

Łucja FUKAS-PŁONKA, Izabela PŁONKA,
Barbara PIECZYKOLAN

INSTYTUT INŻYNIERII WODY I ŚCIEKÓW
POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH

WYKORZYSTANIE WÓD POPŁUCZNYCH Z ODŻELAZIANIA WODY DO CHEMICZNEGO WIĄZANIA FOSFORU W OSADACH PRZEFERMENTOWANYCH

THE USE OF BACKWASH WATER FROM THE IRON REMOVAL TO THE CHEMICAL BINDING OF PHOSPHORUS IN THE POSTFERMENTED SLUDGE

During the water treatment processes, in order to prepare water for economic, domestic and industrial purposes, wastes are also produced. They are mostly backwash water (generated during the rinsing of the filter) and sludge (eg. post-coagulation). The physical-chemical nature of the waste depends on the quality of raw water, facilities and processes used during water treatment, as well as the dose and the type of coagulant. The main pollution of groundwater are excessive amounts of iron and manganese compounds. Therefore that kind of water is treated by iron and manganese removal through aeration of raw water, pH adjustment and disinfection. As a result of purification process, a suspension of iron compounds is formed. This suspension is removed from treated water by sedimentation and/or filtration process. During rinsing of the filter, wastewater are generated as a backwash water. That wastes contain iron suspension and dissolved iron salts (in supernatant liquid).

The subject of the research were backwash water from iron and manganese removal in the Water Treatment Plant in Elk and fermented sludge from the wastewater treatment plant in Nowa Wies Elcka.

Chemical binding of the phosphorus compounds in sewage sludge by using iron salts contained in backwash water was the main aim of the study. The fermented sludge was mixed with backwash water in such proportion in order to obtain mass ratio of Fe/P as follow: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2, and 3,0. That mixture was stirred with speed of 35 rpm for 20 minutes in jar test flocculator. In order to measure the concentration of phosphorus and COD in supernatant liquid, the sludge was percolated through medium hardness filter. Experiments were conducted in 6°C i 20°C.

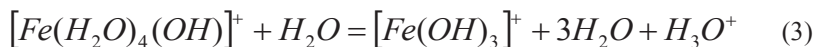
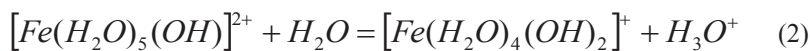
The study showed high efficiency of phosphorus removal from fermented sludge by mixing them with backwash water. In the case, when the mass ratio of Fe/P was equal to 2,0 the concentration of phosphorus in supernatant liquid was reduced to 0,6 mg P/dm³ for both analyzed temperature of the process. Studies have also shown that the efficiency of this process is not considerably affect the process temperature. Carrying out the coagulation process of the digested sludge in such a way has resulted in reduction of the organic compounds in the supernatant liquid. Application of the highest value of the mass ratio Fe/P = 3.0 caused a reduction of COD value up to 107 mg O₂/dm³.

1. Wprowadzenie

W procesach uzdatniania wody, w celu przygotowania jej do celów zarówno gospodarczo-bytowych jak i przemysłowych, powstają również odpady. Są nimi głównie wody popłuczne (generowane w trakcie płukania filtrów) oraz osady (np. pokoagulacyjne). Charakter fizykochemiczny tych odpadów zależy od jakości wody uzdatnianej, stosowanych urządzeń i procesów uzdatniania, jak również dawki i rodzaju koagulantu [1].

W przypadku oczyszczania wód podziemnych, ich zasadniczym zanieczyszczeniem jest nadmierna ilość żelaza oraz manganu. W związku z tym wody takie będą uzdatniane poddawane procesowi odżelaziania poprzez napowietrzenie wody surowej, korektę pH oraz odseparowanie powstałych zawiesin żelazowych. Zawiesina ta najczęściej oddzielana jest w procesie sedymentacji i/lub filtracji. Dlatego w trakcie procesu uzdatniania powstają ścieki z płukania filtrów (czyli wody popłuczne), które zawierają osady żelazowe, jak również rozpuszczone sole żelaza w cieczy osadowej [2].

Wprowadzone wraz z wodami popłuczными sole żelaza (III) do ścieków komunalnych, filtratu lub osadu ulegają łatwo hydrolizie [2] zgodnie z równaniami 1-3. W wyniku tego zjawiska powstają hydroksykompleksy żelaza (II) i żelaza (III).



Stopień uwodnienia w/w hydroksykompleksów żelaza, a tym samym udział poszczególnych form chemicznych hydroksykompleksów zależy od odczynu środowiska i stężenia soli żelaza w roztworze. Wytrącający się w postaci koloidalnej wodorotlenek żelaza $Fe(OH)_3$ ma ładunek dodatni przy $pH < 7,5$ [2].

Wykorzystanie procesu tlenowego osadu czynnego do oczyszczania ścieków, przyczynia się do powstawania osadów ściekowych będących połączeniem osadów wstępnych oraz osadu nadmiernego. Ze względu na dużą zawartość związków organicznych w tym rodzaju osadów, poddawane są one procesom stabilizacji. W przypadku dużych obiektów w tym celu wykorzystywana jest fermentacja metanowa. Osady ustabilizowane poddawane są następnie odwadnianiu, kiedy to powstają odcieki, które najczęściej zawracane są do głównego ciągu oczyszczania ścieków. Odcieki te jednak charakteryzują się znacznym ładunkiem zanieczyszczeń organicznych, azotu amonowego oraz fosforu [3].

Wprowadzenie wód popłucznych do ścieków dopływających na oczyszczalnię, filtratu z procesu odwadniania osadów ściekowych lub nawet do osadów po procesie fermentacji może powodować równocześnie zachodzące zjawiska:

- sorpcji jonów rozpuszczonych substancji na hydroksykompleksach lub wodorotlenkach żelaza,
- powstanie kompleksów soli żelaza,
- współstrącanie i strącanie osadów chemicznych.

Według informacji podawanych w literaturze proces sorpcji dominuje przy niskich stężeniach jonów, a proces strącania przy wysokich stężeniach jonów [4], przy czym istnieje płynna granica między sorpcją a strącaniem chemicznym. Należy również podkreślić że proces adsorpcji anionów przez sole żelaza dominuje w przypadku niskiego pH [3-4]. Jednocześnie w przypadku, gdy w roztworze znajduje się kilka soli różniących się iloczynem rozpuszczalności to adsorpcji ulegają przede wszystkim sole trudniej rozpuszczalne, a związki słabiej zdysocjowane są silniej adsorbowane [5].

Autorzy przeprowadzili badania wykorzystania wód popłucznych do oczyszczania odcieków powstałych w procesie odwadniania przefermentowanych osadów ściekowych [6]. Eksperymenty te wykazały, że sole żelaza zawarte w cieczy osadowej wód popłucznych powstałych podczas odżelaziania wody mogą skutecznie zmniejszyć stężenie fosforu w odciekach z odwadniania. Działanie takie pozwoli zatem zmniejszyć ładunek fosforu zwracany wraz z odciekami do głównego ciągu technologicznego, co oznacza zmniejszenie zapotrzebowania na łatwo rozkładalne związki organiczne w procesie biologicznej defosfatacji lub zmniejszy wymaganą ilość koagulantu stosowanego w procesie chemicznej defosfatacji.

2. Metodyka i przedmiot badań

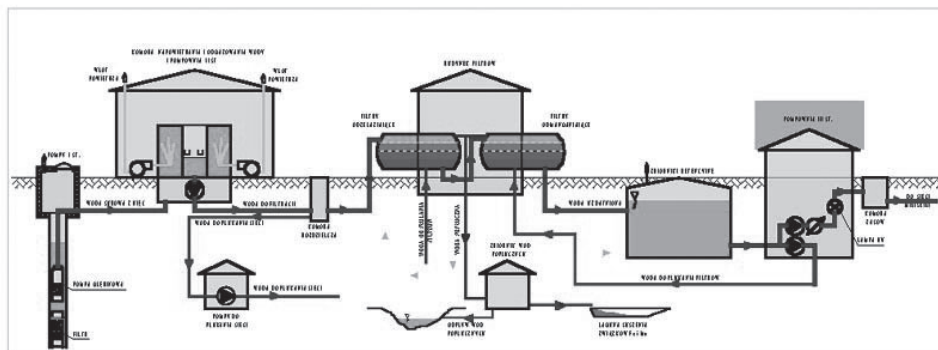
Celem przeprowadzonych badań było określenie sposobności wykorzystania wód popłucznych z procesu uzdatniania wody podziemnej (odżelaziania i odmanganiania) do usuwania fosforu z przefermentowanych osadów ściekowych z WKF. Sprawdzano możliwość chemicznego wiązania fosforu w osadach ściekowych i nie dopuszczenia do jego wymywania w procesie odwadniania za pomocą związków żelaza zawartych w wodach popłucznych.

Przedmiot badań stanowiły wody popłuczne z procesu odżelaziania i odmanganiania w Stacji Uzdatniania Wody w Ełku oraz przefermentowane osady ściekowe z komunalnej oczyszczalni ścieków w Nowej Wsi Ełckiej.

2.1. Stacja uzdatniania wody w Ełku

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Ełku w produkcji wody bazuje na wodach gruntowych ujmowanych ze studni głębinowych zlokalizowanych na terenie gminy. Wody te, charakteryzują się dobrą jakością, zawierają jedynie ponadnormatywne ilości żelaza i manganu. Ujmowana woda podziemna jest poddawana procesom uzdatniania. Proces uzdatniania wody obejmują odżelazianie i odmanganianie oraz dezynfekcję. Na stacji nie stosuje się procesu koagulacji (Rys. 1.).

STACJA UZDATNIANIA WODY



Rys. 1 Schemat procesu uzdatniania wody w Elku [7].
 Pic 1. The Scheme of the water treatment plant in Elk [7].

Filtry pospieszne płukane są co dwa dni. Wody popłuczne poprzez zbiorniki wód popłucznych odprowadzane są do rzeki Elk, a wytrącone osady na poletko osadowe, skąd raz w roku wywożone są na komunalne składowisko odpadów.

Jakość i ilość wód popłucznych zależy od jakości ujmowanej wody i wielkości produkcji stacji uzdatniania wody. W przypadku wód podziemnych jakość wody surowej jest stała, a stężenie zanieczyszczeń stabilne. Z kolei stężenie zanieczyszczeń w wodach popłucznych jest zależne od fazy płukania filtrów. Na początku procesu płukania występują wysokie stężenia zawiesin, które maleją w czasie płukania. Ilość wytwarzanych wód popłucznych zależy od ilości zawiesin powstałych z wytrącania nierozpuszczalnych soli żelaza i manganu. Płukanie filtrów następuje po przekroczeniu dopuszczalnego oporu złoża filtracyjnego i odbywa się w regularnych odstępach czasu dla poszczególnych zespołów filtrów.

2.2. Oczyszczalnia ścieków w Nowej Wsi Elckiej

Komunalna oczyszczalnia ścieków w Nowej Wsi Elckiej to oczyszczalnia mechaniczno – biologiczna z usuwaniem związków biogennych, której schemat przedstawiono na rysunku 2.

Część mechaniczna oczyszczalni składa się z:

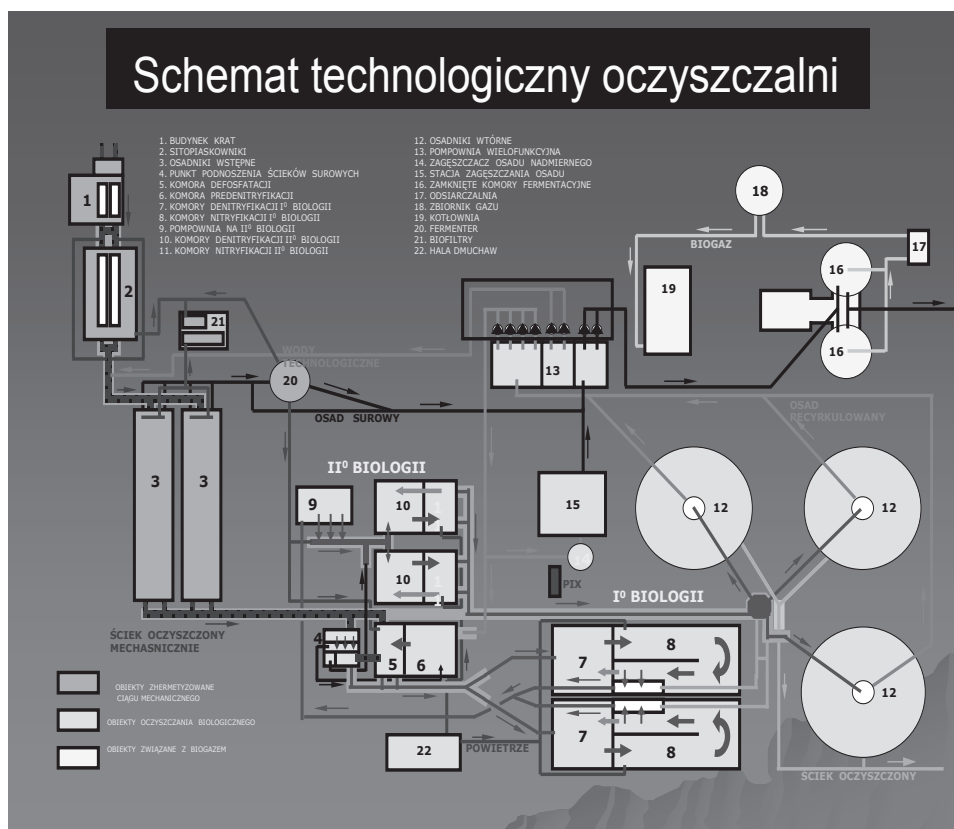
- komory wlotowej,
- kraty,
- sitopiaskowników,
- osadników wstępnych.

Część biologiczną oczyszczalni ścieków stanowi I i II stopień oczyszczania. W I-szym stopniu występują:

- punkt podnoszenia ścieków po mechanicznym oczyszczeniu,
- komora defosfatacji i predenitryfikacji,
- 2 komory denitryfikacji i nityfikacji

Natomiast drugi stopień oczyszczania to:

- punkt podnoszenia mieszaniny ścieków z osadem czynnym,
- 2 komory denitryfikacji i nityfikacji,
- trzy osadniki wtórne radialne.



Rys. 2 Schemat mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Nowej Wsi Etckiej [7].

Pic 2. The Scheme of the mechanical-biological wastewater treatment plant in Nowa Wies Etcka [7].

Proces defosfatacji ścieków wspomagany jest chemicznym strącaniem przez dozowanie koagulantu żelazowego PIX -113.

W wyniku oczyszczania ścieków powstaje osad wstępny i nadmierny. Osad wstępny z lejów osadników wstępnych jest zagęszczany w zagęszczaczu grawitacyjnym wyposażonym w systemem mieszania i oddzielania wód nadosadowych. Natomiast osad nadmierny z osadników wtórnych jest zagęszczany mechanicznie. Powstający w procesie zagęszczania filtrat zwracany jest na początek głównego ciągu technologicznego oczyszczania ścieków. Natomiast zagęszczone osady odprowadzane są do zbiornika osadu mieszane-go, zlokalizowanego przed zamkniętymi komorami fermentacyjnymi. Ciąg przeróbki osadów oprócz zagęszczaczy, składa się z dwóch zamkniętych komór fermentacyjnych, basenów osadowych, stacji mechanicznego odwadniania osadu oraz kompostowni. Komory fermentacyjne o objętości 6200m³, są wyposażone w mieszadła Halberga. Proces fermentacji prowadzony jest przez okres 35 dni w temperaturze 39°C. Obciążenie komór substancją organiczną wynosi 1,76 kg.smorg/m³d, a obciążenie osadem 176m³. Przefermentowany osad odprowadzany jest do dwóch basenów osadowych o pojemności 6000m³ wyposażonych w mieszadła zanurzeniowe. Dzięki mieszaniu następuje uśrednienie składu osadu, jego odgazowanie, wytrącenie struwitu oraz wychłodzenie osadu z basenów osadowych. Osad z basenów osadowych kierowany jest do stacji odwadniania osadu.

2.3. Metodyka badań analitycznych

W przefermentowanych osadach ściekowych z WKF z oczyszczalni ścieków w Nowej Wsi Elckiej, w cieczy osadowej osadów przefermentowanych oraz wody popłuczne pochodzących z SUW-u w Elku przeprowadzono badania analityczne.

Analizy w cieczach osadowych i osadach wykonano zgodnie z obowiązującymi polskimi normami i przepisami. W przypadku wód popłucznych wykonano oznaczenia:

- odczynu za pomocą pH-metru typu Elmetron CPO-551, pH;
- zawiesiny ogólnej metodą wagową, g/dm³ [9];
- chemicznego zapotrzebowania metodą testów kuwetowych na spektrofotometrze firmy MERCK w cieczy osadowej, mg/dm³ [10];
- zawartości żelaza ogólnego metodą rodankową w cieczy osadowej, mg/dm³ [8];
- zawartości manganu metodą kolorymetryczną z nadsiaczanem w cieczy osadowej, mg/dm³ [8].

Badania osadu przefermentowanego pochodzącego z oczyszczalni ścieków w Nowej Wsi Elckiej obejmowały oznaczenia zawartości zawiesiny ogólnej, wartości wskaźnika ChZT, stężenia fosforu. Oznaczenia ChZT i stężenia fosforu wykonano na spektrofotometrze metodą testów kuwetowych firmy MERCK [10, 11]. Zawiesinę ogólną oznaczono metodą wagową [9].

2.4. Metodyka badań technologicznych

Przefermentowany osad ściekowy z WKF mieszano z wodami popłuczynymi w takich proporcjach aby zachować stosunek masowy Fe/P wynoszący kolejno: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 oraz 3,0. Próby poddano mieszaniu z prędkością 35 obrotów/minutę przez okres 20 minut we flokulatorze laboratoryjnym - Flocculator Jar Test JLT6 firmy VELP SCIENTIFICA (Rys. 3). Następnie osady te sączono przez sączki o średniej twardości, w celu oddzielenia cieczy osadowej. Badania prowadzone były w temperaturze 6°C i 20°C.

Przefermentowany osad ściekowy z WKF-ów charakteryzował się stężeniem fosforu w wodach osadowych wynoszącym 17,7 mg P/dm³ i wartością wskaźnika ChZT na poziomie 328 mg O₂/dm³.

Natomiast wody popłuczne stanowiące odpad o kodzie 19 09 02 posiadały stężenie zawiesiny ogólnej równe 28,5 g/dm³. Z kolei zawartość żelaza w cieczy osadowej wynosiła 10 mg/dm³, manganu 6 mg/dm³, a wartość wskaźnika ChZT - 44 mg O₂/dm³.

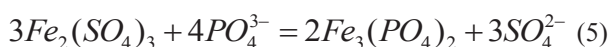
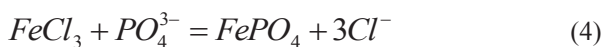


Rys. 3 Stanowisko badawcze – flokulator laboratoryjny.

Pic 3. The test bench – laboratory flocculator

3. Omówienie wyników badań

Przeprowadzone badania wykazały, że w wyniku zmieszania wód popłucznych i przefermentowanych osadów zachodzi reakcja pomiędzy fosforem rozpuszczonym w cieczy osadowej osadów pochodzących z WKF a jonami żelaza z wód popłucznych pochodzących z klarowania wody (proces jak dotychczas mało poznany). Pomiedzy żelazem a fosforem zachodzą reakcje chemiczne, dzięki którym powstają nierozpuszczalne związki fosforanów (reakcje 4 i 5). Zjawisko to powoduje chemiczne związanie fosforu w osadzie. Dzięki temu nie zostanie on przeniesiony do filtratu po odwadnianiu osadów ściekowych.



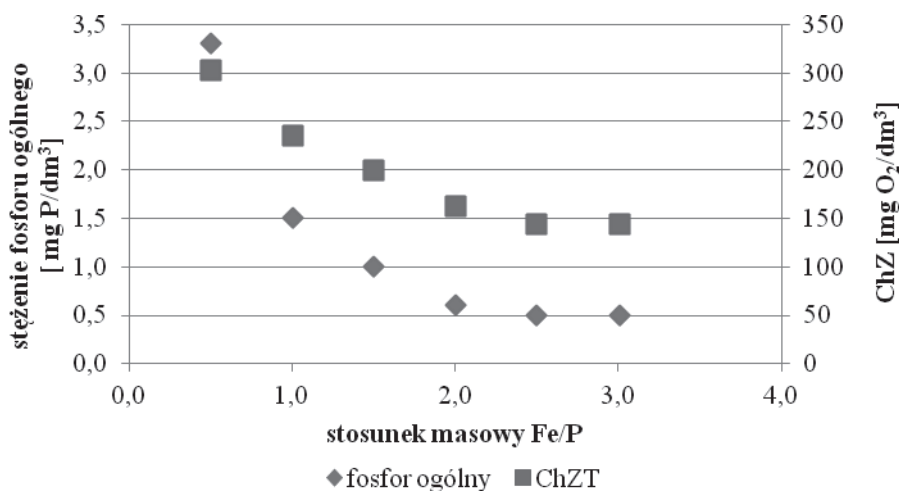
Badania wykazały, że dla wszystkich analizowanych stosunków masowych Fe/P zaobserwowano obniżenie zawartość fosforu w wodach osadowych (Rys. 4, Rys. 5). Proces wiązania fosforu w osadzie był skuteczny już dla mieszaniny z najniższym stosunkiem Fe/P wynoszącym 0,5. Wówczas stężenie fosforu w wodach osadowych wynosiło 3,3 mg P/dm³ w temperaturze 6°C oraz 3,1 mg P/dm³ w temperaturze 20°C. Oznacza to 81,4% i 82,5% redukcję fosforu w powstającym w procesie odwadniania filtracie odpowiednio przy 6°C i 20°C (Tab. 1). Wraz ze wzrostem udziału jonów żelaza w mieszaninie do wartości Fe/P=2,0 efektywność procesu wzrastała. Wówczas obserwowano niemal liniową zależność pomiędzy stosunkiem Fe/P a stężeniem końcowym fosforu w cieczy osadowej. W przypadku, gdy stosunek masowy Fe/P był równy 2,0, stężenie fosforu w wodach osadowych zostało obniżone do poziomu 0,6 mg P/dm³ dla obu analizowanych temperatur procesu. Natomiast dalsze zwiększanie ilości żelaza w odniesieniu do zawartości fosforu nie powodowało już poprawy skuteczności oczyszczania. Stężenie fosforu utrzymywało się na poziomie 0,5-0,6 mg P/dm³. Można zauważyć, że w przypadku usuwania fosforu, efektywność procesu w niewielkim stopniu zależała od temperatury w której był prowadzony proces koagulacji/strącania.

Tabela. 1 Wyniki badań koagulacji osadu przefermentowanego za pomocą wód popłucznych z odżelaziania wody z SUW.

Table 1. The results of coagulation studies of digested sludge by using backwash water from iron removal.

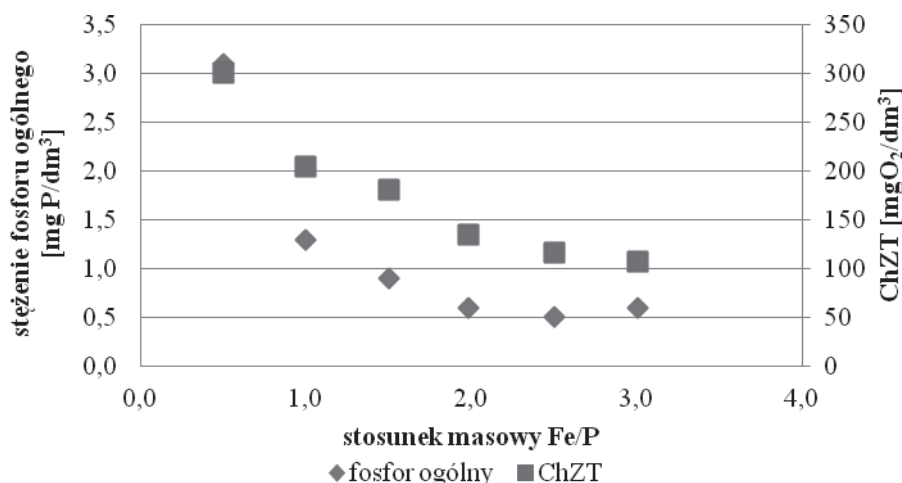
Stosunek masowy Fe/P	Stężenie fosforu		Wartość wskaźnika ChZT		Efektywność usunięcia fosforu		Efektywność usunięcia ChZT	
	mg P/dm ³		mg O ₂ /dm ³		%		%	
	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C
0,5	3,3	3,1	303	301	81,4	82,5	7,6	8,2
1,0	1,5	1,3	235	204	91,5	92,7	28,4	37,8
1,5	1	0,9	199	181	94,4	94,9	39,3	44,8
2,0	0,6	0,6	162	135	96,6	96,6	50,6	58,8
2,5	0,5	0,5	144	116	97,2	97,2	56,1	64,6
3,0	0,5	0,6	144	107	97,2	96,6	56,1	67,4

W trakcie eksperymentów sprawdzono także wpływ wymieszania wód popłucznych z odżelazania z osadami przefermentowanymi na stopień usunięcia związków organicznych z cieczy osadowej. Analizując otrzymane wyniki badań można stwierdzić, że obniżeniu ulegała wartość wskaźnika ChZT. W przypadku niższej temperatury, w której był prowadzony proces, zawartość związków organicznych obniżyła się z $328 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ do $144 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ przy najwyższym stosunku $\text{Fe}/\text{P}=3,0$. Natomiast w przypadku temperatury procesu wynoszącej 20°C ChZT w cieczy osadowej zmniejszyło się z $328 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ do $107 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ (Rys. 4, Rys. 5, Tab. 1). Również w odniesieniu do stopnia usunięcia związków organicznych zwiększanie udziału Fe/P skutkowało wzrostem skuteczności obniżenia ChZT cieczy osadowej. Świadczy to o tym, że miał miejsce proces koagulacji i sorpcji tego rodzaju zanieczyszczeń na kłaczkach wodorotlenków żelaza powstałych w wyniku hydrolizy soli żelaza zawartych w wodach popłucznych z procesu uzdatniania wody. W tym jednak przypadku wzrost efektywności oczyszczania obserwowano w całym zakresie stosowanych stosunków masowych Fe/P . Ponadto odnotowano większy wpływ temperatury na efektywność procesu. Różnice stopnia usunięcia związków organicznych wyrażonych jako ChZT w cieczy osadowej uzyskane w temperaturze 6°C i 20°C były stosunkowo duże. Podczas gdy $\text{Fe}/\text{P}=1,5$ wartość ChZT wyniosła $199 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ i $181 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ odpowiednio dla procesu prowadzonego w 6°C i 20°C . Przy większej wartości $\text{Fe}/\text{P}=3,0$ różnica w skuteczności usunięcia związków organicznych była jeszcze większa – ChZT wyniosło $144 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ i $107 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ odpowiednio dla 6°C i 20°C . Może to wynikać z faktu, że proces koagulacji związków organicznych jest silnie zależny od temperatury procesu. Jego skuteczność maleje wraz z obniżeniem temperatury środowiska reakcji [2].



Rys. 4 Zmiany parametrów cieczy osadowej po procesie koagulacji w temperaturze 6°C .

Pic 4. Changes of parameters of supernatant liquid after coagulation in 6°C .



Rys. 5 Zmiany parametrów cieczy osadowej po procesie koagulacji w temperaturze 20°C.
 Pic 5. Changes of parameters of supernatant liquid after coagulation in 20°C.

Autorzy przeprowadzili również, jak już wcześniej wspomniano, badania wykorzystania wód popłucznych do usunięcia fosforu z odcieków z odwadniania osadów przefermentowanych [6]. Badania te wykazały jednak mniejszą skuteczność chemicznego wiązania fosforu (Tab. 2) niż metoda opisana w niniejszym opracowaniu. Zaobserwowano natomiast większą skuteczność usunięcia związków organicznych (stopień obniżenia ChZT był większy). Najprawdopodobniej spowodowane jest to występowaniem w filtracie resztek polielektrolitu, która blokuje proces wytrącania fosforanów za pomocą jonów żelaza. Zawartość polielektrolitu mogła natomiast wspomóc proces flokulacji, dzięki czemu koagulacja związków organicznych była skuteczniejsza. Ponieważ w odciekach oraz w cieczy osadowej osadów przefermentowanych fosfor występuje głównie w postaci ortofosforanów (na skutek uwalniania takiej formy fosforu z komórek bakteryjnych w warunkach beztlenowych, które to warunki mają miejsce w komorach fermentacyjnych), usuwanie fosforu zachodzi przede wszystkim na drodze strącania w postaci $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$. Natomiast obecność w odciekach polielektrolitu może przyczyniać się do tego, iż żelazo wiązane jest w postaci hydroksykompleksów tworząc kłaczkowatą zawiesinę. Z tego względu w mniejszym stopniu może zachodzić proces strącania fosforanów żelaza.

Tabela 2. Porównanie skuteczności koagulacji odcieków oraz osadów przermentowanych za pomocą wód popłucznych.

Table 2. The comparison of effectiveness of coagulation during coagulation of effluent digested sludge by backwash water.

Stosunek masowy Fe/P	Mieszanie wód popłucznych z osadami przefermentowanymi				Mieszanie wód popłucznych z odciekami			
	Stężenie fosforu w cieczy osadowej		Wartość wskaźnika ChZT w cieczy osadowej		Stężenie fosforu w odcieku po procesie		Wartość wskaźnika ChZT w odcieku po procesie	
	mg P/dm ³		mg O ₂ /dm ³		mg P/dm ³		mg O ₂ /dm ³	
	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C
surowe	17,7		328		22,9		258	
0,5	3,3	3,1	303	301	20,7	8,4	180	140
1,0	1,5	1,3	235	204	17,5	5,7	164	114
1,5	1	0,9	199	181	15,3	4,7	146	88
2,0	0,6	0,6	162	135	5,1	4,6	88	76
2,5	0,5	0,5	144	116	5,1	4,7	79	72
3,0	0,5	0,6	144	107	4,5	4,5	79	84

4. Omówienie wyników badań

Przeprowadzone badania wykazały dużą skuteczność usunięcia fosforu z osadów przefermentowanych przez wymieszanie ich z wodami popłuczными. Wody z płukania filtrów po procesie odżelaziania charakteryzują się dużą zawartością jonów żelaza, które mogą posłużyć jako środek do strącenia fosforanów zawartych w cieczy osadowej osadów przefermentowanych w postaci fosforanów żelaza.

Wymieszanie osadów z wodami popłuczными pozwoliło na obniżenie zawartości fosforu do wartości 0,5 mg P/dm³. Temperatura w jakiej był prowadzony proces nie miała znacznego wpływu na efektywność, gdyż nawet w temperaturze 6°C uzyskano tak dużą skuteczność usunięcia fosforu.

Ponadto przeprowadzenie w ten sposób koagulacji osadów przefermentowanych skutkowało obniżeniem zawartości związków organicznych w cieczy osadowej. Zastosowanie największej wartości stosunku masowego Fe/P umożliwiło obniżenie ChZT nawet do 107 mg O₂/dm³.

Pod względem praktycznym rozwiązanie takie jest również korzystne. Zagęszczony osad do stężenia suchej masy 3% ze Stacji Uzdatniania Wody w Ełku można bezpośrednio wprowadzać do istniejących na oczyszczalni ścieków w Nowej Wsi Ełckiej basenów osadowych. Zainstalowane w basenach mieszadła mechaniczne wymieszają osady, co spowoduje wiązanie fosforu z udziałem żelaza zawartego w popłuczynach ze SUW. Związany chemicznie w osadzie fosfor nie będzie wymywany w procesie odwadniania, a jego stężenie w filtracie zmaleje. Ponieważ wody odciekowe w tym filtrat z odwadniania osadów kierowane są na początek ciągu technologicznego oczyszczania ścieków, redukcja stężeń zanieczyszczeń w filtracie wpłynie korzystnie na pracę oczyszczalni ścieków.

Osady wydzielone z wód popłucznych powstających w procesie uzdatniania wody głębinowej na SUW w Elku, a stanowiące odpad o kodzie 19 09 02 mogą być skutecznie wykorzystane w procesie przeróbki osadów na oczyszczalni ścieków w Nowej Wsi Elckiej. Dzięki rozwiązaniu odpad nie będzie kierowany na składowisko odpadów, a zostanie wykorzystany jako koagulant do blokowania fosforu w osadzie komunalnym, który z kolei jest przekształcany w nawóz organiczny. Ponadto takie postępowanie chroni oczyszczalnię ścieków przed wzrostem stężenia fosforu i związków organicznych w głównym ciągu technologicznym oczyszczania ścieków i pozwala na jego akumulację w nawozie organicznym.

Bibliografia

- 1) PŁONKA I., PIECZYKOLAN B.: Porównanie metod stabilizacji tlenowej i beztlenowej osadów pokoagulacyjnych. Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód = Water supply and water quality. T. 2. Red. Z. Dymaczewski, J. Jeż-Walkowiak. Poznań: Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Oddział Wielkopolski, 2012, s. 677-688.
- 2) KOWAL A. L., ŚWIDERSKA-BRÓŹ M.: Oczyszczanie wody. Wydaw. Naukowe PWN, Warszawa, 2005
- 3) DĄBROWSKI W.: Oddziaływanie sieci kanalizacyjnych na środowisko. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2004
- 4) OLESZKIEWICZ J., DYMACZEWSKI Z., SOZAŃSKI M.: Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków, Wielkopolski Oddział PZITS, LEM, Poznań 1997.
- 5) STUMM W., MORGAN J. J.: Aquatic chemistry. Chemical equilibrium and rates in natural waters. John & Sons, New York, 1985
- 6) CYGAŃSKI A.: Chemiczne metody analizy jakościowej. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1999
- 7) PŁONKA I., PIECZYKOLAN B., FUKAS-PŁONKA Ł.: Wykorzystanie wód popłucznych w oczyszczaniu odcieków z prasy filtracyjnej. The 24th annual Central European Conference ECOpole'15, 14-17 X 2015, Jarnołtówek.
- 8) <http://www.pwik.elk.com.pl/uzdatnianie.html>
- 9) HERMENOWICZ W.: Fizyczno-chemiczne badania wody i ścieków. Arkady, Warszawa, 1980
- 10) Polski Komitet Normalizacyjny: Charakterystyka osadów ściekowych. Oznaczanie suchej pozostałości i zawartości wody, PN-EN 12880, Wrzesień 2004.
- 11) Merck test kuwetowy ChZT, metoda fotometryczna 15-300 mg O₂/dm³ Spectroquant®
- 12) [11] Fosforany test kuwetowy Merck, Spectroquant®