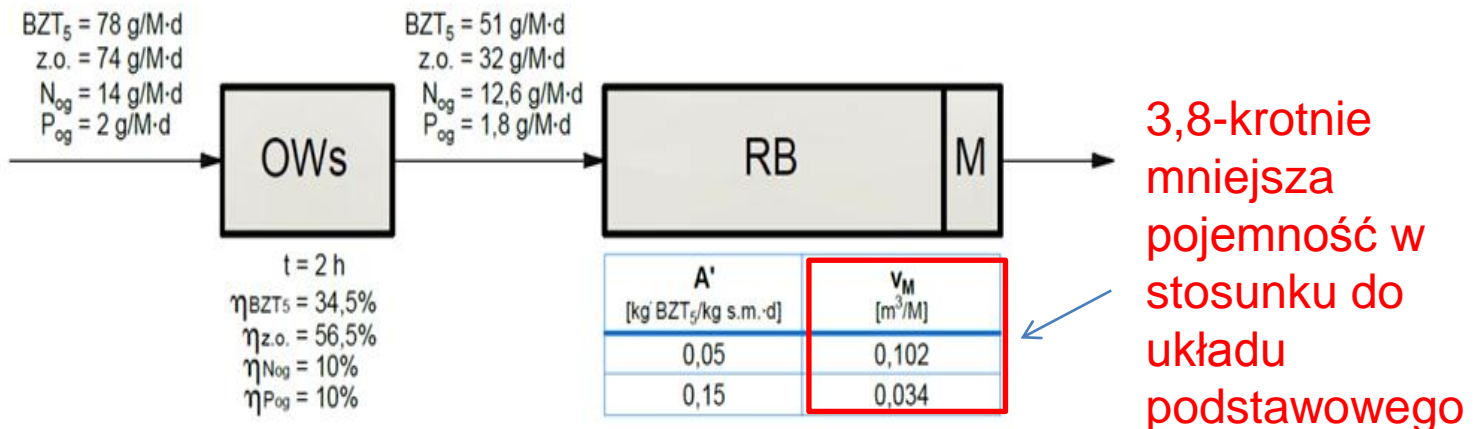
C



Wzrost pojemności urządzeń technologicznych o 0,0125 m³/M.

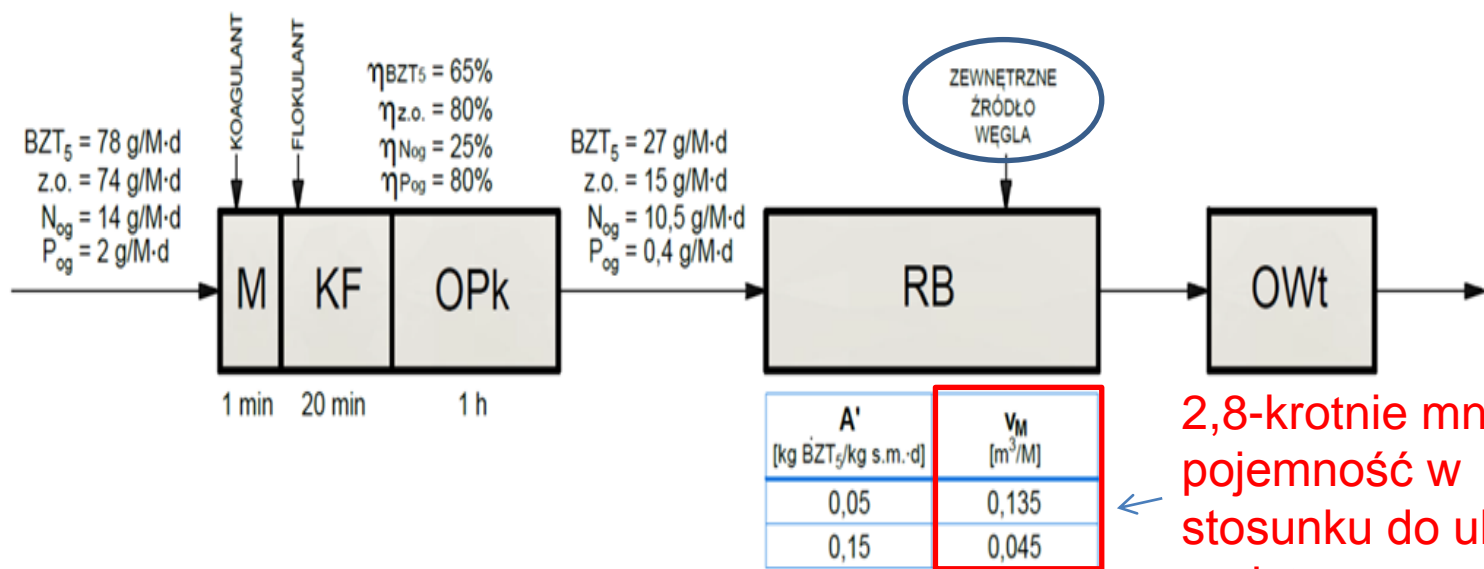
Układ z rozbudowaną częścią mechaniczną poprzez zastosowanie osadników wstępnych

D



Układ z rozbudowaną częścią mechaniczną poprzez zastosowanie osadników wstępnych oraz z wykorzystaniem pakietów membranowych

E



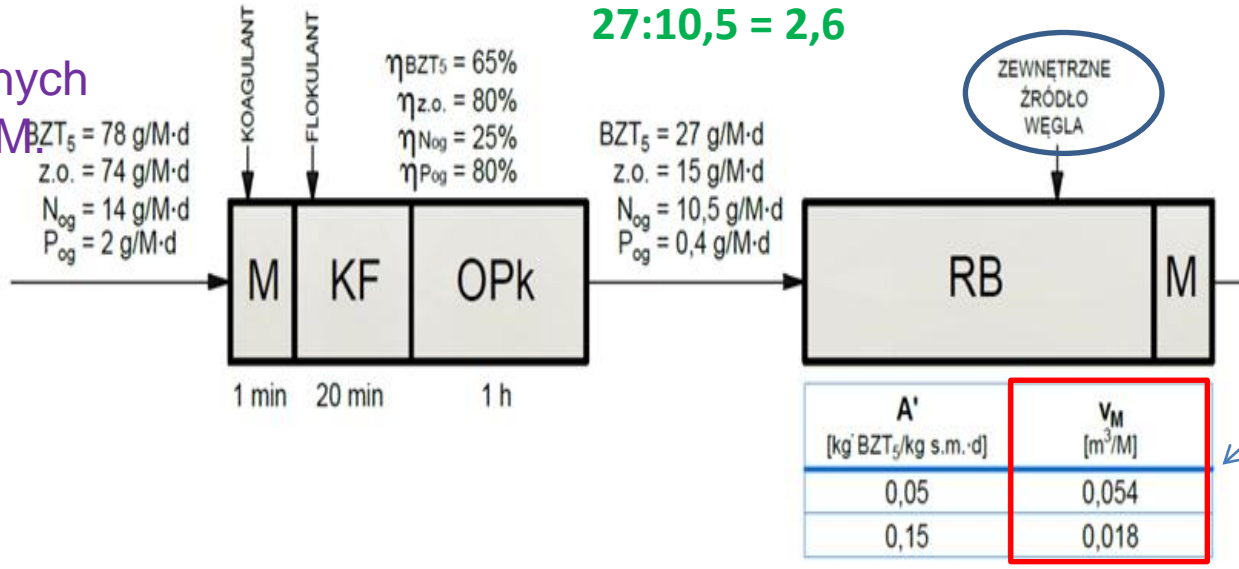
2,8-krotnie mniejsza pojemność w stosunku do układ podstawowego

Układ z zastosowaniem wstępnego chemicznego oczyszczania ścieków (koagulacja objętościowa)

Wzrost pojemności urządzeń technologicznych o 0,0084 m³/M.

$BZT_5 : N_{og} = 27 : 10,5 = 2,6$

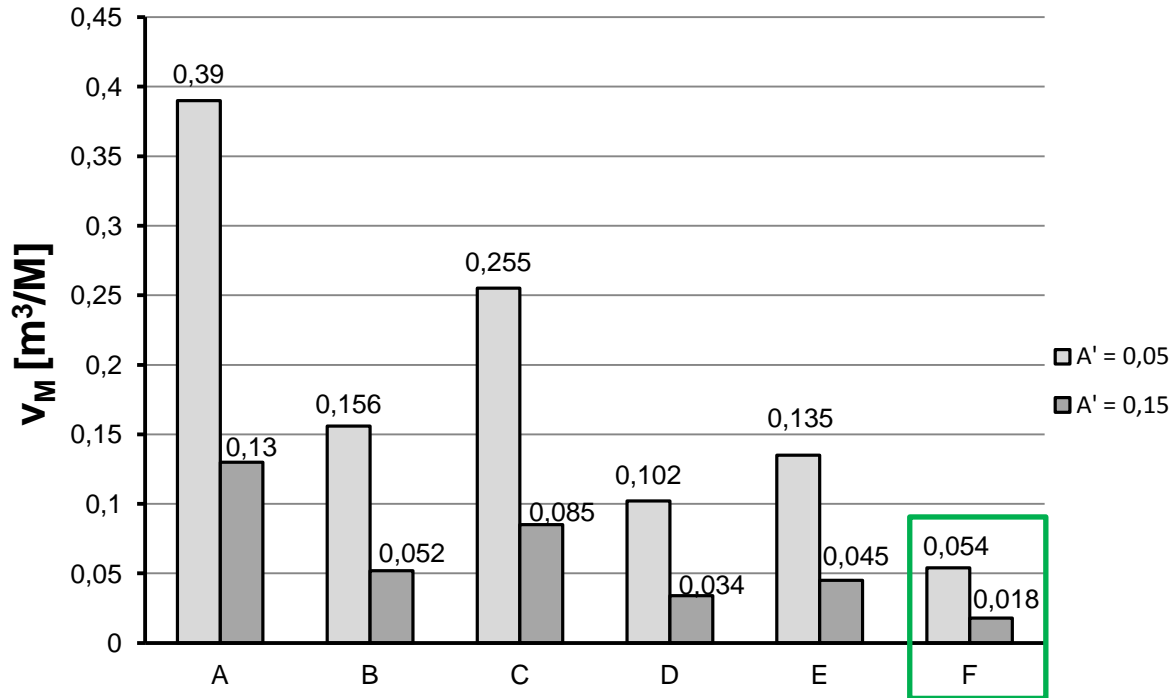
F



7,2-krotnie mniejsza pojemność w stosunku do układu podstawowego

Układ z zastosowaniem wstępnego chemicznego oczyszczania ścieków (koagulacja objętościowa) oraz pakietów membranowych

Porównanie pojemności reaktorów biologicznych



Układ technologiczny oczyszczalni ścieków

WARIANT	A : B : C : D : D : E : F
V_m [m^3/M]	7,2 : 2,9 : 4,7 : 1,9 : 2,5 : 1

Jednostkowa zdolność natleniania

$$OC = k \cdot t_{BZT5}$$

gdzie:

OC – jednostkowa zdolność natleniania [kg O₂/M·d],

k – stopień natleniania [kg O₂/kg BZT₅]:

k = 1,2 – 2,0 kg O₂/kg BZT₅ – dla układu z usuwaniem C

k = 1,8 – 2,5 kg O₂/kg BZT₅ – dla układu z usuwaniem CNP

t_{BZT5} – jednostkowy ładunek BZT₅ [kg BZT₅/M·d].

Tab. 3. Jednostkowa zdolność natleniania OC dla wybranych układów technologicznych oczyszczalni ścieków

Układ	Stopień natleniania k [kg O ₂ /kg BZT ₅]		Jednostkowy ładunek BZT ₅ $\frac{1}{BZT_5}$ [kg BZT ₅ /M·d]	Jednostkowa zdolność natleniania OC [kg O ₂ /M·d]	
	usuwanie C	usuwanie CNP		usuwanie C	usuwanie CNP
Konwencjonalny przepływowy	1,6	2,15	0,078	0,125	0,168
Konwencjonalny przepływowy z zastosowaniem pakietów membranowych	1,6	2,15	0,078	0,125	0,168
Z rozbudowaną częścią mechaniczną poprzez zastosowanie osadników wstępnych	1,6	2,15	0,051	0,082	0,110
Z rozbudowaną częścią mechaniczną poprzez zastosowanie osadników wstępnych oraz z wykorzystaniem pakietów membranowych	1,6	2,15	0,051	0,082	0,110
Z zastosowaniem wstępnego chemicznego oczyszczania ścieków (koagulacja objętościowa)	1,6	2,15	0,027	0,043	0,058
Z zastosowaniem wstępnego chemicznego oczyszczania ścieków (koagulacja objętościowa) oraz pakietów membranowych	1,6	2,15	0,027	0,043	0,058



ok. 3 -
krotnie
mniejsza

Jednostkowe zapotrzebowanie na sprężone powietrze

$$q_{\text{pow}} = \text{OC} : (\text{K} \cdot h_d)$$

gdzie:

q_{pow} – jednostkowe zapotrzebowanie na sprężone powietrze [$\text{m}^3 \text{ pow}/\text{M} \cdot \text{d}$],

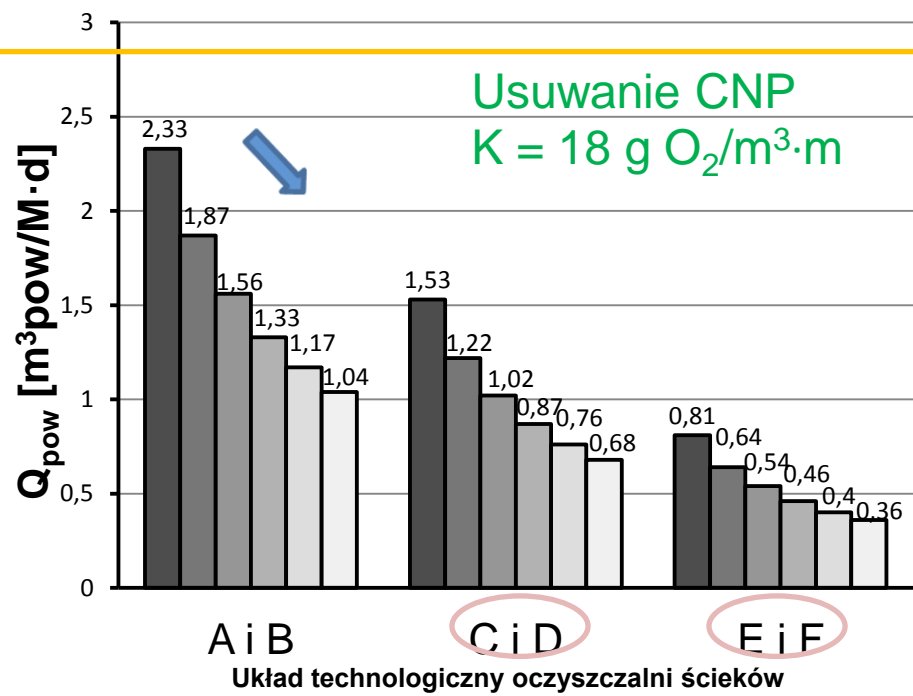
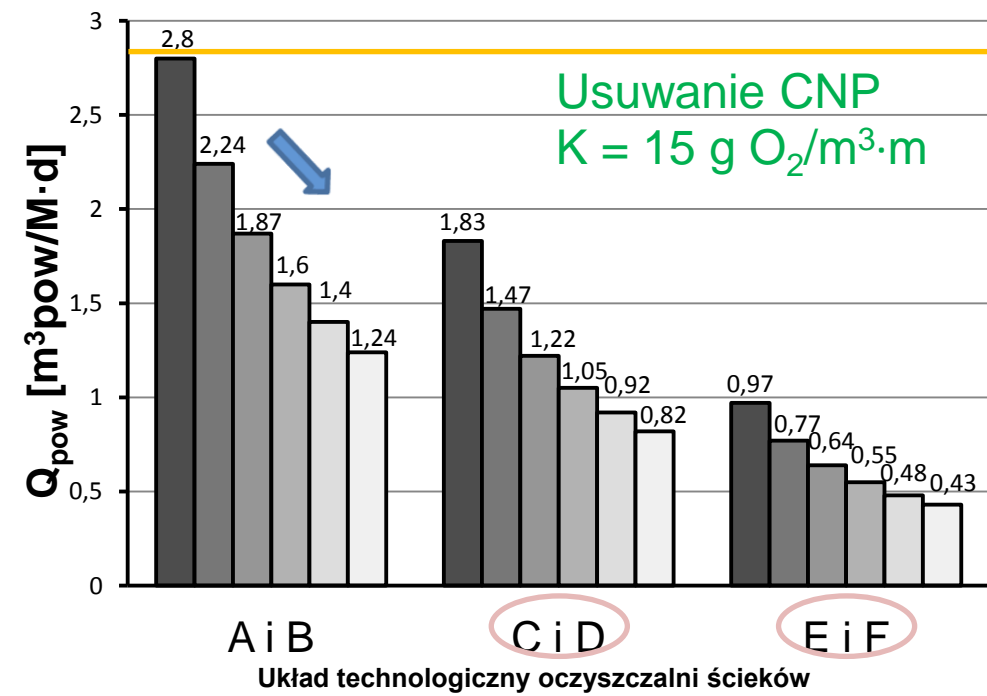
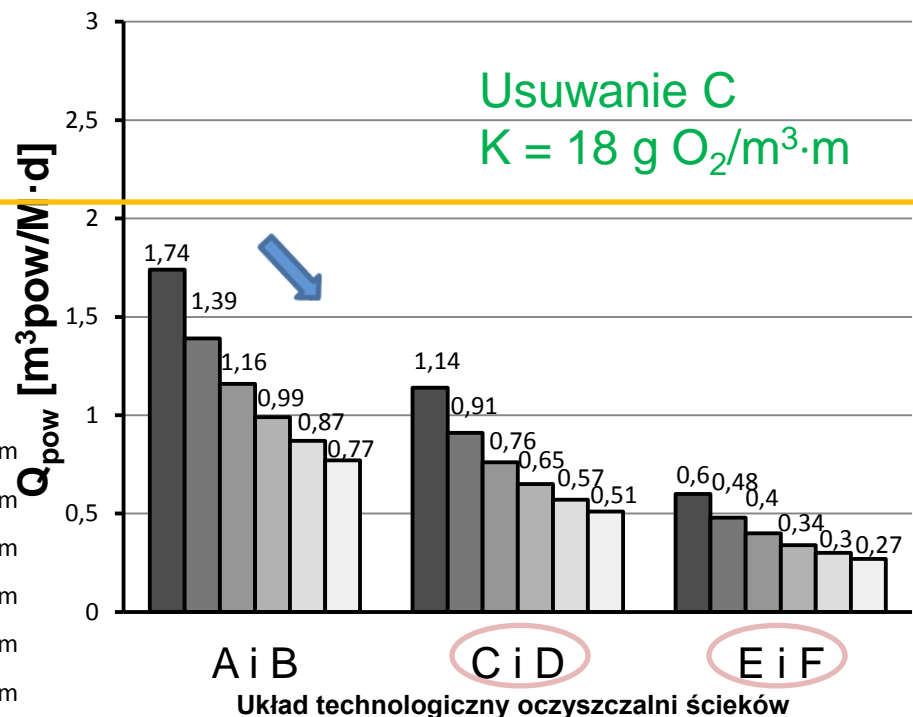
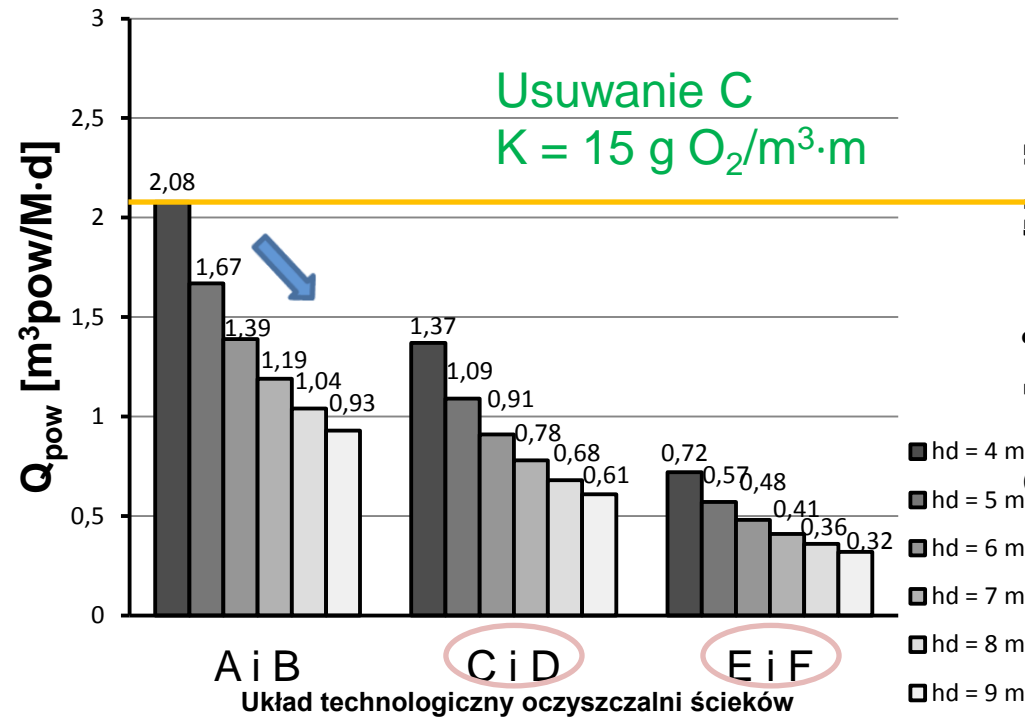
OC – jednostkowa zdolność natleniania [$\text{kg O}_2/\text{M} \cdot \text{d}$],

K – stopień wykorzystania tlenu z powietrza

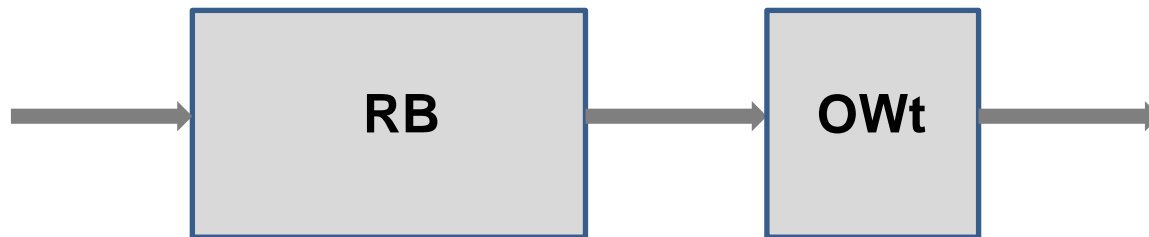
[$\text{g O}_2/\text{m}^3 \cdot \text{m}$] (przyjęto $K = 15$ oraz $18 \text{ g O}_2/\text{m}^3 \cdot \text{m}$),

h_d – głębokość usytuowania dyfuzorów

napowietrzających [m] (przyjęto $h_d = 4 - 9 \text{ m}$).



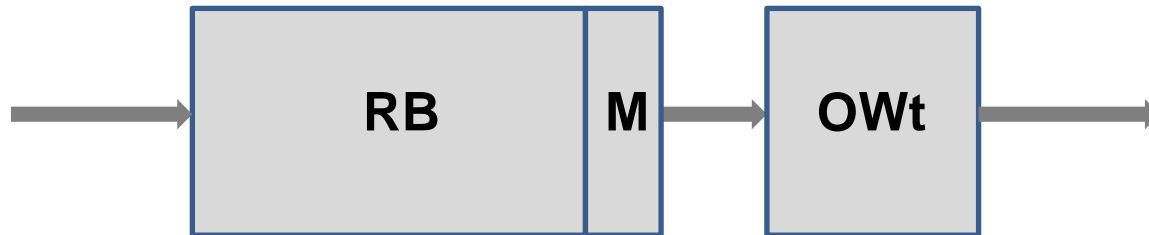
Podsumowanie



Konwencjonalny układ przepływowy

Podsumowanie

- 2,5x



Konwencjonalny układ przepływowy
z zastosowaniem pakietów membranowych

Podsumowanie

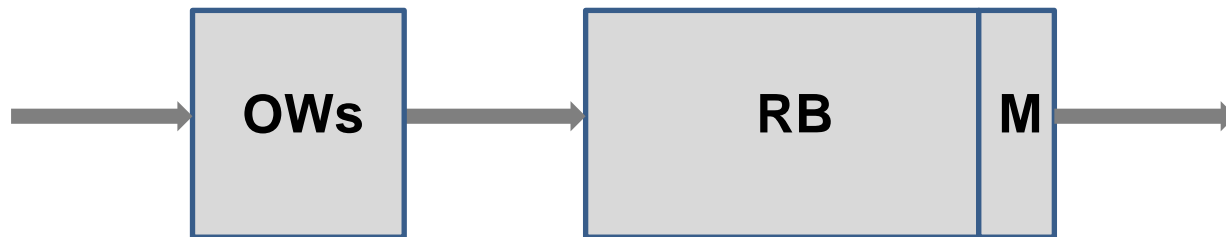
- 1,5x



Układ z rozbudowaną częścią mechaniczną poprzez zastosowanie osadników wstępnych

Podsumowanie

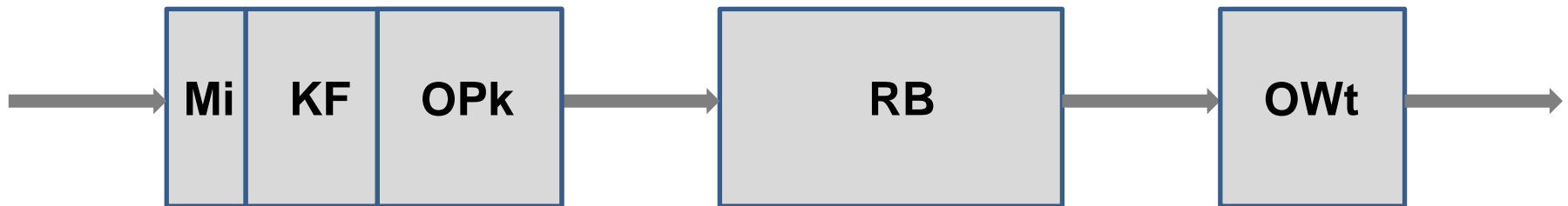
- 3,8x



Układ z rozbudowaną częścią mechaniczną poprzez zastosowanie osadników wstępnych oraz z wykorzystaniem pakietów membranowych

Podsumowanie

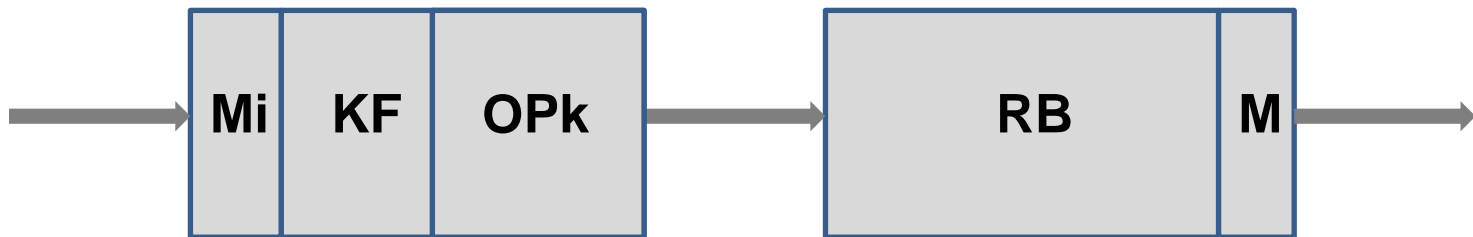
- 2,8x



Układ z zastosowaniem wstępnego chemicznego oczyszczania ścieków (koagulacja objętościowa)

Podsumowanie

- 7,2x



Układ z zastosowaniem wstępnego chemicznego oczyszczania ścieków (koagulacja objętościowa) oraz pakietów membranowych

Podsumowanie

1. Budowa nowej oczyszczalni ścieków lub rozbudowa oczyszczalni ścieków istniejącej powinna uwzględniać **analizę celowości zastosowania** wstępnego mechanicznego bądź chemicznego oczyszczania ścieków.
2. Wzbogacając proces **wstępnego oczyszczania** ścieków można spowodować znaczne **obniżenie pojemności** reaktorów biologicznych, co będzie się przekładało na wysokość nakładów inwestycyjnych.

Podsumowanie

3. Ograniczenie ładunku BZT₅ wprowadzanego do reaktorów biologicznych spowoduje **obniżenie** wielkości mocy zainstalowanej oraz zapotrzebowania na tlen, a dalej zapotrzebowania na sprężone powietrze, jak też związanego z tym **zużycia energii elektrycznej**.



**Politechnika
Warszawska**

FILIA W PŁOCKU



**Wydział Instalacji Budowlanych,
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska**

Politechnika Warszawska

„Ocena możliwości ograniczenia pojemności reaktorów biologicznych z osadem czynnym i jego skutki”

prof. dr hab. inż. Zbigniew Heidrich
mgr inż. Karolina Wójcicka

**Politechnika
Warszawska**