

Marek GROMIEC

WARSZAWA

NOWY PARADYGMAT “NUTRIENTY - ENERGIA - WODA (N-E-W)” DLA PRZEDSIĘBIORSTW WODOCIĄGOWO-KANALIZACYJNYCH

**A NEW PARADIGM „NUTRIENTS-ENERGY-WATER
(N-E-W)” FOR WATER – SEWERAGE WORKS**

European water policy is mainly based on the Water Framework Directive (2000/60/EC) with the key aim to achieve a good status for all waters (surface and groundwater). Water pollution control is based on water management on river basins. Therefore, the present policy of water quality management relates to protecting water quality, however a new water policy will concentrate on protecting water quality at the least cost. The above is connected to a new paradigm for water-sewerage works. The purpose of this paper is to provide an introduction to the N-E-W paradigm and information on selected technologies for resources and energy recovery.

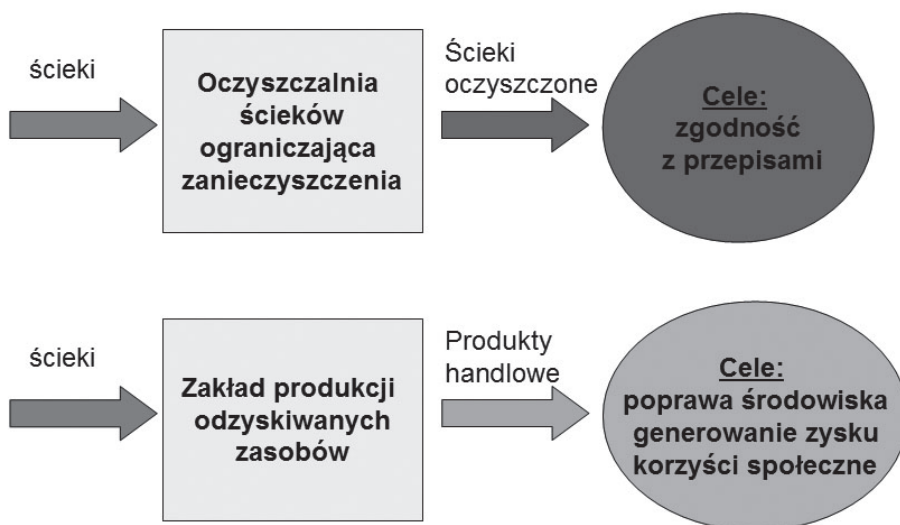
Europejska polityka wodna oparta jest na Ramowej Dyrektywie Wodnej (2000/60/WE), której głównym celem jest osiągnięcie dobrego stanu dla wszystkich wód (powierzchniowych i podziemnych). Ochrona wód przed zanieczyszczeniem jest oparta na zarządzaniu wodą w dorzeczach. Dlatego, obecna polityka sterowania jakością wody związana jest z jej ochroną, jednakże nowa polityka wodna będzie koncentrować się na ochronie jej jakości przy najmniejszym koszcie. Powyższe związane jest z nowym paradygmatem dla przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych. Celem tej pracy jest zaprezentowanie wprowadzenia do paradygmatu „N-E-W” i przedstawienie informacji o wybranych technologiach dla odzysku zasobów i energii.

1. Nowy paradygmat i jego przesłanki

Polityka wodna Unii Europejskiej (UE) oparta została na zarządzaniu jakością wody i ochronie wód w dorzeczeniach, a jej istotą jest osiągnięcie odpowiedniego, określonego prawnie, stanu jakości wód. Podstawowe unijne akty prawne w zakresie gospodarowania wodą, to przede wszystkim: Ramowa Dyrektywa Wodna (2000/60/UE), Dyrektywa Powodziowa (2007/60/UE), Ramowa Dyrektywa w sprawie Strategii Morskiej (2008/56/UE). Akty powyższe zwiększają zakres ochrony wód przed zanieczyszczeniem, powodują umiędzynarodowienie problemów jakości wód i znacznie zwiększają koszty ich ochrony. Dlatego istotą nowej polityki wodnej winna być maksymalizacja ochrony jakości wód przed zanieczyszczeniem w zlewniach przy najmniejszych kosztach społecznych.

Powyższe związane jest z nowym paradygmatem „NEW” (Nutriety-Energia-Woda) dla przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, działającym w określonych dorzeczeniach i na obszarach danych zlewni rzek.

Oprócz tradycyjnego paradygmatu systemów ściekowych, jakim jest oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych, opartego na przepisach prawnych, nową rolę staje się produkcja zasobów oraz energii. Produkcja zasobów dotyczy aktualnie odnowy wody ze ścieków oraz miogenów, co powoduje konieczność uwzględniania spójności i integracji powyższych elementów już na poziomie koncepcji ogólnych, przynosząc szereg korzyści, w tym również ekonomicznych.



Rys.1. Obecny i nowy paradygmat [2]

Fig.1. The current and new paradigm

W produkcji zasobów, podstawową rolę zaczyna odgrywać woda, ale prowadzone są też prace badawcze nad produkcją wodoru na oczyszczalniach ścieków i jego wykorzystaniem w praktyce, jak też nad produkcją plastików. Następuje istotny, postęp w odzysku substancji biogennej ze ścieków i osadów ściekowych.

Przesłanki nowego paradygmatu „NEW” to przede wszystkim: zachodzące zmiany klimatyczne i demograficzne, rosnące zanieczyszczenie wód (powodujące między innymi przyspieszenie procesu eutrofizacji wód) i konieczność realizacji zrównoważonego rozwoju.

Idea nowego paradygmatu dla oczyszczalni ścieków, oparta jest na przekształcenie oczyszczalni w zakłady produkcji odzyskiwanych zasobów ze ścieków, została zaproponowana USA przez Narodowe Stowarzyszenie Agencji Czystej Wody, Federację Środowiska Wodnego i Fundację Badania Środowiska Wodnego w 2012 roku [1] i przedstawiona szczegółowo przez Grupę Roboczą Federacji Środowiska Wodnego w 2014 roku [2]. Niniejsza praca stanowi zmienioną wersję prac autora z 2015 roku [3], [4] i wskazuje na celowość rozszerzenia tej idei z perspektywy indywidualnych oczyszczalni ścieków na systemy oczyszczania ścieków w zlewniach rzek, a w przypadku Polski – w zlewisku Morza Bałtyckiego.

2. Produkcja zasobów

2.1 Odnowa wody ze ścieków

Na forach międzynarodowych zaczyna pojawiać się pogląd, że w bieżącym stuleciu problem wody dla miast, rolnictwa i przemysłu, staje się również ważny jak problem dwutlenku węgla, a nawet może okazać się ważniejszy z uwagi na szybkość zachodzących zmian demograficznych i zmiany klimatyczne.

Papież Franciszek, w encyklice „LAUDATO SI”, uznał sprawę czystej wody do picia za sprawę najwyższej wagi na świecie [5]. Kwestię tą, przedstawioną w encyklice, omówił autor w 2015 roku [6]. Również istotne jest to, co w sprawie wody stwierdził, w lipcu 2000 roku, nasz Wielki Rodak- święty Jan Paweł II: „Brak wody może być najważniejsza kwestią, z jaką ludzkość będzie miała do czynienia w najbliższej przyszłości. Nie wystarczy myśleć o dzisiejszych potrzebach, ponosimy wielką odpowiedzialność wobec przyszłych pokoleń”.

Konieczne są zrównoważone rozwiązania dla gospodarki wodno-ściekowej, szczególnie w zakresie zaopatrzenia w wodę, która powinna być dostępna dla ludności pod względem cenowym, jak też w zakresie efektywnego oczyszczania ścieków i zagospodarowania osadów ściekowych.

W zakresie produkcji zasobów, istotnym zadaniem w niedalekiej przyszłości stanie się produkcja wody, w postaci odnowy wody ze ścieków. Istnieją w tym zakresie bogate światowe i pewne krajowe doświadczenia praktyczne. Woda uzyskana ze ścieków może być wykorzystywana do różnych celów, a nie tylko bezproduktywnie odprowadzana do odbiornika, często bardziej zanieczyszczonego niż dobrze oczyszczony odpływ z oczyszczalni ścieków.

Ponieważ naturalne zasoby wodne będą stawały się coraz bardziej ograniczone, to woda uzyskiwana ze ścieków może być traktowana jako alternatywne źródło zaopatrzenia, nabierające z upływem czasu coraz większego znaczenia. Sprawy zaopatrzenia w wodę i oczyszczania ścieków, a następnie ich ewentualnego wykorzystania należy rozpatrywać łącznie.

Odnowa wody ze ścieków oparta jest na szeregu procesach oczyszczania, które przywracają ściekom cechy użytkowe wody. Natomiast wtórne ich wykorzystanie to przynoszące korzyści wykorzystanie odnowionej wody do różnych celów. Odnowa wody, wtórne wykorzystanie ścieków oraz zamykanie obiegów wodnych mogą stać się znaczącymi elementami hydrologicznego cyklu obiegu wody w obliczu postępujących zmian klimatycznych, a szczególnie w przypadku grożących deficytów, związanych z przedłużającymi się okresami suszy.

Dlatego efektywna integracja wtórnego wykorzystania dobrze oczyszczonych ścieków z gospodarowaniem zasobami wodnymi w zlewniach winna być oparta na ilościowych bilansach potrzeb wodnych różnego rodzaju użytkowników (komunalnych, przemysłowych i rolniczych) przy uwzględnieniu ograniczeń wynikających z wymagań odnośnie jakości wody i przepisów prawnych, które należy stworzyć w tym względzie.

2.2 Produkcja wodoru

Spalanie wodoru nie powoduje zanieczyszczenia środowiska, brak jest jednak wydajnego i taniego źródła, a problemem przy jego produkcji jest uzyskanie wysokiego stopnia odzysku energetycznego, wynoszącego około 70-80 %. Ponieważ odzysk wodoru w procesie elektrolizy jest nadal dość kosztowne, więc ciągle trwają prace badawcze nad produkcją wodoru ze ścieków, w tym prace nad produkcją z mocznika.

W ściekach znajdują się kolonie bakterii elektrogenicznych, które mogą być wykorzystane do produkcji wodoru. Wytwarzanie może zachodzić zarówno z wykorzystaniem mikroorganizmów, które wykorzystują energię świetlną jak i energię chemiczną. Jednakże najbardziej efektywna metoda odzysku wodoru jest związana z udziałem bakterii beztlenowych. Pewną nadzieję łączy się również z mikrobiologicznymi ogniwami paliwowymi zasilanych ściekami, które produkują energię.

Wodór produkowany na oczyszczalniach ścieków może być wykorzystywany zarówno do celów wewnętrznych, jak i zewnętrznych, w tym, w przyszłości, być może jako paliwo do samochodów. Związane jest to nie tylko z potencjałem oczyszczalni w tym zakresie, ale też z dużym zagęszczeniem ilości oczyszczalni w pewnych regionach, co może zwiększyć w przyszłości stopień dostępności i wykorzystania wyprodukowanego wodoru.

2.3 Produkcja plastików

Prowadzi się badania nad produkcją plastików przez bakterie. Tworzywa sztuczne, zwane powszechnie plastikami, to materiały składające się z polimerów sztucznych lub zmodyfikowanych polimerów naturalnych. Produkcja sztucznych plastików oparta jest głównie o ropę naftową.

Plastiki naturalne mogą być też produkowane w sposób biologiczny, bowiem niektóre bakterie mogą produkować i magazynować, w metodach biologicznych oczyszczania ścieków, plastiki jako polimery biodegradowalne należące do poliestrów alifatycznych (polihydroksyalkanolany - PHA). Produkcja takich bioplastików jest tańsza i efektywniejsza pod względem energetycznym, bowiem redukuje zależność od ropy naftowej.

PHA może być wytwarzane ze ścieków, zawierających bakterie, i w tym celu prowadzone są badania w wielu ośrodkach naukowych. W produkcji przemysłowej, hoduje się specjalne kultury bakterii, w których magazynowane są poliestry (nawet do 80% masy własnej). Wytworzone biodegradowalne biopolimery mogą być stosowane w różnych dziedzinach, w tym w przemyśle farmaceutycznym. Zaczynają znajdować również zastosowanie w produkcji bioplantów i sztucznych tkanek.

2.4 Produkcja biogenów

Następuje istotny postęp w odzysku substancji biogennych, szczególnie w postaci azotu lub fosforu. Odzysk azotu i fosforu ze ścieków i osadów ściekowych wyszedł już w zasadzie z badań laboratoryjnych wraz z pojawieniem się technologii komercyjnych, zastosowanych w pełnej skali technicznej.

Odzysk fosforu z osadów ściekowych zaczyna nabierać szczególnego znaczenia wraz ze zmniejszaniem się światowych zasobów fosforu (składnik nawozów) i wzrostem zapotrzebowania na produkty rolne. W tym zakresie pojawiły się już pewne innowacyjne technologie, takie jak kanadyjska (opatentowana) technologia Pearl [7]. W wyniku zastosowania powyższej technologii powstaje wysokiej jakości nawóz fosforowo-azotowo-magnezowy o powolnym uwalnianiu się i zwiększonej efektywności, co jest szczególnie istotne w obliczu zachodzących zmian klimatycznych.

Technologie tego typu przyczyniają się pośrednio do eliminacji gazów cieplarnianych, a zagadnienie to może stać się bardzo istotne, o ile na świecie nie zostaną odkryte nowe i dostępne zasoby fosforu.

3. Produkcja energii

3.1 Oszczędność energii w systemach ściekowych

Zużycie energii w systemach oczyszczania ścieków dotyczy głównie transportu ścieków do oczyszczalni, oczyszczania ścieków i przeróbki osadów ściekowych oraz odprowadzanie ścieków do odbiornika.

Według Raportu Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie” z 2014 roku, średnie wartości wskaźnika energochłonności procesu odbioru i oczyszczania ścieków wynoszą: 0,84 kWh/m³ dla małych przedsiębiorstw (obsługujących poniżej 20 tys. mieszkańców) oraz 0,62 kWh/m³ dla dużych przedsiębiorstw (powyżej 100 tys. mieszkańców). Wskaźnik energochłonności wyznacza ilość zużytej energii na jednostkę zafakturowanych ścieków. Wartość wskaźnika energochłonności procesu odbioru i oczyszczania ścieków w grupie dużych przedsiębiorstw może uwzględniać, w pewnych wypadkach energię wyprodukowaną z biogazu w procesach kogeneracji.

Podwyższanie wymogów środowiskowych, w tym standardów oczyszczania ścieków, powoduje wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w oczyszczalniach ścieków. Koszty energii elektrycznej zużywanej w systemach ściekowych są znaczące. Mogą stanowić nawet 30% kosztów eksploatacji i utrzymania w ruchu systemów oczyszczania ścieków.

Metodą analityczną oceny zapotrzebowania na energię są audyty energetyczne oczyszczalni ścieków, które zaczynają być coraz częściej stosowane. Audyt pozwala na przeanalizowanie i ocenę całkowitego zapotrzebowania na energię danego systemu, jak też ustalenie najistotniejszych procesów i operacji pod względem możliwości oszczędności energetycznych. Istotne jest również wykonanie tzw. analizy kosztowej cyklu życia, szczególnie przydatnej przy ocenie poszczególnych składników systemu oczyszczania ścieków. Powyższe audyty i analizy są istotne dla zwiększenia sprawności energetycznej systemu oczyszczania ścieków. Umożliwiają bowiem dokładne ustalenie zapotrzebowania na energię poszczególnych procesów i urządzeń oraz wskazanie kierunków zmian w tym zakresie.

Ocena sprawności energetycznej może być szczególnie przydatna do opracowania programu oszczędności energii dla oczyszczalni ścieków. Realizacja takiego programu może przynieść zwiększenie: sprawności oczyszczania ścieków i możliwości spełnienia kryteriów oczyszczania, pojemności oczyszczania, jak też obniżenie kosztów energii, a tym samym obniżenie kosztów eksploatacyjnych i utrzymania w ruchu. Program oszczędności energii oczyszczalni winien obejmować: stworzenie systemu analizującego bieżące zużycie energii elektrycznej, wykonanie ocen energetycznych głównych operacji, opracowanie strategii dla efektywnych ekonomicznie zakupów energii elektrycznej.

Szczególnie istotne jest analizowanie zużycia energii i związanych z tym kosztów oraz ustalenie miejsc poboru energii przez poszczególne procesy i operacje, w tym miejsc najbardziej energochłonnych. Oszczędności energii w systemach oczyszczania ścieków pod względem energetycznym związane są z usprawnieniem działania urządzeń lub wymiana urządzeń energochłonnych na energooszczędne oraz z wprowadzeniem systemów sterowania/automatyzacji, monitoringu oraz kontroli.

W systemach ściekowych, energia zużywana jest na napowietrzanie ścieków w komorach osadu czynnego, jak też do uwalniania rozpuszczalników i usuwania gazów. W konwencjonalnych oczyszczalniach, zapotrzebowanie na energię elektryczną może dochodzić do 60% , przy czym dodanie procesu nityfikacji może zwiększyć zapotrzebowanie na energię elektryczną do 70%. Dlatego niezwykle istotna jest modernizacja ciągów technologicznych oraz dobór efektywnych urządzeń napowietrzających, które zużywają energię elektryczną na transfer tlenu z powietrza, jak też do mieszania zawartości komór osadu czynnego. Łączy się z tym właściwy dobór takich urządzeń jak dmuchawy.

Równocześnie powstają innowacyjne rozwiązania dla biologicznego oczyszczania ścieków, które charakteryzują się mniejszym zapotrzebowaniem na energię elektryczną niż rozwiązania konwencjonalne. Przykładem takiego innowacyjnego rozwiązania jest technologia tlenowego granulowanego osadu czynnego, praktycznie wdrożona w hollenderskich reaktorach „Nereda” [8], opartych o działanie sekwencyjne (SBR). Rozwiązanie powyższe stanowi przykład rozwiązania zrównoważonego, które charakteryzuje się nie tylko mniejszym zużyciem energii, ale również niskimi nakładami inwestycyjnymi i kosztami eksploatacyjnymi, zapewniając równoczesne usuwanie związków węgla, azotu i fosforu, zajmując mniejszą powierzchnię. Pierwsza oczyszczalnia ścieków w Polsce, oparta o technologię z granulowanym osadem czynnym, została otwarta w dniu 3 grudnia 2016 roku w Rykach [9].

Innym przykładem jest opatentowana polska technologia oczyszczania ścieków „Biogradex” [10] z odgazowaniem osadu, która nie tylko intensyfikuje proces oczyszczania, ale również zapewnia niskie zużycie energii.

Należy dodać, że postęp następuje również w odzysku energii ze ścieków w systemach kanalizacyjnych. W tym zakresie istnieje już szereg innowacyjnych rozwiązań odzysku ciepła odpadowego ze ścieków w systemach kanalizacyjnych, które znalazły już praktyczne zastosowanie za granicą.

Zwiększenie sprawności energetycznej systemów wodno-ściekowych związane jest z korzyściami nie tylko ekonomicznymi, ale również o charakterze środowiskowym. Wzrost sprawności energetycznej tych systemów może powodować spadek zanieczyszczenia powietrza poprzez zmniejszenie zużycia paliw konwencjonalnych, jak również redukcję gazów cieplarnianych.

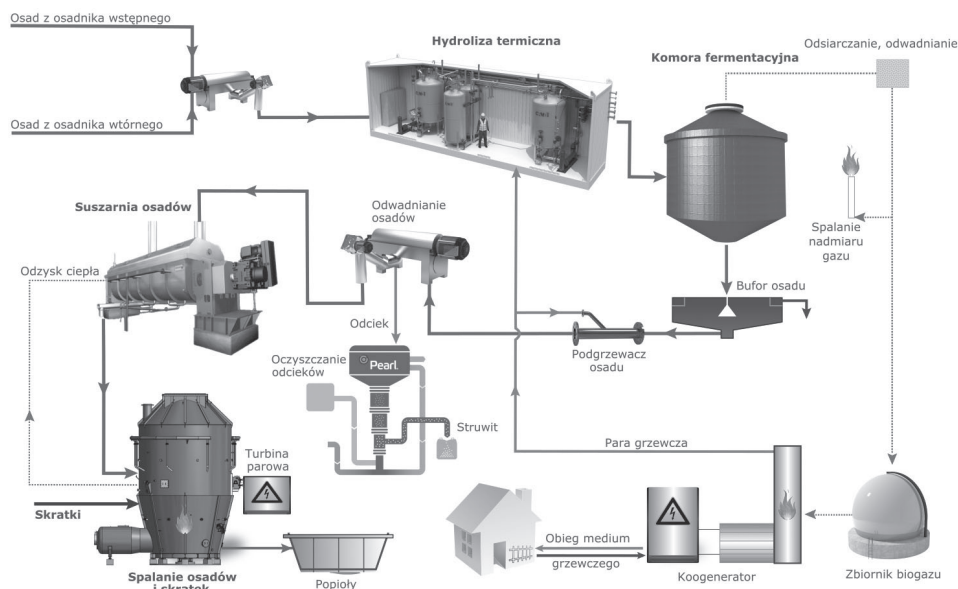
3.2 Produkcja energii w systemach osadowych

Najistotniejszy postęp następuje w wykorzystaniu potencjału energetycznego komunalnych osadów ściekowych, których wartość kaloryczna porównywalna jest z węglem brunatnym. Wskaźnik kaloryczności osadów komunalnych wynosi średnio 17 MJ/kg suchej masy (s.m.).

Istniejące obecnie w kraju instalacje do przetwarzania osadów ściekowych nie są jeszcze wystarczające do pełnego zagospodarowania powstających w kraju ilości osadów ściekowych. Również nie wszystkie instalacje przeróbki osadów można uznać za spełniające cechy zrównoważonych rozwiązań. Przykładowo, ciągle stosuje się otwarte komory fermentacyjne, które nie mogą wykorzystać możliwości odzysku energii, który jest realizowany w zamkniętych komórkach fermentacyjnych.

Przeprowadzona analiza, wykonana w 2013 roku przez Najwyższą Izbę Kontroli, za okres 2011-2012, świadczy o niewłaściwej gospodarce ściekowej w szeregu badanych obiektach. Jednakże, obserwuje się też znaczący postęp, szczególnie w dużych aglomeracjach, w których zastosowano termiczne przekształcanie komunalnych osadów ściekowych, co łączy się jednak z koniecznością rozwiązania problemu powstających popiołów z osadów ściekowych.

Wskazane jest przeprowadzenie stosownych analiz optymalizowania ciągów technologicznych gospodarki osadowej, co pozwoli na wybór optymalnego rozwiązania gospodarki osadowej dla danej oczyszczalni ścieków. Przykładowy schemat gospodarki osadowej przedstawiony jest na rys 2.



Rys. 2. Przykładowy schemat gospodarki osadowej
Fig. 2. Exemplary scheme of sludge management

Powyższy schemat wskazuje na szereg możliwych rozwiązań do zastosowania w praktyce. Istotny jest przy tym wybór tych, które posiadających sprawdzone w praktyce referencje. Należy przeanalizować również celowość zastosowania w kraju rozwiązań sprawdzających się w innych warunkach klimatycznych.

Wysoka skuteczność zastosowanego mechanicznego zagęszczania oraz odwadniania osadów ściekowych ma duże znaczenie dla energochłonności dalszych procesów przeróbki osadów, szczególnie procesu ich suszenia. Istnieje szereg innowacyjnych i wysokosprawnych sposobów odwadniania osadów i układów wspomagających. W przypadku braku komór fermentacyjnych, istotnym jest wysokoefektywne odwadnianie przed procesem ich suszenia, które znaczenie zmniejsza rozmiary samej suszarni.

W przypadku istnienia wydzielonych komór fermentacyjnych, celowym może okazać się zastosowanie procesu hydrolizy termicznej przed komorami fermentacyjnymi i wykorzystanie zwiększonych ilości powstałego biogazu. Również, kofermentacja osadów ściekowych z odpadami ulegającymi biodegradacji stanowi rozwiązanie pozwalające na dalszą intensyfikację produkcji biogazu i może umożliwić rozwiązanie problemu zagospodarowania mokrej frakcji odpadów komunalnych.

Systemy hydrolizy termicznej między innymi umożliwiają:

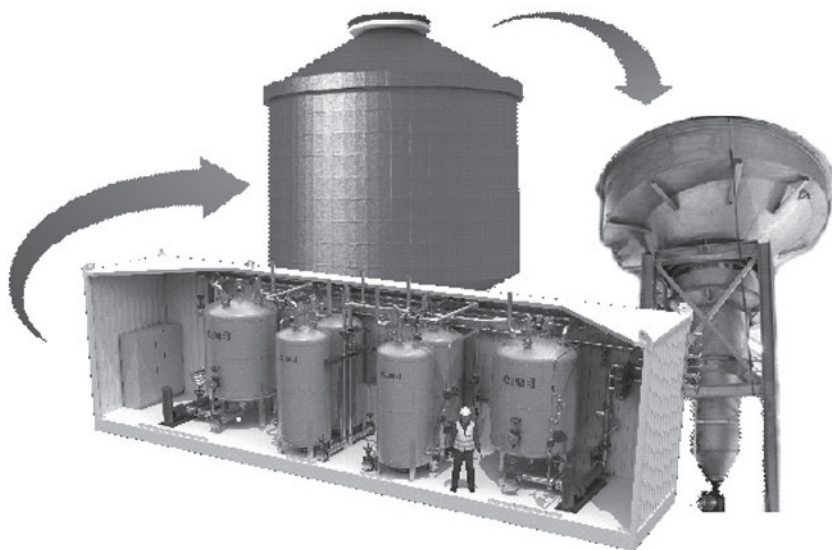
- zwiększenie podatności osadów na fermentację poprzez destrukcję struktur komórkowych (dezintegracja),
- wstępne przetwarzanie osadów poprawiające późniejsze ich odwadnianie oraz zapewniające higienizację,
- zwiększenie obciążenia komór fermentacyjnych poprzez zwiększenie stopnia zagęszczania osadów podawanych do komór z jednoczesną poprawą mieszania w komorach fermentacyjnych,
- zwiększenie efektywności procesu fermentacji, co wpływa na zwiększenie ilości wytwarzanego biogazu i stopnia rozłożenia substancji stałych.

Większy stopień rozkładu osadów jest równoznaczny ze zmniejszeniem ich ilości w dalszych etapach przeróbki (odwadnianie i suszenie).

Istotnym jest także zastosowanie instalacji do usuwania substancji biogennej z odwodnionych osadów, zamiast zawracania ich do oczyszczania łącznie z dopływającymi ściekami do oczyszczalni. Odcieki zawierają bowiem duże ładunki zanieczyszczeń, co powoduje znaczne zwiększenie zużycia energii w przypadku ich recykulacji i ponownego biologicznego oczyszczania.

Istnieje wiele innych rozwiązań innowacyjnych, takich jak reaktory oparte o ciecz nadkrytyczną, która tworzona jest z wody przy wysokim ciśnieniu i temperaturze. Świadczą one o dużych możliwościach innowacyjnych i optymalizacyjnych. Istotna jest przy tym optymalizacja oraz integracja z nowymi technologiami. Przykładowo, możliwe jest łączne zastosowanie technologii hydrolizy termicznej i technologii odzysku fosforu z odcieków pochodzących z przeróbki osadów ściekowych (rys.3), które mogą przynieść wiele korzyści.

Jednak zasadniczą sprawą stała się konieczność opracowania i przyjęcia krajowej strategii postępowania z osadami ściekowymi, jak też opracowanie Krajowego Programu Zagospodarowania Komunalnych Osadów Ściekowych. Alternatywą jest aby powyższy program osadowy stanowił część Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych.



Rys.3. Połączenie hydrolizy termicznej z odzyskiem fosforu

Fig.3. Thermal hydrolysis combination with the recovery of phosphorus

4. Podsumowanie i wnioski

Zmieniająca się sytuacja świata powoduje, że konieczne są zrównoważone rozwiązania dla gospodarki wodno-ściekowej, w zakresie zaopatrzenia w zdrową wodę, dostępną dla ludności pod względem cenowym, a szczególnie w zakresie efektywnego oczyszczania ścieków i zagospodarowania osadów ściekowych.

W Polsce, istnieją tysiące oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych, a na świecie zbudowano ich setki tysięcy. Większość z nich zasilana jest energią z paliw kopalnianych, w tym z węgla. Aktualnie sytuacja ta zaczęła się zmieniać w rozwiniętych gospodarczo państwach, w tym również i w Polsce.

Systemy ściekowe, zaczynają być postrzegane nie tylko w ich tradycyjnej roli jaką jest oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych, ale również w nowej roli związanej z produkcją zasobów i energii. Oczyszczalnie ścieków mogą stać się producentami wielu cennych zasobów, z których najcenniejszym są zasoby wodne. Inne możliwe zasoby do uzyskania to między innymi: wodór i związki biogenne, szczególnie fosfor, a nawet plastiki.

Idea tworzenia zakładów produkcji odzyskiwanych zasobów, zamiast tradycyjnych oczyszczalni ścieków, powstała i została wprowadzona w życie w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnych (USA). Należy dodać, że w USA, Federacja Środowiska Wodnego uznała ścieki i osady ściekowe za nowe źródła energii odnawialnej, co stworzyło nowe perspektywy ekonomiczne i stało się niezwykłym bodźcem dla opracowania i wdrożenia wielu rozwiązań innowacyjnych.

Osady ściekowe mogą być źródłem energii elektrycznej i ciepłej. W Polsce, brak kompleksowego rozwiązania problemu osadów ściekowych może grozić wieloma konsekwencjami, w tym nawet wybuchami lokalnych epidemii. Konieczność opracowania strategii postępowania z osadami ściekowymi i programu ich zagospodarowania jest bezwzględnie konieczna ze względów sanitarnych, ale winna również z punktu widzenia pozyskiwania energii z osadów ściekowych, uznanych za biomasę.

Sprawa rozwiązania problemu osadów łączy się z możliwościami zwiększenia efektywności energetycznej systemów wodno-ściekowych. Możliwe jest przy tym wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań technologicznych szczególnie związanych z osadami ściekowymi, które winny być wsparte w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020.

Systemy wodno-ściekowe mogą nie tylko być konsumentem dużych ilości energii, ale również produkować energię na potrzeby własne, a nawet do różnych celów dla użytkowników zewnętrznych, czego przykładem jest oczyszczalnia ścieków w Tychach.

Istotne jest sporządzenie w Polsce bilansu energetycznego dla oczyszczalni ścieków i oszacowanie potencjalnych korzyści poprzez wprowadzone działań optymalizacyjnych i innowacyjnych, tym bardziej, że zużycie energii przez branżę wodno-kanalizacyjną będzie rosło. Stosunkowo niewiele jeszcze systemów ściekowych korzysta z alternatywnych źródeł energii, chociaż ostatnio i na świecie i w kraju sytuacja uległa zmianie.

Zmiana paradygmatu dla przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w kierunku odzysku surowców i energii ze ścieków i osadów może odegrać istotną rolę w zrównoważonym rozwoju miast i w ograniczaniu zmian klimatycznych. Działania te przyniosą korzyści o charakterze ekonomicznym i środowiskowym. Możliwy jest spadek zanieczyszczenia powietrza związanego ze zmniejszeniem zużycia paliw konwencjonalnych oraz redukcja gazów cieplarnianych.

Celowym jest rozszerzenia powyższego paradygmatu z indywidualnych oczyszczalni na systemy oczyszczania w zlewniach, dorzeczach i zlewiskach.

Bibliografia

- 1) National Association of Clean Water Agencies, Water Environmental Federation, Water Environment Research Foundation : Resources Utility of the Future... A Blueprint for Acton. 2012.
- 2) Water Environmental Federation: Moving toward resource recovery facilities. A Special Publication, Aleksandria, VA, USA, 2014.
- 3) Gromiec M.: Nowa rola systemów wodno-ściekowych: produkcja zasobów i energii. *Kierunek Wod-Kan* 4,76-81, 2015.
- 4) Gromiec M.: Nowa rola gospodarki wodno-ściekowej w rozwoju miast i ograniczaniu zmian klimatycznych. II Forum Ochrony Środowiska pt. Ekologia stymulatorem rozwoju miast. Wyd. Wodociągi Polskie, Bydgoszcz 2015.
- 5) Ojciec Święty Franciszek: Encyklika LAUDATO SI- W trosce o wspólny dom. Wydawnictwo M, Kraków 2015.
- 6) Gromiec M.: Kwestia wody na tle problemów ekologicznych świata w encyklice „LAUDATO SI”. *Gospodarka Wodna* 10, 281- 282, 2015.
- 7) Bitton A.: Nutrient recovery from wastewater treatment plants. Workshop on Phosphorus Recovery and Reuse. Ryerson University, Toronto 2014
- 8) DeKreuk M.K., Loosdrecht M. C. M. : Formation of aerobic granules with domestic sewage. *Journal Environmental Engineering* 6, 694-697, 2006.
- 9) Gromiec M.: Uruchomienie pierwszej w Polsce oczyszczalni ścieków z technologią Nereda w Rykach. *Gas, Woda i Technika Sanitarna* 9, 328- 330, 2015.
- 10) Golcz A. : Biogradex technology of activated sludge vacuum modification in the wastewater biological treatment. Proc. IWA Special Conf. Nutrient in Wastewater Treatment Process and Recycle Streams, 1085-1095. Krakow 2005.