

Modele komputerowe dla wspomagania dawkowania zewnętrznego źródła węgla w oczyszczalniach ścieków

Plan prezentacji

- Podstawowe pojęcia
- Budowa modelu części biologicznej
- Organizacja badań symulacyjnych
- Badania symulacyjne w OŚ Gdańsk-Wschód – przykład
- Plan badań symulacyjnych w Łodzi, Poznaniu i Słupsku
- Dalsze plany badań symulacyjnych

 **INNOWACYJNA GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

 **UNIA EUROPEJSKA**
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

Od systemu rzeczywistego do symulacji komputerowej (1)



OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW (SYSTEM RZECZYWISTY)

[illegible]

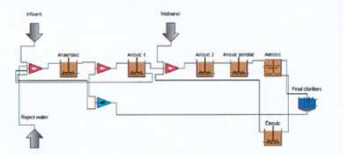
MODEL MATEMATYCZNY PROCESU OSADU CZYNNEGO

 **INNOWACYJNA GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA ROZWOJU

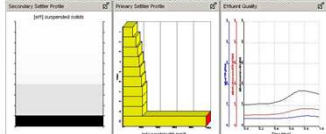
 **UNIA EUROPEJSKA**
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

Od systemu rzeczywistego do symulacji komputerowej (2)

MODEL KOMPUTEROWY SYSTEMU OSADU CZYNNEGO



SYMULACJE PRACY SYSTEMU OSADU CZYNNEGO



Zalety i wady symulacji komputerowej

• ZALETY

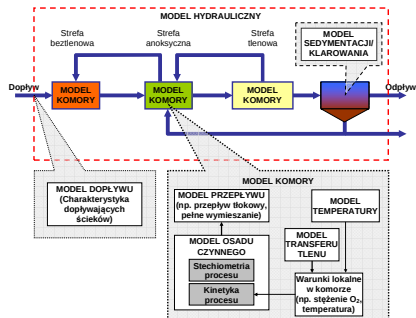
- daje często znaczne oszczędności w nakładach finansowych,
- umożliwia badanie ogromnych systemów, gdzie prowadzenie badań rzeczywistych nie byłoby możliwe,
- pozwala na „ściśnięcie” czasu

• WADY

- wyniki symulacji nie są lepsze od modelu matematycznego i rzeczywistych pomiarów,
- konieczność walidacji!!!

Model części biologicznej oczyszczalni ścieków

MODEL SYSTEMU OSADU CZYNNEGO



Elementy modelu systemu osadu czynnego

- Model biokinetyczny (model procesu osadu czynnego)
- Model hydrauliczny
- Model hydrodynamiczny
- Model dopływu
- Model osadnika
- Model transferu tlenu

Przykład modelu biokinetycznego – ASM1

Składniki modelu (zmienne stanu)													
Component	S_i	S_o	X_i	X_o	$X_{i,ss}$	$X_{o,ss}$	$S_{i,ss}$	$S_{o,ss}$	$X_{i,ss}$	$X_{o,ss}$	$S_{i,ss}$	$S_{o,ss}$	$X_{i,ss}$
Aerobic growth of heterotrophs	$-\frac{1}{Y_H}$		1				$\frac{1}{Y_H}$						
Aerobic growth of autotrophs		$-\frac{1}{Y_A}$		1				$\frac{1}{Y_A}$					
"Decay" of heterotrophs									$-b_H$				
"Decay" of autotrophs										$-b_A$			
Ammonification of volatile organic nitrogen													
"Hydrolysis" of suspended organic nitrogen													
"Hydrolysis" of suspended organic carbon													
Chemical precipitation rate (MLT ⁻¹)													

Porównanie modeli biokinetycznych

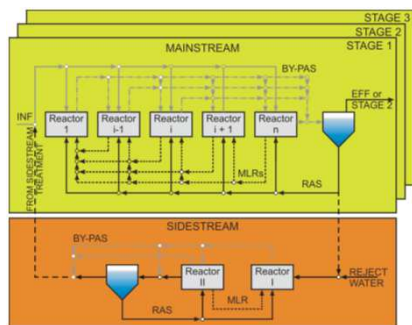
PROCES	MODEL					
	ASM1	ASM3	Mantis	2-step Mantis	ASM2d	New General
Fermentacja						
Nitryfikacja/denitryfikacja						
2-stopniowa nitryfikacja						
NO3-N jako biogen (synteza)						
Magazynewanie substratu						
Zużycie/produkcja zasadowości						
Biologiczne usuwanie P						
Chemiczne usuwanie P						
Zależność temperaturowa	X*					

X* - nie jest częścią oryginalnego modelu, ale została uwzględniona w programie GPS-X

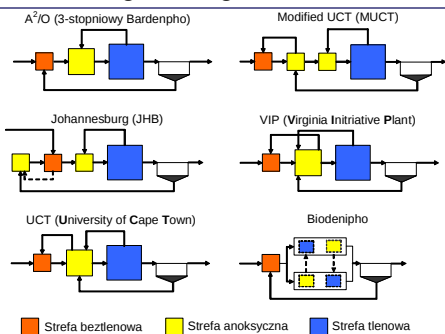
Elementy modelu systemu osadu czynnego

- Model biokinetyczny (model procesu osadu czynnego)
- **Model hydrauliczny**
- Model hydrodynamiczny
- Model dopływu
- Model osadnika
- Model transferu tlenu

Ogólny model hydrauliczny systemu osadu czynnego



Przykłady systemów osadu czynnego dla zintegrowanego usuwania CNP

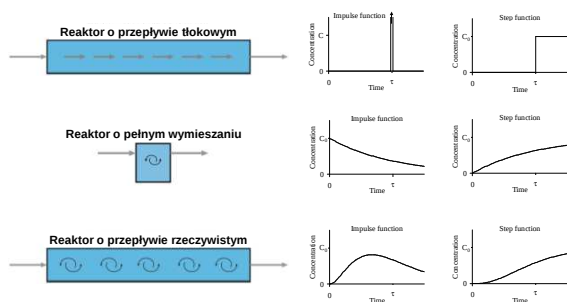


Elementy modelu systemu osadu czynnego

- Model biokinetyczny (model procesu osadu czynnego)
- Model hydrauliczny
- **Model hydrodynamiczny**
- Model dopływu
- Model osadnika
- Model transferu tlenu



Model hydrodynamiczny reaktora

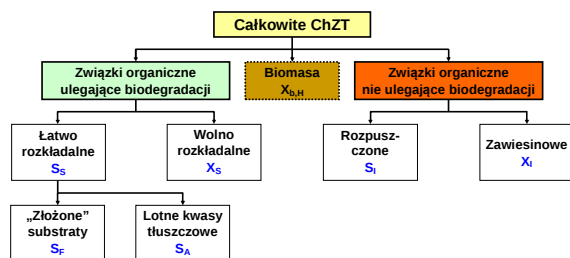


Elementy modelu systemu osadu czynnego

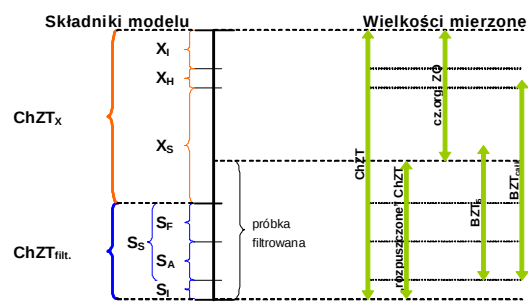
- Model biokinetyczny (model procesu osadu czynnego)
- Model hydrauliczny
- Model hydrodynamiczny
- **Model dopływu**
- Model osadnika
- Model transferu tlenu



Frakcje ChZT (1)



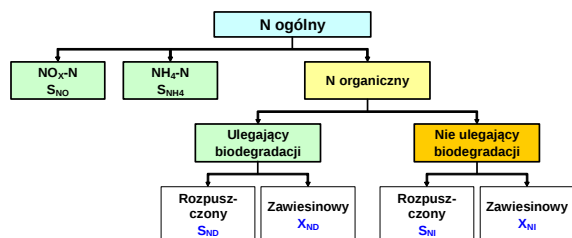
Frakcje ChZT (2)



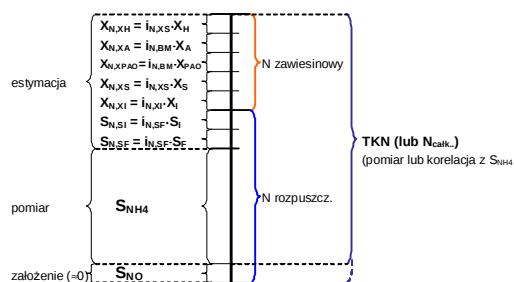
Wartości typowe i zakresy frakcji ChZT

Frakcja	Symbol	Wartość typowa (% ChZT)	Zakres (% ChZT)
Łatwo rozkładalna	S_s	20	8-25
Nierozkładalna, rozpuszczona	S_i	5	4-16
Nierozkładalna, zawiesinowa	X_i	13	7-20
Wolno rozkładalna	X_s	62	50-75

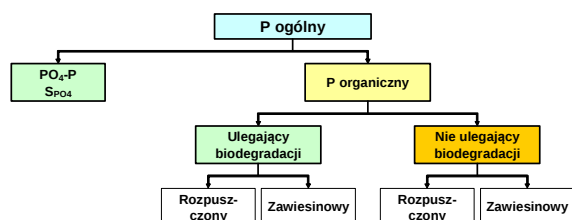
Frakcje N (1)



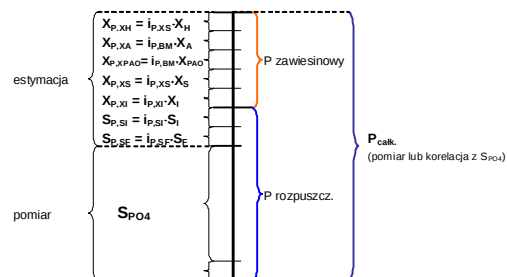
Frakcje N (2)



Frakcje P (1)



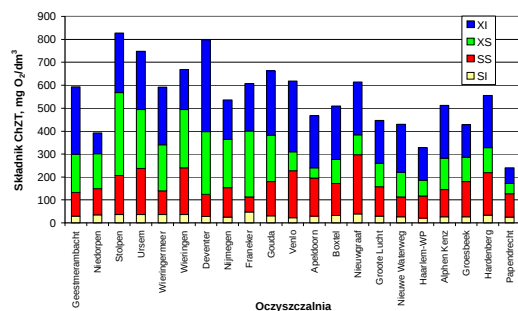
Frakcje P (2)



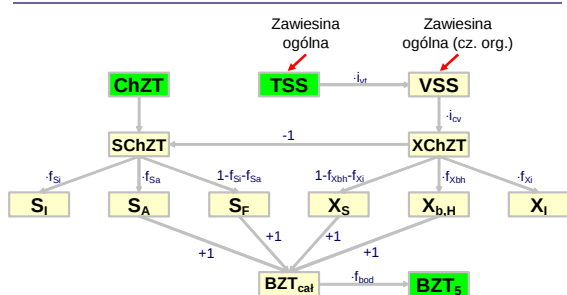
Wytyczne STOWA (Holandia)

Składniki rozpuszczone	Składniki zawieszinowe	Inne składniki
$S_A = \text{ChZT}_{\text{LKT}}$ $S_I = 0.9 \cdot \text{ChZT}_{\text{fill,dopl}}$ $S_S = \text{ChZT}_{\text{fill,dopl}} - S_I$ $S_F = S_S - S_A$ $S_{NH4} = N_{H4} - \sum (I_{N,Xk} \cdot X_k + I_{N,SK} \cdot S_k)$ $S_{PO4} = P_{\text{całk}} - \sum (I_{P,Xk} \cdot X_k + I_{P,SK} \cdot S_k)$	$X_S = \alpha \cdot \text{ChZT}_{X,\text{dopl}}$ $X_I = (1 - \alpha) \cdot \text{ChZT}_{X,\text{dopl}}$ $X_A = 0.1 - 1.0$ $X_{PAO} = 0.1 - 1.0$ $X_H = 0$ $X_{PHA} = 0$ $X_{PP} = 0$	$\text{ChZT}_{X,\text{dopl}} = \text{ChZT} - \text{ChZT}_{\text{fill,dopl}}$ $\alpha = \frac{\left\{ \frac{\text{BZT}_{\text{cał}}}{(1 - Y_{H,\text{BZT}})} \right\} - S_S}{\text{ChZT}_{X,\text{dopl}}}$ $\text{BZT}_{\text{cał}} = \text{BZT}_0 \cdot (1 - e^{-k_{\text{BZT}} \cdot t})$

Charakterystyka ścieków w oczyszczalniach w Holandii



Prosty model dopływu



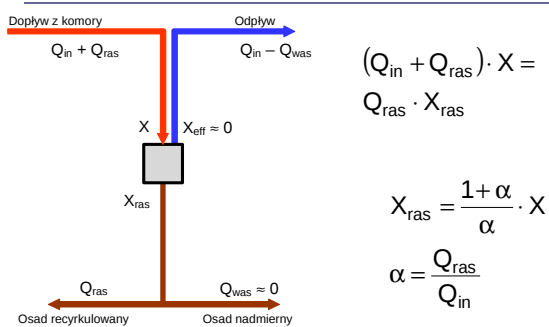
Zakresy parametrów w modelu dopływu

Parametr	Zakres
ChZT _x /VSS	1.5-2.2 (dopływ) 1.42-1.48 (osad)
VSS/TSS	0.6-0.8 (śc. surowe) 0.8-0.9 (śc. ocz. mech.)
BZT _s /BZT _{calc}	0.66 (śc. surowe) 0.66-0.85 (śc. ocz. mech.)
N _{org,x} /N _{org}	0.9-0.99 (?)

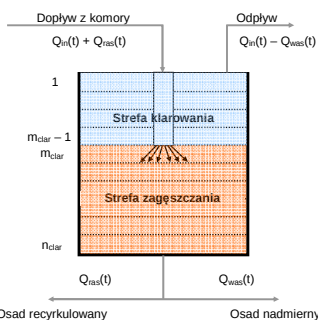
Elementy modelu systemu osadu czynnego

- Model biokinetyczny (model procesu osadu czynnego)
- Model hydrauliczny
- Model hydrodynamiczny
- Model dopływu
- **Model osadnika**
- Model transferu tlenu

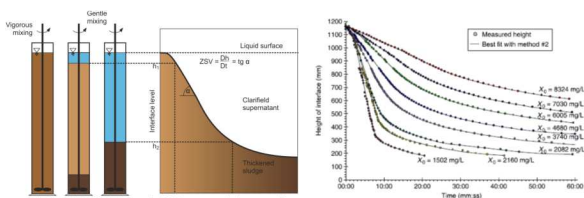
Model osadnika (1) - „punkt separacji”



Model osadnika (2) - jednowymiarowy



Szybkość sedymentacji strefowej (1)



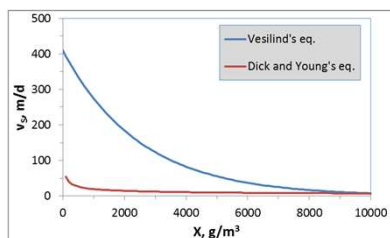
Szybkość sedymentacji strefowej (2)

Funkcja potęgowa (Dicka i Younga)

$$v_s = v_{s,max} X^{-n_s}$$

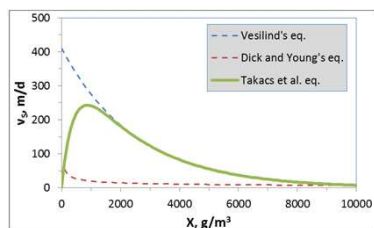
Funkcja wykładnicza (Vesilinda)

$$v_s = v_{s,max} e^{-n_s X}$$



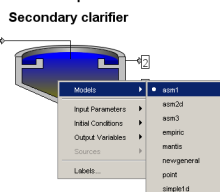
Szybkość sedymentacji strefowej (3)

Równanie Takacsa i wsp. $v_s = v_{s,max} e^{-f_n X(1-f_{ns})} - v_{s,max} e^{-f_l X(1-f_{ns})}$



Model osadnika z członem źródłowym

- Przydatny przy denitryfikacji i „wtórnym” uwalnianiu P
- Model biokinetyczny jest zawarty w każdej warstwie (traktowanej jako reaktor o pełnym wymieszaniu)
- Założony jest brak napowietrzania



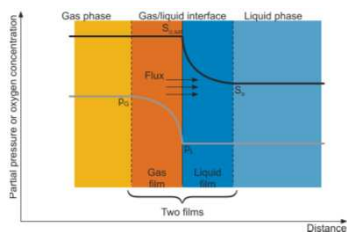
Elementy modelu systemu osadu czynnego

- Model biokinetyczny (model procesu osadu czynnego)
- Model hydrauliczny
- Model hydrodynamiczny
- Model dopływu
- **Model osadnika**
- Model transferu tlenu

Model transferu tlenu (1)

$$F_G = K_G A_t (p_G - p_L)$$

$$F_L = K_L A_t (S_{O,sat} - S_O)$$



$$OTR_C = K_L \frac{A_t}{V} (S_{O,sat} - S_O) = K_L a (S_{O,sat} - S_O)$$

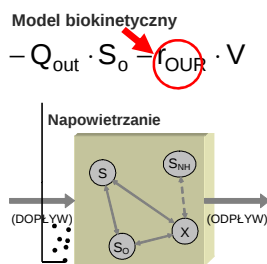
Model transferu tlenu (2)

Akumulacja = Dopływ – Odpływ ± Reakcja + Napowietrzanie

$$\frac{dS_O}{dt} \cdot V = Q_{in} \cdot S_{O,in} - Q_{out} \cdot S_O - r_{OUP} \cdot V$$

$$+ K_L a (S_{O,sat} - S_O)$$

Dopływ powietrza z systemu napowietrzania



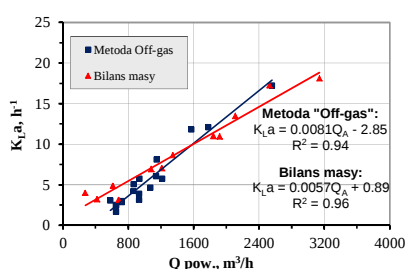
Model transferu tlenu (3)

Czynniki wpływające na $K_L a$: Czynniki wpływające na $S_{O,sat}$:

- temperatura
- głębokość komory
- charakterystyka ścieków i warunki procesu.
- temperatura
- stężenie substancji rozpusz.
- charakterystyka ścieków i warunki procesu.

Źródło	Równanie
Eckenfelder and O'Connor (1954), Chen <i>et al.</i> (1980)	$K_L a = m_1 Q_A^b$
Holmberg (1986)	$K_L a = m_1 Q_A$
Goto and Andrews (1985)	$K_L a = m_1 Q_A - b_1$
Reinius and Hultgren (1988)	$K_L a = m_1 Q_A + b_1$
Holmberg (1989)	$K_L a = m_1 \sqrt{Q_A}$

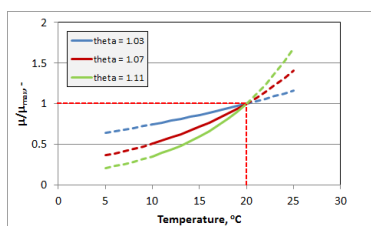
Porównanie metod pomiaru $K_L a$



Model temperatury (1)

- Równanie Arrheniusa

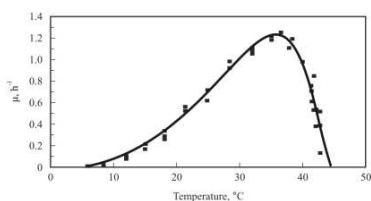
$$\mu(T)/\mu_{max,20} = \theta^{(T-20)}$$



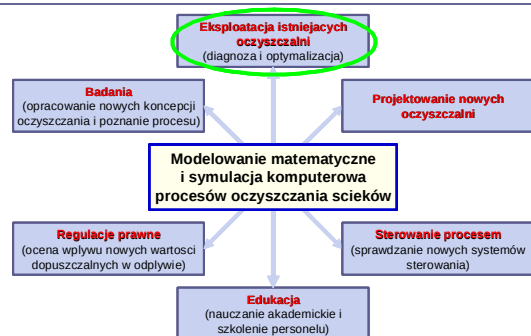
Model temperatury (2)

- równanie Ratkowsky'ego i wsp. (1983)

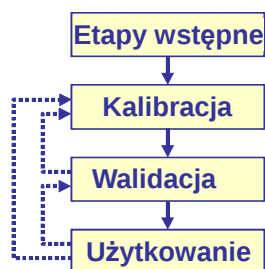
$$\mu(T) = [b(T - T_{\min})(1 - e^{c(T - T_{\max})})]^2$$



Możliwości wykorzystania modelowania matematycznego i symulacji komputerowej



Podstawowe etapy procesu modelowania

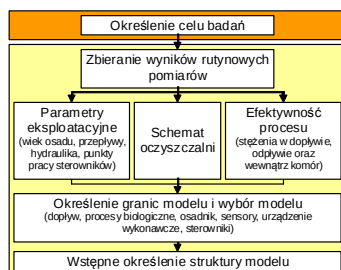


Podobieństwa i różnice pomiędzy protokołami

PODOBIENSTWA	RÓŻNICE
- Wpływ zdefiniowania celów badań na ogólną procedurę kalibracji. - Znaczenie gromadzenia danych, ich weryfikacji i poprawy w odniesieniu do danych projektowych i eksploatacyjnych (np. wiek osadu, przepływy, sterowniki, itp.), jak również dodatkowych pomiarów (np. intensywnych kampanii pomiarowych). - Weryfikacja na podstawie danych zebranych w odmiennych warunkach eksploatacyjnych niż te w okresie kalibracji modelu.	- Planowanie kampanii pomiarowych (częstotliwość poboru próbek, lokalizacja punktów pomiarowych, długość cyklu pomiarów). - Metody doświadczalne w odniesieniu do charakterystyki ścieków i estymacji parametrów w modelach biokinetycznych. - Wybór parametrów do kalibracji i metodyka samej kalibracji

Wytyczne HSG (1)

- Określenie celu badań
- Zbieranie danych i wybór modelu



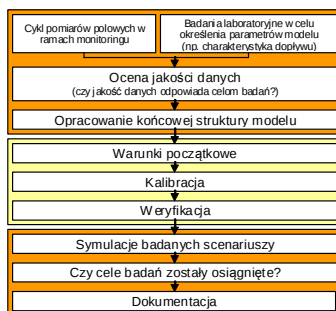
Wytyczne HSG (2)

- Kontrola jakości danych
- Ocena struktury modelu oraz planowanie badań symulacyjnych (kalibracji i weryfikacji modelu)



Wytyczne HSG (3)

5. Zbieranie danych do badań symulacyjnych



6. Kalibracja i weryfikacja modelu

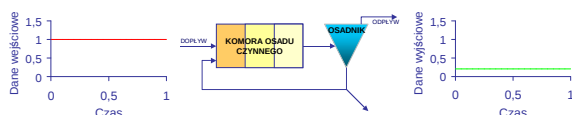
7. Badania symulacyjne i ocena osiągniętych wyników

Podstawowe dane wejściowe do programów symulacyjnych

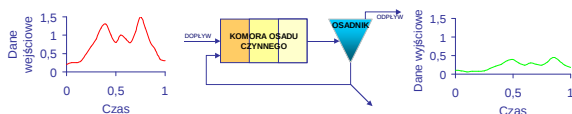
Parametry fizyczne	Parametry technologiczne	Wskaźniki jakości ścieków	Parametry modelu
- wymiary geometryczne komór osadu czynnego - wymiary geometryczne osadnika wtórnego	- natężenie dopływu ścieków - stopień recyrkulacji osadu - stopień recyrkulacji wewnętrznej - wiek osadu (ilość osadu nadmiernego) - stężenie tlenu rozpuszczonego - temperatura procesu	- Frakcje ChZT - Zawiesina ogólna - N og. - NH₄-N - P og. - PO₄-P	- współczynniki stechiometryczne - współczynniki kinetyczne - współczynniki sedimentacji

Rodzaje symulacji komputerowej

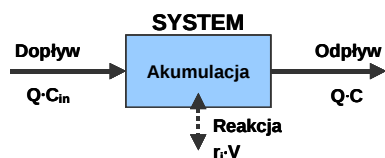
■ w stanie ustalonym



■ w warunkach dynamicznych



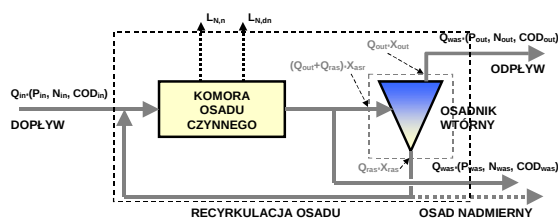
Sporządzanie bilansu masy



Akumulacja = Dopływ – Odływ ± Reakcja

$$V \cdot \frac{dC}{dt} = Q \cdot C_{in} - Q \cdot C \pm r_i \cdot V$$

Bilanse masy dla części biologicznej

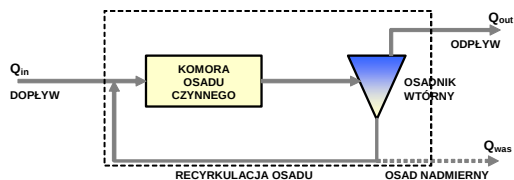


Dane do oceny jakości pomiarów i parametrów eksploatacyjnych

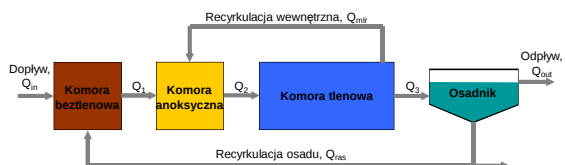
Parametr	Symbol	Jedn.	Wartość	Parametr	Symbol	Jedn.	Wartość
Stężenie zawiesin w komorze	X_{ss}	g/m^3		ChZT po oczyszczaniu mechanicznym	COD_{ch}	$gCHZT/m^3$	
Natężenie dopływu ścieków do komory	Q_{in}	m^3/d		ChZT w odpływie z osadnika wtórnego	COD_{ch}	$gCHZT/m^3$	
Natężenie odpływu ścieków z osadnika wtórnego	Q_{out}	m^3/d		N_{ss} po oczyszczaniu mechanicznym	N_{ss}	gN/m^3	
P_{ss} po oczyszczaniu mechanicznym	P_{ss}	gP/m^3		N_{ss} w odpływie z osadnika wtórnego	N_{ss}	gN/m^3	
P_{ss} w komorze	P_{ss}	gP/m^3		N_{ss} w osadzie nadmiernym	N_{ss}	gN/m^3	
Zawiesina og. w odpływie z osadnika	X_{ss}	g/m^3		$Kj-N$ po oczyszczaniu mechanicznym	KjN_{ss}	gN/m^3	
P_{ss} w odpływie z osadnika	P_{ss}	gP/m^3		$Kj-N$ w odpływie z osadnika wtórnego	KjN_{ss}	gN/m^3	
Natężenie recykulacji osadu	Q_{rec}	m^3/d		Stosunek cz.org. zawiesziny do zawiesziny og. (w komorze)	i_{cz}	-	
Zawiesina w osadzie recykulowanym	X_{ss}	g/m^3		Stosunek ChZT/Zawiesziny org. (w komorze)	i_{cz}	$gCHZT/g$	
Ilość osadu nadmiernego	Q_{ex}	m^3/d					
Wiek osadu	SRT	d					

Równanie ciągłości dla części biologicznej

$$Q_{in} = Q_{out} + Q_{was}$$



Równania ciągłości wewnątrz komory osadu czynnego

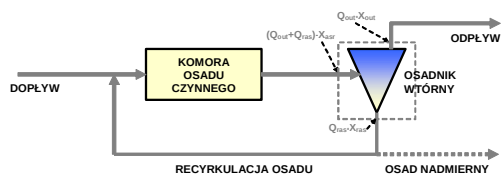


RÓWNANIA CIĄGŁOŚCI:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_{in} + Q_{ras} \\ Q_2 &= Q_{in} + Q_{ras} + Q_{mlr} \\ Q_3 &= Q_{in} + Q_{ras} \\ Q_{out} &= Q_{in} - Q_{was} \end{aligned}$$

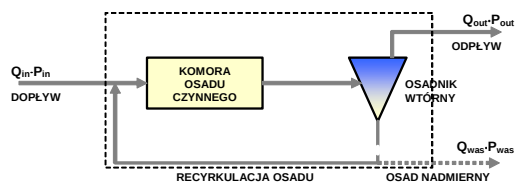
Bilans masy zawieszin w osadniku wtórnym

$$(Q_{out} + Q_{ras}) \cdot X_{asr} = Q_{ras} \cdot X_{ras} + Q_{out} \cdot X_{out}$$



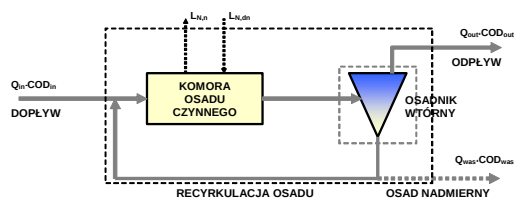
Bilans masy fosforu w części biologicznej

$$Q_{in} \cdot P_{in} = Q_{out} \cdot P_{out} + Q_{was} \cdot P_{was}$$



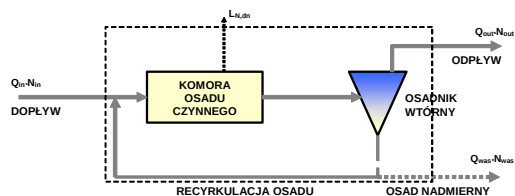
Bilans zapotrzebowania tlenu w części biologicznej

$$OU_{tot} = Q_{in} \cdot COD_{in} - Q_{out} \cdot COD_{out} - 2.86 \cdot L_{N,dn} + 4.56 \cdot L_{N,n} - Q_{was} \cdot X_{was} \cdot i_{V,T} \cdot i_{C,V}$$



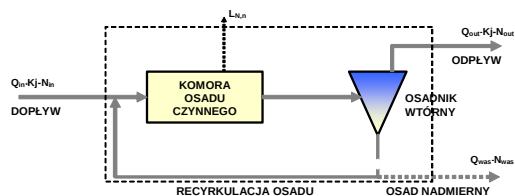
Bilans masy azotu (ogólnego) w części biologicznej

$$L_{N,dn} = Q_{in} \cdot N_{in} - Q_{out} \cdot N_{out} - Q_{was} \cdot N_{was}$$

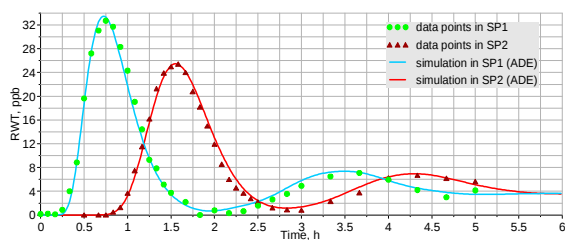


Bilans masy azotu (Kj-N) w części biologicznej

$$L_{N,n} = Q_{in} \cdot KjN_{in} - Q_{out} \cdot KjN_{out} - Q_{was} \cdot N_{was}$$



Przykład badań traserowych - oczyszczalnia Gdańsk-Wschód

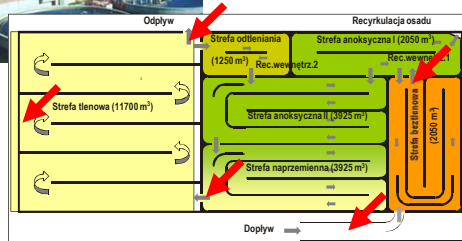


Źródło: Zima i wsp. (2008)

Badania polowe – punkty pomiarowe



Widok i rzut komory osadu
czynnego w oczyszczalni
ścieków „Wschód” w Gdańsku



Zakres badań w trakcie pomiarów ciągłych

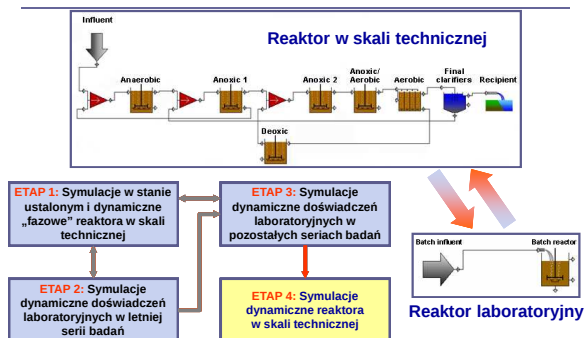
Punkt pomiarowy w komorze osadu czynnego					
Zakres oznaczeń	Dopływ	Beztlen.	Anoks.	Tlen. 1	Tlen. 2
	P og.				
	P-PO ₄ ⁻	P-PO ₄ ⁻	P-PO ₄ ⁻	P-PO ₄ ⁻	P-PO ₄ ⁻
	N og.				
	N-NH ₄ ⁺		N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺
			N-NO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻
	Zaw. og.				
	Zaw. og. (cz.org.)				
	ChZT				
	ChZT _{III} ⁺	ChZT _{III}	ChZT _{III}		ChZT _{III}

Doświadczenia laboratoryjne

- Doświadczenia **1-fazowe** (anoksyiczne, tlenowe)
- Doświadczenia **2-fazowe** (beztł./anoks. i beztł./tlen.)
- Doświadczenia **3-fazowe** (beztł./anoks./tlen.)

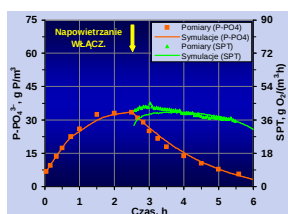


Etapy kalibracji i walidacji modelu

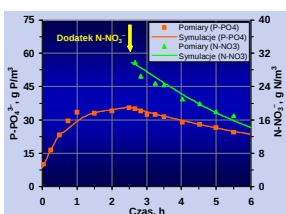


Oczyszczalnia „Wschód” w Gdańsku – badania laboratoryjne i symulacje (okres letni)

Beztlenowe uwalnianie PO_4^{3-} i tlenowy pobór PO_4^{3-}

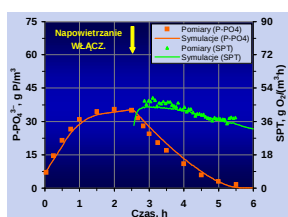


Beztlenowe uwalnianie PO_4^{3-} i anoksydacyjny pobór PO_4^{3-}

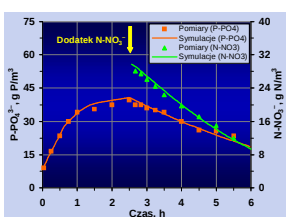


Oczyszczalnia „Wschód” w Gdańsku – badania laboratoryjne i symulacje (okres wiosenny)

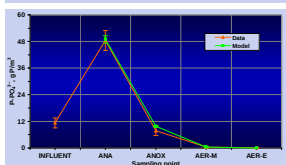
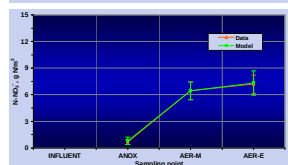
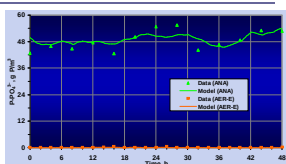
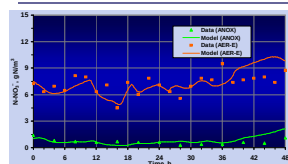
Beztlenowe uwalnianie PO_4^{3-} i tlenowy pobór PO_4^{3-}



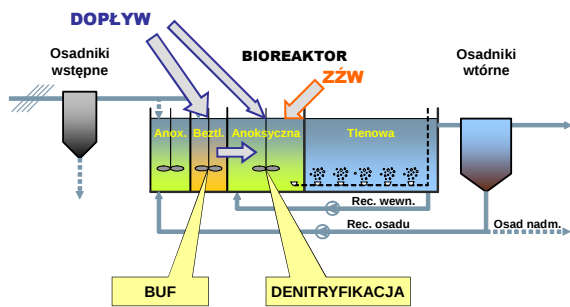
Beztlenowe uwalnianie PO_4^{3-} i anoksydacyjny pobór PO_4^{3-}



Wyniki badań polowych i symulacji ($\text{NO}_3\text{-N}$ i $\text{PO}_4\text{-P}$)



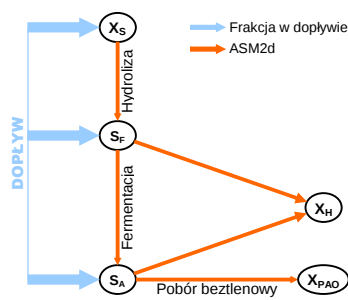
Zużycie substratu w systemach z BUZB



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA INNOWACJI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

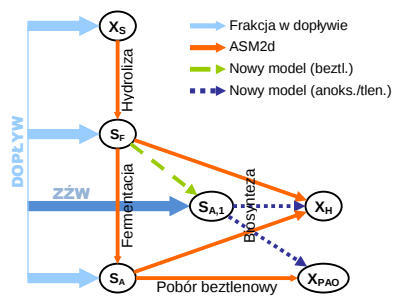
Przepływ substratu w ASM2d



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA INNOWACJI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

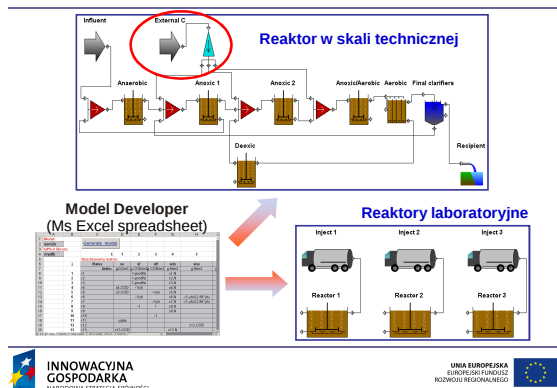
Przepływ substratu w nowym modelu



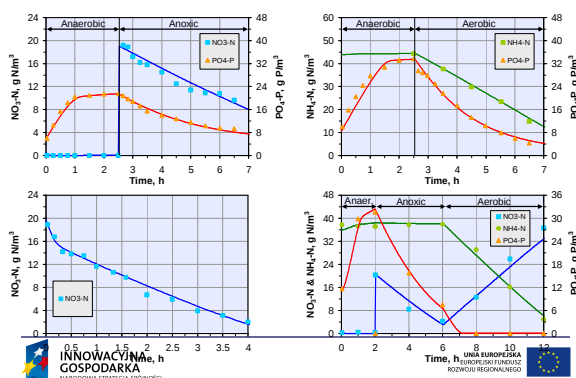
INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA INNOWACJI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

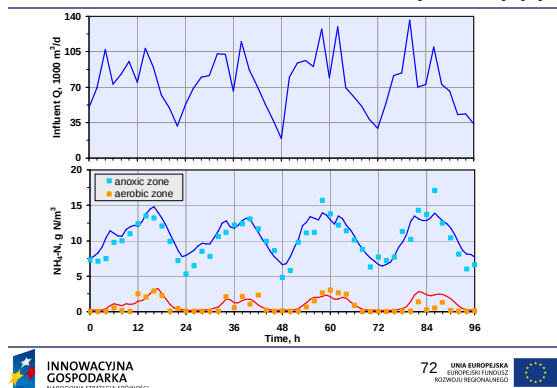
Implementacja modelu w programie GPS-X



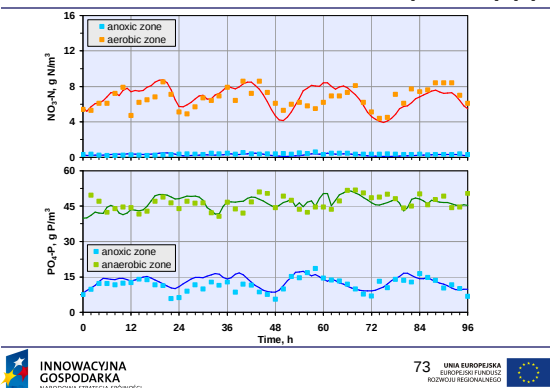
Wyniki symulacji badań laboratoryjnych (ASM2d)



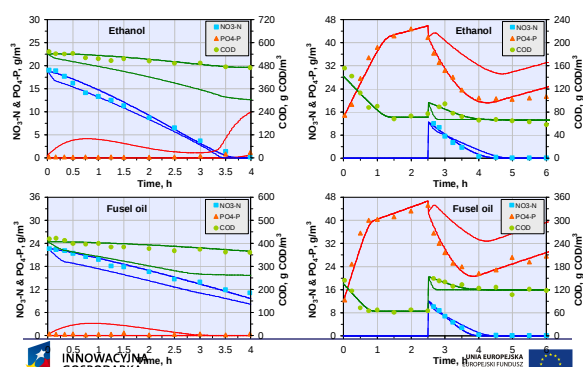
Wyniki symulacji dynamicznych pracy bioreaktora w OŚ Gdańsk-Wschód (ASM2d) (1)



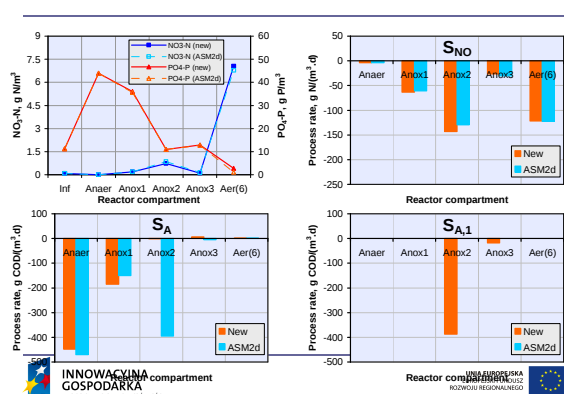
Wyniki symulacji dynamicznych pracy bioreaktora w OŚ Gdańsk-Wschód (ASM2d) (2)



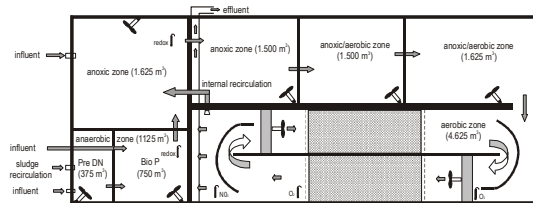
Wyniki symulacji badań laboratoryjnych (nowy model)



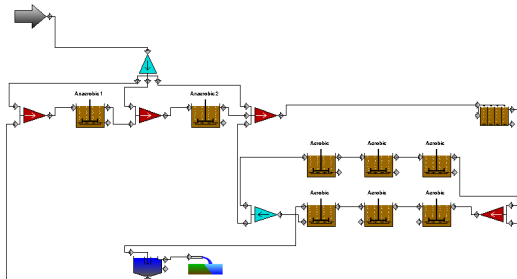
Porównanie ASM2d i nowego modelu



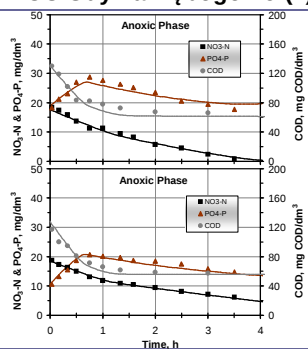
Oczyszczalnia ścieków Gdynia-Dębogórze (1)



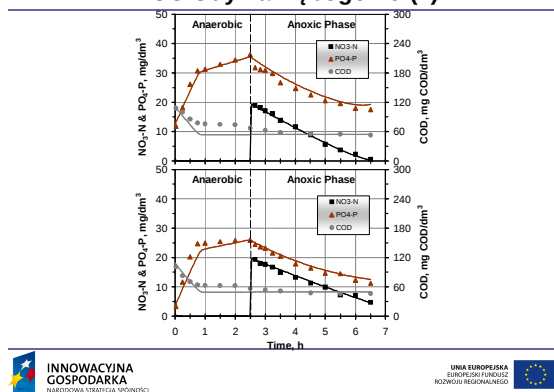
Oczyszczalnia ścieków Gdynia-Dębogórze (2)



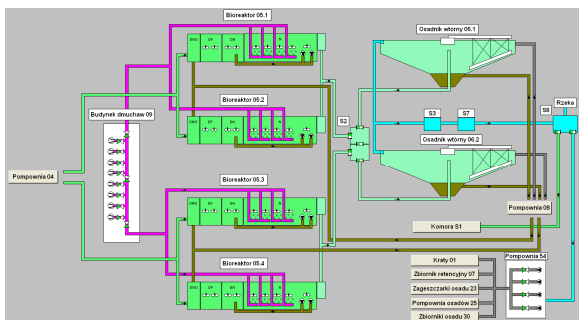
Wyniki symulacji badań laboratoryjnych w OŚ Gdynia-Dębogórze (1)



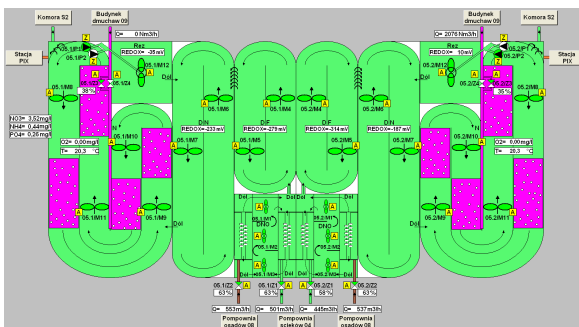
Wyniki symulacji badań laboratoryjnych w OŚ Gdynia-Dębogórze (2)



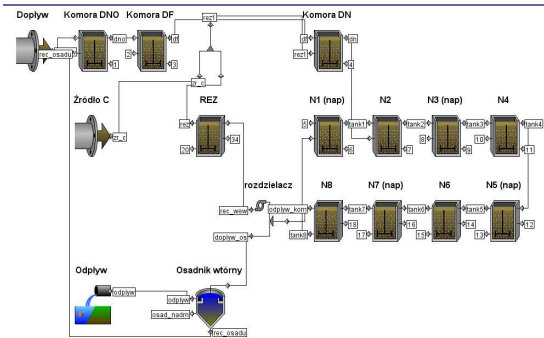
Lewobrzeżna Oczyszczalnia Ścieków (LOŚ) w Poznaniu (1)



Lewobrzeżna Oczyszczalnia Ścieków (LOŚ) w Poznaniu (2)



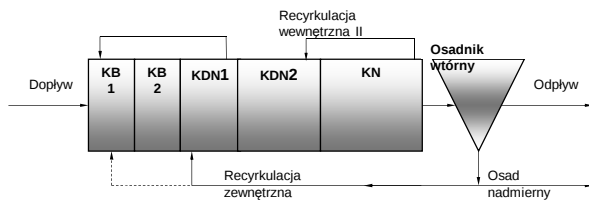
Lewobrzeżna Oczyszczalnia Ścieków (LOŚ) w Poznaniu (3)



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
ENERGETYCZNA I ŚRODOWISKOWA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

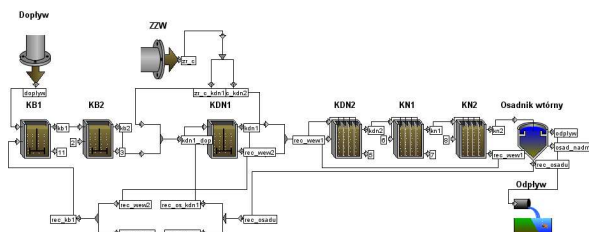
Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi (1)



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
ENERGETYCZNA I ŚRODOWISKOWA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi (2)



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
ENERGETYCZNA I ŚRODOWISKOWA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

Model kosztów eksploatacyjnych (1)

- **Koszty napowietrzania** (efektywność dmuchawy, spadek hydrauliczny, etc., a także czynniki uwzględnione w modelu wymiany tlenu)
- **Koszty zużycia energii na pompowanie** (natężenie przepływu, straty hydrauliczne, gęstość ścieków)
- **Inne koszty zużycia energii** (praca krat, mieszadeł, ruchomych pomostów, etc.)
- **Koszty dozowania chemikaliów** (jednostkowy koszt chemikaliów i dawka)
- **Koszty unieszkodliwiania osadu** (jednostkowy koszt unieszkodliwiania i ilość osadów)

Model kosztów eksploatacyjnych (2)

- Parametry kosztów eksploatacyjnych znajdują się w dwóch miejscach w programie GPS-X:

Dane ogólne (General Data):

(parametry ogólnych kosztów eksploatacyjnych, np. koszty energii i dobowy rozkład cen, itp.)

Koszty eksploatacyjne (Operating Cost):

(koszty eksploatacyjne w odniesieniu do poszczególnych obiektów, np. straty hydrauliczne, efektywność pomp, koszty chemikaliów, itp.)

Model kosztów eksploatacyjnych (3)

DANE WEJŚCIOWE

Ogólne koszty eksploatacyjne

Koszty eksploatacyjne związane z poszczególnymi elementami

The screenshot shows two overlapping dialog boxes in the GPS-X software. The left dialog, titled 'Operating Cost', has tabs for 'Energy Cost' and 'Pumping Cost'. The 'Energy Cost' tab is active, showing fields for 'Constant Price' (set to 0.07 \$/kWh) and 'Time-Related Pricing' (set to 2). The right dialog, also titled 'Operating Cost', has tabs for 'Blower Cost' and 'Pumping Cost'. The 'Blower Cost' tab is active, showing fields for 'Blower Efficiency' (0.85), 'Blower Power' (0.0004623 kW), and 'Pumping Cost' (0.0 \$/m³). Both dialogs have 'Accept' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Model kosztów eksploatacyjnych (4)

DANE WYJŚCIOWE

Ogólne koszty eksploatacyjne

Operating Cost	
Total Energy Cost	\$100h
price	\$1h
Installation Cost	\$
Total Operating Cost	\$100h
Installation Cost	\$
Total Chemical Addition Cost	\$
Installation Cost	\$
Total Cost	\$100h
Installation	\$
Accept	Cancel

Koszty eksploatacyjne związane z poszczególnymi elementami

Operating Cost	
Activation Energy Cost	\$100h
Activation Energy Cost	\$100h
Activation Energy Cost	\$
Pumping Energy Cost	\$100h
Pumping Energy Cost	\$100h
Pumping Energy Cost	\$
Miscellaneous Energy Cost	\$100h
Miscellaneous Energy Cost	\$100h
Miscellaneous Energy Cost	\$
Accept	Cancel

Model kosztów eksploatacyjnych (5)

Obiekt	Model	Napowietrzanie	Pompowanie	Unieszkodliwianie osadu	Dawkowanie chemikaliów	Inne formy zużycia energii
DOPLYW	acetate					
	asm2					
	bodbased					
	methanol					
	states					
BIOREAKTOR	wszystkie					
ZKF	wszystkie					
ODWADNIANIE	wszystkie					
OSADNIK, ZAGĘSZCZACZ	wszystkie					

Plan dalszych badań w ramach projektu

- Udostępnienie nowego modelu w programie GPS-X
- Wykonanie wstępnych badań symulacyjnych
- ???