

## ZASTOSOWANIE CHEMICZNEGO WSPOMAGANIA I JEGO WPŁYW NA PRACĘ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ŚREMIE

*Autor: Eugeniusz Klaczyński*

*Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Śremie Sp. z o.o.*

Istniejąca oczyszczalnia ścieków działająca przy Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji w Śremie Sp. z o.o., zlokalizowana jest w północno-wschodniej części miasta na lewym brzegu Warty. Powstała na początku lat 70-tych, mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia wykorzystywała do oczyszczania ścieków zraszane złoża biologiczne.

W związku z dostosowywaniem parametrów ścieków do norm europejskich nastąpiła konieczność przeprowadzenia modernizacji i rozbudowy całego obiektu do której przystąpiono na podstawie przygotowanej dokumentacji w roku 1997 a oddanie do eksploatacji nastąpiło we wrześniu 1999 r.

Oczyszczalnia zaprojektowana została na przepustowość:

$$\begin{aligned} Q_{d \text{ śr}} &= 8000 \text{ m}^3/\text{d} \text{ w tym ok.100 m}^3/\text{d} - \text{ ścieki dowożone} \\ Q_{\text{max d}} &= 10400 \text{ m}^3/\text{d} \\ Q_{\text{śr h}} &= 433 \text{ m}^3/\text{h} \\ Q_{\text{max h}} &= 866 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Obecnie do oczyszczalni dopływa około 5500 - 6000 m<sup>3</sup>/d

Oczyszczalnia posiada możliwość rozbudowy (w II etapie modernizacji) do

$$Q_{\text{śr d}} = 12000 \text{ m}^3/\text{d}$$

Ścieki oczyszczone kolektorem ściekowym odprowadzane są do rzeki Warty.

### KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

#### *OCZYSZCZALNIA MECHANICZNA:*

Hermetyczny punkt zlewny ścieków dowożonych z dezodoryzacją gazów

1. Budynek krat z kratą gęstą i prasą do skratek
2. Piaskownik dwukomorowy wyposażony w separator piasku
3. Osadniki wstępne wyposażone w podwójny zgarniacz osadu
4. Przepompownia ścieków mechanicznie oczyszczonych na reaktory biologiczne

**OCZYSZCZALNIA BIOLOGICZNA:**

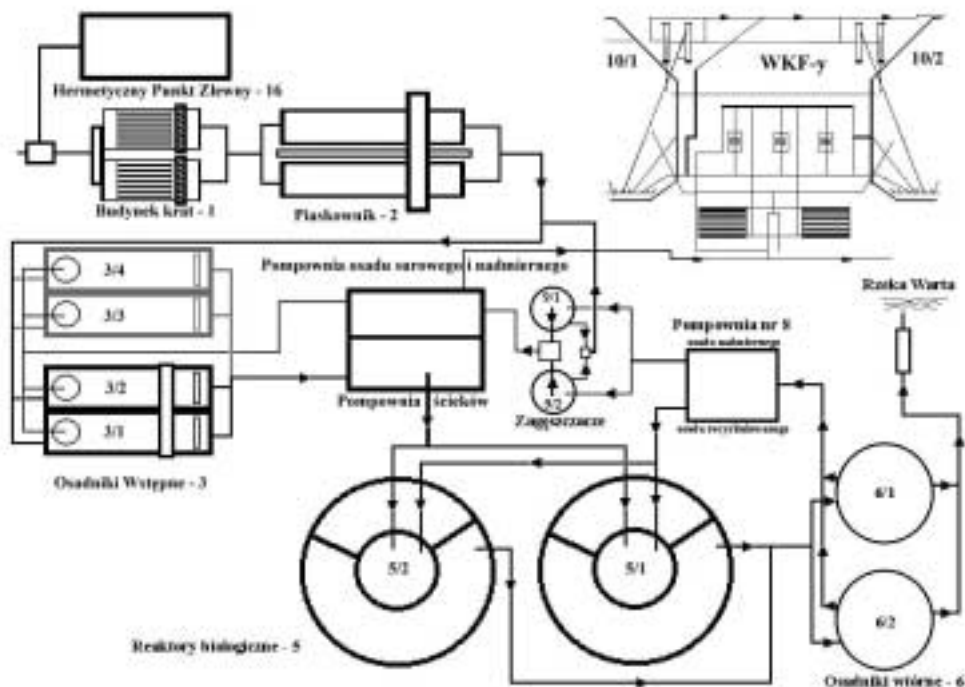
1. Wielofunkcyjny reaktor biologiczny (2szt.) o przepływie tłokowym z komorą defosfatacji, denitryfikacji i nityfikacji o pojemności 4000m<sup>3</sup> każdy
2. Stacja dmuchaw Luthos DITL R 66
3. Stanowisko dozowania PIX-u - instalacja do symultanicznego strącania fosforu
4. Osadniki wtórne radialne
5. Komora pomiarowa ścieków oczyszczonych ze zwężką Parschalla

**PRZERÓBKA OSADÓW:**

1. Przepompownia osadu surowego i nadmiernego podgrzewanego na WKF-y
2. Zagęszczacze grawitacyjne osadu nadmiernego
3. Wydzielone komory fermentacyjne
4. Zbiornik buforowy osadu przefermentowanego
5. Budynek odwadniania osadu z prasą taśmową i instalacją higienizacji

**CZEŚĆ GAZOWA:**

1. Odsiarczalnica z rudą darniową
2. Zbiornik gazu
3. Automatyczna pochodnia gazu
4. Kotły gazowe do spalania biogazu podgrzewające osad w WKF-ach, centralne ogrzewanie trzech budynków i zbiornik gazu



Rys.1 Poglądowy schemat procesowy oczyszczalni ścieków w Śremie

Pozwolenie wodno-prawne wydane na eksploatację zmodernizowanej oczyszczalni z dnia 19.03.2001r. określiło dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych do odbiornika.

BZT <sub>5</sub>	-	15 mg/l
ChZT	-	125 mg/l
azot ogólny	-	30 mg N <sub>og.</sub> /l
fosfor	-	1,5 mg P <sub>og.</sub> /l
zawiesina ogólna	-	35 mg/l

Stężenie podstawowych parametrów zanieczyszczeń ścieków surowych dopływających do oczyszczalni na podstawie średnich pomiarów wynosi :

	1.07.1999 - 30.06.2000		2001r.		I-V m-c 2002	
<b>S<sub>BZT5</sub></b>	<b>448,53</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>451,84</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>673,6</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>
<b>S<sub>zaw. og.</sub></b>	<b>322,35</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>379,9</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>375,7</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>
<b>S<sub>Nog</sub></b>	<b>98,76</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>87,14</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>99,6</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>
<b>S<sub>Pog</sub></b>	<b>16,11</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>12,36</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>13,2</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>

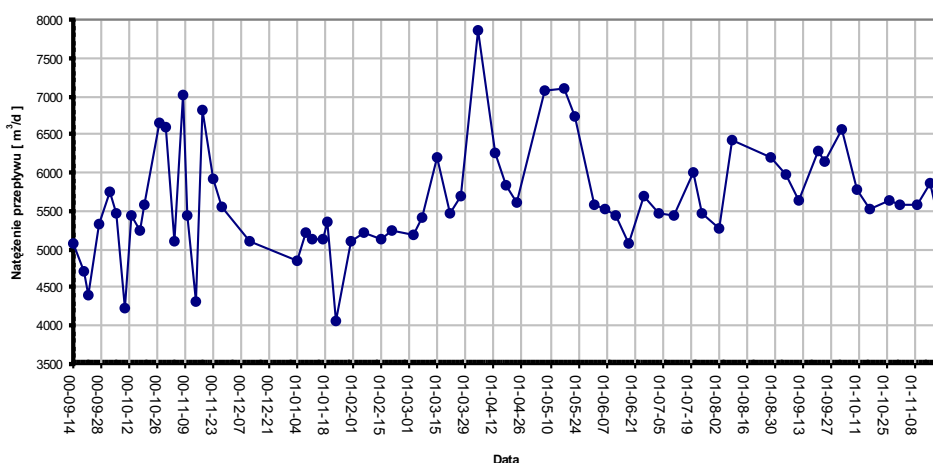
Uzyskiwany stopień redukcji zanieczyszczeń jest na poziomie zakładanym w projekcie, pomimo mniejszej ilości ścieków i większym ładunkom na dopływie:

Wskaźnik	Według projektu			Uzyskiwany obecnie stopień redukcji (ścieki surowe do oczyszczonych)
	Po części mechanicznej	Po części biologicznej	Ścieki surowe do oczyszczonych	
<b>BZT<sub>5</sub></b>	<b>24,20 %</b>	<b>90,20 %</b>	<b>92,59 %</b>	<b>97% - 98%</b>
<b>ChZt</b>	<b>67,40 %</b>	<b>76,20 %</b>	<b>92,24 %</b>	<b>90 % - 96 %</b>
<b>AZOT</b>	<b>20,60 %</b>	<b>84,60 %</b>	<b>87,80 %</b>	<b>88 % - 89 %</b>
<b>FOSFOR</b>	<b>26,60 %</b>	<b>86,90 %</b>	<b>90,38 %</b>	<b>75 % - 85 % (bez chemii)</b>
<b>ZAWIESINA</b>	<b>63,10 %</b>	<b>80,90 %</b>	<b>92,95 %</b>	<b>85 % - 95%</b>

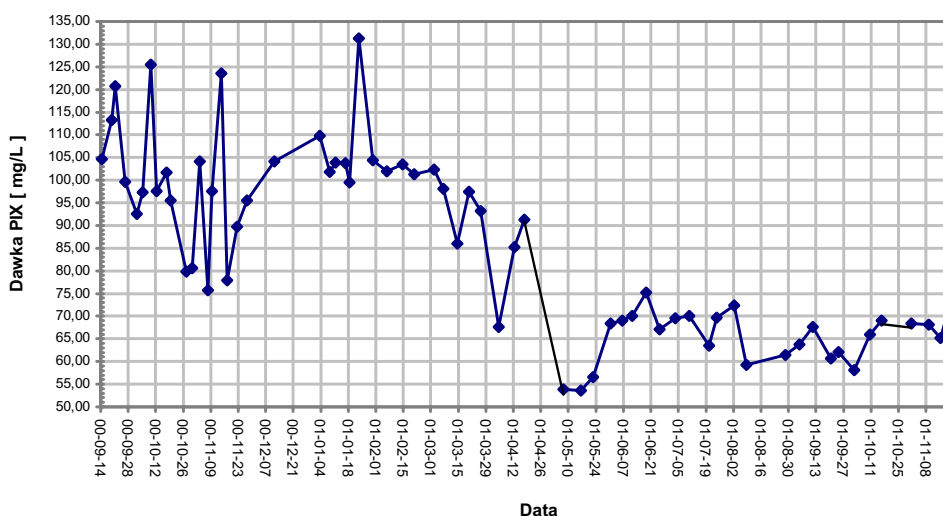
Obecnie ilość ścieków dopływających do oczyszczalni (rys.2) waha się w granicach 5200 - 6500m<sup>3</sup>/d. W celu zachowania warunków pozwolenia wodnoprawnego istnieje konieczność chemicznego wspomaganie strącania fosforu, ponieważ redukcja po części biologicznej kształtuje się na poziomie 75 % - 85 %.

Fosfor jest strącany koagulantem PIX-113, średnio dobową ilość PIX wynosi 66,99g/ m<sup>3</sup>, jest on podawany stałą dawką 372,4kg/d, obliczoną dla średniej ilości ścieków i fosforu na dopływie.

Koagulant dozowany jest do koryta odpływowego ścieków oczyszczonych reaktora biologicznego 5/1, skąd przedostaje się do komory mieszania ścieków z dwóch pracujących reaktorów, połączonej z osadnikami wtórnymi.



Rys.2 Natężenie przepływu ścieków



Rys.3 Dawka PIXg/m<sup>3</sup> ścieków

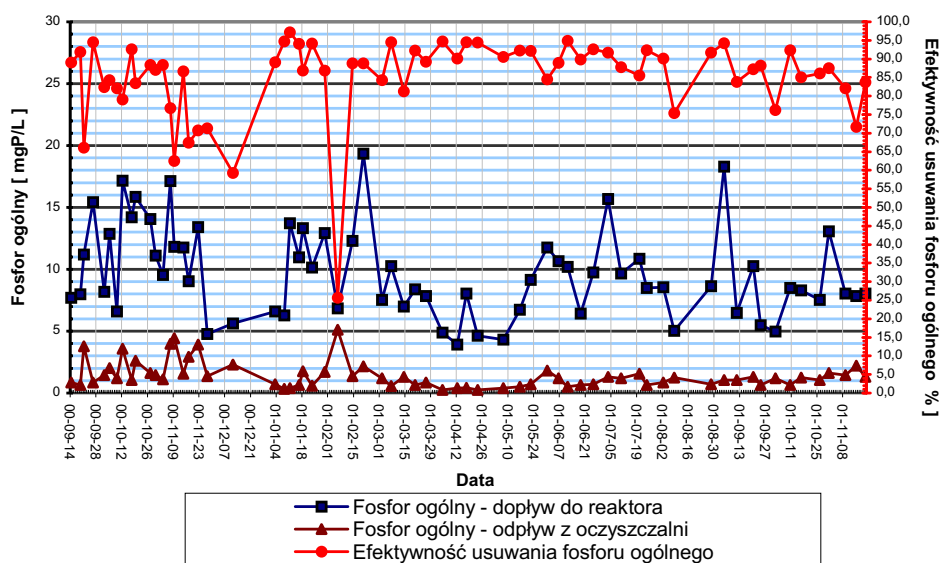
Symultaniczne dawkowanie PIX-u i jego wpływ na pracę obiektu były sprawdzone doświadczalnie, zwiększenie dawki powyżej 100g PIX-u/m<sup>3</sup> ścieków, powodowało wtórne uwalnianie fosforu po 3 godzinach sedimentacji, osad wykazywał tendencje do flotacji, a woda nadosadowa była mało klarowna.

Dawka PIX g/m <sup>3</sup>	0,0	75,0	100,0	125,0	150,0	200,0
odczyn pH	7,12	7,10	7,10	6,99	6,85	6,60
fosfor ogólny po 1h sedimentacji	9,93	8,30	4,64	3,79	5,34	6,21
fosfor ogólny po 3h sedimentacji	-	6,66	5,10	5,23	5,75	5,95

Dawka PIX (rys.3) została zmieniona na niższą w kwietniu 2001r., po skierowaniu wód nadosadowych z WKF i odcieku z prasy, najpierw na klarowniki (zapasową parę osadników wstępnych), razem z wodami pochodzącymi z grawitacyjnego zagęszczania osadu nadmiernego. Po przeprowadzonej redukcji zanieczyszczeń wody z klarowników są mieszane ze ściekami surowymi po osadnikach wstępnych i trafiają na reaktory biologiczne.

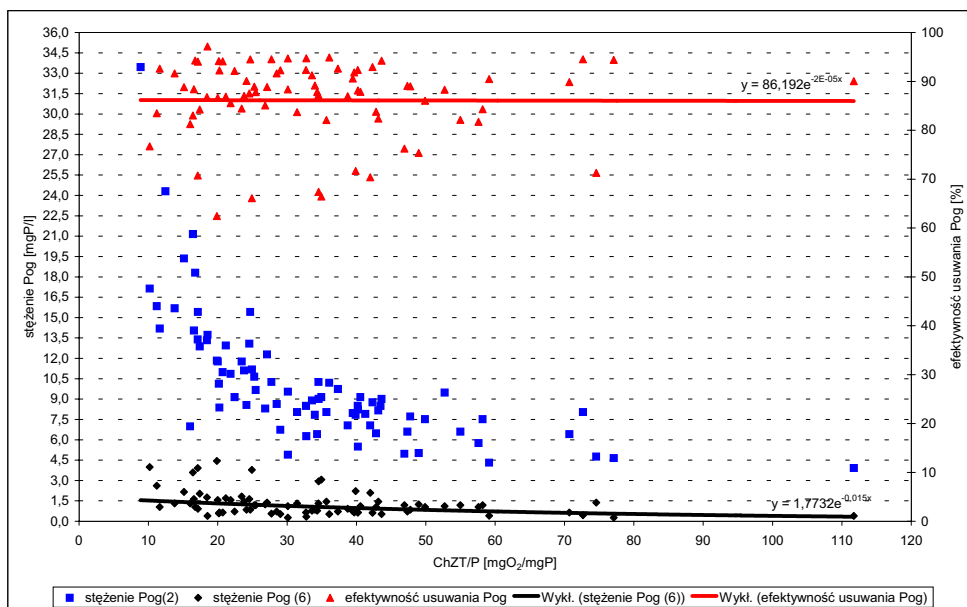
Symultaniczne dawkowanie PIX-u w istotny sposób poprawiło także właściwości sedimentacyjne osadu na osadnikach wtórnych i jego indeks.

Osad nadmierny ulega większemu podgęszczaniu na zagęszczaczach grawitacyjnych z 21-22 kg/m<sup>3</sup> do 28-31kg/m<sup>3</sup>, zauważono także zmniejszenie ilości siarkowodoru w biogazie produkowanym przez komory fermentacyjne i wynosi on w tej chwili ok. 0,01% jego składu.



Rys.4 Stężenie fosforu w dopływie i odpływie z oczyszczalni i efektywność jego usuwania

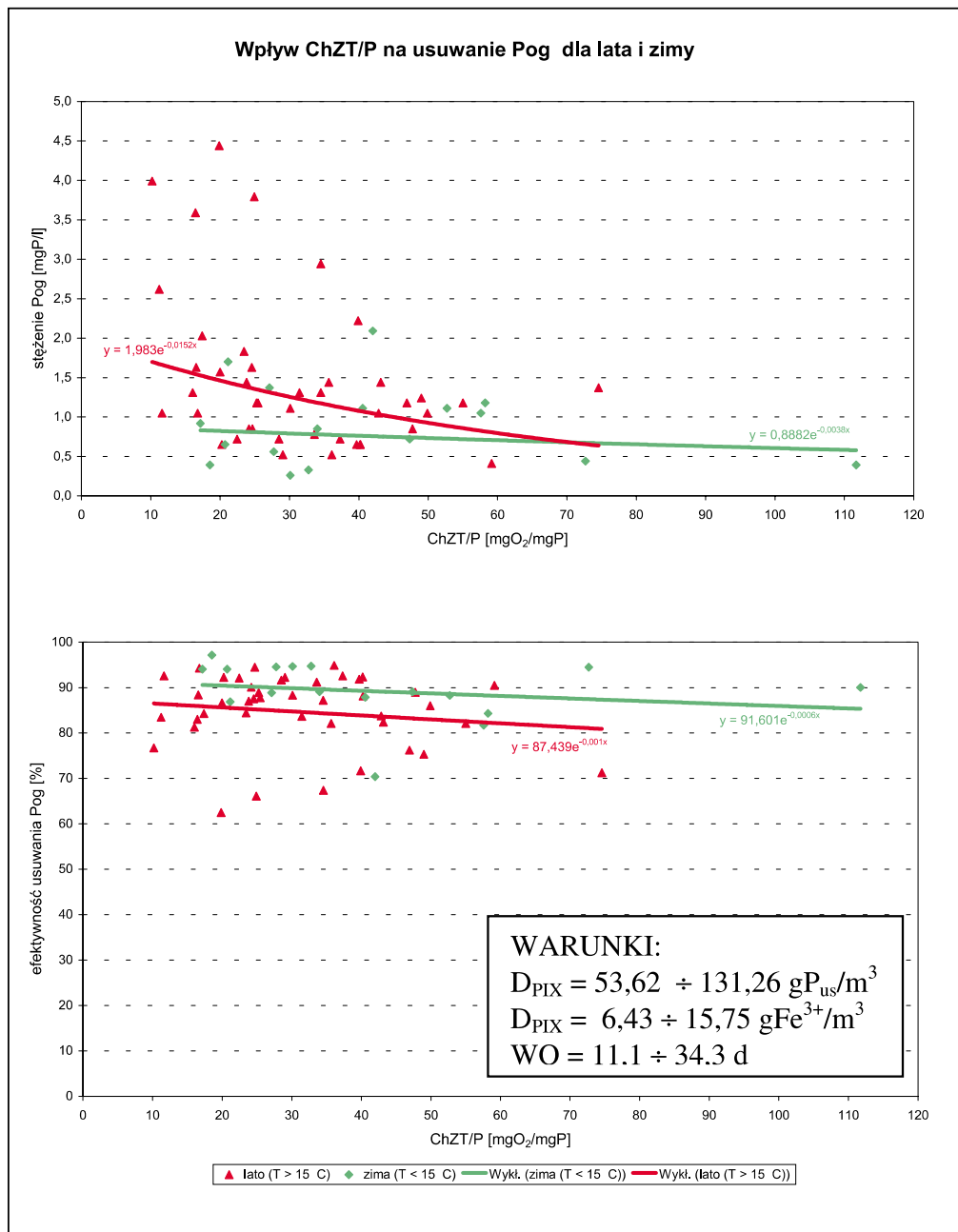
Ważnym elementem wpływającym na prawidłową redukcję fosforu (rys.4) w części biologicznej oczyszczalni jest ilość lotnych kwasów tłuszczowych w ściekach dopływających do strefy beztlenowej bioreaktorów i stosunek ChZT/P, który według literatury powinien osiągać wartość powyżej 40, wtedy sprzyja usuwaniu fosforu i istnieje niezbędna ilość potrzebnego do tej reakcji węgla. Osiągane wyniki (Rys.5) wykazują jednak że efektywność usuwania Pog. na oczyszczalni w Śremie nie zależy od stosunku ChZT/P.



Rys.5 Wpływ ChZT/P na usuwanie Pog.

Jednak po uwzględnieniu temperatur ścieków (zima  $T < 15^{\circ}\text{C}$ , lato  $\geq 15^{\circ}\text{C}$ ) występują wyraźniejsze zależności (rys.6). Widać, że dla tej samej wartości ChZT/P efektywności usuwania fosforu dla niższych temperatur (zima) jest wyższa niż dla lata o ok. 4%. Dla wyższych temperatur i stosunku ChZT/P  $< 40$  dopuszczalna wartość stężenia fosforu ogólnego w odpływie ( $1,5\text{mgP/l}$ ) jest często przekraczana, gdy ChZT/P  $< 36$  efektywność usuwania fosforu ze ścieków maleje wraz ze wzrostem temperatury. W tym przypadku stężenia fosforu ogólnego w odpływie z oczyszczalni jest częściej przekraczane, gdy temperatura jest wyższa od  $16^{\circ}\text{C}$ . Gdy stosunek ChZT/P  $> 36$  stężenie fosforu ogólnego rzadziej przekracza dopuszczalną wartość i wpływ temperatury nie jest tak bardzo widoczny. Widać jednak w tym przypadku, że ze wzrostem temperatury efektywność usuwania fosforu nieznacznie rośnie.

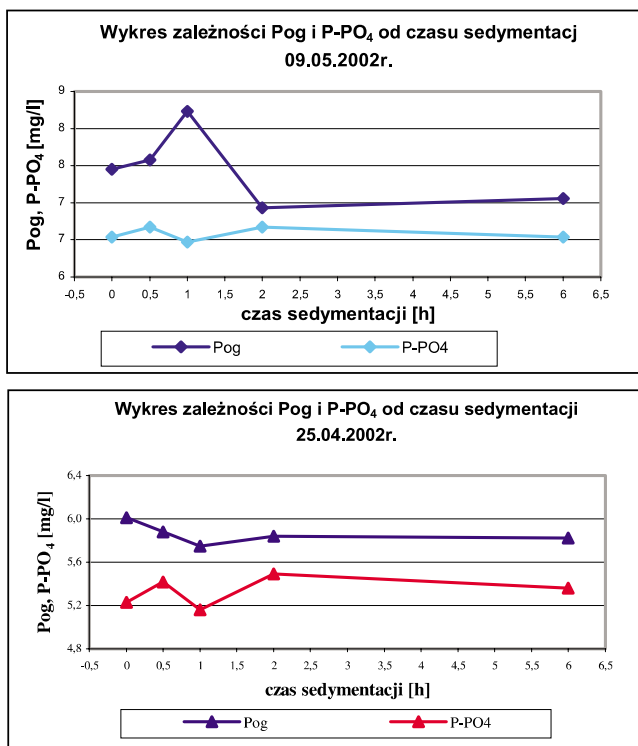
Elementem wpływającym na usuwanie fosforu ze ścieków dopływających na oczyszczalnię jest możliwość jego redukcji już na osadnikach wstępnych. Symulację pracy osadników (rys.7) przeprowadzono w laboratorium w lejach Imhoffa i pokrywa się ona z wynikami osiąganymi w skali technicznej.



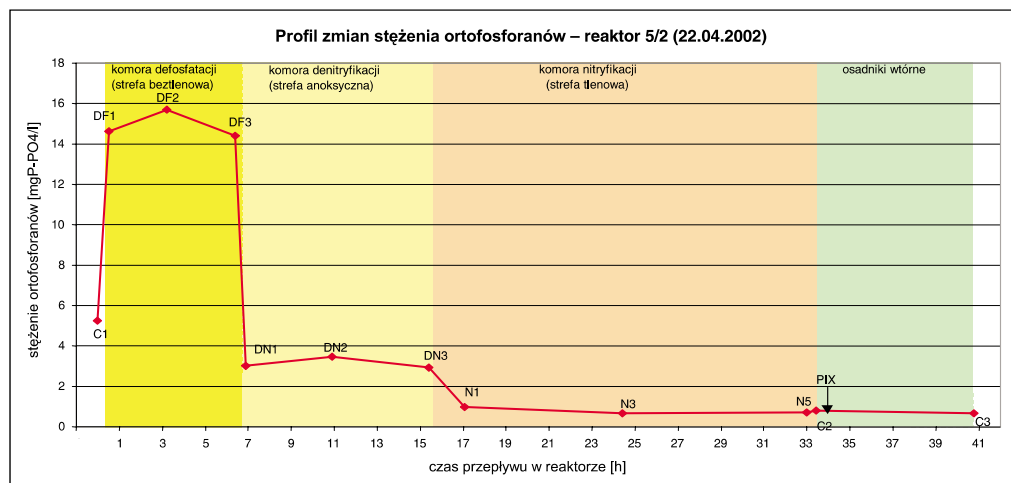
Rys 6. Wpływ ChZT/P na usuwanie Pog dla lata i zimy

Reaktor biologiczny posiada trzy strefy, w komorze defosfatacji następuje uwalnianie dużej ilości ortofosforanów i przyswajanie produktów fermentacji - LKT, w komorze denitryfikacji następuje częściowy pobór fosforu, zakończony w strefie nityfikacyjnej reaktora (rys.8).

Wraz ze wzrostem stężenia lotnych kwasów tłuszczowych w dopływie do reaktora obserwuje się wzrost uwalniania ortofosforanów w strefie defosfa-

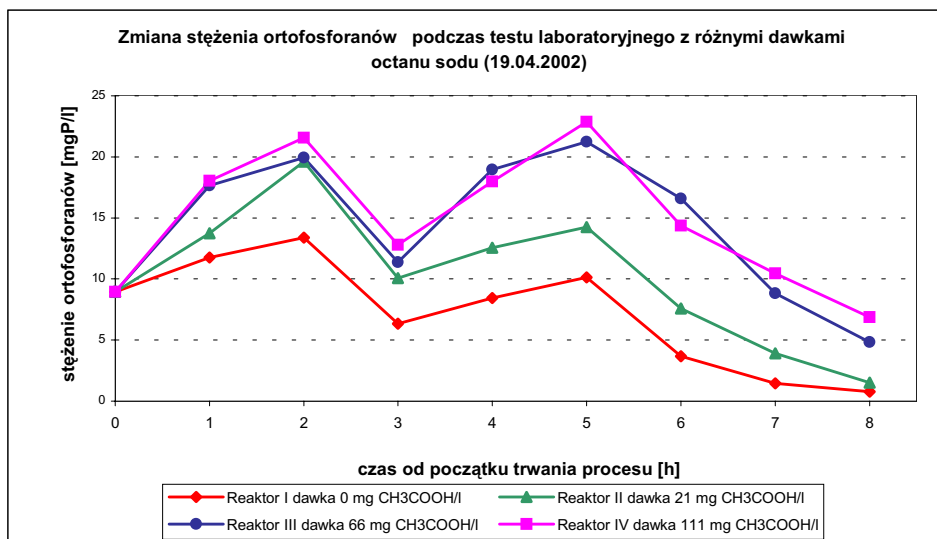


Rys.7 Przebieg procesu redukcji fosforu w czasie przepływu przez osadniki wstępne



Rys.8 Przebieg procesu uwalniania i pochłaniania fosforu na reaktorze biologicznym 5/2

tacji a następnie jego zwiększony pobór w strefie nityfikacji (rys.8). Najczęściej osiągane wartości stosunku LKT/P mieszczą się w przedziale 2÷10 mg<sub>CH<sub>3</sub>COOH</sub>/mgP. Ze wzrostem stosunku LKT/P rośnie zarówno stopień uwalniania ortofosforanów w strefie beztlenowej, jak i jego pobór w strefie anoksydacyjnej



Rys.9 Zmiana stężenia ortofosforanów podczas testu laboratoryjnego z różnymi dawkami octanu sodu (19.04.2002)

oraz tlenowej jednak jak wynika z przeprowadzonych testów (rys.9) okres redukcji się wydłuża dając lepsze efekty końcowe (nie pokazane na wykresie).

Ścieki po reaktorach trafiają do osadników wtórnych. Eksploatacja ich związku z problemami hydraulicznymi i nierównomierną pracą w okresie początkowym stwarzała pogorszenie parametrów uzyskiwanych na reaktorach biologicznych. Czas przetrzymania ścieków w osadnikach wtórnych waha się w zakresie od 5,19 - 9,62h.

W okresie letnim i zimowym można zaobserwować nieznaczny wzrost stężenia Pog. w ściekach, którego jednym z powodów może być nieprawidłowa sedimentacja i przebiecia hydrauliczne powodując wynoszenie zawiesiny do odpływu pogarszając tym samym także i inne parametry ścieków.

W okresie letnim ilość zawiesiny na odpływie wzrasta a w okresie zimowym dłuższe przetrzymywanie ścieków w osadnikach wtórnych zmniejsza jej stężenie na odpływie.

Na pracę oczyszczalni ma wpływ wiele czynników: skład ścieków, kondycja osadu, temperatura ścieków, wiek osadu, awaryjność urządzeń i stopień zaawansowania technologicznego. Podsumowując trzyletni okres eksploatacji zmodernizowanej oczyszczalni można potwierdzić wysoki stopień redukcji biogenów na drodze biologicznej w tym fosforu nawet w 85%. Doświadczenie i badania prowadzone na terenie oczyszczalni sprzyjają optymalizowaniu procesu i stopniowym eliminowaniu problemów technologicznych. Jednak zmienność charakteru ścieków i okresowe zwiększone ich dopływy powodują zaburzenia prawidłowej pracy osadu czynnego. Obecny stan uniemożliwia całkowite wyeliminowanie chemicznego wspomaganie redukcji fosforu, bo nawet tak wysoka redukcja biologiczna nie zapewnia dotrzymania warunków pozwolenia wodnoprawnego.