

Izabela ZIMOCH^{1,2},
Danuta KURIATA², Marek CZECHOWSKI²

¹ Instytut Inżynierii Wody i Ścieków
Politechnika Śląska

²Górnos Śląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów SA w Katowicach

UWARUNKOWANIA EFEKTYWNEJ GOSPODARKI OSADOWEJ W GÓRNOŚLĄSKIM PRZEDSIĘBIORSTWIE WODOCIĄGÓW SA

CONDITIONS OF SLUDGE MANAGEMENT EFFICIENCY IN THE
UPPER SILESIAN WATER COMPANY IN KATOWICE

In the water treatment plant very important is efficient waste management, next to production of potable water. It is result not only from necessity of minimizing of waste quantity production but it also is restricting from necessity of they disposal cost reducing, because both of them influence on selling price of potable water. This paper describes a complex program of waste management in Upper Silesian Water Company; witch is successfully implemented in company. Rang of paper includes technological and economical analysis of the new process line of backwash waters and coagulation sludge treatment system, witch is operating in two water treatment plant Dzieńkowice in Imielin and Kozłowa Góra in Wymysłów. This new line process contains sludge dewatering using mechanical filter press. The environmental and cost results of new washings and sludge treatment system comparison with traditional method based on natural dewatering in sludge drying beds are presented too.

1. Wprowadzenie

W przypadku systemów zaopatrzenia w wodę (SZW) opierających swą działalność na zasobach wód powierzchniowych, niejednokrotnie dla spełnienia wymogów jakościowych produkowanej wody określonych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia (Dz. U. Nr 61, poz. 417) z dnia 29 marca 2007 roku oraz utrzymania wysokiej stabilności biologiczno-chemicznej w czasie transportu w rozbudowanych sieciach wodociągowych, niezbędna jest eksploatacja wysokoefektywnych układów technologicznych uzdatniania wody. Układy te gwarantują usunięcie z wody drobnych zawiesin mineralnych i organicznych, w tym również prekursorów ubocznych produktów dezynfekcji. Powyższe uwarunkowania funkcjonowania SZW powodują, iż przedsiębiorstwa wodociągowe ponoszą znaczące nakłady finansowe na modernizację ciągów technologicznych, zapewniających wysoki rezultat

oczyszczania wody oparty na procesach: utleniania, koagulacji, filtracji i sorpcji na węglu aktywnym. Inwestycje te zmniejszają ryzyko, jakie ponoszą przedsiębiorstwa, wynikające z produkcji wody, która nie spełnia obowiązujących wysokich standardów jakościowych, i tym samym zapewniają osiągnięcie nadrzędnego celu ich działalności, to jest produkcji wody dla celów spożywczych. Z drugiej zaś strony wdrożenie wysokoefektywnych technologii uzdatniania wody generuje nowe miejsca powstawania ścieków technologicznych i osadów. Zgodnie z prawodawstwem polskim, przedsiębiorstwa wodociągowe jako podmiot gospodarczy zobowiązane są do realizacji racjonalnej gospodarki osadowej na terenie zakładu uzdatniania wody (ZUW), mającej na celu minimalizację negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne.

Źródłem powstawania ścieków w wysokoefektywnych układach uzdatniania wód powierzchniowych są wody technologiczne pochodzące z:

- osadników wstępnych,
- komór roztwarzania koagulantów,
- komór koagulacji,
- osadników pokoagulacyjnych,
- płukania filtrów piaskowych,
- płukania i odpowietrzania filtrów węglowych.

Wszystkie wymienione ścieki w zakładach produkcji wody powstają okresowo, jednak dominującą ich część, z dużą częstotliwością powstawania, stanowią wody technologiczne z usuwania osadów z osadników pokoagulacyjnych oraz wody powstające w procesie płukania filtrów. Ponadto pewna ilość ścieków i osadów powstają także w układzie ich przeróbki.

Produkty odpadowe powstające na terenie ZUW stanowią mieszaninę usuniętych z wody zanieczyszczeń oraz domieszek w postaci zużytych reagentów (najczęściej sole glinu i żelaza). Specyficzny skład fizykochemiczny i właściwości tych osadów, zależne przede wszystkim od jakości wody w źródle ich zasilania, stosowanej technologii i wymaganych efektów uzdatniania wody determinują konieczność dalszej ich przeróbki. Zatem działania technologiczne – organizacyjne przeróbki i zagospodarowania osadów to kolejne przedsięwzięcie techniczno – ekonomiczne realizowane przez przedsiębiorstwa wodociągowe w ramach ich działalności gospodarczej, w istniejących uwarunkowaniach legislacyjnych Polski.

Dotychczas powszechnie stosowaną metodą przeróbki osadów w większości ZUW w Polsce jest ich naturalne odwadnianie na poletkach osadowych, a następnie składowanie w lagunach. Obecnie zgodnie z Ustawą o odpadach (Dz. U. nr 62, poz. 628 z dnia 27.04.2001 r.), osady powstające w czasie uzdatniania wody zostały zaliczone do odpadów innych niż niebezpieczne i sklasyfikowane pod kodem 19 09 02, jako osady z klarowania wody. Z uwagi na obowiązujące prawo, zagospodarowanie osadów powstających w procesach produkcji wody stanowi istotny problem dla przedsiębiorstw wodociągowych.

Zgodnie z artykułem nr 6.1 Ustawy Prawo ochrony środowiska (Dz. U. nr 62, poz. 672 z dnia 27.04.2001 r.), „Kto podejmuje działalność mogącą negatywnie oddziaływać na środowisko, jest obowiązany do zapobiegania temu działaniu”, natomiast artykuł 7 tejże ustawy obciąża kosztami usunięcia skutków tego zanieczyszczenia, podmioty powodujące zanieczyszczenie. Z kolei, Prawo wodne (Dz. U. nr 115, poz. 1229 z dnia 18.07.2001 r.) w artykule 41 zabrania wprowadzenia do wód ścieków powodujących zmiany w naturalnej charakterystycznej dla nich biocenozie, zmian naturalnej mętności, barwy i zapachu, formowania się osadów i piany. Realizując zaś postanowienia zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. nr 137, poz. 984 z dnia 31.08.2006r. – art.3), ścieki odprowa-

dzane do wód nie powinny wywoływać w wodach takich zmian fizycznych, chemicznych i biologicznych, które uniemożliwiłyby prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów wodnych i spełnienie przez wody określonych dla nich wymagań jakościowych, związanych z ich użytkowaniem wynikającym z warunków korzystania z wód regionu wodnego.

Istnieje, zatem pełna świadomość kadr zarządzających eksploatacją ZUW, iż w obliczu polskiego prawa implementującego przepisy Wspólnoty Europejskiej, koniecznym jest, oczyszczanie ścieków technologicznych powstających w ZUW przed ich odprowadzeniem do środowiska przy zastosowaniu najlepszych dostępnych technik (BAT). Zarówno tworzący jak i kontrolujący prawo oraz zarządzający przedsiębiorstwami wodociągowymi są zgodni, że tylko radykalne i szybkie działania w obszarze gospodarki odpadami na terenie ZUW, poparte dalekowzrocznymi planami mogą przynieść rozwiązanie tego, tak bardzo trudnego problemu. Problem jest tym większy, iż wynika z konieczności połączenia celu środowiskowego osiągnięcia do 2015 roku dobrego stanu wód, zawartego w Ramowej Dyrektywie Wodnej 2000/60/EC, z ogólnospołeczna akceptacją podejmowanych przez przedsiębiorstwa wodociągowe działań, kształtujących ostateczną cenę wody.

W celu jednoznacznego rozwiązania problemu wód technologicznych i osadów z procesu uzdatniania wody należy zdefiniować stan, któremu musi odpowiadać nowoczesna gospodarka osadowa na terenie ZUW, obejmująca przeróbkę osadów, mającą na celu zmniejszenie ich objętości w procesach zagęszczania i odwadniania oraz ostateczne ich zagospodarowanie, zgodne z obowiązującym prawodawstwem środowiskowym. Istnieje wiele innowacyjnych rozwiązań technicznych przeróbki osadów wodociągowych, które niewątpliwie nasuwają pytania:

... ile to będzie kosztować, dlaczego jest to takie drogie i jak to finansować? ...

Powstaje, więc dylemat:

... co dalej???

Obecnie w Polsce, tylko nieliczne przedsiębiorstwa wodociągowe zmierzyły się z powyższym problemem, ostatecznie rozwiązując gospodarkę osadową poprzez oczyszczanie ścieków technologicznych, a następnie odwadnianie na urządzeniach mechanicznych osadów i zagospodarowanie ich zgodnie z obowiązującym prawem.

2. Zarządzanie gospodarką osadową w GPW SA

Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów Spółka Akcyjna w Katowicach jest producentem i dostawcą wody pitnej dla mieszkańców i przemysłu zlokalizowanego w aglomeracji śląsko-zagłębiowskiej i w okręgu rybnickim. Miasta, do których Spółka dostarcza wodę zamieszkuje blisko 3,5 mln ludzi. System zaopatrzenia w wodę znajdujący się w gestii eksploatacji i zarządzania GPW SA buduje jedenaście stacji uzdatniania wody oraz rozległa sieć wodociągowa (około 1000 km przewodów o średnicy od 1800 do 400 mm). Zgodnie z brzmieniem statutu Spółki głównym jej zadaniem jest ujmowanie wód powierzchniowych i głębinowych, które po odpowiedniej obróbce technologicznej osiągają parametry fizykochemiczne i bakteriologiczne zgodne z przepisami obowiązującymi w tym zakresie (Dz. U. Nr 61, poz. 417z 29.03.2007 r.).

W przyjętej „Strategii funkcjonowania i rozwoju Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów SA” zostały wyodrębnione następujące dwa priorytety:

1. podniesienie efektywności bieżącego funkcjonowania Spółki w podstawowym obszarze działania, jakim jest produkcja i dystrybucja wody pitnej.

2. rozwój przedsiębiorstwa poprzez dywersyfikację działalności - rozszerzenie dotychczasowej i uruchamianie nowych kierunków.

W odniesieniu do każdego z wyżej wymienionych priorytetów zostały określone odpowiednie cele strategiczne. Jednym z celów strategicznych Priorytetu I „Strategii...” jest osiągnięcie pełnej zgodności funkcjonowania Spółki z otoczeniem środowiskowym, w warunkach zastrzonych wymogów ekologicznych określonych przez Unię Europejską. Wiodący cel strategiczny został uszczegółowiony poprzez cele operacyjne, sposoby ich realizacji oraz efekty końcowe. W jednym z wyróżnionych działań operacyjnych, jest uporządkowanie gospodarki odpadowej w tym przeróbki ścieków technologicznych i osadów powstających w procesie produkcji wody, zgodnie z przepisami Prawa ochrony środowiska. W związku z tym w Spółce opracowano założenia do ogólnozakładowego programu ograniczenia wytwarzania odpadów, gospodarczego ich wykorzystania lub unieszkodliwiania, ze szczególnym uwzględnieniem osadów pofiltrycyjnych i pokoagulacyjnych.

Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów SA w ramach opracowanego programu, przyjęło założenie, że gospodarka osadowa musi być rozwiązana kompleksowo, z wykorzystaniem nowoczesnej myśli technicznej i w oparciu o najbardziej efektywne procesy oraz urządzenia. To założenie wymaga zabezpieczenia odpowiedniej wielkości środków finansowych na realizację zadań inwestycyjnych. Między innymi w Spółce wdrożono już rozwiązanie kompletnej linii technologicznej do przeróbki osadów w dwóch zakładach, tj. w Zakładzie Uzdadniania Wody Dzieckowice w Imielinie (2006 r.) i Stacji Uzdadniania Wody Kozłowa Góra w Wymysłowie (2005 r.).

Opracowany program zagospodarowania osadów obejmuje również pozostałe z jedenaśtu eksploatowanych stacje uzdatniania wody będące w gestii zarządzania Spółki. Program zagospodarowania osadów stanowi istotny wkład Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów SA w ochronę środowiska regionu Śląska, będącą jednym z przesłanek ujętych w Strategii Województwa Śląskiego na lata 2000-2020. Istnieje szansa finansowania tego kosztownego przedsięwzięcia ze środków Unii Europejskiej. To zaś pozwoli na zmniejszenie ponoszonych kosztów tych przedsięwzięć przez przedsiębiorstwo.

3. Zagospodarowanie ścieków technologicznych i osadów w wybranych zakładach produkcji wody GPW SA

Stacja Uzdadniania Wody Kozłowa Góra

Źródłem zasilania SUW w wodę jest zbiornik powierzchniowy o pojemności 13 mln m³, powierzchni 580 ha (przy normalnym piętrzeniu wody) i średniej głębokości 2,4 m (maksymalna 4,5 m) zasilany wodami Brynicy. Jakość wód w toni wodnej zbiornika systematycznie ulega pogorszeniu na skutek ekspansywnego rozwoju osadnictwa na tym obszarze. Odnotowano tu w okresach wiosenno-letnich silne zakwity glonów głównie sinic i okrzemek oraz wzrost mineralizacji, przy znacznych ubytkach tlenu. Woda zbiornika charakteryzuje się ponadto stosunkowo dużą zawartością żelaza. Pogarszający się stan jakości wód zbiornika przyczynił się do całkowitego przebudowania ciągu technologicznego SUW. W ramach modernizacji ograniczono dobową produkcję zakładu do 50 000 m³, wprowadzając zintensyfikowaną technologię uzdatniania wody, oczyszczania ścieków oraz mechanicznego odwadniania osadów ściekowych.

Obecny układ technologiczny uzdatniania wody obejmuje wstępne ozonowanie, klasyczną koagulację objętościową (Flokor 1,2 A w średniej dawce 30g/m³, polielektrolit

Preastol w dawce 0,1-0,3 g/m³) wraz z sedymentacją w osadnikach lamelowych, filtrację pośpieszną na filtrach antracytowo-piaskowych, ozonowanie pośrednie i filtrację przez złożę węgla aktywnego oraz dezynfekcję chlorem. Wprowadzenie nowej technologii uzdatniania wody związane jest z powstawaniem większej ilości ścieków technologicznych. Podczas płukania jednego filtra antracytowo-piaskowego powstaje około 900 m³ wód popłucznych, natomiast z płukania filtrów węglowych generowanych jest około 450 m³ ścieków. W ciągu jednej doby przy pełnej produkcji SUW powstaje przeciętnie 6 300 – 10 800 m³ wód technologicznych.

Ścieki powstające w procesie uzdatniania wody (wody popłuczne z filtrów antracytowo-piaskowych i węglowych) poddawane są oczyszczaniu w procesie koagulacji siarczanem glinu. Ciąg technologiczny oczyszczania ścieków składa się z dwóch zbiorników uśredniających o objętości 2 000 m³, 6 separatorów Lamella – Johnson o maksymalnym przepływie 60 m³/h każdy. Zawiesina pokoagulacyjna wytrącana w osadnikach lamelowych gromadzona jest w zbiornikach osadu, umieszczonych bezpośrednio pod separatorem o objętości 16 m³. Zgromadzony w zbiornikach separatorów osad posiada stężenie suchej masy około 0,1 – 1%, skąd jest cyklicznie przepompowywany do dwóch zbiorników magazynowania osadu o objętości 200 m³ każdy. Oczyszczone ścieki powstające w procesie przeróbki osadu posiadają parametry porównywalne z jakością wody surowej pobieranej do uzdatniania. Fakt powyższy umożliwia zwracanie oczyszczonych ścieków na początek cyklu uzdatniania wody do ponownego ich wykorzystania lub odprowadzanie do odbiornika, w tym przypadku rzeki Brynicy [Czechowski, Kuriata 2007].

Źródłem powstawania osadów na terenie SUW są również osadniki lamelowe umieszczone w ciągu technologicznym uzdatniania wody. Osad z osadników jest przepompowywany do zbiorników magazynowania osadów. Ilość osadów wytrąconych w osadnikach w procesie uzdatniania wody surowej waha się od 40 do 60 m³ osadu na 100 000 m³ uzdatnionej wody. Osad powstający w tych osadnikach posiada stężenie suchej masy rzędu 0,5 do 1,5 %. Osady pokoagulacyjne ulegają dalszemu zagęszczeniu grawitacyjnemu w zbiornikach magazynowania. W zbiornikach zamontowane są zgarniacze osadu, wspomagające proces zagęszczania i dekantery służące do odprowadzania wody nadosadowej. Zagęszczony osad, o uwodnieniu rzędu 98 – 99%, kierowany jest do ciągu mechanicznego odwadniania osadu.

W skład instalacji do odwadniania osadów wchodzi:

- prasa taśmowa o zamkniętej konstrukcji z 10 wałkami filtracyjnymi niemieckiej firmy HUBER ,
- ślimakowa pompa osadowa,
- stacje przygotowania polielektrolitów,
- pompa dozująca polielektrolit,
- instalacja do koagulacji osadu z mieszaczem liniowym oraz pompą wody płuczającej,
- układ sterowania i pomiaru efektywności pracy prasy.

Instalacja do odwadniania osadów może pracować w sposób ciągły i jest w pełni zautomatyzowana.

Zakład Uzdatniania Wody Dzieckowice

Zakład produkcji wody Dzieckowice pobiera wodę z nieprzepływowego zbiornika powierzchniowego Dzieckowice zasilanego wodą przetrutową z systemu rzek Skawa-Soła. Pojemność zbiornika przy maksymalnej rzędnej piętrzenia (234,5 m n.p.m.) i powierzchni 730 ha wynosi 52,8 mln m³. Aktualnie w ZUW w ciągu doby produkowane jest przeciętnie 50 000 m³ wody, przy zapewnieniu przez zakład dyspozycyjnej wydajności na poziomie 150 000 m³/d.

Proces uzdatniania wody realizowany jest tu w dwóch niezależnych ciągach technologicznych obejmujących procesy jednostkowe takie jak: wstępne ozonowanie, koagulację siarczanem glinu (średnia dawka 10 g/m^3) wraz z sedymentacją w trójkondygnacyjnych osadnikach pionowych, filtrację na filtrach kontaktowych, ozonowanie pośrednie, sorpcję na złożach węgla aktywnego oraz dezynfekcję wody chlorem w zbiornikach wody uzdatnionej. Alternatywne rozwiązanie techniczne układu technologicznego uzdatniania wody w zakładzie umożliwia w sytuacji, gdy jakość surowca nie pozwala na efektywne prowadzenie koagulacji kontaktowej na złożach filtracyjnych, realizację procesu metodą klasyczną koagulacji objętościowej.

W tak rozbudowanym ciągu technologicznym uzdatniania powstają ścieki technologiczne z czyszczenia osadników wstępnych, płukania filtrów kontaktowych oraz z odpowietrzania i płukania filtrów węgla aktywnego. Ilość powstających na terenie zakładu odpadów technologicznych zależy od jakości surowca, która determinuje częstotliwości płukania filtrów. Średnia ilość wód popłucznych w ciągu doby wynosi $4\,500 \text{ m}^3$, w tym $1\,000 \text{ m}^3$, to wody z płukania filtrów węglowych. Oprócz wód popłucznych w ZUW okresowo 2-3 razy w ciągu roku, powstają ścieki z czyszczenia osadników wstępnych w średniej ilości $8\,400 \text{ m}^3$ / jeden osadnik. Dla sześciodniowego cyklu czyszczenia, średni spływ ścieków technologicznych z osadnika wynosi $1\,400 \text{ m}^3/\text{d}$.

Wdrożony w 2006 roku układ gospodarki ściekowo-osadowej, oparty jest na połączeniu popłuczyn z filtrów piaskowych i węglowych i skierowanie ich do zbiornika retencyjnego (A3), do którego odprowadzane są również ścieki powstające przy czyszczeniu osadników. Ze zbiornika retencyjnego ścieki przepompowywane są do akcelatora (A1), w którym poddawane są procesowi koagulacji siarczanem glinu. Po oczyszczeniu ścieków technologicznych w akcelatorze, woda kierowana jest do rurociągu wody surowej zasilającej układ uzdatniania, natomiast powstające osady odprowadzane są do zbiornika osadów technologicznych (A5). Do zbiornika osadów doprowadzane są również okresowo wytrącone osady w zbiorniku retencyjnym ścieków technologicznych. Zagęszczony w zbiorniku magazynowania osad, o uwodnieniu rzędu 98 – 99%, kierowany jest do ciągu mechanicznego odwadniania osadu.

W skład instalacji do odwadniania osadów o wydajności $6\text{-}10 \text{ m}^3/\text{h}$ wchodzi:

- prasa taśmowa typu BS 121 niemieckiej firmy HUBER ,
- mimośrodowa pompa osadowa,
- stacje przygotowania polielektrolitów,
- pompa dozująca polielektrolit,
- instalacja do koagulacji osadu z mieszaczem liniowym oraz pompą wody płuczającej,
- układ sterowania i pomiaru efektywności pracy prasy.

Instalacja do odwadniania osadów pracuje w okresie od maja do października i jest w pełni zautomatyzowana.

Stacja Uzdatniania Wody Maczki

Stacja uzdatniania wody w Maczkach wyposażona jest w układ zasilana z dwóch niezależnych ujęć wód powierzchniowych, których zasoby kształtowane są głównie odpływami wód podziemnych z odwodnień kopalni:

- ujęcie wody w Ryszce na rzece Sztole,
- ujęcie wody Piaskownia na kanale Centralnym odwadniającym kopalnię piasku Szczakowa.

Obecnie stacja eksploatuje wyłącznie ujęcie Piaskownia na kanale Centralnym

Woda z ujęcia Piaskownia po wstępnym oczyszczeniu w piaskownikach jest tłoczona na filtry pospieszne. Filtry te składają się z 8 komór o powierzchni 60 m^2 każda. Bezpośrednio

przed filtrami do wody surowej dozowany jest koagulant PAX 16, który przepływając do komór filtracyjnych miesza się z wodą surową. Natomiast na złożach zachodzi koagulacja kontaktowa, w wyniku, której usuwane są znajdujące się w wodzie zanieczyszczenia. Końcowym procesem uzdatniania jest dezynfekcja wody chlorem. Tak uzdatniona woda, zgromadzona w zbiornikach wody czystej, tłoczona jest do sieci wodociągowej w kierunku Jaworzna i Sosnowca.

Rozwiązanie gospodarki osadowej na terenie SUW Maczki obejmuje grawitacyjnie odprowadzanie wód technologicznych z płukania filtrów do sześciu odstojników wód popłucznych, o pojemności 2 700 m³ każdy. Odstojniki zasilane są cyklicznie, a poszczególne komory, po wypełnieniu osadem (okres około 4 miesięcy), wyłączane są z eksploatacji celem ich opróżnienia. Osad z odstojników usuwany jest ręcznie i wykorzystywany dalej do rekultywacji terenu stacji, po wcześniejszym uzyskaniu pozytywnej opinii o jego składzie. Z odstojników sklarowana woda nadosadowa odprowadzana jest zgodnie z pozwoleniem wodno-prawnym do odbiornika, którym jest rzeka Biała Przemsza.

4. Analiza ekonomiczna eksploatacji układu przeróbki osadów

Przedmiot analiz ekonomicznych to rozwiązania techniczne gospodarki odpadami technologicznymi, które powstają w procesach produkcji wody na trzech stacjach uzdatniania, pracujących w oparciu o zasoby wód powierzchniowych, stanowiących obiekty systemu zaopatrzenia w wodę GPW SA. Uzyskane wyniki pozwoliły porównać koszty eksploatacji tradycyjnych rozwiązań naturalnego odwadniania osadów (SUW Maczki) z wysokoefektywnym procesem, wykorzystującym mechaniczną ich przeróbkę na prasie hydraulicznej (ZUW Dzieckowice, SUW Kozłowa Góra). W przeprowadzonych analizach uwzględniono zarówno koszty stosowanych reagentów chemicznych, koszty zużycia energii w układzie zagospodarowania ścieków technologicznych i przeróbki osadów, koszty wywozu oraz koszty opłat środowiskowych, roczne koszty remontów, amortyzacji i podatków (tabela 1). Ocenę funkcjonowania wymienionych trzech linii technologicznych gospodarki osadowej dokonano dla kosztów eksploatacji w roku 2009.

Przeprowadzona analiza wykazała, iż koszty pracy wysokoefektywnego ciągu przeróbki osadu, z ich odwodnieniem na prasie hydraulicznej w dużym stopniu kształtowane są jakością wody surowej. Jakość wody surowej wpływa bowiem na ilość reagentów chemicznych stosowanych zarówno w układzie uzdatniania wody jak i przeróbki osadów, a w ten sposób na ilość wyprodukowanego osadu. Najniższymi średniorocznymi kosztami przeróbki osadów na poziomie zaledwie 0,01 zł w odniesieniu do ilości wyprodukowanej wody charakteryzuje się ZUW Dzieckowice, pracujący w oparciu o stabilne w ciągu roku, pod względem jakościowym, zasoby wodne. Blisko 4-krotnie większe koszty występują w SUW Kozłowa Góra. Wynika to z dużej zmienności jakości surowca w źródle zasilania, które charakteryzuje się okresowymi, intensywnymi zakwitami glonów w okresie od wiosny i lata. Analiza ekonomiczne gospodarki osadowej na stacjach zasilanych wodą o niewielkim zakresie zmienności w ciągu roku, pokazała, iż średnie roczne koszty naturalnego odwadniania osadów w odstojnikach w SUW Maczki są blisko 2,5-krotnie wyższe od kosztów w ZUW Dzieckowice. Wynika to, przede wszystkim z konieczności ponoszenia corocznych niezbędnych kosztów remontów i obsługi odstojników oraz wysokich podatków od wielkogabarytowych obiektów budowlanych. Natomiast porównanie wydatków na eksploatację technologii przeróbki osadów w SUW Maczki i SUW Kozłowa Góra w odniesieniu do poziomu rocznej produkcji wody, jednoznacznie wykazało, że oparcie

gospodarki osadowej na wysokoefektywnych procesach z mechanicznym ich odwadnianiem, nawet w przypadku dużo gorszego źródła zasilania jest jedynie o 50% wyższe w porównaniu z metodami naturalnymi.

Tab. 1. Zestawienie kosztów gospodarki osadowej wybranych stacji uzdatniania wody Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągowego SA w 2009r

Tab. 1. Statement of expenses of waste management in selected water treatment plant of Upper Silesian Water Company in the year 2009

Pozycja kosztów		Koszty eksploatacji układ z mechaniczną przeróbką osadów [zł PLN]		Koszty eksploatacji układu tradycyjnego [zł PLN]
		ZUW Dzieńkowice	SUW Kozłowa Góra	SUW Maczki
Koszty obsługi prasy	Siarczan glinu	33 423,50	10 500,00	-
	Polelektrolit Zetag	5 500,00	9 680,00	-
	Energia elektryczna	2 096,00	20 356,00	-
	Wywóz osadu	25 217,50	15 851,00	-
Koszty remontów prasy		18 430,00	5 100,00	
Koszty amortyzacji		155 090,52	130 092,72	
Opłata za szczególne korzystanie ze środowiska		85,56	7 617,00	1 7156,00
Podatki za obiekty przeróbki osadów		-	-	62 949,50
Koszty remontów i obsługi odstożników		-	-	150 000,00
Wielkość produkcji wody w 2009r [m ³]		24 105 000,0	5 448 050,0	8 722 333,0
Koszty gospodarki osadowej [zł/m ³ wyprodukowanej wody]		0,010	0,037	0,025
Koszty wtłoczenia wody do sieci [zł/ m ³ wyprodukowanej wody]		1,43	1,64	1,24
Procentowy udział kosztów gospodarki osadowej w kosztach produkcji wody [%]		0,70	2,3	2,0

W końcowym etapie badań przeprowadzono analizę udziałów kosztów przeróbki i zagospodarowania osadów w całkowitych kosztach wyprodukowania i wtłoczenia wody do systemu jej dystrybucji. Zdecydowanie, bo blisko 3-krotnie, koszty te są mniejsze w przypadku gospodarki osadowej na ZUW Dzieńkowice w porównaniu z pozostałymi analizowanymi stacjami.

Ponadto do pełnej oceny efektywności gospodarki osadowej zdefiniowano wskaźnik przeróbki osadów (WPO), jako wskaźnik kosztów uwzględniający zarówno wielkość rocznej produkcji wody jak i roczną ilość wyprodukowanych osadów, który wynosił odpowiednio dla:

- ZUW Dzieckowice - 0,00002 [zł/ m³wody t osadów],
- SUW Kozłowa Góra - 0,00015 [zł/ m³wody t osadów],
- SUW Maczki - 0,00019 [zł/ m³wody t osadów].

Jak widać, z przedstawionych wyników, wskaźnik ten osiągnął najwyższą wartość dla SUW Maczki, w którym rozwiązanie gospodarki osadowej stanowi naturalne odwadnianie osadów w odstojnikach. Ponadto nadmienić należy również, iż linia produkcji wody stanowi tu podstawowe rozwiązanie z wykorzystaniem jedynie koagulacji i filtracji, a co za tym idzie ilość wód popłucznych to jedynie wody technologiczne z płukania filtrów piaskowych. W przypadku pozostałych zakładów ilość popłuczyn jest większa, ze względu na eksploatację filtrów węgla aktywnego.

5. Wnioski

Odpady powstające w zakładach produkcji wody ujmujących wodę powierzchniową, z uwagi na stosowane technologie, zawierają głównie osady pokoagulacyjne oraz z płukania filtrów piaskowych i węglowych. Dotychczas osady te w większości eksploatowanych w Polsce stacji były odprowadzane bezpośrednio do odbiornika, bądź odwadniane w warunkach naturalnych na poletkach osadowych. Ta metoda odwadniania jest mało wydajna, zależna w dużej mierze od warunków pogodowych i trwa zwykle od kilku do kilkunastu miesięcy.

Słabo odwodniony osad stanowi uciążliwy odpad trudny do unieszkodliwiania i odzysku. Podczas magazynowania na składowisku następuje wymywanie przez wody deszczowe zanieczyszczeń, które mogą stanowić zagrożenie dla wód gruntowych i gleby. Ciąg oczyszczania ścieków technologicznych, w skład, którego wchodzi mechaniczne urządzenia do przeróbki osadów jest rozwiązaniem nowatorskim zgodnym z powszechnie obowiązującym prawem ochrony środowiska. Pozwala ono na szybkie i skuteczne odwodnienie powstałego osadu i usunięcie go z terenu stacji. Osad po odwodnieniu gromadzony jest w szczelnych kontenerach i winien być przekazywany wyspecjalizowanym firmom do odzysku.

Przeprowadzona analiza kosztów gospodarki osadowej w wybranych zakładach uzdatniania wody GPW SA, w których stosowane są tradycyjne metody naturalnego odwadniania osadów lub metody z mechaniczną ich przeróbką, wykazała, iż sposoby wysokoefektywne mogą być znacznie tańsze (ZUW Dzieckowice 0,01 zł/m³ wyprodukowanej wody, 0,00002 zł/ m³wody t osadów) w porównaniu z pozornie bezkosztowymi metodami tradycyjnymi.

W ramach ogólnozakładowego programu zagospodarowania i zmniejszenia ilości wytwarzanych odpadów z produkcji wody w GPW SA, przewiduje się wprowadzenie, w przyszłości w szerszym zakresie niż dotychczas, technologii mechanicznego odwadniania osadów, na pozostałych stacjach systemu wodociągowego Spółki. Potwierdzenie słuszności przyjętego kierunku rozwoju w obszarze gospodarki osadowej, stanowią wyniki przeprowadzonej szerokiej analizy technicznej i ekonomicznej wdrożonych około 5 lat temu nowych rozwiązań przeróbki osadów w ZUW Dzieckowice i SUW Kozłowa Góra. Analiza ta wykazała jednoznacznie niższe koszty eksploatacji w postaci najmniejszej wartości wskaźnika WPO (ZUW Dzieckowice - 0,00002 zł/ m³wody t osadów, SUW Kozłowa Góra - 0,00015 zł/ m³wody t osadów), będącego wielkością jednostkowych kosztów przeróbki osadu w stosunku do wielkości rocznej produkcji wody i powstających osadów.

Sukcesywna realizacja programu zagospodarowania osadów stanowi istotny wkład GPW SA w ochronę środowiska regionu Śląska. Ponadto istnieje szansa finansowania tego przedsięwzięcia ze środków Unii Europejskiej, przeznaczonych na działania proekologiczne, co pozwoli na zmniejszenie niezbędnych nakładów inwestycyjnych budowy pełnego układu gospodarki osadowej wraz z linią mechanicznego ich odwadniania.

Bibliografia

- [1] Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 w sprawie jakości wody przeznaczonej do picia, Dz. U. Nr 61, poz. 417
- [2] Ustawą o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r., Dz. U. nr 62, poz. 628
- [3] Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r., Dz. U. nr 62, poz. 672
- [4] Prawo wodne z dnia 18.07.2001 r., Dz. U. nr 115, poz. 1229
- [5] Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 31.08.2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dz. U. nr 137, poz. 984
- [6] Czechowski, M. i Kuriata, D. Gospodarka osadowa na Stacji Uzdatniania Wody Kozłowa Góra jako przykład kompleksowego i nowoczesnego rozwiązania zagospodarowania odpadów produkcyjnych związanych z eksploatacją stacji wodociągowej. Materiały wewnętrzne GPW SA – niepublikowane, Katowice, 06.03.2007 r.