

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA KOAGULANTU PIX W PRZERÓBCE OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Autor: Marek Ciborowski

Kemipol sp. z o.o.

1. WSTĘP

Nieorganiczne koagulanty w oczyszczalniach ścieków komunalnych i przemysłowych są powszechnie stosowane do redukcji np. fosforu, zawiesiny, ChZT lub kontroli wzrostu bakterii nitkowatych. Można je również z powodzeniem stosować w części osadowej oczyszczalni do:

- Grawitacyjnego zagęszczania osadów
- Kondycjonowania osadów przed mechanicznym zagęszczaniem lub odwadnianiem
- Kontroli krystalizacji struwitu
- Usuwania siarkowodoru

Powszechnie stosowanymi koagulantami w oczyszczalniach ścieków są trójwartościowe sole żelaza i glinu. W aplikacjach osadowych wymienionych powyżej z reguły używane są koagulanty żelazowe. Wynika to głównie z faktu, że sole żelaza są dużo tańsze od soli glinu – w tym przypadku przy porównywalnej skuteczności. Jony żelaza (III) - w przeciwieństwie do jonów glinu – usuwają również siarkowódór na drodze chemicznej. Najczęściej stosowanym koagulantem w aplikacjach osadowych jest siarczan żelazowy PIX-113, który nie zawiera korozyjnych chlorków oraz wolnego kwasu.

W oczyszczalniach komunalnych i niektórych przemysłowych, gdzie PIX jest z reguły stosowany „tylko” do chemicznej defosfatacji, należałoby w części przypadków zastanowić się nad pełniejszym jego wykorzystaniem. Można to nazwać przeniesieniem punktu dozowania PIX-u – częściowo lub nawet w całości – z części ściekowej do części osadowej oczyszczalni. Nakłady inwestycyjne takiej operacji są z reguły znikome, a można dzięki temu zredukować koszty eksploatacji oczyszczalni i poprawić jej efektywność poprzez:

- Uzyskanie wyższego stopnia odwodnienia osadu
- Redukcję dawki polielektrolitu
- Możliwość zastosowania z reguły tańszego polielektrolitu o niższej kationowości

- Zwiększenie przepustowości maszyny odwadniającej
- Odciek zawierający dużo mniejsze stężenia P_{og} , zawiesiny, ChZT
- Chemiczne wiązanie siarkowodoru
- Kontrolę krystalizacji struwitu

Dozowanie PIX-u w części osadowej nie będzie oczywiście zasadne w przypadku każdej oczyszczalni. Jeżeli oczyszczalnia uzyskuje zadowalające efekty odwadniania osadu, wewnętrzne zasilanie w fosfor z odcieku nie jest problemem, struwit lub siarkowodor nie występują – zastosowanie PIX-u w części osadowej może nie być konieczne. W innych przypadkach to rozwiązanie jest warte rozpatrzenia – szczególnie np. w przypadku oczyszczalni, które mają lub będą miały suszarnie osadu, gdzie nawet 1 % suchej masy osadu więcej po odwadnianiu znacznie obniża koszty suszenia.

2. ZASTOSOWANIE KOAGULANTU PIX DO WSPOMAGANIA PROCESÓW ZAGĘSZCZANIA I ODWADNIANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH

2.1. KONDYCJONOWANIE OSADU W UKŁADZIE PIX + POLIMER

Celem kondycjonowania jest uzyskanie nowych właściwości osadu, pozwalających na szybsze i bardziej skuteczne usunięcie zawartej w osadzie wody. W praktyce najczęściej stosowanymi środkami kondycjonującymi są organiczne polimery (polielektrolity), które wiążą cząstki osadu w konglomeraty (makroflokuły), ułatwiając usuwanie wody i poprawiając jakość odcieku. Istnieje grupa osadów, dla których zastosowanie tylko polimerów do kondycjonowania nie przynosi do końca satysfakcjonujących efektów technologicznych i ekonomicznych. Mogą to być osady o dużym udziale biomasy, osady słabo przefermentowane, osady o dużej procentowo zawartości frakcji koloidalnej i drobnej zawiesiny lub z innych powodów trudnoodwadnialne.

W takich przypadkach w celu uzyskania wyższego stopnia odwodnienia osadu rozwiązaniem jest wykorzystanie podstawowych zalet koagulantów i polimerów i dozowanie ich w odpowiednich proporcjach i warunkach wspólnie w celu optymalnego przygotowania osadu przed zagęszczaniem lub odwadnianiem. W tym układzie PIX jest dozowany jako pierwszy a po nim w odstępie czasowym polielektrolit. Pozwala to na pełne wykorzystanie możliwości obu reagentów i ich wzajemne uzupełnianie się, co można opisać następująco:

1. PIX neutralizuje ładunki elektryczne znajdujące się na powierzchni cząstek osadu i dzięki temu stwarza lepsze warunki do ich łączenia się między sobą.
2. Dodany następnie polielektrolit działając jako czynnik mostkujący i sieciujący tworzy duże i trwałe flokuły możliwe do oddzielenia w procesie zagęszczania lub odwadniania.

PIX poprawia również własności odwadniające osadu poprzez:

- Obniżenie współczynnika ściśliwości osadu – osad jest bardziej odporny na ściskanie
- Zmniejszenie oporu właściwego filtracji
- Zwiększenie udziału frakcji mineralnej w odwadnianym osadzie

Po zastosowaniu układu PIX + polimer można spodziewać się wzrostu suchej masy po odwodnieniu najczęściej od **1 do 4** punktów procentowych w porównaniu do sytuacji z użyciem tylko polimeru. Wielkość wzrostu zależy głównie od dawek reagentów, punktu dozowania PIX-u (dobre wymieszanie z osadem, wystarczający czas kontaktu), rodzaju polimeru oraz właściwości osadu.

2.2. STOSOWANE DAWKI

Stosowane w praktyce do kondycjonowania osadu dawki PIX są z szerokiego zakresu 50÷220 kg / t suchej masy osadu, najczęściej oscylują wokół **80÷150 kg / t s.m.** Dawka koagulantu zależy głównie od rodzaju osadu i jego właściwości odwadniających a także rodzaju i dawki polimeru oraz zakresu i wielkości efektów technologicznych, które chce się uzyskać (np. sucha masa, jakość odcieku). Stąd też tak szeroki zakres możliwych do zastosowania dawek i konieczność ich wstępnego laboratoryjnego ustalenia i ewentualnej korekty w skali technicznej.

Dzięki zastosowaniu PIX-u dawka polimeru ulegnie redukcji. W przypadku osadów z oczyszczalni komunalnych należy spodziewać się redukcji w zakresie **10 – 40 %** w stosunku do dawki stosowanej bez wcześniejszego kondycjonowania PIX-em.

2.3. JAKOŚĆ ODCIEKU

Wody osadowe z procesów przeróbki osadu zawierają podwyższoną ilość azotu (do 1000 mg N/l) i fosforu (do 200 mg/l), co stanowi 15-30 % ładunku

doprowadzanego na oczyszczalni. Poza uwolnionym azotem i fosforem odcieki wprowadzają znaczne ładunki zanieczyszczeń w postaci zawiesiny organicznej. W dużej części jest to zawiesina trudno rozkładalna biologicznie. Zastosowanie do kondycjonowania osadu koagulantu PIX pomaga w osiągnięciu wysokiego współczynnika rozdziału $R > 99\%$, co pozwala na uzyskanie czystego, pozbawionego zawiesin filtratu. Współczynnik rozdziału R wyznacza czystość wód osadowych. $R=90\%$ oznacza, że 90% całej suchej masy osadu wchodzącego do urządzenia (odwadniającego lub zagęszczacza) zostaje w osadzie zagęszczonym lub odwodnionym, a 10% s.m. osadu trafia do odcieku. Dzięki wiązaniu ortofosforanów przez obecne w PIX jony $Fe(III)$ uzyskuje się bardzo wysokie redukcje fosforu w odcieku, co z reguły pozwala znacznie ograniczyć zużycie koagulantu stosowanego dotychczas w ciągu ściekowym oczyszczalni.

2.4. PIX + POLIMER W PRZYPADKU SUSZENIA OSADÓW

W wyniku suszenia objętość mechanicznie odwodnionego osadu maleje czterodo pięciokrotnie, zawartość suchej masy to $85-92\%$. Energochłonność procesu zależy w największym stopniu od uwodnienia osadów. Zapotrzebowanie energii cieplnej do suszenia w zależności od zawartości suchej masy w osadzie odwodnionym przedstawia rysunek 1 oraz dane zawarte w tabeli 1.

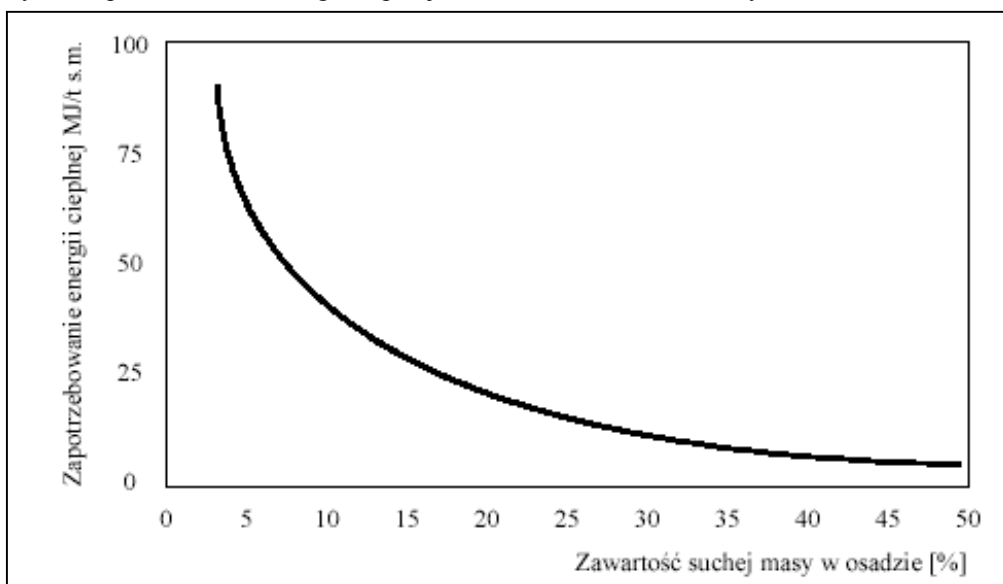
Z podanych zależności wynika, że osady powinny być odwodnione do co najmniej 20% s.m., przy czym im więcej suchej masy zawierają osady po odwadnianiu tym lepiej. Przykładowo do wysuszenia 1 tony osadów o zawartości 20% s.m. potrzeba dostarczyć od $60 - 70\%$ więcej energii niż do wysuszenia do 90% s.m. osadu o zawartości 35% s.m.

Układ PIX + polimer może być pomocny w przypadku oczyszczalni posiadających suszarnie lub planujących ich budowę, a nie mogących uzyskać wyższego stopnia odwodnienia osadu z użyciem tylko polimeru. W tych przypadkach dla każdej oczyszczalni można policzyć, o ile mogą się obniżyć koszty suszenia, jeżeli zwiększymy suchą masę po odwodnieniu np. o $2-3$ punkty procentowe.

Tab. 1. Zapotrzebowanie paliw do suszenia osadów ściekowych w nowoczesnych suszarkach z odzyskiem ciepła

Zawartość s.m. w osadzie poddawanym wysuszeniu do 90% s.m.	Rodzaj paliwa	Wartość energetyczna, kJ/kg	Ilość paliwa do wysuszenia 1 t osadu
20	Olej opałowy	42000	55 – 60 kg
	Gaz ziemny	29000	75 – 85 N m ³
	Biogaz	23000	105 – 115 N m ³
35	Olej opałowy	42000	40 – 45 kg
	Gaz ziemny	29000	60 – 65 N m ³
	Biogaz	23000	80 – 86 N m ³

Rys.1. Zapotrzebowanie energii cieplnej do suszenia osadów ściekowych



2.5. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ – ZAGĘSZCZANIE

Oczyszczalnia Ścieków „Jamno” w Koszalinie

W oczyszczalni w Koszalinie PIX-113 jest stosowany do wspomaganie zagęszczania osadu mieszanego w zagęszczaczu grawitacyjnym już od roku 1997. Do zagęszczacza kierowany jest osad zmieszany - nadmierny i wstępny w ilości łącznie ok. 800 m³/d. Osad po zagęszczeniu pompowany jest do otwartej komory fermentacyjnej i następnie jest odwadniany na wirówkach.

PIX-113 jest dozowany do rurociągu przed zagęszczaczem grawitacyjnym w dawce 600-850 g/m³. Dodatkowo dla wspomaganie sedymentacji jest tu również dozowany polimer kationowy w dawce 0,5-0,6 g/m³. Układ ten znacznie poprawia pracę zagęszczacza i redukuje stężenie fosforu w wodach nadosa-

dowych. Obecnie uzyskuje się redukcję uwodnienia osadu po zagęszczaczu o 1-2 punkty procentowe.

Oczyszczalnia Ścieków w Słubicach

Oczyszczalnia nie posiada osadników wstępnych. Osad nadmierny z dwóch reaktorów sekwencyjnych SBR w ilości ok. 80 m³/d jest odprowadzany do dwóch zagęszczaczy grawitacyjnych. Zagęszczony osad jest następnie odwadniany na prasie taśmowej do poziomu 19-22 % suchej masy.

Bez chemicznego wspomaganie osad nadmierny zagęszczał się wolno i następowało jego rozwarstwianie. Skutkowało to problemami z jego odwadnianiem – na prasę pompowany był na przemian osad zagęszczony i „prawie woda”. W roku 2007 podjęto pierwsze próby z dozowaniem PIX-113 do zagęszczaczy w celu wspomaganie grawitacyjnego zagęszczania. W rezultacie zlikwidowano zjawisko rozwarstwiania osadu w zagęszczaczach i zwiększono szybkość jego sedymentacji. Po testach wykonano prostą instalację dozującą PIX – przy każdym zagęszczaczu ustawiono na odpowiedniej wysokości paletopojemnik o pojemności 1 m³. PIX jest dozowany grawitacyjnie podczas spustu osadu nadmiernego z SBR-ów do zagęszczaczy, jego średnia dawka to ok. 600 g/ m³.

2.6. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ – ODWADNIANIE

Oczyszczalnia Ścieków w Kołobrzegu

Osad wstępny i nadmierny są odwadniane na wirówkach w sposób rozdzielny. Efekty odwadniania osadu wstępnego są zadowalające, natomiast w przypadku osadu nadmiernego wymagana była wysoka dawka polimeru w postaci emulsji (15 kg / t s.m.) i uzyskiwano po wirówce tylko 15-16 % s.m.

W czerwcu 2007 roku rozpoczęto dozowanie koagulantu PIX do osadu nadmiernego przed odwadnianiem. Głównym celem było obniżenie kosztów odwadniania poprzez redukcję wysokiej dawki polimeru i zwiększenie suchej masy osadu po wirówce. Osad nadmierny w ilości ok. 100 m³/d po zagęszczaczu grawitacyjnym (2,5 % s.m.) kierowany jest poprzez zbiornik osadu czynnego (ZON) bezpośrednio na wirówkę. Jako miejsce dozowania PIX-u wybrano ZON zaopatrzony w mieszadło wysokoobrotowe. Zapewniło to dobre wymieszanie PIX-u z osadem oraz wystarczający czas kontaktu – ok. 50 metrowy odcinek rurociągu od ZON do wirówki. Średnia dawka PIX w okresie rocznego dozowania wyniosła 105 kg / t s.m.

Po zastosowaniu do kondycjonowania osadu koagulantu PIX zredukowano dawkę polimeru do poziomu 11,0 – 11,9 kg / t s.m., dzięki czemu zmniejszono ogólne koszty chemii. Podniesiono również suchą masę osadu po wirówce o 1,5 – 2 % punkty procentowe.

Oczyszczalnia Ścieków w Sulechowie

PIX jest dozowany łącznie z wapnem do kondycjonowania osadu nadmierne-go przed odwadnianiem na prasie komorowej, polimer nie jest używany. Zagęszczony grawitacyjnie do poziomu 3-4 % s.m. osad nadmierny w ilości ok. 80 m³/d jest podawany na prasę komorową. PIX i wapno są dodawane do osadu przed komorą reakcji dawkach odpowiednio 200 kg / t s.m. i 500 kg / t s.m. Osad zostaje odwodniony średnio do poziomu 30-32 % s.m. Uzyskuje się również niskie stężenie fosforu w odcieku rzędu 1,5-2,0 g/m³.

3. INNE ZASTOSOWANIA KOAGULANTU PIX W CZĘŚCI OSADOWEJ OCZYSZCZALNI

3.1. KONTROLA KRYSTALIZACJI STRUWITU

Powstający w niektórych oczyszczalniach w warunkach fermentacji beztlenowej fosforan amonowo-magnezowy $MgNH_4PO_4 \times 6 H_2O$ (struwit) może krystalizować w obrębie procesu odwadniania osadów – w rurociągach doprowadzających osad do odwadniania, na maszynach odwadniających, w rurociągach odprowadzających odcieki. Potencjał wytrącania struwitu jest bardzo silnie związany z pH osadu lub odcieku i maleje wraz z jego spadkiem. Kryształy struwitu tworzą się i wzrastają do momentu równowagi w wyniku usuwania z fazy wodnej osadu lub odcieku składników jonowych: Mg^{+2} , NH_4^+ , PO_4^{3-} .

Dozując PIX do osadu prowadzimy jednocześnie chemiczną kontrolę wytrącania struwitu (nie będzie krystalizował) poprzez:

1. Obniżenie stężenia ortofosforanów (składnika struwitu) przez ich wytrącanie w postaci $FePO_4$.
2. Obniżenie odczynu osadu lub odcieku do poziomu np. pH 7,2÷7,4 lub niżej.

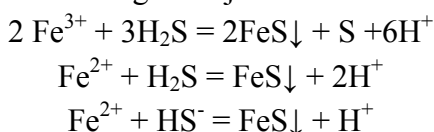
W przypadku tej aplikacji PIX najczęściej jest dozowany przed lub za komorami fermentacji, bezpośrednio przed maszyną odwadniającą lub do odcieków. Dawka najczęściej oscyluje w granicach 1-2 kg PIX / m³ osadu.

3.2. USUWANIE SIARKOWODORU

Ważnym elementem pracy maszyn odwadniających jest bezpieczeństwo sanitarne załogi i powstawanie odorów, np. niebezpiecznego siarkowodoru z osadu po fermentacji metanowej. Siarkowódór już w niedużych stężeniach jest gazem niebezpiecznym dla zdrowia, a występując w powietrzu w stężeniu powyżej 300 ppm stwarza stałe zagrożenie życia.

Wydzielany ze ścieków lub osadów w zamkniętej przestrzeni siarkowódór ulega przemianie do kwasu siarkawego lub kwasu siarkowego. Efektem tego jest możliwe uzyskanie korodującego kondensatu o stężeniu H_2SO_4 ok. 7 % i odczynie $\text{pH} \sim 2$, co może z czasem powodować korozję maszyn odwadniających.

Dozowany PIX efektywnie usuwa siarkowódór, likwidując tym samym potencjalne zagrożenia. Obecne w PIX jony żelaza (III) reagują z siarkowodorem i rozpuszczonymi siarczkami wg reakcji:



W wyniku reakcji wydziela się czarny, koloidalny, trudno rozpuszczalny osad siarczku żelaza (II), który nie stwarza dalszych problemów eksploatacyjnych. Jeżeli PIX jest dozowany przed komorami fermentacyjnymi to - w zależności od dawki - dodatkowe usuwanie siarkowodoru z biogazu może nie być konieczne.

3.3. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ

Centralna Oczyszczalnia Ścieków dla miasta Poznania w Koziegłowach

Osad po zamkniętych komorach fermentacji w ilości ok. 1100 m³/d kierowany jest do zbiorników uśredniających (6 szt.) i następnie jest odwadniany na prasach taśmowych. Problemem eksploatacyjnym było wytrącanie się struwitu na trasie pomiędzy zbiornikami uśredniającymi a budynkiem mechanicznego odwadniania osadu. Struwit krystalizował głównie na pompach ślimakowych transportujących osad oraz na ściankach rurociągów.

Na początku roku 2007 podjęto działania mające na celu zlikwidowanie tego zjawiska. Rozpoczęto dozowanie koagulantu PIX-113 do rurociągu spustowego osadu przefermentowanego pomiędzy komorami fermentacji a zbiornikami uśredniającymi. Obecnie struwit nie krystalizuje i nie stwarza problemów eksploatacyjnych. Średnia dawka PIX-u to 1 kg /m³ osadu.

Oczyszczalnia Ścieków w Zgierzu

Osad nadmierny w ilości ok. 450 m³/d gromadzony jest w napowietrzanych zbiornikach pośrednich, gdzie jest dodatkowo stabilizowany przez około dobę. Następnie kierowany jest na prasę taśmową, a po odwodnieniu składowany w lagunach na terenie oczyszczalni. Osad w lagunach jest źródłem odorów, gdzie głównymi składnikami są: amoniak, aminy, siarkowodór (najbardziej uciążliwy) i siarkowe związki organiczne. Było to przyczyną skarg okolicznych mieszkańców.

W celu rozwiązania problemów z siarkowodorem w czerwcu 2005 roku rozpoczęto w sposób stały dozowanie koagulantu PIX-113. Na punkt dozowania wybrano napowietrzany zbiornik pośredni przed mechanicznym odwodnieniem osadu. Średnia dawka PIX to 750 g/ m³ osadu o zawartości suchej masy 1 % (75 kg / t s.m.). Po trzech miesiącach dominujący zapach siarkowodoru całkowicie zaniknął, pozostał tylko zapach amoniakalny. Od tego czasu nie zanotowano skarg okolicznych mieszkańców na odory ze składowiska.

Dzięki zastosowaniu PIX-u nastąpiło również zdecydowane polepszenie odwadniania osadu. Sucha masa po prasie to obecnie 25-26 % - nastąpił wzrost o 2-3 punkty procentowe w porównaniu do okresu, gdy PIX nie był dozowany. Odwodniony osad zmienił swą barwę na głęboko czarną i zaczął się sypać w postaci drobnego granulatu. Dawka polimeru została zredukowana średnio z 4 do 3 kg / t s.m. Redukcja dawki polimeru praktycznie w całości pokrywa koszt PIX-u.

Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi

Do roku 2003 oczyszczalnia miała problemy z krystalizacją struwitu, który wytrącał się głównie w rurociągach na trasie pomiędzy komorami fermentacji a stacją mechanicznego odwadniania osadu oraz na bębnach pras – oczyszczalnia nie używała wtedy jeszcze koagulantów. W maju 2003 roku uruchomiono strącanie wstępne z użyciem PIX-u (odciążenie biologii), a w październiku rozpoczęto dozowanie PAX-u do części biologicznej (kontrola wzrostu bakterii nitkowatych). Dzięki zastosowaniu koagulantów, oprócz głównych celów wymienionych powyżej, pozbyto się również problemów z krystalizacją struwitu – występował on w minimalnych ilościach i w nieuciążliwej formie (miękkiej i łatwo usuwalny). Uzyskano również zdecydowaną redukcję siarkowodoru w biogazie z poziomu 600-700 ppm do poziomu 100-150 ppm.

W lipcu 2006 roku, po zakończeniu modernizacji oczyszczalni, zaprzestano dozowania PIX-u przed osadniki wstępne i PAX-u do biologii. Jednocześnie, aby utrzymać pozytywne efekty związane z kontrolą struwitu i usuwaniem siarkowodoru, rozpoczęto dozowanie koagulantu PIX-113 do części osadowej oczyszczalni. PIX jest dozowany przed dwoma zagęszczaczami grawitacyjnymi osadu wstępnego, co również wspomaga zagęszczanie i utrzymuje na niskim poziomie fosfor w odciekach. Punkt dozowania wykonano na rurociągu zbiorczym osadu wstępnego około 70 metrów przed zagęszczaczami, co pozwala na dobre wymieszanie PIX-u z osadem. Po zagęszczeniu osad wstępny jest kierowany do zamkniętych komór fermentacji. Dawki PIX-u w zależności od potrzeb są z reguły z przedziału $2\div 3 \text{ kg/m}^3$, ilość osadu to średnio $1050 \text{ m}^3/\text{d}$. Dozowanie PIX-u do osadu wstępnego skutecznie kontroluje krystalizację struwitu oraz utrzymuje poziom siarkowodoru w biogazie poniżej 200 ppm. Po instalacji odsiarczania spada on do 50-80 ppm.

4. PODSUMOWANIE

Jak pokazano w referacie w wielu przypadkach możliwe jest pełniejsze wykorzystanie właściwości koagulantu PIX. Dozując PIX w części osadowej oczyszczalni z reguły działamy wielokierunkowo. Jeżeli głównym celem takiej aplikacji jest dla nas np. wspomaganie kondycjonowania osadu przed odwadnianiem to równocześnie wiążemy fosfor i siarkowódór oraz zapobiegamy krystalizacji struwitu w obrębie maszyn odwadniających. W przypadku aplikacji mających głównie na celu usuwanie siarkowodoru lub kontrolę krystalizacji struwitu z reguły też poprawiamy właściwości odwadniające osadu – w zależności od dawki i punktu dozowania. Nie zawsze jest to znaczący wpływ na odwadnianie lub zagęszczanie – z uwagi na mniejsze dawki i inne możliwe punkty dozowania.

Oczyszczalnie, które w sposób ciągły dozują PIX w części ściekowej w celu chemicznej defosfatacji najczęściej nie mają problemów ze struwitem – w zależności też od proporcji pomiędzy biologiczną i chemiczną defosfatacją. Dozowanie PIX-u do ścieków ma również przełożenie na niższy poziom siarkowodoru w biogazie i poprawę właściwości odwadniających osadu. W przypadku chęci lub konieczności uzyskania maksymalnych efektów przy zastosowaniu optymalnych dawek PIX-u w zastosowaniach opisanych powyżej - najlepszym miejscem dozowania jest część osadowa oczyszczalni.

Tab. 2. Wybrane przykłady zastosowań koagulantu PIX w części osadowej oczyszczalni

Nr	Oczyszczalnia dla miasta	Proces, główny cel aplikacji	Rodzaj osadu	Ilość osadu	Koagulant	Dawka	Punkt dozowania	Rok wdrożenia
1.	Koszalin	Wspomaganie zagęszczania osadu w zagęszczaczach grawitacyjnych	mieszany	800 m ³ /d, ~1,1% s.m.	PIX-113	600-850 g/m ³	Rurociąg przed zagęszczaczami grawitacyjnymi	1997
2.	Sulechów	Kondycjonowanie osadu przed prasą komorową	nadmierny	80 m ³ /d, 3-4% s.m.	PIX-113	200 kg/t s.m.	Komora reakcji przed prasą	1998
3.	Zielona Góra	Kondycjonowanie osadu przed prasą komorową	nadmierny	800 m ³ /d, 3-4% s.m.	PIX-113	180-220 kg/t s.m.	Rurociąg osadowy przed prasą	1999
4.	Malbork	Wspomaganie zagęszczania osadu w zagęszczaczu grawitacyjnych	nadmierny	120 m ³ /d, ~1% s.m.	Fercat 105	~200 g/m ³	Rurociąg osadowy przed zagęszczaczem	2004
5.	Zgierz	Usuwanie siarkowodoru, wspomaganie odwadniania osadu na prasie taśmowej	nadmierny	450 m ³ /d, 1% s.m.	PIX-113	750 g/m ³	Napowietrzane zbiorniki pośrednie przed prasą	2005
6.	Łódź	Kontrola krystalizacji struwitu, usuwanie siarkowodoru	wstępny	1050 m ³ /d	PIX-113	2-3 kg/m ³	Rurociąg zbiorczy osadu wstępnego przed zagęszczaczami	2006
7.	Poznań	Kontrola krystalizacji struwitu	mieszany prefermentowany	1100 m ³ /d	PIX-113	1 kg/m ³	Rurociąg spustowy osadu prefermentowanego	2007
8.	Słubice	Wspomaganie zagęszczania osadu w zagęszczaczach grawitacyjnych	nadmierny	80 m ³ /d	PIX-113	600 g/m ³	Zagęszczacze grawitacyjne osadu nadmiernego	2007
9.	Koło-brzeg	Kondycjonowanie osadu przed odwadnianiem na wirówce	nadmierny	100 m ³ /d, 2,5 % s.m.	PIX-113	105 kg/t s.m.	Zbiornik osadu nadmiernego przed wirówką	2007