

SPRAWOZDANIE Z DOŚWIADCZEŃ EKSPLOATACYJNYCH ZWALCZANIA PUCHNIĘCIA I PIENIENIA OSADU CZYNNEGO Z UŻYCIEM BLENDE PIX 1392-2

*Autor: Andrzej Wójtowicz
Oczyszczalnia ścieków w Słupsku*

Streszczenie

Oczyszczalnia ścieków w Słupsku pracująca w trójfazowym systemie Banderpho doznaje okresowych problemów z puchnięciem i pienieniem osadu czynnego. Zjawisko to zdiagnozowane zostało metodami mikrobiologicznymi i przyczynowymi jako wpływ bakterii nitkowatych takich jak *Microthrix parvicella* (jako dominująca) oraz *Nostocoida limicola*.

Standardowe metody „walki” metodami selekcji kinetycznej z tym typem nitek są czasami mało skuteczne, a okresowo niemożliwy do zastosowania ze względu na uwarunkowania zewnętrzne i eksploatacyjne.

W niniejszym referacie opisano skuteczne doświadczenia w ograniczeniu nadmiernego wzrostu bakterii nitkowatych oraz eliminacji problemów przez nie wywoływanych polegające na połączeniu metod kinetycznych, metabolicznych oraz chemicznych z użyciem blendy PIX 1392-2.

Po stworzeniu odpowiednich warunków technologicznych na obiekcie m.in. takich jak: możliwe dla danych temperatur obniżenie wieku osadu, maksymalna możliwa do osiągnięcia produkcja LKT, zastosowano dozowanie blendy. Po tygodniu zaobserwowano całkowite zniknięcie kożuchów na komorach osadu czynnego, bez żadnej flotacji na osadnikach wtórnych.

Część mechanizmów oddziaływania wprowadzonych działań technologicznych można wyjaśnić ogólnymi zasadami opisującymi funkcjonowanie osadu czynnego. Pozostaje jednak wiele intrygujących zagadek, których do chwili obecnej nie udało się rozpoznać.

Wstęp i definicje

Wysokosprawne oczyszczalnie ścieków usuwające w procesach biologicznych związki biogenne metodą osadu czynnego szczególnie narażone są na występowanie problemów związanych z puchnięciem i pienieniem osadu czynnego. W zależności od skali problemu i rozwiązań technologicznych zjawiska te mogą mieć tylko i wyłącznie skutki estetyczne, ale najczęściej wywierają one negatywny wpływ na jakość oczyszczonych ścieków, powodują wzrost kosztów energetycznych i związanych z przeróbką osadów oraz stwarzają poważne trudnienia technologiczne na oczyszczalni.

Osad czynny jest sztucznym ekosystemem, będącym pod ciągłym wpływem zmiennych czynników biotycznych i abiotycznych, w którym zachodzi silne współzawodnictwo o dominację i dostęp do pożywienia i energii.

Podstawowymi cechami kwalifikującymi osad czynny na dobry i zły są: aktywność metaboliczna, zrównoważony skład mikrobiologiczny oraz zdolność mikroorganizmów do tworzenia kłaczków.

Ta ostatnia cecha jest bodaj najważniejszą właściwością osadu czynnego, wykazującą zdolność osadu do sedymentacji, zagęszczania i odwadniania. Nawet najbardziej wyrafinowany system usuwający związki biogenne nie będzie działał poprawnie bez dobrych właściwości sedymentacyjnych. Podstawową przyczyną wywołującą problemy z sedymentacją jest nadmierny wzrost mikroorganizmów nitkowatych wywołujących takie zjawiska jak puchnięcie i pienienie.

Puchnięcie osadu wywołane przez bakterie nitkowate jest zjawiskiem polegającym na rozproszeniu zwartej i zamkniętej struktury, charakterystycznej dla pozytywnych mikroorganizmów kłaczkujących, powodując uwięzienie znacznej ilości wody i gazów wewnątrz kłaczków. Efektem tego jest znaczne pogorszenie właściwości sedymentacyjnych osadu oraz utrata zdolności do agregacji (tworzenia dużych flokuł posiadających znaczącą masę).

Pienienie spowodowane przez mikroorganizmy nitkowate jest skomplikowanym mechanizmem bio-fizyko-chemicznym wywołanym produktami metabolizmu nitek, o właściwościach środków powierzchniowo czynnych i hydrofobowych, tworzących ustabilizowany trójfazowy układ powietrze – woda – mikroorganizmy. Taki układ dodatkowo wiąże inne produkty hydrofobowe, takie jak tłuszcze przedostające się na układ biologiczny tworząc zwartą pianę o wyglądzie musu czekoladowego. Powoduje to problemy estetyczne, wypływanie biomasy na osadnikach wtórnych, problemy eksploatacyjne komór fermentacyjnych oraz wiązanie znacznej ilości mikroorganizmów, które stają się niedostępne dla procesów oczyszczania ścieków i brak możliwości sterowania wiekiem osadu.

Zmienność warunków zewnętrznych, przy biernej postawie technologa może prowadzić do rozwoju nieporządkanych form mikroorganizmów w osadzie czynnym. Niestety często zdarza się również tak, że nawet przy maksymalnym zaangażowaniu służb eksploatacyjnych rozwój bakterii nitkowatych jest nieuchronny. Każdy rozsądny technolog mając dylemat utrzymania nityfikacji lub rozwój nitek wybierze utrzymanie procesu nityfikacji. Tak więc dla wielu eksploatorów, u których występują warunki korzystne do rozwoju nitek musi opracować bardziej rozbudowaną strategię postępowania.

Obecnie rozróżniamy około 30 różnych rodzajów mikroorganizmów, których identyfikacja oparta jest o niektóre cechy morfologiczne i reakcje na barwienie Grama i Neissera. Niestety, morfologia i reakcje wybarwienia mogą się istotnie zmieniać w zależności np. od składu ścieków. Stąd często przy badaniach mikrobiologicznych brak jest całkowitej pewności co do wyników

identyfikacji. Typowym przykładem jest najbardziej problematyczny mikroorganizm nitkowaty **Microthrix parvicella**, który nomen omen jest najczęściej definiowaną przyczyną puchnięcia i pienienia osadu czynnego. Dlatego też na oczyszczalni ścieków w Słupsku oprócz laboratoryjnej klasyfikacji mikroorganizmów **metodą Eikelbooma** stosuje się tzw. **przyczynową diagnostykę wg. metody Jenkinsa**, powiązaną z występowaniem poszczególnych typów nitek z parametrami technologicznymi, warunkami pracy i charakterystyką ścieków. Określa on pięć grup nitek wg następujących objawów (przyczyn) ich występowania:

- niskie stężenie tlenu
- niskie obciążenie osadu – długi wiek osadu
- zgniłe ścieki
- brak związków biogenych
- niskie pH w osadzie czynnym

Do każdej grupy przypisanych jest kilka mikroorganizmów nitkowatych, dla których można opracować odrębną strategię postępowania. Podstawowe mechanizmy selekcji wykorzystywane w kontroli puchnięcia osadu spowodowanego przez bakterie nitkowane to:

Selekcja kinetyczna wykorzystująca różnice w szybkości wzrostu i wykorzystywania pożywienia. Czynniki tej strategii są: skład ścieków, wiek osadu, stężenie substratu w reaktorze, tlen, związki biogenne, pH i temperatura. Przykładową strategią jest w tej selekcji wykorzystanie różnicy, że mikroorganizmy kłaczkujące wygrywają współzawodnictwo w warunkach szybkiego wzrostu i wykorzystania substratu przy jego wysokim stężeniu, bakterie nitkowane najlepiej rozwijają się w warunkach wysokiego powinowactwa do substratu przy jego niskim stężeniu.

Selekcja metaboliczna polegająca na tworzeniu zmiennych warunków i stref tlenowych, beztlenowych i anoksycznych wykorzystując różnice w metabolizowaniu substratów pomiędzy bakteriami nitkowatymi, a kłaczkującymi, właśnie w danych warunkach.

Selekcja fizyko-chemiczna – co prawda taka terminologia nie występuje nigdzie w literaturze, ale ostatnie doniesienia i własne doświadczenia upoważniają do takiego definiowania strategii postępowania. Polega ona na wykorzystaniu środków chemicznych do korekty populacji niektórych mikroorganizmów (np. chlorowanie) oraz zmian parametrów fizycznych osadu poprzez wykorzystanie procesów koagulacji i flokulacji. W przypadku chlorowania istnieje wiele doniesień o małej skuteczności tej metody w zwalczaniu wzrostu mikroorganizmów powodujących pienienie, ze względu na fakt, że organizmy te zatrzymywane są selektywnie w masie flotującej. Oddziaływanie koagulantów na bakterie nitkowane jest również mało rozpoznane. Wiele doniesień od eksploatorów oczyszczalni informuje o wysokiej efektywności stosowania soli glinu. Podobne doświadczenia

uzyskano również w 1999 roku na słupskiej oczyszczalni ścieków z użyciem PAX. Niestety wyjaśnienie mechanizmów działania tej selekcji jest bardzo trudne i nie jednoznaczne. Oddziaływanie soli żelaza w walce z problemami puchnięcia i pienienia jest z kolei mało skuteczne. Oczywiście, funkcja koagulacyjna PIX-u jest tu bardzo pomocna lecz sprowadza się jedynie do utrzymania zawiesiny w ryzach i braku uwalniania się fosforu na osadnikach wtórnych.

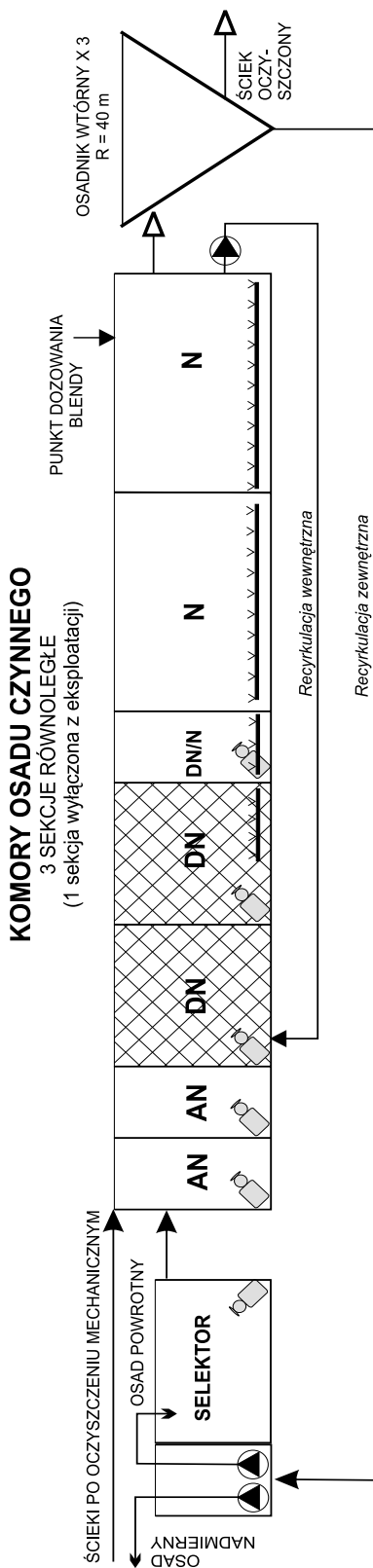
Bardzo skuteczne jest natomiast wspomaganie działania koagulantu żelazowego polimerem anionowym. Takie doświadczenia również były prowadzone na oczyszczalni ścieków w Słupsku i dały dobre rezultaty, z tym, że polimer dozowany był oddzielnie w innym miejscu procesu technologicznego. Obecnie w handlu pojawiły się mieszaniny PIX-u 113 z polimerem zwane blendami, które jak się okazuje również charakteryzują się wysoką skutecznością selekcyjną i nie wymagają dodatkowych instalacji dozujących.

Opis oczyszczalni ścieków w Słupsku

Oczyszczalnia obsługuje stutysięczne miasto Słupsk wraz z przyległymi do miasta gminami.

Poniżej przedstawiono charakterystykę podstawowych wielkości procesowych charakteryzujących część ściekową oczyszczalni w Słupsku (dane za I półrocze 2002)

Parametr	Jednostka	Projektowana wielkość	Rzeczywiste wartości
Średni dopływ	m ³ /d	40 000	30 000
Obciążenie ładunkiem	RLM	180 000	170 000
Charakterystyka stopnia biologicznego			
C/N	-	-	5,1
C/P	-	-	39
Lotne kwasy tłuszczowe	mg/dm ³	-	40÷120
pojemność strefy beztlenowej	m ³	4 320	2 880
pojemność strefy anoksycznej	m ³	8 820	4 410÷6 920
pojemność strefy tlenowej	m ³	15 360	10 240÷12 320
pojemność selektora	m ³	1 100	1 100
pojemność osadników	m ³	11 560	11 560
powierzchnia osadników	m ²	3 720	3 720
recykulacja wewnętrzna	%	360	270
recykulacja zewnętrzna	%	70	50÷100
Parametry odpływu			
BZT5	mg/dm ³	15	9,1
ChZT	mg/dm ³	125	30
Zawiesina	mg/dm ³	30	12,5
Azot	mg/dm ³	15	12,5
Fosfor	mg/dm ³	1,5	1,3



Schemat stopnia biologicznego prezentuje niniejszy rysunek

Charakterystyka okoliczności występowania mikroorganizmów nitkowatych i ich skutki dla procesu

Przez ostatnie 3 lata na oczyszczalni ścieków przeprowadzonych zostało kilka programów optymalizacyjnych mających na celu obniżenie kosztów oczyszczania ścieków i przeróbki osadów. W efekcie koszty zostały zredukowane o ok. 0,8 ÷ 1 mln PLN rocznie, przy utrzymaniu warunków pozwolenia wodno-prawnego. Nie mniej jednak wprowadzone zmiany skutkowały nieznacznym pogorszeniem się jakości oczyszczonych ścieków, jak również ograniczeniem pola manewru w działaniach technologicznych.

Byliśmy tego świadomi i być może niektórzy z Państwa mogą skomentować taką sytuację krytycznie. Należy jednak pamiętać, że eksploatatorem oczyszczalni jest spółka prawa handlowego, zobligowana do optymalizacji kosztów, szczególnie w sytuacji, gdy ceny ścieków jeszcze ciągle ustalane są w oparciu o model polityczny. Dopóki nie powstaną instrumenty prawne lub ekonomiczne skłaniające do bardziej efektywnego oczyszczania, dopóty będą stosowane kryteria opisane pozwoleniem wodno prawnym, a nie możliwościami technologicznymi obiektu.

Jednym z programów optymalizacyjnych było zmniejszenie energochłonności procesu i maksymalny odzysk energii biogazowej na agregacie prądotwórczym. Przeprowadzone badania modelowe potwierdziły możliwość wyłączenia z eksploatacji jednej z trzech sekcji bioreaktora, co dało w rezultacie zmniejszenie gęstości strumienia energetycznego o około 10 W/m³ i ok. 20 W/kg zredukowanego ładunku. Ceną tego programu był wzrost zawartości azotanów o ok. 3 mg/dm³, a także zmniejszenie możliwości sterowania wiekiem osadu. Szczególnie istotne jest to w warunkach zimowych i wiosennych, gdy temperatura ścieków potrafiła spadać do 8°C. Około 20% powierzchni miasta obsługiwana jest przez kolektory ogólnospławne, stąd należało się spodziewać znacznych ilości wód roztopowych w napływie. Dodatkowo sieć kanalizacyjna zasilana była przez wodę z rzeki Słupi, która tej zimy charakteryzowała się bardzo wysokimi stanami. Konieczność utrzymania nityfikacji wynikająca z warunku minimalnego tlenowego wieku osadu dla tych temperatur wymusiła konieczność zwiększenia stężenia osadu w bioreaktorze. Zimny i rozcieńczony ściek oraz niskie ładunkowe obciążenie osadu stworzyły idealne warunki do rozwoju mikroorganizmów nitkowatych. Rozwój nitek nastąpił bardzo gwałtownie. W okresie 3-4 dni komory bioreaktora pokryły się 10 cm warstwą kożucha, zarówno strefy tlenowe jak i beztlenowe. Świadczyło to o wystąpieniu mikroorganizmu rozwijającego się we wszystkich strefach. Badania laboratoryjne i metodyka przyczynowa Jenkinsa wskazywały na dominację bakterii *Microthrix parvicella*. Brak możliwości regulacji wiekiem osadu, oraz brak ładunku stworzyły nie lada problem eksploatacyjny i konieczność poszukiwania bardziej skomplikowanych strategii technologicznych. Dodatkowym i chyba

najbardziej utrudniającym skuteczną walkę problemem był brak możliwości odprowadzania kożucha poza układ.

Efektem gwałtownego rozwoju było:

- **gęsta stabilna piana na komorach osadu czynnego.** W warunkach zimowych konieczność utrzymywania wysokiego stężenia tlenu powodowała przyrost piany w komorach napowietrzanych do krawędzi podestów; gaszenie piany było jedynie chwilowym środkiem zaradczym, podobnie jak wyciąganie mieszadeł i rozbijanie kożuchów na strefach beztlenowych i anoksycznych. O efekcie wizualnym i samopoczuciu technologa lepiej nie wspominać, szczególnie wtedy gdy oczyszczalnię wizytują średnio dwie wycieczki tygodniowo.
- **wzrost objętościowego indeksu osadu** charakteryzującego właściwości sedymentacyjne i odwodnieniowe osadu czynnego. Problem ten jakby dodatkowo spotęgował trudności w zastosowaniu standartowych strategii. Złe właściwości sedymentacyjne powodują, że strumień osadu recyrkulowanego ma mały stopień zagęszczenia i niezbędnym jest zwiększenie jego stopnia recyrkulacji. W efekcie większa masa osadu powrotnego zmniejsza czas przetrzymania w selektorze, przez co traci on skuteczność selekcji. Dodatkowo w rozwodnionym strumieniu osadu powrotnego zawracana jest znacznie większa ilość azotanów inhibitujących procesy biologicznego usuwania fosforu. W końcu rozproszony osad przebywający przez dłuższy czas w strefie klarowania osadnika to wręcz idealne warunki stymulujące rozwój bakterii nitkowatych takich jak *Microthrix*. Potwierdzają to doświadczenia z kilku oczyszczalni, gdzie indeks osadu powrotnego z osadników głębszych był znacznie wyższy niż na osadnikach płytkich
- **pienie** w zamkniętych komorach fermentacyjnych. Zjawisko to sprawiło nam wiele kłopotów eksploatacyjnych. Intensyfikacja procesu fermentacyjnego stymulowanego tłuszczami, silna produkcja biogazu w powiązaniu z wypieniającym charakterem mikroorganizmów nitkowatych prowadziła do wypływu piany przez zamknięcia i bezpieczniki wodne, zatykanie się rurociągów gazowych, a w efekcie ułatwienie się gazu i nieefektywną pracę zespołu prądotwórczego. Konieczne były korekty procesu, zmniejszenie ilości osadów kierowanych do stabilizacji beztlenowej, konieczność odwirowywania bez fermentacji osadów nadmiernych.
- **pogorszenie się właściwości osadu do odwodnienia.** Nieustabilizowany osad nadmierny zawierający mikroorganizmy nitkowate charakteryzuje się bardzo złymi właściwościami do odwodnienia. Związana wewnątrz kłaczką woda oraz rozproszona struktura powodowały małą skuteczność działania polielektrolitów i wirówek. Stopień odwodnienia z 20 % s.m. spadł do 14 % s.m., co znacznie zwiększyło masę osadu i powodowało utrudnienia w końcowej jego utylizacji.

- **wzrost kosztów oczyszczania i przeróbki osadów** - zwiększony strumień recyrkulacji osadu powrotnego to nie tylko energia pomp recyrkulacyjnych, ale przede wszystkim energia napowietrzania tej masy, konieczność wprowadzenia lub zwiększenia wydajności stopnia chemicznego (np. do korekty procesu biologicznego usuwania fosforu) oraz znacznie mniejsza efektywność odwodnienia co zwiększa masę odpadową lub/i zużycie polielektrolitów.
- **pogorszenie parametrów na odpływie**. Co prawda nie zanotowano znacznego pogorszenia jakości ścieków oczyszczonych, jednak wzrost zawiesiny był zauważalny. Zważając na fakt, że zawiesina zawiera ok. 4-5 % azotu i fosforu nie pozostaje to też bez wpływu na te parametry.

Opis zastosowanych strategii w eliminacji zjawiska puchnięcia i pienienia osadów.

Ze względu na fakt, że *Microthrix parvicella* należy do mikroorganizmów nitkowatych rozwijających się we wszystkich strefach zastosowanie metod selekcji metabolicznej było ograniczone. Głównym zadaniem było tutaj przywrócenie metabolicznej funkcji selektora i produkowanie maksymalnej ilości łatwo przyswajalnych substratów w procesie hydrolizy osadu powrotnego, co było bardzo utrudnione. Tak więc jako podstawową strategię dla stanu wyjściowego przyjęto metodę kinetyczną, a konkretnie sterowanie wiekiem osadu.

Zjawiska puchnięcia i pienienia zaobserwowano na przełomie stycznia i lutego. Temperatura ścieków spadła w tym okresie do 8°C. Ze względu na to, że priorytetem było utrzymanie nityfikacji, wprowadzenie elementów strategii było praktycznie nie możliwe. Ustaliliśmy, że pierwsze działania podejmiemy dopiero po ustabilizowaniu się temperatury w komorach napowietrzania powyżej 10°C. Nastąpiło to dopiero pod koniec marca. Sukcesywnie zmniejszono zapas osadu w reaktorze, obserwując jednocześnie poziom amoniaku w odpływie. Ze względu na fakt, że proces nityfikacji jest czuły na gwałtowne zmiany stężenia, obniżanie wieku osadu prowadzone było stopniowo. Poza tym wydajność węzła osadowego spotęgowana problemami z pienieniem w zamkniętych komorach fermentacyjnych nie dawała dużych możliwości.

Aby w miarę dokładnie móc analizować efekty wprowadzonych zmian posługiwano się następującymi wskaźnikami:

- objętościowy indeks osadu rozcieńczonego DSVI, który jest znacznie lepszym parametrem charakteryzującym właściwości sedymentacyjne osadu spuchniętego od tradycyjnego indeksu. Różni się on tym, że do oceny 30 minutowej opadalności stosuje się rozcieńczenia, tak, aby w efekcie uzyskać pomiar poniżej 200 ml/l. Mierzony był on przed

osadnikami wtórnymi, a okresowo również na powrocie z każdego osadnika.

- Stężenie osadu w komorach i osadzie recyrkulowanym w celu określenia zapasu w bioreaktorze i masy osadu nadmiernego. Wskaźnik ten nastroczał dużych problemów w analizie, gdyż charakteryzował się dużą zmiennością w dobie. Przyczyny tego były różne i tak do końca nie znaleziono pełnego wyjaśnienia. Wpływ na to miały takie okoliczności jak: różna pojemność ściekowa w dobie, wprowadzenie hydrolizy osadu poprzez wyłączanie mieszadeł w selektorze i na komorach AN i DN oraz różny stopień zagęszczenia uzyskiwany na osadnikach.
- tlenowy wiek osadu i kontrola amoniaku na odpływie była niezbędnym kryterium dla utrzymania nityfikacji. Ustalono, że poziom 3 mg/dm^3 jest wartością nieprzekraczalną.
- kontrola mikrobiologiczna prowadzona była w oparciu o subiektywną ocenę rozpowszechnienia mikroorganizmów nitkowatych wg Jenkinsa (poniższa tabela)

Ocena	Rozpowszechnienie	Opis obrazu mikroskopowego
0	brak	
1	małe	występują w niektórych kłaczkach
2	średnie	tylko niektóre kłaczkki są bez nitkowatych
3	częste	we wszystkich kłaczkach, do 5 nitek wystających z kłaczką
4	bardzo częste	do 10 nitek w kłaczkę
5	rozpowszechnione	powyżej 20 nitek na kłaczek
6	nadmierne	wyraźna dominacja nitkowatych w obszarze widzenia

Stwierdzono, że pierwsze objawy puchnięcia osadu występują już przy rozpowszechnieniu powyżej 3. Przy ocenie na poziomie 4 występował efekt pienienia, przy czym ocenie podlegał osad będący w części przepływowej, a nie w kożuchu.

- ładunkowe obciążenie osadu. Parametr ten kontrolowano na podstawie ilości dopływającego do komór BZT_5 w odniesieniu do ilości osadu czynnego będącego w układzie w ciągu doby. Badania dowodzą, że dopiero obciążenie na poziomie powyżej $0,20 \text{ kg BZT}_5/\text{kg s.m.}$ dają pierwsze efekty selekcji. Oznaczało to, że przy ładunku na poziomie $7.500 \text{ kg BZT}_5/\text{d}$ dopływających do komór uzyskanie obciążenia na tym poziomie wymagałoby zmniejszenie stężenia poniżej 2 kg s.m./m^3 , co nie gwarantowało spełnienia warunku nityfikacji. Nie mniej jednak parametr ten był kontrolowany ze względu na fakt wprowadzenia elementów hydrolizy osadu powrotnego, nie tyle w celu selekcji, ale stymulacji a w przypadku wyeliminowania zjawiska puchnięcia i pienienia, niedopuszczenia do ponownego ich wystąpienia. Uzupełniającym badaniem była kontrola ilości lotnych kwasów tłuszczowych oraz potencjał redox na selektorze.

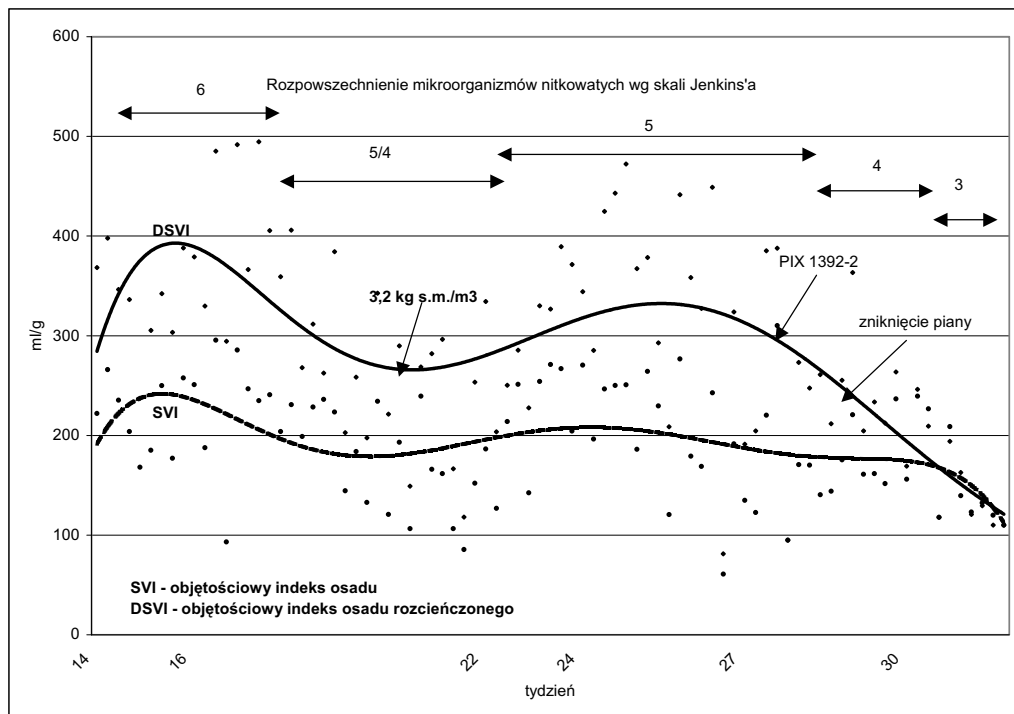
W połowie maja uzyskaliśmy stężenie w komorze osadu czynnego na poziomie 3,2 kg s.m. i wartość amoniaku wzrosła do 2,5 mg/dm³. Pomimo, że dostaliśmy pierwsze ostrzeżenie od nityfikacji indeks osadowy spadł bardzo niewiele i w badaniach mikroskopowych utrzymywało się rozproszenie mikroorganizmów nitkowatych na poziomie 4. Tlenowy wiek osadu spadł poniżej 6 dób, co było znacznie poniżej ogólnie przyjętego kryterium nityfikacji wg Henze. Pomimo tego kożuch na komorach osadu czynnego dalej miał się dobrze. Wprowadzane zabiegi gaszenia piany poprzez deszczowanie i rozbijanie mieszadłami nic nie dały.

Zaczęliśmy poszukiwać innych elementów strategii „walki z nitkami”. Mając pewne doświadczenia z 1999 roku ze stosowaniem PAX-u i polimerów anionowych do poprawy indeksu osadowego zaczęliśmy rozważać możliwość wprowadzenia ich do układu. Wymagało to jednak zakupu instalacji dozujących, co w przypadku konieczności stosowania ustawy o zamówieniach publicznych mogło być czasochłonne. Dochodziły jednak do nas pewne informacje o skutecznym stosowaniu blendy wytwarzanej na bazie PIX-u., m.in. z Zielonej Góry i Lubina. W czasie targów Wod-Kan w Bydgoszczy rozmawialiśmy na ten temat z producentem - firmą KEMIPOL. Jednak brak potwierdzonej skuteczności działania oraz trudne do zrozumienia i zaakceptowania mechanizmy działania blendy na zjawiska puchnięcia i pienienia wywoływały pewien sceptycyzm.

W końcu przy braku innych pomysłów zdecydowaliśmy się zakupić blendę z domieszką polielektrolitu o nazwie handlowej PIX 1392-2, tym bardziej, że mogliśmy wykorzystać ją w instalacji dozującej PIX-113.

Test rozpoczęliśmy 20 lipca b.r. dozując symultanicznie blendę w miejscu dotychczasowej aplikacji PIX-u 113 (patrz schemat). Zastosowana dawka PIX 1392-2 wynosiła 80 g/m³ ścieków. Rezultaty zastosowania blendy przeszły nasze najśmielsze oczekiwania. Już po 7 dniach od zastosowania zjawisko pienia całkowicie zanikło, bez negatywnych skutków wypłynięcia kożucha na osadnikach wtórnych. Fakt, że osad dalej wykazywał efekt lekkiego spuchnięcia (3 w skali Jenkinsa) ale ogólne właściwości sedymentacyjne osadu znacznie się poprawiły.

Test zakończono po dwóch tygodniach od daty rozpoczęcia. Przebieg całości stosowanych strategii i uzyskanych rezultatów przedstawia wykres nr 1.



Wykres Nr 1. Zmiany indeksu osadu i rozproszenia bakterii nitkowatych w trakcie trwania strategii zwalczania puchnięcia i pienienia osadu czynnego

Dyskusja i podsumowanie.

Stosowanie standardowych strategii w eliminacji zjawiska puchnięcia i pienienia wywołanym nadmiernym wzrostem bakterii *Microthrix parvicella* często okazuje się mało skuteczne. Bardzo dobre rezultaty daje uzupełnienie tych strategii poprzez wprowadzenie środków chemicznych takich jak blenda PIX 1392-2.

Mechanizmy oddziaływania tych środków są złożone i trudne do opisanie. Poza tym, że spełniają funkcje agregatowania rozproszonych i poprzrastanych mikroorganizmami nitkowatymi kłaczek, wydaje się, że działają jako środki przeciwpienne - neutralizujące działanie biopolimerów wytwarzanych przez nitki i zmieniające napięcie powierzchniowo czynne w aktywnej biologicznie pianie. Przy tym są środkami nietoksycznymi dla osadu czynnego i łatwymi w stosowaniu.

Doświadczenia przeprowadzone na oczyszczalni ścieków w Słupsku pozwoliły na rozbudowanie i uzupełnienie strategii selekcji mikroorganizmów nitkowatych o selekcję fizyko chemiczną z zastosowaniem blend. Uzyskane rezultaty potwierdzają bardzo wysoką skuteczność tych środków, pomimo, że mechanizmy ich oddziaływania nie zostały do końca sformułowane.