

Oczyszczanie Ścieków

Usuwanie fosforu



Politechnika Wroclawska

Usuwanie fosforu ze ścieków

Informacje podstawowe

Usuwanie fosforu ze ścieków może odbywać się poprzez 3 niezależne od siebie mechanizmy

- Asymilację fosforu przez mikroorganizmy na drodze biologicznej.
- Wzmożona biologiczna defosfatacja.
- Usuwanie fosforu na drodze chemicznej – strącanie.



Usuwanie fosforu ze ścieków

Biologiczne usuwanie fosforu

- „Zwykłe” bakterie heterotroficzne (**BH**) osadu czynnego zawierają ok. 1% P. Ilość fosforu usuwanego ze ścieków z osadem nadmiernym (zawierającym BH) jest zatem mała.
- „Specjalne” bakterie heterotroficzne (**BHP**) są w stanie zgromadzić w komórce nawet > 20% P. Bakterie takie (**bakterie heterotroficzne akumulujące P, BHP (PAO)**) mogą być obecne w znacznych ilościach w osadzie czynnym, gdy osad jest naprzemiennie poddawany warunkom beztlenowym i tlenowym. Wtedy osad nadmierny (zawierający dużo BHP) zawiera dużo P, a więc ilość usuwanego fosforu jest duża.



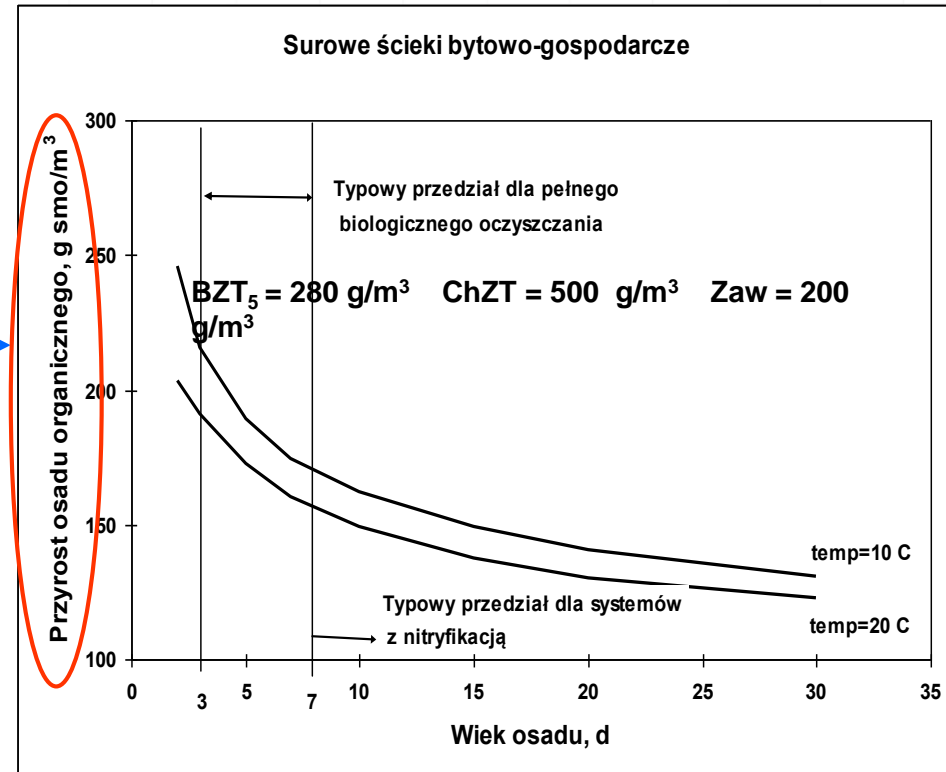
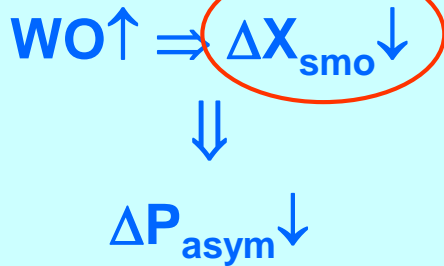
Usuwanie fosforu ze ścieków

Biologiczne usuwanie fosforu - asymilacja

$$\Delta P \approx \Delta P_{\text{Asym}} = f_{\text{P/smo}} \cdot \Delta X_{\text{smo}} \text{ g P/m}^3$$

Zawartość fosforu w osadzie nadmiernym: ~0.01 g P/g smo

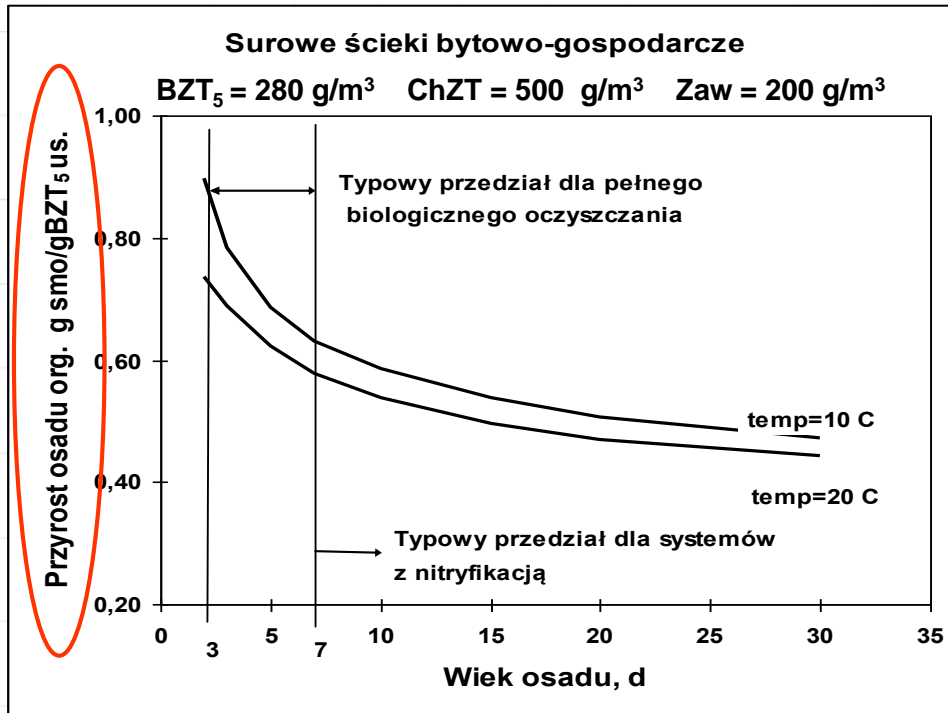
Produkcja osadu nadmiernego:
g smo/m³ ścieków



Usuwanie fosforu ze ścieków

Biologiczne usuwanie fosforu - asymilacja

$$\Delta P \approx \Delta P_{Asym} \approx f_{P/smo} \cdot \Delta X_{smo} = f_{P/smo} \cdot \Delta X_{j,org} \cdot \Delta BZT_5, \text{ g P/m}^3$$



Jednostkowa produkcja osadu nadmiernego: g smo/g BZT_{5,us}

$$WO \uparrow \Rightarrow \Delta X_{j,org} \downarrow$$

$$\Delta P_{asym} \downarrow$$

Ubytek BZT₅ ścieków: g BZT₅/m³

Dla $WO = const$

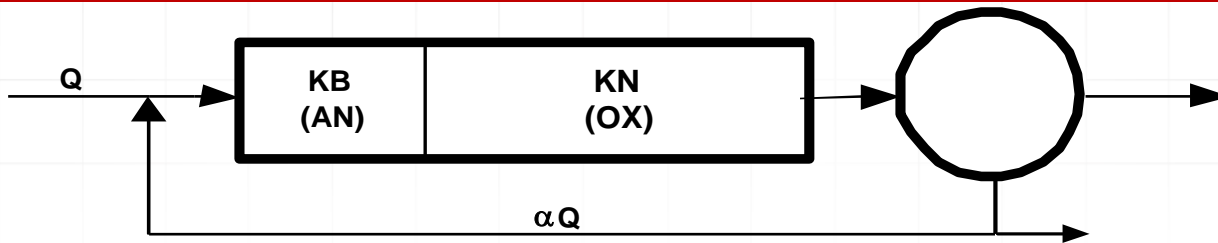
BZT₅ ścieków surowych \uparrow

$$\Delta BZT_5 \uparrow \Rightarrow \Delta P_{Asym} \uparrow$$



Usuwanie fosforu ze ścieków

Biologiczne usuwanie fosforu – wzmożona biologiczna defosfatacja



Mechanizm procesu

Komora beztlenowa działa jak „selektor”, umożliwiając namnażanie się w osadzie czynnym bakterii „fosforanowych” (X_{PAO}), zdolnych do akumulacji polifosforanów (X_{PP}) we wnętrzu swoich komórek.

Efekt procesu

Wyhodowuje się osad czynny zawierający dużo fosforu w biomacie

$$f_{P/smo} > 0.01 \text{ g P/g smo}$$

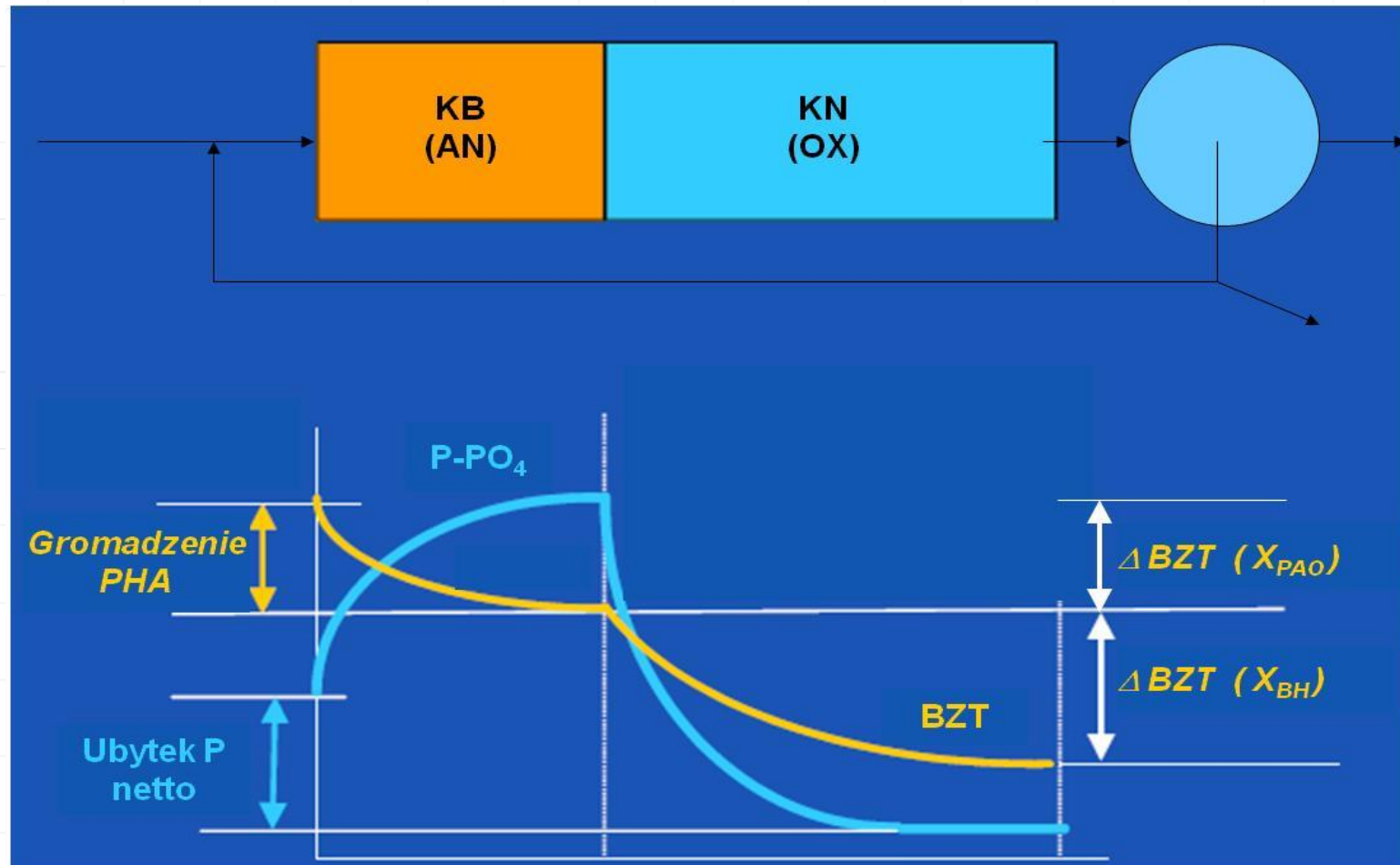
W konsekwencji ubytek fosforu ze ścieków jest znacznie większy niż tylko wynikający ze zwykłej asymilacji

$$\Delta P \gg \Delta P_{\text{asym}}$$



Usuwanie fosforu ze ścieków

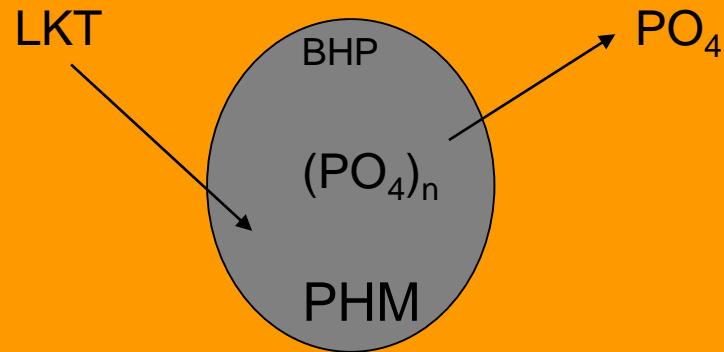
Biologiczne usuwanie fosforu – wzmożona biologiczna defosfatacja



Usuwanie fosforu ze ścieków

Biologiczne usuwanie fosforu – wzmożona biologiczna defosfatacja

KB

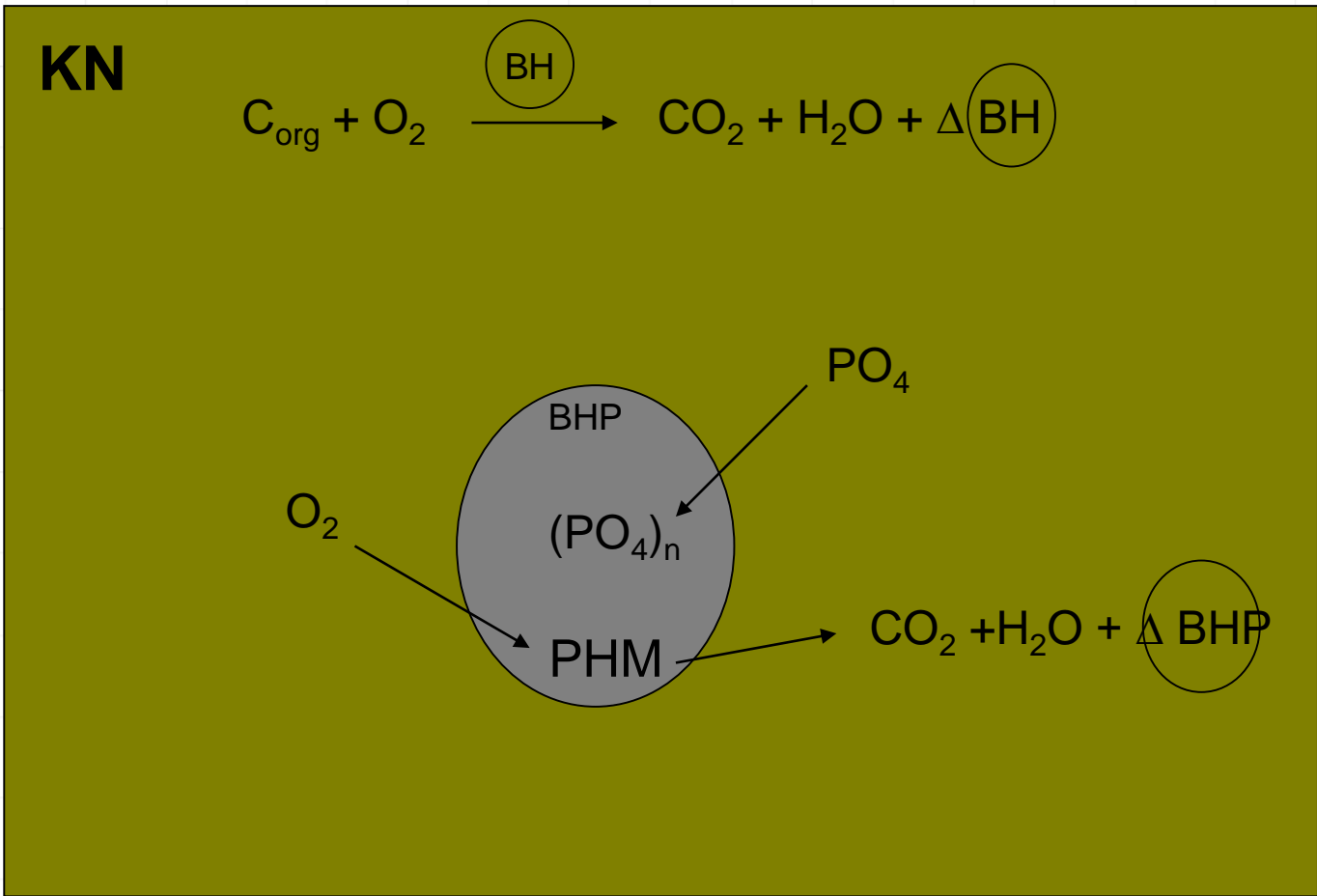


(PHM = Poli Hydroksy Maślany. Substancja zapasowa)

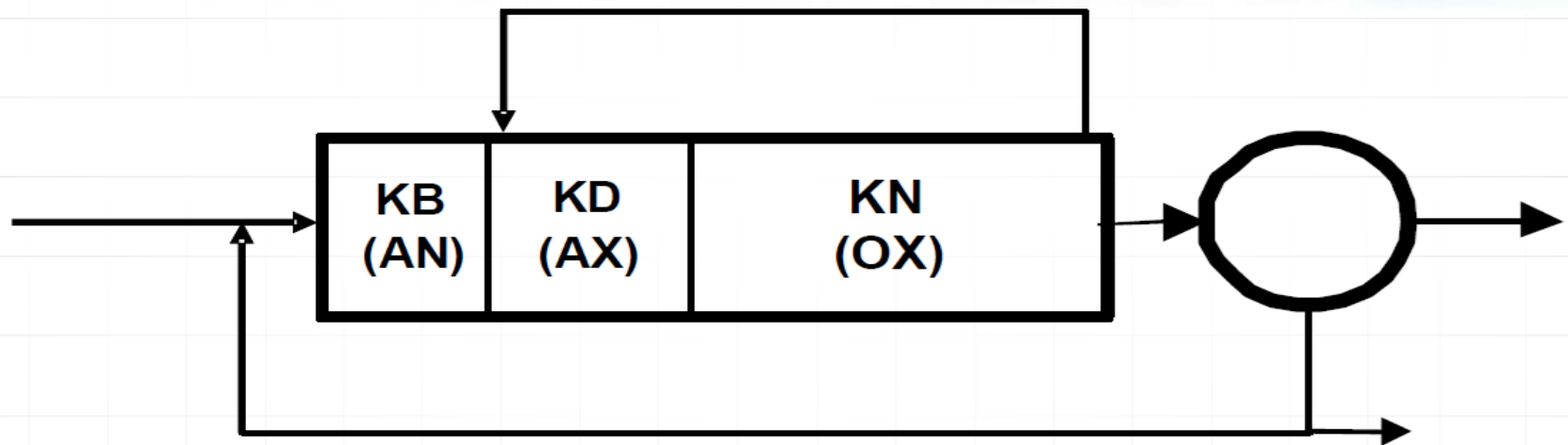


Usuwanie fosforu ze ścieków

Biologiczne usuwanie fosforu – wzmożona biologiczna defosfatacja



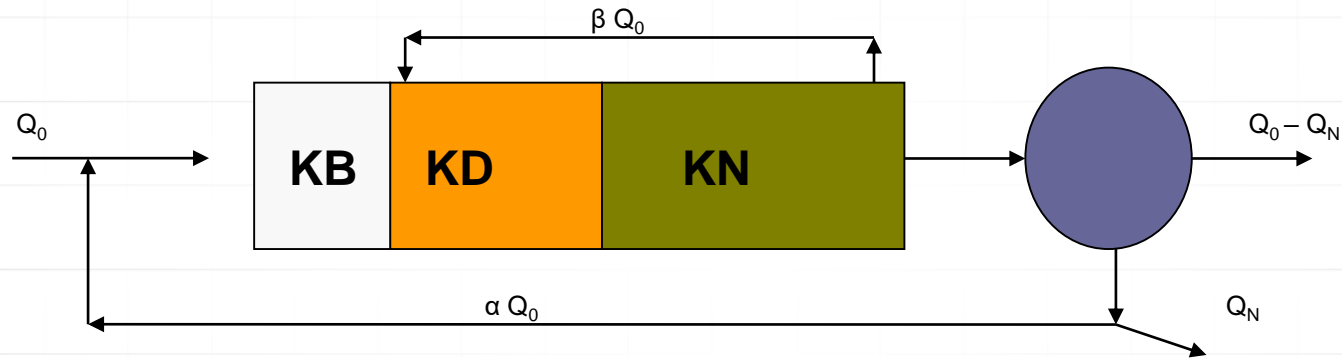
Układ do usuwania biogenów



Układ A2/O

Podstawowe informacje

Układ A2/O (Anaerobic/Anoxic/Oxidation)



$KD/KN \rightarrow 0,2-0,8$

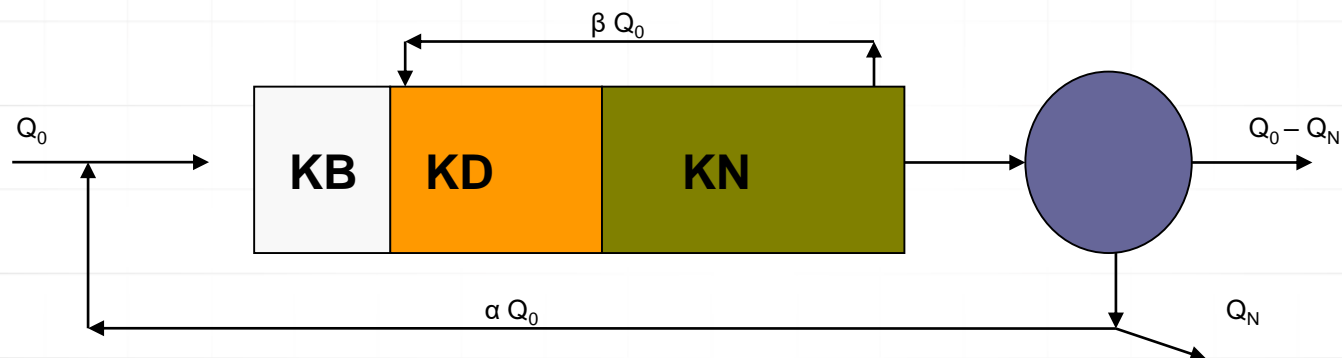
KB \rightarrow żeby uzyskać defosfatację biologiczną. $T_{KB} = V_{KB}/Q_0 \approx (0,5 \div 2)h$

NO_3^- doprowadzane do KB zużywają LKT, co obniża przyrost BHP, a zatem efekty usuwania P.

Układ A2/O

Podstawowe informacje

Układ A2/O (Anaerobic/Anoxic/Oxidation)



- βQ_0 – recyrkulacja wewnętrzna

$\beta = (100 \div 400 \text{ i więcej})\%$ - żeby dostarczyć NO_3^- z KN do KD

$\beta \rightarrow \text{N-NO}_3^-$ (kilka do kilkanaście $\text{g N-NO}_3^-/\text{m}^3$)

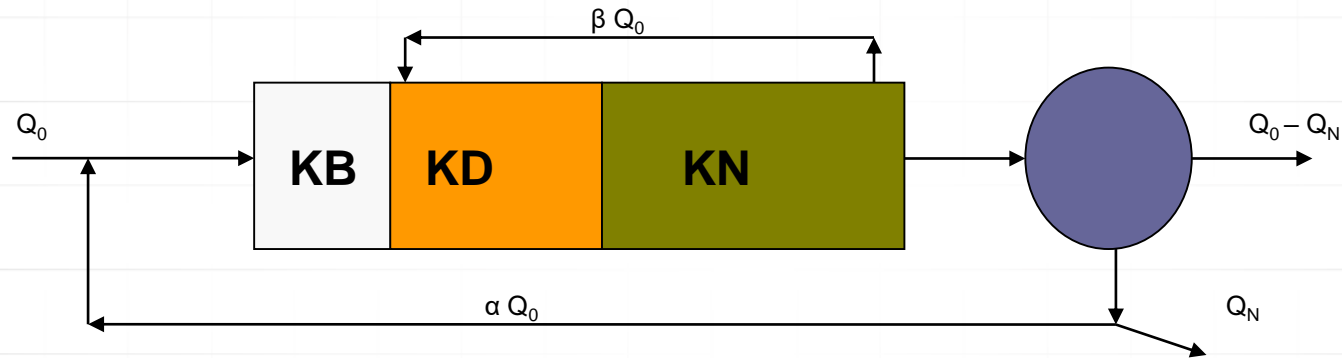
$\beta \rightarrow$ „natlenianie” KD jako efekt uboczny



Układ A2/O

Podstawowe informacje

Układ A2/O (Anaerobic/Anoxic/Oxic)



Warunek wystąpienia nitryfikacji w systemie A2/O

$$WO \geq \underbrace{WO_{\min, nit}}_{\sim (7 \div 10)d \text{ dla } 10^\circ\text{C}} \frac{V_{KB} + V_{KD} + V_{KN}}{V_{KN}}, d$$

Układ A2/O

Zużycie tlenu

$$ZO_2 = ZO_2^C + ZO_2^{NIT} - \Delta ZO_2^{DEN}, \text{ gO}_2/\text{d}$$

na utlenienie zw.
organicznych

na nityfikację NH_4^+

odzysk w wyniku
denityfikacji NO_3^-

$$ZO_2^C = 1,47Q_0 (\text{BZT}_{5,0} - \text{BZT}_{5,e}^S) - 1,42 \Delta X_{\text{org}}, \text{ gO}_2/\text{d}$$

$$ZO_2^{NIT} = 4,6 [Q_0 (\text{N}_{\text{og},0} - \text{N}_{\text{og},e}^S) - 0,1 \Delta X_{\text{org}}], \text{ gO}_2/\text{d} = \Delta N$$

$\text{N}_{\text{og},e}^S$, $\text{BZT}_{5,e}^S$ – wartości w próbie sączonej z odpływu osadnika wtórnego, g/m^3 ,

ΔX_{org} – przyrost osadu organicznego, gsmo/d ,

0,1 – przybliżona wartość N w osadzie organicznym, gN/gsmo

ΔN – ilość znityfikowanego azotu.



Usuwanie fosforu ze ścieków

Chemiczne usuwanie fosforu – strącanie / koagulacja

Do koagulacji typowych zanieczyszczeń w ściekach miejskich stosuje się najczęściej hydrolizujące sole żelaza i glinu:

- siarczan glinowy $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$,
- glinian sodowy $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$.
- siarczan żelazawy $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,
- siarczan żelazowy $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$,

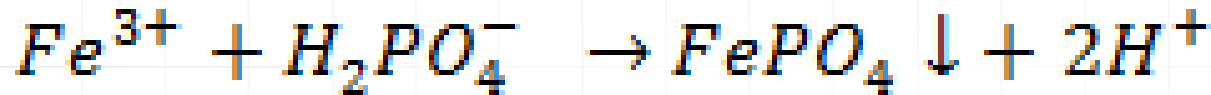
PAX

PIX



Usuwanie fosforu ze ścieków

Chemiczne usuwanie fosforu – strącanie / koagulacja

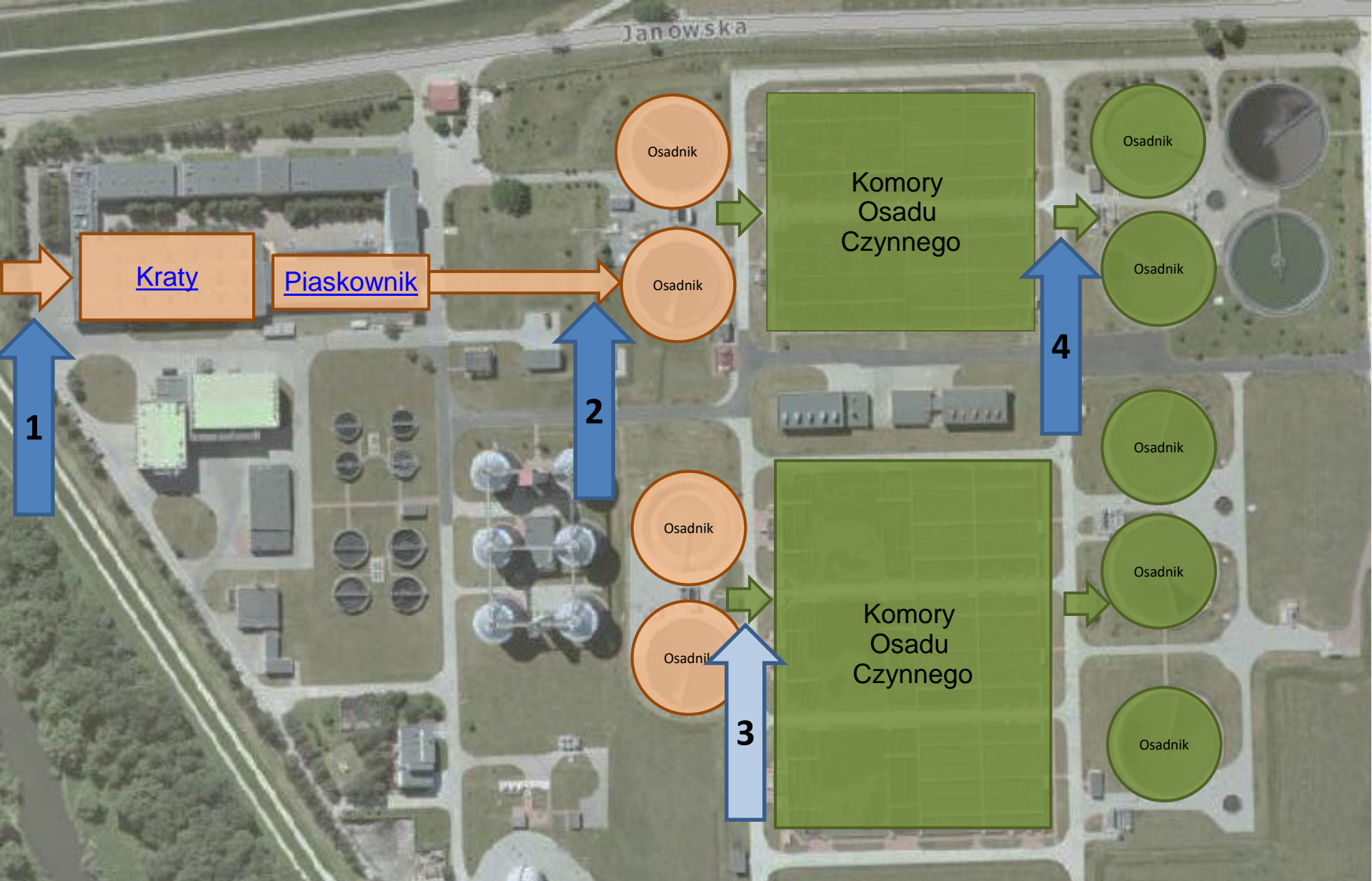


Stechiometryczna dawka Fe^{3+} do strącania fosforanów wynosi 1 mol Fe/mol P- PO_4 (**1,8 g Fe/g P- PO_4**).

Ilość osadu chemicznego powstającego przy zastosowaniu dawki stechiometrycznej wynosi:

$$\frac{56 + 31 + 4 \cdot 16}{56} = 2,70 \text{ g sm/g } Fe^{3+}.$$





Skąd PIX wie, że ma strącać fosforany?

Usuwanie fosforu ze ścieków

Chemiczne usuwanie fosforu – strącanie / koagulacja

Proces koagulacji występuje zazwyczaj łącznie z chemicznym strącaniem. Oba współdziałające procesy przebiegają przy zastosowaniu tych samych koagulantów. Stosuje się je do osiągnięcia następujących celów:

- strącanie metali lub substancji barwnych w procesach podczyszczania lub końcowego oczyszczania ścieków przemysłowych,
- strącanie metali ze ścieków miejskich o dużym udziale ścieków przemysłowych w I st. oczyszczania przed oczyszczaniem biologicznym,
- wstępne oczyszczanie ścieków miejskich o dużym udziale ścieków przemysłowych w oczyszczalni fizyczno-chemicznej,
- podniesienie efektywności wstępnego oczyszczania ścieków w osadnikach przez wprowadzenie koagulantu do ścieków przed osadnikiem wstępnym,
- **strącanie związków fosforu,**
- polepszenie jakości odpływu z oczyszczalni biologicznej,
- usunięcie substancji refrakcyjnych,
- dekarbonizacja ścieków miejskich lub przemysłowych.



Do opracowania w domu

Postaraj się ustalić jakie komory znajdują się w KOCz na Twojej oczyszczalni ścieków. Czy są to AN, AX, OX czy może inne? Czy są po jednej czy reprezentowane w większej ilości?

Osoby z Wrocławia wybierają do analizy oczyszczalnie ścieków z jakiegoś innego miasta

