

ZASTOSOWANIE PAX-u 18 i PIX-u MODYFIKOWANEGO (BLEND) W OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW „CZAJKA” W WARSZAWIE DO ZWALCZANIA BAKTERII NITKOWATYCH

1. WSTĘP

Istniejące zaawansowane procesy i rozwiązania w oczyszczaniu ścieków, stosowane w całej Europie odzwierciedlają spełnianie kolejnych wymagań dyrektyw Unii Europejskiej w oczyszczaniu ścieków miejskich. W konsekwencji tego procesu wiele oczyszczalni zmuszonych zostało do wprowadzenia usuwania związków azotu i fosforu. Większość oczyszczalni ścieków to instalacje oparte na dobrze znanej metodzie osadu czynnego – sprawdzonym również pod względem ekonomicznym procesie. Jednakże czasami, za sprawą przyrostu organizmów nitkowatych, powstają problemy eksploatacyjne wynikające z pogorszenia własności sedymentacyjnych biomasy oraz jej pienienia. Pienienie spowodowane przez mikroorganizmy nitkowate jest skomplikowanym mechanizmem bio-fizyko-chemicznym, wywołanym produktami metabolizmu nitek, o właściwościach środków powierzchniowo-czynnych i hydrofobowych, tworzących ustabilizowany układ powietrze-woda-mikroorganizmy. Taki układ dodatkowo wiąże inne produkty hydrofobowe, takie jak tłuszcze przedostające się do stopnia biologicznego - tworząc zwartą pianę. Problemy te potrafią poważnie ograniczyć skuteczność oczyszczalni, pogarszając końcowy efekt jakościowy.

Zjawisko nagłego rozwoju bakterii nitkowatych nurtuje wielu technologów oczyszczalni. Najczęściej dominującym przedstawicielem w osadzie czynnym (w oczyszczalniach z usuwaniem związków azotu) jest *Microthrix parvicella*. Szczególna uciążliwość tego gatunku polega na wywoływaniu pienienia osadu czynnego. Kontrola *Microthrix parvicella* oraz innych bakterii nitkowatych umożliwia rozwiązanie wielu problemów eksploatacyjnych do których należą:

- wnoszenie zawiesiny z osadnika wtórnego do odpływu,
- problemy z prawidłową recyrkulacją osadu,
- trudności w utrzymaniu prawidłowego stężenia osadu czynnego w komorach napowietrzania,
- powstawanie „kożucha” lub piany na powierzchni komór osadu czynnego, kanałów oraz osadników wtórnych,
- pogorszenie działania mechanicznego stopnia zagęszczania osadu nadmiernego,
- przeciążenie hydrauliczne urządzeń gospodarki osadowej,

- pienienie osadów w Wydzielonych Komorach Fermentacyjnych.
- W konsekwencji następuje wzrost kosztów oczyszczania ścieków i przeróbki osadów.

Co jest najczęstszą przyczyną i które oczyszczalnie są szczególnie narażone na masowy rozwój bakterii nitkowatych?

Spośród przyczyn do najczęstszych należą:

- dopływ do oczyszczalni ścieków zagnitych, zawierających związki siarki (np. z rozległych sieci kanalizacyjnych o małych spadkach),
- niedostateczne natlenienie osadu czynnego, szczególnie w przypadku osadu wysokoobciążonego,
- pełne wymieszanie reaktora biologicznego (reaktory o przepływie tłokowym są mniej narażone na rozwój bakterii nitkowatych) często w powiązaniu z niskim obciążeniem osadu,
- obecność osadników wstępnych (oczyszczalnie bez osadników wstępnych są mniej podatne),
- zachwianie stosunków substancji odżywczych, szczególnie niedobór fosforu i azotu przy nadmiarze związków węgla,
- pH poniżej 6,5,
- zmiany w obciążeniu osadu ładunkiem BZT₅.

Obecnie coraz lepiej poznajemy przyczyny tego zjawiska, ale największym problemem jest „walka” ze spęczniałym osadem, pianą i kożuchem.

Metodą, o której wiadomo że okazywała się skuteczną było dawkowanie soli glinu (Al.³⁺) (np. PAX 18) – symultaniczne strącanie solami glinu w odpowiedniej dawce.

W niektórych oczyszczalniach lub w niektórych warunkach, zadowalające rezultaty osiąga się przy zastosowaniu tańszych, (lecz również mniej skutecznych) soli żelaza Fe³⁺ z ewentualnym dawkowaniem polielektrolitu lub stosowanie (np. ze względu na prostszy technicznie układ dozowania) mieszaniny – blendu: PIX + polielektrolit.

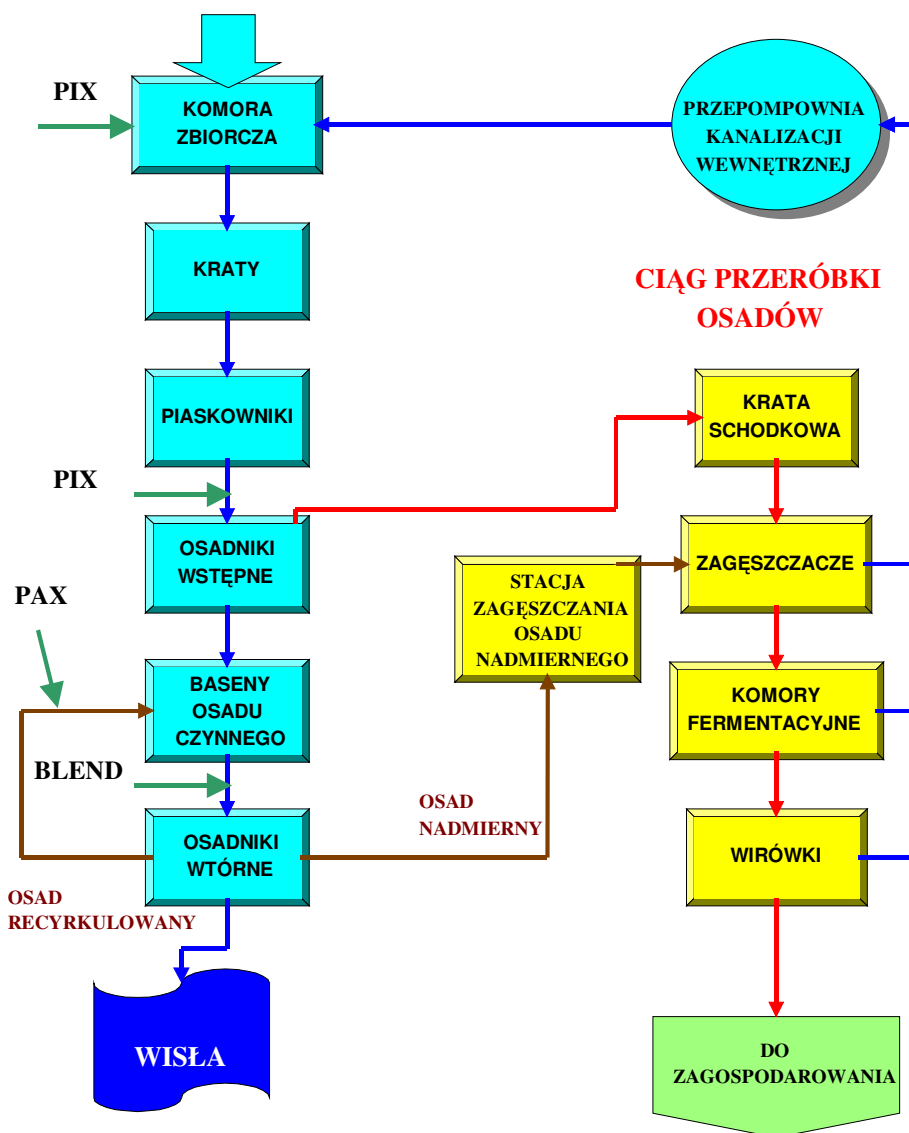
Wyżej wymienione metody walki z bakteriami nitkowatymi zastosowano w układzie technologicznym Oczyszczalni Ścieków „Czajka”.

Schemat technologiczny Oczyszczalni Ścieków „Czajka”

Obiekty ciągu technologicznego Oczyszczalni zaprojektowano w latach 70, w klasycznym układzie mechaniczno – biologicznym. Od 1995 roku funkcjonuje chemiczny stopień wspomagający proces oczyszczania ścieków.

Część mechaniczna składa się komory zbiorczej, hali krat, piaskowników oraz osadników wstępnych. W skład części biologicznej wchodzi komory napowietrzania i osadniki wtórne.

CIĄG OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW



Rys.1 Schemat blokowy oczyszczalni.

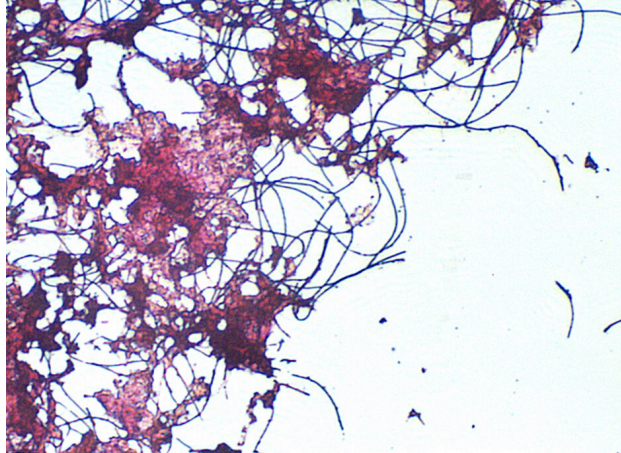
Powstające w procesie technologicznym osady są zagęszczane, fermentowane i odwadniane mechanicznie.

W roku 1999 zmodyfikowano sposób eksploatacji części biologicznej – wprowadzono procesy biologicznego usuwania azotu. Od tego momentu w okresach przejściowych (zima/wiosna, jesień/zima) pojawiły się problemy z pęcznieniem osadu spowodowanym masowym występowaniem bakterii nitkowatych.

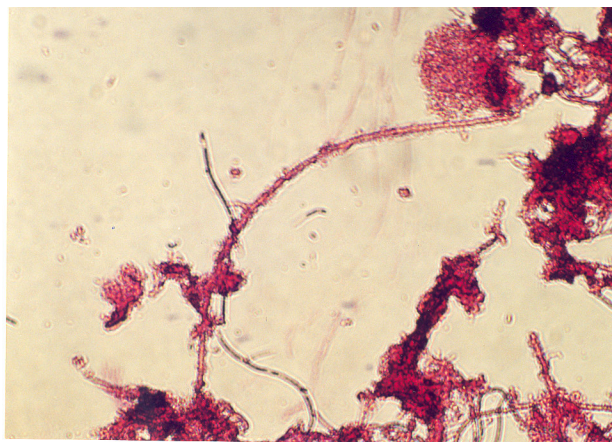
2. STAN PRZED ROZPOCZĘCIEM BADAŃ

W miesiącu październiku 2002 roku w układzie biologicznym odnotowano szybki wzrost ilości bakterii nitkowatych do poziomu indeksu 4 (w skali od 1 do 5). Zdecydowanie

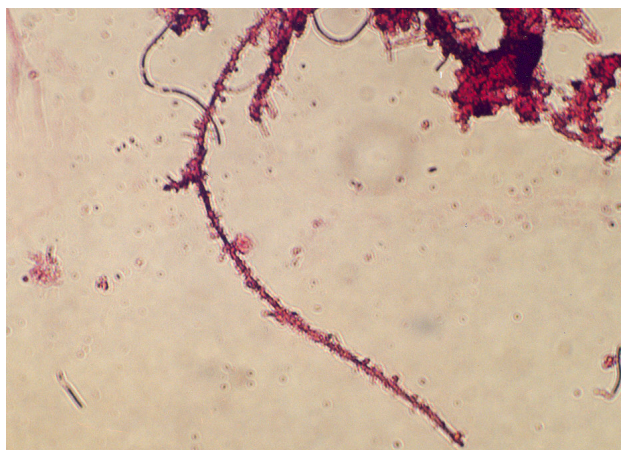
dominującymi wśród nich były: *Microthrix Parvicella*, 0041 oraz 1851, które występowały jednakowo licznie.



Microthrix Parvicella



0041



1851

Rys. 2 Bakterie nitkowane wstępujące w osadzie czynnym.

Osad czynny na wszystkich czterech ciągach wykazywał podobne właściwości i zawierał porównywalną ilość bakterii nitkowatych.

Indeks objętościowy osadu wynosił odpowiednio:

- ciąg I - ok. 160 cm³/g
- ciąg II - ok. 150 cm³/g
- ciąg III - ok. 130 cm³/g
- ciąg IV - ok. 150 cm³/g

W kanałach doprowadzających mieszaninę osadu czynnego i ścieków do osadników wtórnych, kanałach recyrkulatu oraz na powierzchni osadników wtórnych obserwowano występowanie kożucha, który wynoszony do odpływu powodował znaczące pogorszenie jakości ścieków oczyszczonych (osadniki wtórne nie są wyposażone w system zbierania osadu wyflotowanego. Konwencjonalne próby poprawy kondycji osadu czynnego nie dawały oczekiwanych rezultatów, dlatego zdecydowano się na przeprowadzenie testu z zastosowaniem koagulantu glinowego PAX 18 o zawartości ok. 9% Al³⁺ oraz BLENDU (mieszanki PIX-u i polimeru) 1392.

3. CEL BADAŃ

Celem testu było:

- 1) Dobór optymalnej dawki środka, przy której następuje zwalczanie bakterii nitkowatych i poprawienie ogólnej kondycji osadu w Oczyszczalni Ścieków „Czajka” przy jednoczesnym spełnieniu warunków pozwolenia wodno – prawnego dla ścieków oczyszczonych.
- 2) Porównanie skuteczności działania dwóch rodzajów koagulantów: PAX-18 i BLEND 1392.

4. ZAKRES BADAŃ LABORATORYJNYCH

W trakcie testu wykonywano następujące oznaczenia:

- zawiesina ogólna w kom. napowietrzania.
- zawiesina ogólna w recyrkulacji
- zawiesina ogólna w odpływie z oczyszczalni
- indeks objętościowy osadu czynnego
- CHZT w odpływających ściekach
- BZT₅ w odpływających ściekach
- fosfor ogólny w odpływających ściekach
- fosforany rozpuszczalne w odpływających ściekach
- azot ogólny w odpływających ściekach
- azot amonowy w odpływających ściekach
- azot azotanowy w odpływających ściekach

Niezależnie dokonano oceny osadu czynnego obejmującą:

- ocenę morfologiczną kłaczków (wielkość, kształt, struktury i rozpad)

- ocenę faunistyczną
- liczebność bakterii wolnych i nitkowatych

5. PRZEBIEG TESTU

A) *TEST Z PAX-em* :

- ❖ do badań z zastosowaniem PAX-u w skali technicznej wybrano II ciąg technologiczny,
- ❖ test przeprowadzono przy normalnym przepływie ścieków,
- ❖ na punkt dozowania wybrano komorę czerpną pompowni recyrkulatu (punkt zapewniający odpowiednie mieszanie) .

DZIEŃ 1: - uruchomienie dawkowania koagulantu z dawką 3gAl/kg s.m.osadu*doba,

DZIEŃ 5: - ilość bakterii nitkowatych pozostaje jeszcze na podobnym poziomie,
 - indeks objętościowy osadu ulega poprawie,
 - podjęto decyzję o zwiększeniu dawki do 4,5 g Al/kg s.m. osadu*doba

DZIEŃ 12: - zanik bakterii typu *Microthrix Parvicella*,
 - indeks osadu ulega dalszemu obniżeniu (do ok. 120 cm³/g),
 - zanik procesu powstawania kożucha w kanałach, komorach osadu czynnego oraz w osadnikach wtórnych,
 - ogólna ilość bakterii nitkowatych uległa obniżeniu,
 - zdecydowano o zmniejszeniu dawki do poziomu 3 g Al/kg s.m.osadu*doba,
 - jakość ścieków oczyszczonych (wyrażona wartościami podstawowych wskaźników) uległa zdecydowanej poprawie.

DZIEŃ 19: -wyniki wskazują na podobną sytuację do dnia 12, nastąpiła stabilizacja procesu,

DZIEŃ 23: - zakończenie dozowania PAX-u.

B) *TEST Z BLENDEM 1392*

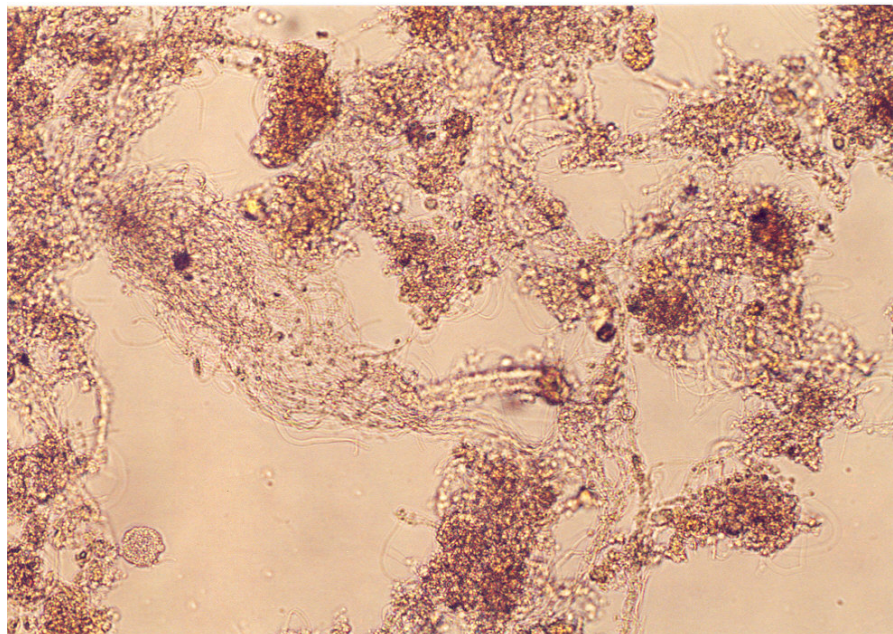
- ❖ do badań z zastosowaniem BLENDU w skali technicznej wybrano III ciąg technologiczny.
- ❖ test przeprowadzono przy normalnym przepływie ścieków przypadającym na każdy ciąg
- ❖ jako punkt dawkowania wybrano kanał doprowadzający mieszaninę osadu czynnego ze ściekami do osadników wtórnych.

Ustalono dawkę 100 g blendu/m³ ścieków dopływających.

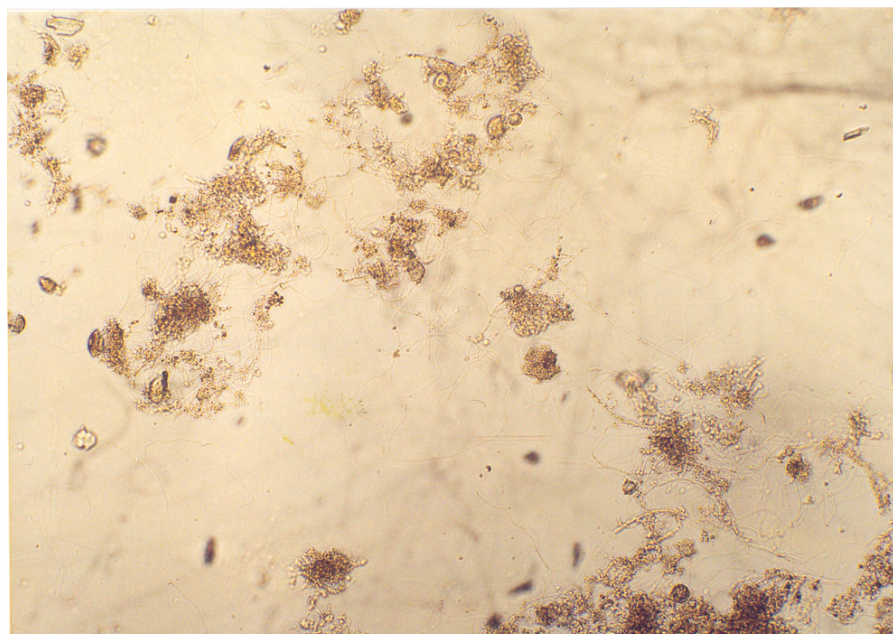
6. WNIOSKI

1/ PAX – 18 spowodował zmniejszenie ilości bakterii nitkowatych typu *Microthrix parvicella*. Przed stosowaniem PAX-u nitki przerastały kłaczki osadu czynnego, występowały w cieczy międzykłaczkowej i tworzyły skupiska tzw. „warkocz”. Kłaczki były drobne i średnie, o kształcie rozgałęzionym i płatowatym i strukturze mieszanej

luźnej i gąbczastej (rys. 3). Po zastosowaniu Pax-u nastąpiło znaczne zmniejszenie ilości bakterii nitkowatych typu *Microthrix parvicella* i zmieniła się morfologia kłaczków. Występowała przewaga drobnych i bardzo drobnych o kształcie rozgałęzionym i strukturze luźnej (rys. 4).



Rys. 3 Obraz mikroskopowy osadu czynnego przed rozpoczęciem testu.



Rys. 4 Obraz mikroskopowy osadu czynnego po zakończeniu testu.

2/ Efekt zaniku kożucha i piany wskazuje, że odpowiedzialne za te zjawiska były bakterie *Microthrix parvicella*.

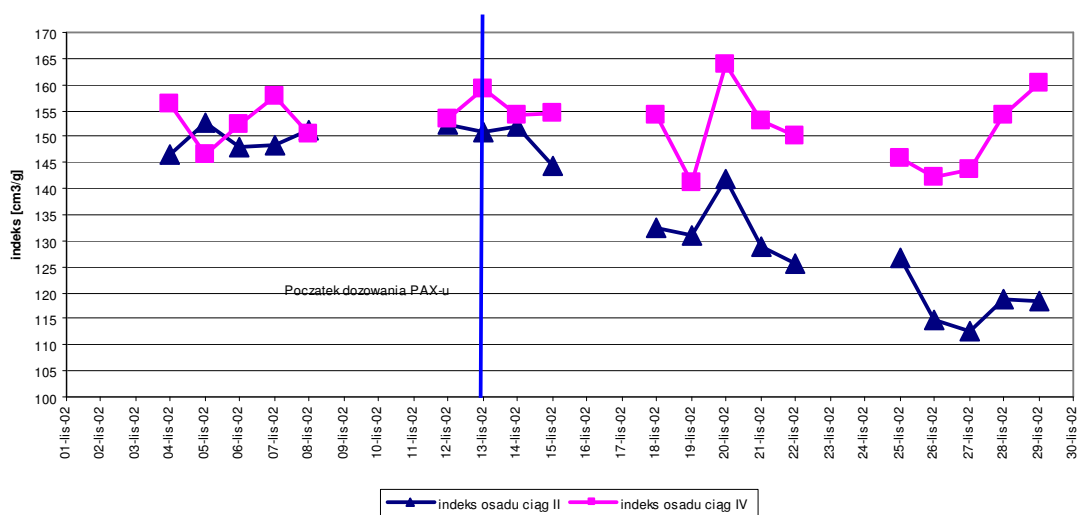
3/ Po zaprzestaniu dozowania PAX-u (po zakończonym teście) nie zaobserwowano ponownego pojawiania się piany.

4/ Indeks objętościowy osadu w reaktorach uległ zdecydowanej poprawie.

Data	Indeks osadu ciąg II [cm ³ /g]	Indeks osadu ciąg IV [cm ³ /g]
2002-11-04	147	156
2002-11-05	153	147
2002-11-06	148	152
2002-11-07	149	158
2002-11-08	151	151
2002-11-09		
2002-11-10		
2002-11-11		
2002-11-12	152	154
2002-11-13	151	159
2002-11-14	152	154
2002-11-15	144	155
2002-11-16		
2002-11-17		
2002-11-18	133	154
2002-11-19	131	141
2002-11-20	142	164
2002-11-21	129	153
2002-11-22	126	150
2002-11-23		
2002-11-24		
2002-11-25	127	146
2002-11-26	115	142
2002-11-27	113	144
2002-11-28	119	154
2002-11-29	118	160
2002-11-30		

Początek dozowania PAX-

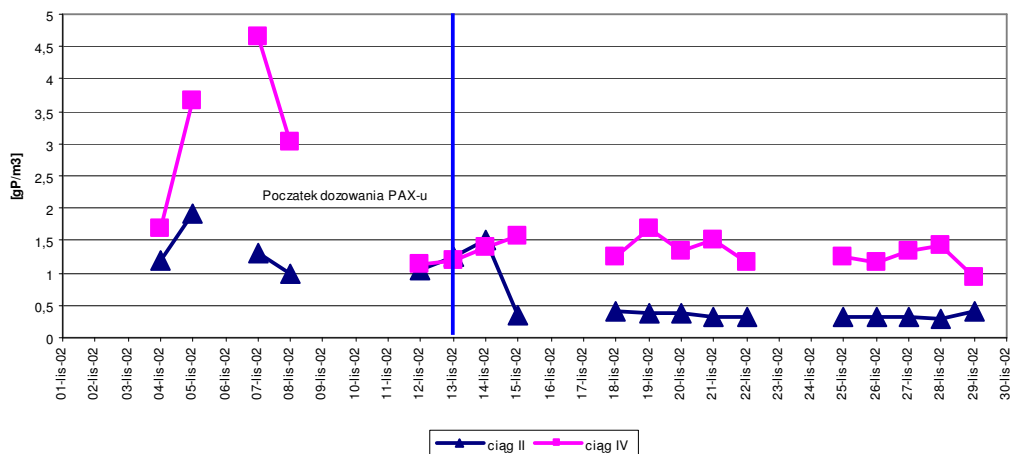
Porównanie indeksu osadu - ciąg technologiczny II (gdzie dozowano PAX) i ciąg technologiczny IV (bez PAX-u)



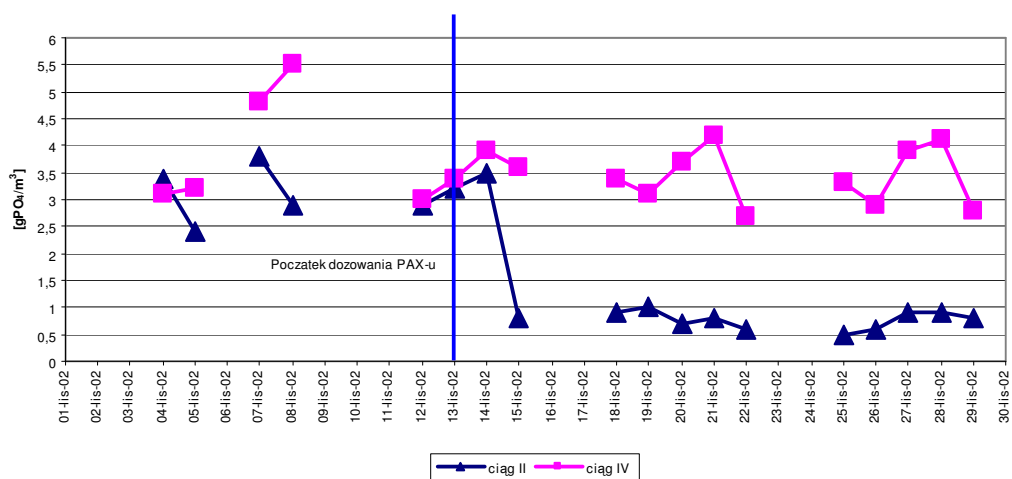
5/ Zawartość fosforanów rozpuszczonych oraz fosforanu ogólnego w ściekach oczyszczonych na ciągu badawczym uległa zdecydowanej poprawie (dla porównania w tabelach i na wykresach umieszczono wyniki z ciągu II na którym przeprowadzono test z PAX-em oraz ciągu IV bez PAX-u).

Fosfor ogólny [gP/m ³]			Fosforany rozpuszczone [gPO ₄ /m ³]		
Data	Ciąg II	Ciąg IV	Data	Ciąg II	Ciąg IV
2002-11-04	1,2	1,7	2002-11-04	3,4	3,1
2002-11-05	1,91	3,65	2002-11-05	2,4	3,2
2002-11-06			2002-11-06		
2002-11-07	1,32	4,65	2002-11-07	3,8	4,8
2002-11-08	0,99	3,01	2002-11-08	2,9	5,5
2002-11-09			2002-11-09		
2002-11-10			2002-11-10		
2002-11-11			2002-11-11		
2002-11-12	1,05	1,14	2002-11-12	2,9	3
2002-11-13	1,26	1,19	2002-11-13	3,2	3,4
2002-11-14	1,51	1,4	2002-11-14	3,5	3,9
2002-11-15	0,36	1,58	2002-11-15	0,8	3,6
2002-11-16			2002-11-16		
2002-11-17			2002-11-17		
2002-11-18	0,4	1,25	2002-11-18	0,9	3,4
2002-11-19	0,38	1,68	2002-11-19	1	3,1
2002-11-20	0,39	1,34	2002-11-20	0,7	3,7
2002-11-21	0,32	1,5	2002-11-21	0,8	4,2
2002-11-22	0,32	1,15	2002-11-22	0,6	2,7
2002-11-23			2002-11-23		
2002-11-24			2002-11-24		
2002-11-25	0,32	1,24	2002-11-25	0,5	3,3
2002-11-26	0,33	1,15	2002-11-26	0,6	2,9
2002-11-27	0,32	1,33	2002-11-27	0,9	3,9
2002-11-28	0,3	1,42	2002-11-28	0,9	4,1
2002-11-29	0,41	0,93	2002-11-29	0,8	2,8
2002-11-30			2002-11-30		

Stężenia fosforu ogólnego w odpływie z II (z PAX-em) i IV ciągu technologicznego (bez PAX-u)



Stężenia fosforanów rozpuszczonych w odpływie z II (z PAX-em) i IV ciągu technologicznego (bez PAX-u)



6/ W poprzednich latach do zwalczania bakterii nitkowatych w oczyszczalni stosowano dozowanie PIX-u wspomaganego polielektrolitem anionowym do kanałów doprowadzających mieszaninę osadu czynnego i ścieków do osadników wtórnych. Metoda ta przynosiła efekty przy występowaniu jako bakterii dominującej typu 021 N.

Można powiedzieć, że podobne oddziaływanie wykazał BLEND 1392-2, pozostając bez wpływu na liczebność bakterii z gatunku *Microthrix parvicella*. Pomimo tego wizualnie zaobserwowano korzystne oddziaływanie koagulantu i stwierdzono zmniejszenie ilości piany i kożucha oraz poprawę klarowności ścieków oczyszczonych.

7/ W ogólnym bilansie - stężenia podstawowych wskaźników dla ścieków oczyszczonych w oczyszczalni uległy zdecydowanej poprawie.

Parametry ścieków oczyszczonych przed i po teście zastosowania PAX-u

Wskaźnik	Jednostki	4 - 8 listopad 2002 (przed testem)	25 - 29 listopad 2002 (po teście)
BZT ₅	[gO ₂ /m ³]	15	12
ChZT	[gO ₂ /m ³]	54	42
Zawiesina ogólna	[g/m ³]	33	20
Azot ogólny	[gN/m ³]	15	12
Azot amonowy	[gN-NH ₄ /m ³]	1,1	3,4
Azot azotanowy	[gN-NO ₃ /m ³]	10,7	7,3
Fosforany rozpuszczone	[gPO ₄ /m ³]	3,5	2,7
Fosfor ogólny	[gP/m ³]	1,9	1,2

7. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych testów technologicznych stwierdzono, że dla panujących wówczas warunków, korzystniejszym rozwiązaniem było stosowanie koagulantu PAX-18.

Korzyści ze stosowania środków to:

A) aspekt technologiczny :

- 1) eliminacja kłopotów eksploatacyjnych, związanych z pienieniem,
- 2) poprawa efektów wizualnych,
- 3) możliwość osiągnięcia odpowiednich parametrów ścieków oczyszczonych (nałożonych pozwoleniem wodno-prawnym), a w szczególności fosforu ogólnego.

B) aspekt ekonomiczny:

- 1) eliminacja zagrożenia związanego z możliwością nałożenia kar za przekroczenie parametrów ścieków oczyszczonych (wynikających z pozwolenia wodno-prawnego). Dla przykładu : przekroczenie o 1 mg/l fosforu ogólnego dla „Czajki” to koszt ok. 3500 zł/dobę. Przy masowym występowaniu bakterii nitkowatych poziom przekroczenia wartości fosforu może osiągnąć nawet 5 mg/l i więcej,
- 2) wyeliminowanie kosztów dodatkowych, związanych z bieżącym usuwaniem skutków występowania bakterii nitkowatych,
- 3) możliwe jest zamknięcie bilansu nakładów, związanego ze stosowaniem PAX-u kosztem (w przypadku „Czajki”) zmniejszonej dawki PIX-u w układzie strącania wstępnego.

Doświadczenia przeprowadzone w Oczyszczalni Ścieków „CZAJKA” potwierdzają skuteczność chemicznych metod walki z bakteriami nitkowatymi.