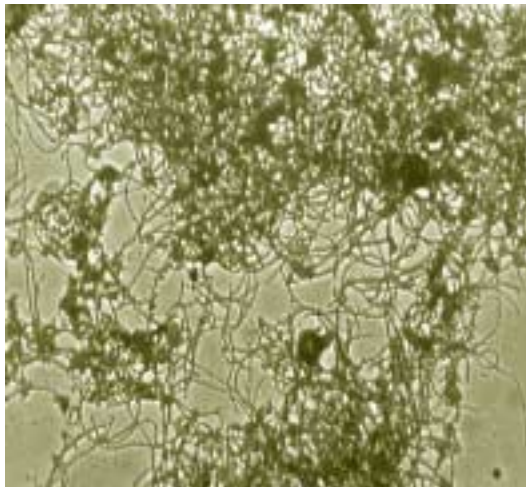


## WPLYW PAX-U NA BAKTERIE NITKOWATE

*Autor: mgr Monika Bazeli*



Badania wykorzystane w niniejszym opracowaniu zostały wykonane w Laboratorium Badawczo–Analitycznym w Pile i dofinansowane przez Spółkę Wodno–Ściekową „Gwda”.

### Wstęp

**Bakterie nitkowate** są problemem na wielu oczyszczalniach ścieków. Przy masowym występowaniu są przyczyną kłopotów z sedymentacją osadu. Zakłócają lub hamują technicznie ważny etap rozdzielania i zawracania /recyrkulacji/ biomasy. Mówi się wówczas o osadzie spęczniałym. Coraz częściej mówi się też o występowaniu kożucha. Osad wydostaje się wówczas na powierzchnię tworząc pokrywę osadową. Początkowo obserwuje się rodzaj piany, a następnie tworzy się warstwa kożucha, którego grubość zwiększa się. Warstwa zewnętrzna często wysycha i powstaje pękająca skorupa. Kożuch taki może się tworzyć na powierzchni różnych komór i jest trudny nawet do mechanicznego usuwania.

W przeciwieństwie do osadu spęczniałego, za sprawą różnych bakterii nitkowatych, sprawcą kożucha są bakterie nitkowate z silnie hydrofobową powierzchnią komórkową tzn. że powierzchnia komórek wykazuje słabe powinowactwo do wody. Liczne skłębione nitki zmniejszając napięcie powierzchniowe na granicy faz woda-powietrze przyczyniają się do tworzenia piany a następnie kożucha. Do tej grupy bakterii zalicza się gatunki *Nocardia*, rosnące w sposób rozgałęziony, *Nostocoida limicola* produkująca substancje powierzchniowo czynne w postaci lipidów, Typ 1851, 0092 oraz dominująca w różnych komorach *Microthrix parvicella*.

Flotacja osadu w komorze napowietrzania lub wypływanie na powierzchnię osadu w osadnikach wtórnych jest więc spowodowane przez pęcherzyki gazu, które przyczepiają się do mocno hydrofobowych powierzchni nitek organizmów nitkowatych wywołujących kożuch ściekowy. Ponadto organizmy te produkują zewnątrzkomórkowy materiał w rodzaju lipidów, lipoproteidów i białek mających właściwości powierzchniowo-czynne.

Tworzenie stabilnej piany i kożucha w komorach napowietrzania z osadem może powodować:

1. Wypływanie biomasy w osadnikach wtórnych, pogarszając jakość ścieków oczyszczonych.
2. Akumulację znacznej ilości biomasy w pianie lub kożuchu, która przez to staje się niedostępna dla procesów oczyszczania, utratę możliwości sterowania wiekiem osadu czynnego.
3. Problemy estetyczne, śliskość przejść wzdłuż komór napowietrzania w efekcie pokrycia przez uciekającą pianę.

Z wykonanych obserwacji zauważono sezonowość występowania organizmów nitkowatych. *Microthrix parvicella* pojawia się i zaczyna dominować późną jesienią i zimą. Na wiosnę obserwowano wyraźne zmniejszenie liczebności tego organizmu. Być może jest to związane z tym, że zimą wydłuża się wiek osadu z uwagi na spadek aktywności organizmów w niższych temperaturach ścieków. Latem w optymalnych temperaturach, aktywność mikroorganizmów jest wysoka i stosowany wiek jest na ogół obniżany, nawet o połowę. Część bakterii nitkowatych zostaje „wypłukana” z osadu, część nie zdąży się rozwinąć do ilości niepokojących. Latem dominują *Nostocoida limicola* i w osadach o długim wieku *nocardiodobne*.

### **Wpływ wybranych środków na unieszkodliwianie piany i kożucha.**

#### **1.OPIS**

Wykonano próby unieszkodliwiania kożucha dodając różnych substancji:

- talk
- środek przeciwpienny /Antyspumin/
- węgiel aktywny
- siarczan żelazowy  $Fe_2(SO_4)_3$  (PIX-113)
- polichlorek glinu  $Al(OH)_{1,1}Cl_{1,9}$  (PAX - 16)
- preparaty biologiczne

#### **2.METODYKA BADAŃ**

Próby wykonano w naczyniach z napowietrzaniem drobnopęcherzykowym oraz bez napowietrzania co miało odzwierciedlać warunki panujące w komorach

napowietrzania oraz w osadnikach wtórnych. W trakcie napowietrzania do badanych prób dozowano ścieki surowe, ale nie stosowano stałych dawek.

Prowadzono obserwacje mikroskopowe bakterii nitkowatych oraz innych organizmów występujących w osadzie. Ze względu na różnorodność organizmów wywołujących kłopoty z sedymentacją i powstawaniem kożucha konieczne stało się dokładne oznaczenie odpowiedzialnych za ten stan bakterii nitkowatych. Istotne było ustalenie typów oraz struktury dominacji tych bakterii.

Przy ocenie dominacji opierano się nie tylko na badaniu świeżych preparatów z uwagi na możliwość pominięcia nitek skupionych w kłaczkach ale także wykonywano preparaty barwione. Zastosowano barwienie Grama oraz Neissera.

Dzięki temu wcześniej nie zauważalne cechy morfologiczne bakterii stały się dobrze widoczne. Obserwacje uzupełniono wykonując test siarkowy raz sprawdzając obecność złożeń substancji zapasowych. Na podstawie cech morfologicznych, reakcji na barwniki, wyniku testu siarkowego dokonano identyfikacji w oparciu o dane z literatury.

### **3.WYNIKI**

Zmniejszenie grubości kożucha zaobserwowano przy zastosowaniu preparatu biologicznego zawierającego:

- purpurowe bakterie siarkowe
- purpurowe bakterie bezsiarkowe
- Pseudomonas sp.
- Alcaligenas sp.
- Flarobacterium sp.
- Nitrobacter sp.
- Nitrosomonas sp.
- bakterie lipolityczne

Obiecujące wyniki uzyskano stosując chlorek poliglinu. Pozostałe substancje nie wykazywały znaczącego wpływu na badany kożuch. Po 5 dniach stosowania PAX-u zaobserwowano sedymentację kożucha i po ok. tygodniu pozostała tylko cieniutka warstwa ok. 0,3 cm flotującego osadu. Dlatego do badań na skalę techniczną wybrano PAX-16.

### **Badanie na skalę techniczną**

Badania PAX-u przeprowadzono na oczyszczalni ścieków GWDA w Pile.

#### **1. Opis obiektu.**

Oczyszczalnia ścieków dla m. Piły jest oczyszczalnią stosunkowo nową mechaniczno-biologiczną z chemicznym wspomaganie usuwania fosforu - schemat technologiczny  $A_2/O$ . Przepustowość oczyszczalni wynosi 28.000 m<sup>3</sup>/d. Średnio dopływa ok.17.600 m<sup>3</sup>/d. Oczyszczalnia posiada dwa równoległe pracujące ciągi technologiczne z których każdy składa się z:

- komory defosfatacji - o pojemności 1.156 m<sup>3</sup>
- komory denitryfikacji - o pojemności 2.743 m<sup>3</sup>
- komory nityfikacji - o pojemności 6.936 m<sup>3</sup>
- osadnika wtórnego radialnego - o pojemności 4.471 m<sup>3</sup>

Część mechaniczna oczyszczalni wyposażona jest w dwie kraty schodkowe o prześwicie 3 mm, piaskownika skośnopłytkowego /3 równoległe sekcje/ z separatorami piasku oraz osadnika wstępnego skośnopłytkowego. Przeróbka osadów polega na ich fermentacji w otwartych komorach fermentacji o czasie przetrzymania porcji osadu ok. 100 dni oraz na ich odwadnianiu przy pomocy dwóch wirówek dekantacyjnych. Do zagęszczania osadu nadmiernego stosuje się dwa grawitacyjne zagęszczacze o pojemności 133 m<sup>3</sup> każdy. Elementem składowym gospodarki osadowej jest rozbudowana kompostownia osadów.

Generalnie jest to oczyszczalnia jeszcze nie w pełni wykorzystana zarówno hydraulicznie jak i ładunkiem zanieczyszczeń. Przy stężeniu osadu czynnego 3,5 kg s.m./m<sup>3</sup> obciążenie osadu wynosi 0,08 kg BZT<sub>5</sub>/kg s.m.d, wiek osadu w rozpatrywanym okresie wynosi 18 dni, utrzymywane stężenie tlenu w komorach napowietrzania od 1,5 do 3,0 mg/l w zależności od miejsca w komorze.

Przeciętny skład ścieków surowych dopływających do oczyszczalni oraz oczyszczonych przedstawia tabela:

PARAMETR	STĘŻENIE W ŚCIEKACH SUROWYCH [mg/dm <sup>3</sup> ]	STĘŻENIE W ŚCIEKACH OCZYSZCZONYCH [mg/dm <sup>3</sup> ]
BZT <sub>5</sub>	460	4,72
CHZT	1098	36,28
ZAWIESINA OG.	539	16,42
NNH <sub>4</sub>	50	1,86
N całkowity	105	17,38
P ogólny	19	1,01
Substancje rozpuszczone	647	534,58

## 2. Stan przed rozpoczęciem badań

Od początku jesieni jak co roku obserwowano pojawienie się piany, a następnie kożucha na komorach napowietrzania oraz osadnikach wtórnych. Warstwa kożucha stawała się coraz grubsza (ponad 3 cm), sztywna, trudna do spompowania z osadników wtórnych. Prowadzone od miesiąca grudnia próby usuwania zwiększonych ilości osadu z jednoczesnym usuwaniem bezpowrotnym kożucha z układu nie przyniosły rezultatu. Kożuch się odnawiał. Temperatura ścieków wynosiła 11-12°C. Poza kożuchem oczyszczalnia miała dobre wyniki oczyszczania ścieków - ponieważ nie dopuszczano do jego przedostawania się do odcieku.

Makroskopowo kożuch z warstwy zewnętrznej przypominał wyschniętą skorupę ciemno-brunatnej barwy. Warstwy wewnętrzne kożucha zbudowane

były z wyraźnych „kuleczek”. Obserwacje mikroskopowe pozwoliły ocenić, że były to bardzo silnie skłębione nitki *Microthrix parvicella* z uwieczonymi pęcherzykami gazu wewnątrz.

#### Obserwacje mikroskopowe.

Kłaczki osadu były silnie poprzerastane bakteriami w postaci poplątanych nitek występujących w obrębie kłaczka. Bakterie nie posiadały porośli, rozgałęzień ani pochewek. Wyraźne widoczne były granulki substancji zapasowych. Bakterie były Gram dodatnie, Neisser ujemne. Test siarkowy wypadł negatywnie.

### **3. Badanie.**

Próbe z PAX-em rozpoczęto 28.01.2002. Zastosowano chlorek poliglinu-33% - odmianę PAX-16 o ilości  $Al^{+3} = 8,2\%$ . Miejszem dozowania była pompownia osadu recyrkulowanego zewnątrz. Przez pierwsze 10 dni stosowano dawkę 2,5 g środka/kg s.m. x d (w przeliczeniu na jony glinu 0,54 g  $Al/m^3$  x d). Następnie zwiększono dawkę do 3 g PAX i utrzymywano do 22.02. Do obliczeń brano cały osad w układzie łącznie z osadem w osadnikach wtórnych.

W połowie doświadczenia zwiększono ilość tlenu z 1,5 do 3 mg/l.

Jednocześnie dozowano PIX-113 w ilości 45 g/ $m^3$  ścieków do komory rozdziału przed osadnikami wtórnymi.

#### Obserwacje na obiekcie.

Po dwóch dniach mimo tak niewielkiej dawki zaobserwowano pierwsze zmiany w wyglądzie kożucha na osadnikach wtórnych. Z grubej i sztywnej warstwy zmienił się w cienką, miękką dającą się pompować. Przez kolejne dni obserwowano zanik kożucha na osadnikach wtórnych oraz komorach napowietrzania. Po zwiększeniu dawki i ilości tlenu w komorach obserwowano dalsze ustępowanie kożucha. Początkowo cała powierzchnia była nim pokryta, teraz z każdym dniem powierzchnia ta ulegała zmniejszeniu, aż pozostały tylko wysepki kożucha zlokalizowane przy brzegach komory. W chwili zakończenia dozowania kożuch ustąpił na całym reaktorze biologicznym.

### **4. Wpływ PAX-u na mikrofaunę osadu.**

Osad czynny zbudowany był początkowo z dużych i średnich kłaczek o luźnej strukturze i właściwej spójności. Kłaczki te poprzerastane były licznymi bakteriami nitkowatymi, które występowały w postaci splecionych kłębow. Skład gatunkowy był zróżnicowany. Występowały korzenionózki, wiciowce, orzęski oraz wrotki. Osad pracował poprawnie.

Po zastosowaniu PAX-u (około tygodnia) osad uległ wyraźnej zmianie. Zaobserwowano wyraźną fragmentację wcześniej skłębionych nitek. Kłaczki stały się luźniejsze. Fragmentacja nitek, które wcześniej stanowiły rusztowanie

kłaczków powodowała ich rozpadanie się. Bakterie nitkowate a raczej ich fragmenty pojawiły się w przestrzeniach pomiędzy kłaczkami. Woda nadosadowa zawierała nitki oraz drobne kłaczki. Zmianie uległa mikrofauna. Zaczęły dominować ameby bezskorupkowe oraz bakterie spiralne. Pojedynczo spotykano orzęski pełzające oraz osiadłe. Spotykane były martwe osobniki wrotek. Po upływie kolejnego tygodnia osad uległ poprawie. Woda nadosadowa stała się klarowna. Zmniejszyła się ilość korzenionózek, wzrosła ilość orzęsków osiadłych. Sporadycznie spotykane były wrotki oraz nicienie. Kolejny tydzień dozowania wpłynął na struktury kłaczek, która stała się bardziej zbita. Wyraźnie zmniejszyła się ilość bakterii nitkowatych, które występowały już tylko w obrębie kłaczek. Nitki były nabrzmiące czasem tworzyły zlepione aglomeraty.

Wzrosła różnorodność gatunkowa. Dominowały orzęski osiadłe oraz wrotki. Sporadycznie spotykane były korzenionózki i wiciowce. Osad był bardzo aktywny biologicznie. Zmalał indeks osadu z wartości początkowej  $350 \text{ cm}^3/\text{g}$  do  $200 \text{ cm}^3/\text{g}$ . Na tym etapie zaprzestano dozowania PAX-u. Z obserwacji osadu z innej oczyszczalni (w Szczecinku) gdzie dozowano PAX-18 zauważono dalsze zmniejszanie ilości bakterii. *Mitrothrix parvicella*, aż do prawie całkowitej eliminacji.

Kolejne etapy eliminacji *Microthrix parvicella* przedstawiają fotografie umieszczone jako załączniki.

## 5. Wpływ PAX-u na procesy oczyszczania.

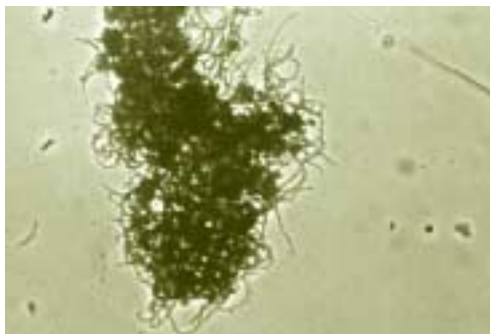
Nie zaobserwowano istotnych zmian związanych z procesem oczyszczania o czym świadczą wyniki ścieków oczyszczonych przed i w trakcie dozowania polichloroku /patrz wykresy w załączniku/.

Wnioski.

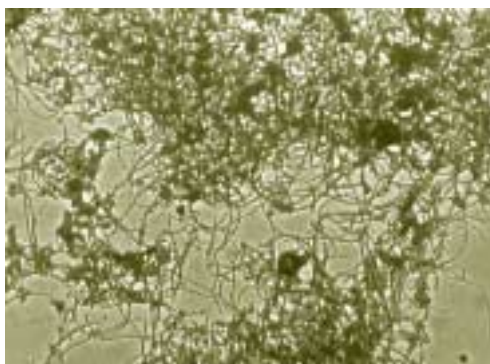
1. PAX wspomaga usuwanie *Microthrix parvicella*.
2. Dawka ok. **3 g PAX-u 16/kg s.m x d** przy jednoczesnym dozowaniu **PIX-u 113 ( $45\text{g}/\text{m}^3$ )** wystarczy, aby uzyskać kontrolę nad populacją *Microthrix parvicella*.
3. Przy zaproponowanej dawce nie ulegają pogorszeniu inne procesy oczyszczania (mineralizacja ścieków, usuwanie CHZT, BZT<sub>5</sub>, nityfikacja, denityfikacja i in.).
4. PAX nie wywołuje istotnych zmian w składzie gatunkowym osadu czynnego, które powodowałyby zachwianie równowagi biocenotycznej a tym samym pogorszenie pracy oczyszczalni.
5. Pod wpływem PAX-u zmieniają się morfologiczne cechy bakterii od stanu skłębionych włókien, poprzez fragmentację nitki do stanu krótkich spuchniętych, czasami tworzących zlepione aglomeraty.

6. Dozowanie PAX-u można przerwać w momencie gdy liczba bakterii nitkowatych, według badań mikroskopowych, ulegnie zadawalającej redukcji, lub gdy kożuch z powierzchni bioreaktora, lub ewentualnie osadnika wtórnego, zostanie zlikwidowany.
7. Badany środek korzystnie wpływa na obniżenie indeksu objętościowego a tym samym poprawia właściwości sedymentacyjne.

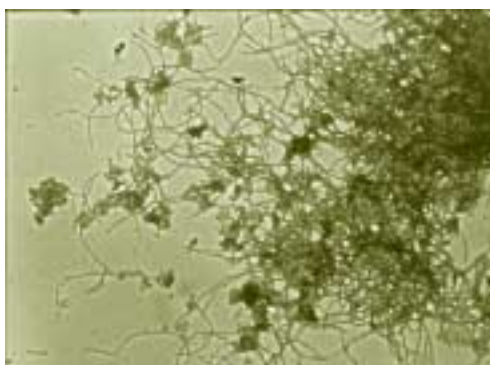
Kolejne etapy eliminacji *Microthrix parvicella* pod wpływem PAX-u.



Nitki silnie splątane



„Poluzowanie” struktury kłaczk



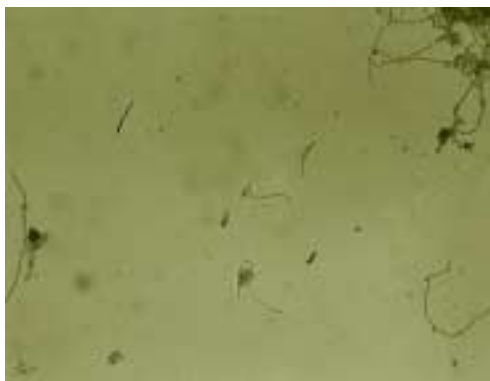
Nitki wydostają się z kłaczk



Sklejanie się nitek w przestrzeniach pomiędzy kłaczkami

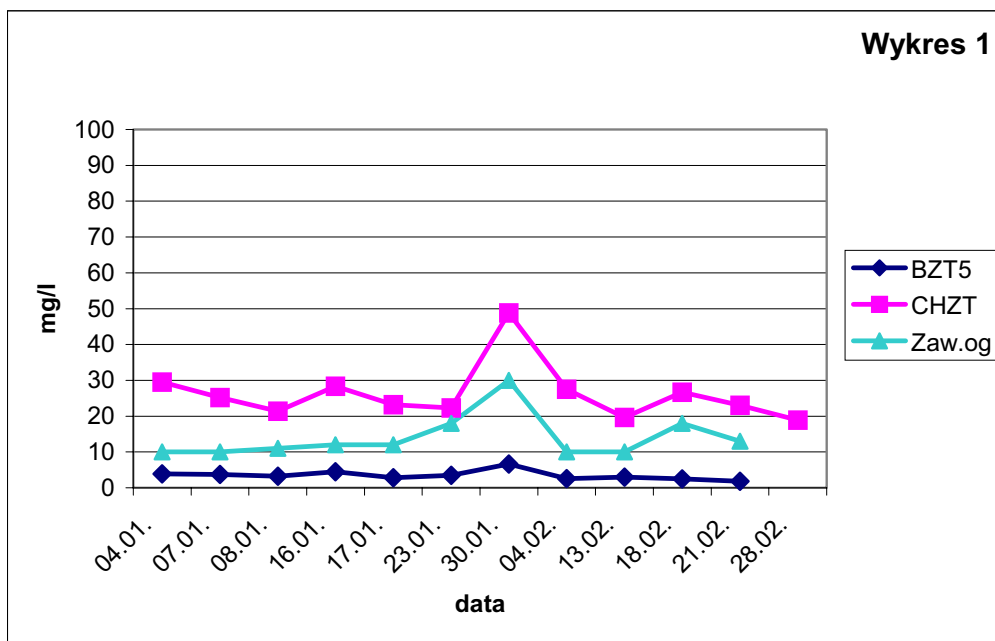


Dalszy spadek liczebności nitek

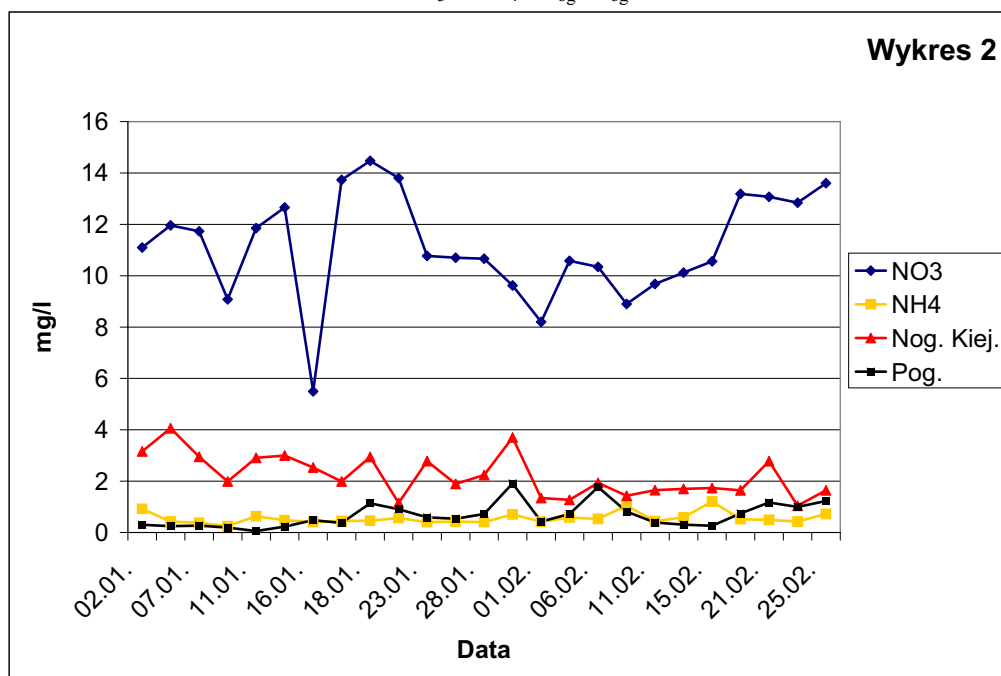


Fragmentacja nitek

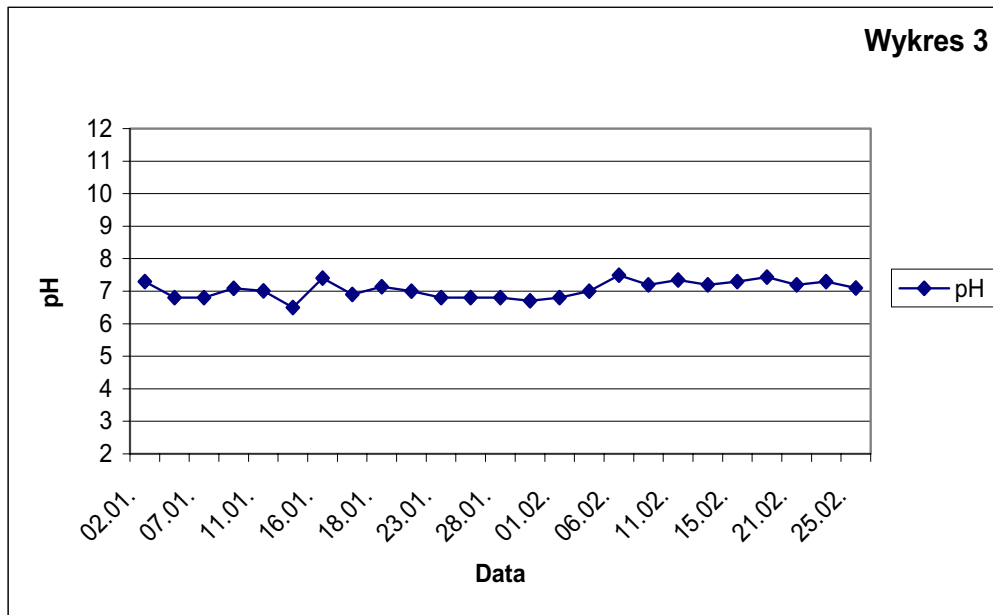
**Wpływ PAX-u i PIX-u na parametry pracy oczyszczalni ścieków.  
(BZT<sub>5</sub>, CHZT, Zawiesina ogólna)**



**Wpływ PAX-u i PIX-u na parametry pracy oczyszczalni ścieków.  
(NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, N<sub>og</sub>, P<sub>og</sub>)**



**Wpływ PAX-u i PIX-u na odczyn pH.**



**Obniżenie Indeksu objętościowego w trakcie dozowania PIX-u i Pax-u.**

