

**Jolanta FIEDUCIK<sup>1</sup>**  
**Adam GAWROŃSKI<sup>2</sup>**  
**Ryszard MATUSZCZAK<sup>3</sup>**

## **OSADY ŚCIEKOWE I ICH UTYLIZACJA W PRZEDSIĘBIORSTWIE WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI W OLSZTYNIE**

W artykule przedstawiono rozwiązanie aktualnego problemu utylizacji osadów ściekowych na przykładzie Oczyszczalni Ścieków „Łyna” w Olsztynie. Dokonano opisu budowy oraz zasady działania oczyszczalni. Proces oczyszczania ścieków został przedstawiony od momentu przyjęcia ścieków w budynku krat, do momentu zrzucenia oczyszczonej wody do rzeki Łyny. Zgodnie z ustawą o odpadach, która nakazuje przetworzyć m. osady ściekowe, w miejscu ich powstania, na terenie oczyszczalni zdecydowano się na pięciostopniowe unieszkodliwianie osadów ściekowych. W pierwszej kolejności osad kierowany jest do zamkniętych komór fermentacyjnych, w których zachodzi fermentacja w obecności bakterii metanowych i saprofitycznych. Procesowi temu towarzyszy wydzielanie się biogazu, który jest zagospodarowywany na cele energetyczne. Następnie w otwartych basenach fermentacyjnych w warunkach tlenowych zachodzi dalsza fermentacja i proces stabilizacji wpływający na zmniejszenie objętości osadów. Kolejnym etapem jest mechaniczne odwodnienie osadu do zawartości suchej masy na poziomie około 20%. Oczyszczalnia ścieków „Łyna” w Olsztynie podążając za nowymi trendami ekologicznymi, i realizując z wyprzedzeniem obowiązujące w przyszłości przepisy prawne zdecydowała się na budowę nowoczesnej instalacji do termicznego przetwarzania osadów. Zatem odwodniony osad kierowany jest do instalacji termicznego przekształcania osadów składającej się z suszarni i spalarni osadów. Na wstępie tego procesu technologicznego osad poddawany jest termicznemu suszeniu, po uzyskaniu odpowiednich parametrów zostaje spaletyzowany. Kolejnym etapem utylizacji osadu jest jego spalanie. Przedstawiono analizę energetyczną procesu termicznej utylizacji osadu. Masa popiołu powstałego w procesie spalania osadu, stanowi zaledwie 10% masy odwodnionego osadu. Zatem na przykładzie Oczyszczalni Ścieków „Łyna” możemy wnioskować, że jest możliwe w pełni utylizowanie osadów na terenie oczyszczalni.

---

<sup>1</sup> Autor do korespondencji: Jolanta Fieducik, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Technicznych, 10-900 Olsztyn ul. Oczapowskiego 11, telefon 89 523 3621, jolanta.fieduci@uwm.edu.pl

<sup>2</sup> Adam Gawroński, Zespół Szkół Elektronicznych i Telekomunikacyjnych w Olsztynie, Olsztyn ul. Bałtycka 37a, adamgaw@wp.pl

<sup>3</sup> Ryszard Matuszczak, Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Olsztynie, 10-218 Olsztyn ul. Oficerska 16a

**Słowa kluczowe:** utylizacja osadów ściekowych, wytwarzanie biogazu, przetwarzanie termiczne osadów

## 1. Wstęp

Wody pochodzące z wodociągów lub opadów, zanieczyszczone substancjami stałymi, płynnymi lub gazami oraz drobnoustrojami, na skutek działalności człowieka, nazywają się ściekami. Ścieki to także wody chłodnicze i słone wody kopalniane wprowadzane do wód powierzchniowych. Ze względu na źródło pochodzenia, ścieki dzielimy na [1]:

- ścieki bytowo-gospodarcze,
- ścieki przemysłowe,
- ścieki opadowe.

Niejednokrotnie, ze względu na ograniczoną infrastrukturę kanalizacyjną, w tym także istnienie tylko jednej oczyszczalni ścieków na danym terenie, ścieki wszystkich rodzajów są odprowadzane do wspólnego systemu kanalizacyjnego. W takiej sytuacji, mieszanina ścieków nosi nazwę ścieków komunalnych.

Według obecnych przepisów i trendów ochrony środowiska, ścieki należy bezwzględnie oczyszczać. Nowoczesne oczyszczalnie ścieków mają zdolności ich oczyszczania ze skutecznością przekraczającą 90%, a produkt finalny - oczyszczoną wodę, można wprowadzać bezpośrednio do wód powierzchniowych.

Procesowi oczyszczania ścieków zawsze towarzyszy powstawanie osadów ściekowych, stanowiących zagrożenie dla środowiska naturalnego, a także pod względem epidemiologicznym dla mieszkańców.

Zgodnie z definicją zaproponowaną przez Europejski Komitet Normalizacyjny – CEN, osadem ściekowym nazywa się mieszaninę wody i ciał stałych oddzielonych z różnych typów wody w rezultacie procesów naturalnych lub sztucznych [4].

Osady powstające w procesie oczyszczania ścieków ze względu na pochodzenie podzielono na:

- osad wstępny, powstający podczas mechanicznego oczyszczania ścieków we wstępnych komorach osadowych,
- osad wtórny, powstający w osadnikach wtórnych w procesie biologicznego oczyszczania ścieków,
- osad mieszany, czyli mieszanina osadu wstępnego i wtórnego [2].

Przetwarzanie osadów ściekowych w sposób ograniczający ich negatywny wpływ na środowisko jest dzisiaj koniecznością. Ustawa o Odpadach z dnia 14 grudnia 2012 określa dopuszczalne metody utylizacji i zagospodarowania osadów ściekowych. W niedalekiej przyszłości, przewiduje się jednak zmianę regulacji prawnych, które całkowicie zakażą zagospodarowania osadów ściekowych, a dopuszczą jedynie całkowite unieszkodliwianie osadów ściekowych. Zatem problem utylizacji osadów jest obecnie bardzo ważny i aktualny.

## 2. Charakterystyka Oczyszczalni ścieków „Łyna” w Olsztynie

Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków Łyna w Olsztynie, oddana do użytku w 1983 roku, zmodernizowana w latach 2002 – 2004, należy do grupy nowoczesnych oczyszczalni miejskich. Do oczyszczania ścieków wykorzystuje się w niej metodę osadu czynnego, ze wspomaganie chemicznym PIX. Obiekt zlokalizowany jest w pobliżu granic administracyjnych miasta w odległości około 4 kilometrów od centrum. Zakład zajmuje 22 ha powierzchni. Oprócz urządzeń służących do oczyszczania ścieków, na terenie oczyszczalni znajdują się obiekty związane z unieszkodliwianiem i utylizacją osadów ściekowych oraz kotłownia.

Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest rzeka Łyna, największy lewo-brzeżny dopływ Pregoty, rzeki uchodzącej do Zalewu Wiślanego [3].

Zgodnie z założeniami projektowymi, oczyszczalnia może przyjąć średnio 60000 m<sup>3</sup>, a maksymalnie 72000 m<sup>3</sup> ścieków na dobę. W pierwszym półroczu 2013r, średni dopływ ścieków do oczyszczalni „Łyna”, kształtował się na poziomie od 30000 m<sup>3</sup> do 36500 m<sup>3</sup> na dobę. Dla analizowanego okresu, osiągnięto średnią skuteczność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków na poziomie 95,4%.

W roku 2013, we wstępnej fazie oczyszczania ścieków poprzez precedzanie ich na kratkach powstało 250 ton skratek. W tym samym roku, w piaskownikach wydzielono ze ścieków 500 ton piasku.

W procesie oczyszczania ścieków w okresie od lipca 2012r do czerwca 2013r wytworzono 200750 m<sup>3</sup> surowego osadu ściekowego, co daje średni dobowy odpływ surowego osadu na poziomie 550 m<sup>3</sup>/d. Średni dobowy odpływ osadu w miesiącach od stycznia do marca oraz od października do grudnia kształtuje się na poziomie 650 m<sup>3</sup>/d. W pozostałych miesiącach wynosi 450 m<sup>3</sup>/d.

## 3. Metody unieszkodliwiania osadów ściekowych, stosowane w Oczyszczalni ścieków „Łyna”

Ustawa o Odpadach z dnia 14 grudnia 2012r nakazuje w pierwszej kolejności przetworzyć odpady, w tym osady ściekowe, w miejscu ich powstania. Dopiero odpady, które nie mogą być przetworzone w miejscu ich powstania, przekazuje się do najbliższych położonych miejsc, w których mogą być przetworzone.

W celu sprostania wymaganiom stawianym przez ustawę o odpadach, na terenie Oczyszczalni Ścieków „Łyna” w Olsztynie, prowadzi się pięciostopniowe unieszkodliwianie osadów ściekowych.



Rys.1. Zamknięte komory fermentacyjne (ZKF)

Fig.1. Closed digesters (ZKF)

W pierwszej kolejności osad kierowany jest do zamkniętych komór fermentacyjnych (ZKF), w których zachodzi fermentacja w obecności bakterii metanowych i saprofitycznych. Procesowi temu towarzyszy wydzielanie się biogazu, który jest zagospodarowywany na cele energetyczne. Po zakończeniu fermentacji metanowej, osad kierowany jest do otwartych basenów fermentacyjnych (OBF), gdzie w warunkach tlenowych zachodzi dalsza fermentacja. Podczas dwóch pierwszych etapów, osad ulega ustabilizowaniu, a jego objętość i masa zostają zredukowane [5].

Kolejnym etapem unieszkodliwiania osadu, jest jego mechaniczne odwodnienie do zawartości suchej masy na poziomie około 20%. Następnie osad kierowany jest do instalacji termicznego przekształcania osadów (ITPO), składającej się z suszarni i spalarni osadów. Osad poddawany jest tu suszeniu i spalaniu. Masa popiołu powstałego w procesie spalania osadu, stanowi zaledwie 10,6% masy odwodnionego osadu. Popiół może być zagospodarowany na cele budowlane, np. w drogownictwie.

### 3.1 Fermentacja w zamkniętych komorach fermentacyjnych

Zagęszczony osad powstały w procesie oczyszczania ścieków wraz z osadem wstępnym pompowany jest wspólnym rurociągiem do dwóch równolegle pracujących zamkniętych komór fermentacyjnych, w których osad jest przerabiany na drodze fermentacji. Fermentacja polega na beztlenowym rozkładzie substancji organicznych, jest to upłynnienie i hydroliza związków nierozpuszczalnych oraz zgazowanie powstałych produktów pośrednich. Fermentacja prowadzona jest przez populacje bakterii saprofitycznych i metanowych przy zachowanych stabilnych, optymalnych warunków w komorach, na które składają się: temperatura w granicach 33-35 °C, odczyn pH w granicach 6,8-7,5, obciążenia substancjami organicznymi 10-25 dni, uwodnienie i intensywne mieszanie osadu [3,5].

Przejsiecie w stan ciekły i hydroliza zachodzą pod wpływem działalności bakterii saprofitycznych. Produktami rozkładu są organiczne kwasy tłuszczowe, głównie octowy, masłowy i propionowy. W wyniku pierwszej fazy rozkładu nie zachodzi prawie żadna zmiana ilości substancji organicznych.

Najważniejszym czynnikiem w procesie fermentacji jest aktywność bakterii metanowych. Przy ich prawidłowej pracy obserwuje się ubytek substancji organicznych oraz wytwarzanie gazu fermentacyjnego. Redukcję substancji lotnych na poziomie 50% uważa się za zadowalającą. Wytwarzany w zamkniętych komorach fermentacyjnych ZKF biogaz jest ujmowany w kopule komory i odprowadzany do zbiornika gazu.

ZKF zbudowany jest w kształcie walca, który od dołu i od góry zakończony jest stożkiem. Wewnątrz zamkniętej komory fermentacyjnej osad jest mieszany za pomocą mieszadła recyrkulacyjnego o pionowej osi obrotu, oraz pomp recyrkulacyjnych pozwalających na pięciokrotną wymianę osadu w ciągu doby. Osad do recyrkulacji pobierany jest z dolnej części cylindra i jest natryskiwany z kopuły stropu, z wysokości około 4 m, co ma zapewnić natryskowe rozbijanie kożucha. Podgrzewanie osadu realizowane jest poprzez wymienniki ciepła typu rura w rurze, zainstalowanych w obiegach recyrkulacyjnych. Osad po fermentacji samoczynnie odpływa pod naporem nowo wprowadzanego do komory osadu surowego. Odpływ następuje przez przelew do zbiornika na kopule komory i dalej do pompowni osadu fermentującego. Osad surowy jest pompowany do zamkniętej komory fermentacyjnej w sposób ciągły lub cyklicznie trzy razy na dobę. Rurociąg tłoczny osadu przebiega przez halę pomp recyrkulujących, znajdującą się w podziemiu budynku.

### 3.2 Fermentacja w otwartych basenach fermentacyjnych OBF

Do zadań OBF-ów należą:

- prowadzenie procesów fermentacji tak zwanego drugiego stopnia,
- zagęszczenie przefermentowanego osadu i oddzielenie wód nadosadowych,

- magazynowanie osadu przefermentowanego w okresie awarii stacji mechanicznego odwadniania.

Po zakończeniu procesu fermentacji w ZKF, osad przepompowywany jest za pośrednictwem pompowni osadu fermentującego do OBF, w których panują warunki odmienne niż w ZKF pod względem:

- temperatury, która jest zależna od warunków pogodowych,
- mniejszej intensywności cyrkulacji, spowodowanej brakiem mieszania,
- zmniejszonego uwodnienia osadu, w wyniku oddawania wód nadosadowych.

W OBF proces fermentacji prowadzony jest przez inne kultury bakterii niż w ZKF, dlatego ważne jest, aby „nowo dostarczany” osad miał bezpośredni kontakt z osadem już fermentującym. Ma to na celu przyspieszenie procesu fermentacji. Na terenie oczyszczalni znajdują się trzy otwarte baseny fermentacyjne, o łącznej objętości 42000 m<sup>3</sup>, co przy średnim poziomie wytwarzania osadu 550 m<sup>3</sup>/d pozwala zmagazynować osad wytworzony w okresie dwóch miesięcy [5].

### 3.3 Stacja mechanicznego odwadniania osadów

Zmineralizowany w procesie dwustopniowej fermentacji osad kierowany jest do stacji mechanicznego odwadniania osadów, zlokalizowanej poniżej OBF, za pośrednictwem zbiornika osadu przefermentowanego. Stacja składa się z dwóch pras taśmowych i urządzeń im towarzyszących, stacji przygotowania polielektrolitu, przenośników ślimakowych i dwóch mieszarek osadu z wapnem. Silosy z wapnem zlokalizowano poza budynkiem stacji mechanicznego odwadniania osadów. Ze zbiornika osadu przefermentowanego osad jest podawany pompami śrubowymi na prasy taśmowe. Po mechanicznym odwodnieniu osad jest mieszany z wapnem. Z mieszarek osad podawany jest przenośnikami ślimakowymi do znajdującego się na zewnątrz silosu, stanowiącego część składową suszarni.

### 3.4. Suszarnia osadu ściekowego

Głównym elementem suszarni osadu jest turbosuszarka, zbudowana w formie nieruchomej cylindrycznej komory, pokrytej z zewnątrz płaszczem grzejnym, wewnątrz którego przepływa czynnik grzewczy – olej termiczny. Zgodnie z projektem temperatura oleju wynosi 210 °C. Wewnątrz cylindra znajduje się turbina składająca się z wału i zamontowanych na nim ostrzy, będących jedynym elementem bezpośrednio stykającym się z osadem w procesie suszenia. Wał napędzany jest silnikiem elektrycznym o mocy 110 kW.

Praca turbiny zapewnia transport osadu w postaci cienkiej warstwy wzdłuż gorących ścian cylindra. Przepływ ten jest wysoko turbulentny. Osad jest ogrzewany i suszony poprzez kontakt z gorącymi ścianami suszarki oraz gorącym gazem procesowym, będący mieszaniną odparowanej wody oraz powietrza. Gaz przemieszcza się wewnątrz cylindra w przeciwnym kierunku do

kierunku przemieszczania osadu. Powietrze ogrzewane jest w wymienniku, z którego za pomocą wentylatora podawane jest do układu suszenia. W cylindrze turbosuszarki wykonane są dwa otwory zaopatrzone w kołnierze, z których pierwszy służy do wprowadzenia podgrzanego gazu procesowego oraz suszonego materiału, a drugi to wyjście gazu procesowego, oparów oraz wysuszonego osadu.

Gaz procesowy przemieszcza się w układzie zamkniętym z kondensacją odcieków, dzięki czemu nie powoduje emisji odorów do atmosfery, co jest zgodne z obowiązującymi przepisami ochrony środowiska.

W ciągu jednego cyklu suszenia wewnątrz cylindra znajduje się 120 kg produktu z czego 24 kg to sucha masa, a 96 kg woda zawarta w osadzie. Zatrzymanie osadu w suszarni kształtuje się na poziomie 6% godzinowej wydajności. Cykl suszenia trwa od 2 do 3 minut.

Każda porcja osadu wewnątrz suszarni jest poddawana obróbce termicznej jako osobna partia. Ma to na celu uniknięcie styku ze sobą osadu wysuszonego z mokrym, co mogłoby skutkować przegrzaniem suchego osadu, a w konsekwencji jego samozapłonem lub nawet eksplozją. W czasie suszenia osad nie jest narażony na długotrwałe przebywanie w podwyższonej temperaturze, która w procesie nigdy nie przekracza 75-90 °C.

Do podgrzewania oleju termicznego krążącego w układzie suszarni służy kocioł gazowy o mocy 930 kW. W przypadku równoczesnej pracy linii suszenia i spalania osadu, energia cieplna wytwarzana jest w procesie spalania osadu, i pobierana jest z sekcji odzysku ciepła, zaś kocioł gazowy pełni funkcję dodatkowego źródła energii.

### **3.5. Spalarnia osadu ściekowego**

Spalarnia zaprojektowana została w celu całkowitego spalania wysuszonego osadu ściekowego o niskiej zawartości wilgoci do 20% objętości osadu. Linia spalania składa się z trzech sekcji:

- - sekcja spalania,
- - sekcja oczyszczania gazów odlotowych,
- - sekcja odzysku ciepła.

Sekcja spalania, a w niej jednostka spalania składa się z dwóch, podstawowej i drugorzędnej komory spalania. Ściany pierwszej, adiabatycznej komory spalania wyłożone są cegłami ogniotrwałymi o dużej zawartości tlenku glinu na poziomie 60%, podwójną warstwą cegieł izolacyjnych oraz powłoką ceramiczną. Górne sklepienie komory spalania jest wykonane z cegieł ogniotrwałych. Taka budowa zapewnia najlepsze odbicie promieniowania ciepłego. Pojemność komory spalania została tak dobrana, aby zapewnić dwu sekundowe przetrzymywanie gazów odlotowych w temperaturze 850 – 950 °C. W procesie spalania zawartość węgla organicznego zredukowana jest do poziomu poniżej 3%.

Przemieszczanie się wysuszonego osadu wewnątrz komory spalania realizowane jest poprzez niklowo-chromową ruchomą kratę z prętami trzonowymi. Trzon ma budowę odwracalną z ruchomymi naprzemianległymi rzędami. Trzon spalania podzielony został na kilka sekcji, z których każda ma swój własny mechanizm napędowy oraz system kontroli powietrza.

Kąt nachylenia trzonu spalania wynosi ok.  $10^\circ$ , co zapewnia odpowiedni czas wygrzania osadu w komorze spalania, zabezpieczenie przed dostaniem się niepożądanych materiałów do paleniska oraz eliminuje konieczność okresowego zatrzymywania spalarni w celu przeprowadzenia prac serwisowych.

Od dołu paleniska wdmuchiwane jest powietrze ogrzane w wymienniku ciepła, znajdującym się w sekcji odzysku ciepła gazów odlotowych.

W komorze spalania zastosowano przeciwprądowy przepływ powietrza względem osadu, co zapewnia całkowite spalanie osadu. Spalanie w tym układzie gwarantuje dłuższy kontakt powietrza ze spalonym osadem, co skutkuje utlenieniem węgla organicznego.

Zgarnianie i usuwanie popiołu z paleniska realizowane jest poprzez olejowo dynamiczną jednostkę wrzuszania paleniska i usuwania popiołów. Składa się ona ze schładzanego przenośnika taśmowego transportującego popiół do urządzenia workującego lub zewnętrznego układu odzysku popiołów oraz systemu zgarniania popiołu i transportu do przenośnika śrubowego. Popiół usuwany jest na bieżąco.

Drugorzędna komora spalania służy do niekatalitycznej redukcji zawartych w gazach odlotowych związków  $\text{NO}_x$ . Gazy odlotowe z komory spalania poddawane są dopalaniu w temperaturze od 850 do 1050 °C przy jednoczesnym dozowaniu roztworu mocznika bezpośrednio do komory spalania. W obydwu komorach urządzenia spalającego zainstalowane są palniki gazowe. Modulacja odbywa się poprzez sterowanie zaworem ograniczającym dopływ powietrza lub gazu, napędzanych jednym napędem. Każdy z palników zbudowany jest z kołnierza sprzęgającego, rury ochronnej, regulatora płomienia i systemu detekcji, świecy zapłonowej oraz służącego do rozruch palnika oszczędnościowego.

Każdy palnik wyposażony jest w:

- ręcznie sterowany zawór gazowy,
- filtr gazu.
- złączkę zapobiegającą drganiom,
- stabilizator ciśnienia,
- elektrozawór gazowy,
- elektrozawór bezpieczeństwa,
- elektrozawór palnika oszczędnościowego,
- manometr,
- urządzenie kontrolujące maksymalne ciśnienie gazu,
- urządzenie kontrolujące minimalne ciśnienie gazu.

Regulacja współczynnika nadmiaru powietrza realizowana jest poprzez:

- automatyczne zawory do regulacji ilości gazu,

- ręcznie sterowane zawory do regulacji ilości spalanego powietrza,
- przełączniki kontroli ciśnienia atmosferycznego z trójdrogowymi elektrozaworami.

Tabela 1. Dane techniczne palników

Tabela 1. Burners technical specification

Palniki	ilość	3
	moc minimalna	22 kW
	moc maksymalna	220 kW
	rodzaj	modulacyjny
	oznaczenie kołnierza PN	DN 50
	poziom hałasu	< 75 dba
	rodzaj	gaz ziemny
	wartość opałowa	34,44 MJ/m <sup>3</sup>
	ciężar właściwy	0,72 kg/ Nm <sup>3</sup>
	dostępne ciśnienie	300 mbar
Zasilanie	napięcie międzyfazowe	400 V
	częstotliwość	50 Hz

Ponadto z palnikami współpracują transformatory rozruchowe wraz z urządzeniami pomocniczymi oraz urządzenia do kontroli płomienia, zamontowane w szafie sterowniczej Gazy odlotowe powstałe w piecu są przesyłane do wymiennika wchodzącego w skład sekcji odzysku ciepła.

#### 4. Energetyczne zagospodarowanie biogazu

W biogazowni wchodzącej w skład kompleksu Oczyszczalni ścieków „Ły-  
na” wytwarza się 6100 m<sup>3</sup> biogazu na dobę, przy średnim przepływie 255 m<sup>3</sup>/h i maksymalnym przepływie 300 m<sup>3</sup>/h. Ciepło spalania biogazu wynosi 24,7 MJ/m<sup>3</sup>. Surowy gaz fermentacyjny wytworzony w ZKF zostaje poddany odsiarczeniu w odsiarczalni wyposażonej w trzy odsiarczalniki, wykorzystujące metodę suchą na złożu rudy darniowej. Proces ten obniża zawartość siarkowodoru do ilości przewidywanej normą, tj. 0,013% objętości. Inne własności gazu pozostają bez zmian. Oczyszczony gaz gromadzony jest w powłokowym zbiorniku gazu o objętości  $V = 1350 \text{ m}^3$ , skąd za pomocą dmuchaw przetłaczany jest pod ciśnieniem  $p = 25 \text{ kPa}$  do zakładowej sieci gazowej. Dmuchały umożliwiają przetłoczenie 350 Nm<sup>3</sup>/h gazu.

Z funkcjonowaniem oczyszczalni związane są pośrednio kotłownia biogazowa o mocy  $P = 2,16 \text{ MW}$  oraz zasilana biogazem siłownia elektryczna o mocy zainstalowanej generatorów  $P = 700 \text{ kW}$ . Wytworzony w ZKF biogaz jest zużywany do zasilania wyżej wymienionych obiektów, zaś ewentualny jego nadmiar jest spalany w pochodni gazowej, zlokalizowanej w pobliżu kotłowni. Wyposażona w trzy kotły gazowe o mocy 720 kW każdy, kotłownia służy do wytworzenia ciepłej wody procesowej wykorzystywanej między innymi do

podgrzewania osadu w ZKF-ach, ciepłej wody użytkowej oraz do zasilania instalacji centralnego ogrzewania w budynkach oczyszczalni. Kotłownia zużywa 303,5 m<sup>3</sup>/h gazu przy zapotrzebowaniu na moc do celów grzewczych  $P_{co}=664,4\text{kW}$  i technologicznych  $P_T = 1000,6\text{ kW}$  oraz stratach na sieci sięgających 15%.

Funkcję siłowni elektrycznej, pełnią trzy pracujące równolegle kogeneracyjne agregaty prądotwórcze, w tym 2 o mocy elektrycznej  $P = 225\text{ kW}$  oraz jeden o mocy elektrycznej  $P = 252\text{ kW}$ . Przy równoczesnej pracy wszystkich trzech agregatów z mocą znamionową, siłownia zużywa około 300 m<sup>3</sup>/h gazu. Przy osiągnięciu pełnej mocy elektrycznej, agregaty zapewniają około 1000 kW mocy cieplnej, która może zostać przekazana do zakładowej sieci ciepłowniczej i tym samym odciążać pracę kotłowni lub w przypadku braku zapotrzebowania na ciepło, zostać oddana do otoczenia, poprzez system chłodziń zlokalizowanych w pobliżu agregatów. Równoczesny odbiór energii cieplnej i elektrycznej zwiększa sprawność agregatów kogeneracyjnych, co obniża koszty eksploatacyjne oraz ma korzystny wpływ na środowisko naturalne.

Stężenie substancji szkodliwych w spalinach przy 5% zawartości tlenu wynosi poniżej 500 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> oraz CO poniżej 300 mg/Nm<sup>3</sup> [6].

## 5. Podsumowanie

Utylizacja osadów ściekowych na drodze pięciostopniowego przekształcania jest zgodna z najnowszymi trendami ekologicznymi oraz Dyrektywą unijną. Cały proces utylizacji osadu przeprowadzany jest w stosunkowo krótkim czasie, na terenie oczyszczalni, czyli tam gdzie odpad został wytworzony. Jest to zgodne z wymaganiami ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012r.

Zastosowana metoda pozwala na znaczne ograniczenie szkodliwego wpływu procesu oczyszczania ścieków na środowisko naturalne, ponieważ spełnia normy emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Oczyszczalnia jest niezależna logistycznie od zewnętrznych firm zajmujących się utylizacją odpadów.

Eksploatacja pięciostopniowej instalacji do utylizacji osadów wyeliminowała odory powstające podczas suszenia osadu na poletkach i w legunach. Poprawiło to w znaczącym stopniu komfort życia mieszkańców znajdującego się nieopodal osiedla mieszkalnego Redykajny. Wpłynęło też pozytywnie na walory rekreacyjne Lasu Miejskiego w Olsztynie, na którego terenie częściowo zlokalizowana jest oczyszczalnia.

W procesie utylizacji osadu wytwarzany jest biogaz, który w całości przeznaczony jest na cele energetyczne. Zasila on kogeneratory elektryczne oraz kotłownię. Wytwarzanie biogazu daje podwójne korzyści, redukuje masę osadu i prowadzi do jego sanityzacji oraz umożliwia pozyskanie darmowej energii pochodzącej ze źródła odnawialnego. Wytworzona z biogazu energia cieplna jest w całości wykorzystywana na terenie oczyszczalni, zaś energia elektryczna

może być sprzedawana do systemu elektroenergetycznego lub zużywana na potrzeby zasilania urządzeń oczyszczalni ścieków.

### Literatura

- [1] Anielak A. M., Chemiczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2000 r.
- [2] Wierzbicki K., Możliwości stosowania nowoczesnych systemów kanalizacyjnych na terenach wiejskich, Wydawnictwo IBMER, Warszawa 1997
- [3] Gawroński A., Suszenie i spalanie osadów ściekowych jako metoda ich utylizacji, na przykładzie olsztyńskiej Oczyszczalni Ścieków „Łyna”, UWM 2009
- [4] <http://www publikacje.hdwo.pl>
- [5] Dokumentacja techniczna Oczyszczalni Ścieków „Łyna” w Olsztynie, 2012
- [6] Instrukcja obsługi zespołu ko generacyjnego - Horus Energia, 2011

## SEWAGE SLUDGE AND ITS UTILIZATION IN WATER AND WASTE WATER IN OLSZTYN

### Summary

The article presents a solution of the current problem of sludge disposal in wastewater based on the example of Łyna treatment plant in Olsztyn, Poland. It describes the construction and operation of the sewage treatment plant. Wastewater treatment process has been presented since the adoption of the waste water in the grid building until the purified water is thrown into the river Łyna. In accordance with the Law on waste, which imposes sewage sludge processing, in the place of their creation, it was decided to apply 5-step sewage sludge disposal in the treatment plant. At first sediment is led to the closed septic tanks where fermentation takes place with the presence of saprophytic and methyl bacteria. This process is accompanied by the biogas emission, which is utilized for energetic purposes. Then, further fermentation in oxygen conditions and stabilisation process influencing deposits volume reduction. The next step is mechanical sludge dehydration to the dry weight content of around 20%. Sewage treatment plant Łyna in Olsztyn, following new ecological trends and implementing in advance future legislation requirements decided to build a modern thermal processing installation. Thus dehydrated sludge is directed to the installation of the thermal sediments transformation consisting of drying and incineration of sludge.

At the very beginning of this technological process sludge is subjected to thermal drying, after obtaining the relevant parameters it is palletised. The next stage of sludge disposal is its incineration. Energy analysis of the thermal sludge treatment was presented. The weight of the ash arising during the process of sludge incineration represents only 10% of the weight of the dehydrated sludge. Then, based on the example of the wastewater treatment plant Łyna we can conclude that full disposal of sludge in the sewage treatment plant is possible.

**Keywords:** disposal of sewage sludge, biogas, thermal processing of sludge

DOI:10.7862/rb.2014.80

*Przesłano do redakcji: 26.11.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 18.12.2014 r.*

