

## Oczyszczalnia ścieków „Czajka” – 5 lat eksploatacji

**Agnieszka Bisak, Jarosław Sudol**

MPWiK S.A. m. st. Warszawa

### 1. Wstęp

Trudno uwierzyć, że od momentu skierowania w dniu 27 czerwca 2012r. ścieków z lewobrzeżnej i centralnej części Warszawy do OŚ „Czajka” oraz spalenia pierwszej tony osadów w Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych minęło już pięć lat. Przez ten okres Zakład „Czajka” realizował postawione przed nim zadania w zakresie oczyszczania ścieków i zagospodarowania osadów ściekowych na wysokim poziomie. Zastosowane podczas przeprowadzonej w latach 2008-2012 inwestycji rozwiązania przyczyniły się do utrzymania odpowiednich parametrów ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika zgodnych z wymogami wymagania pozwolenia wodnoprawnego.

Miniony okres był również czasem wielu nowych doświadczeń i wyzwań dla pracowników eksploatacji Zakładu. Doświadczenia te przerodziły się w nowe koncepcje prowadzące do podjęcia kolejnych prac i wytyczenia nowych kierunków działań mających na celu usprawnienie funkcjonowania oczyszczalni ścieków. Od końca ubiegłego roku na terenie Zakładu realizowane są kolejne inwestycje, których celem jest zapewnienie niezawodności procesów oczyszczania ścieków i zagospodarowania osadów ściekowych.

### 2. Etapy rozbudowy i modernizacji Oczyszczalni Ścieków „Czajka”

Obecnie działająca Oczyszczalnia Ścieków ”Czajka” powstała na terenie zakładu oddanego do eksploatacji na początku lat 90 XX wieku. Patrząc na zmiany jakie zostały wprowadzone w ramach zrealizowanego w latach 2008-2012 projektu rozbudowy i modernizacji trudno mówić o pracach modernizacyjnych. Nowy Zakład działający w pełni od 2012r. w niczym nie przypominał zakładu funkcjonującego do roku 2008.

W przeprowadzanej w latach 2008-2012 inwestycji mającej na celu zahamować wprowadzanie do Wisły nieoczyszczonych ścieków z lewobrzeżnej części Warszawy, oczyścić ścieki zgodnie z wymogami dyrektywy UE oraz zagospodarować 100% komunalnych osadów ściekowych można wyróżnić trzy etapy:

Etap 1 Budowa układu przesyłowego ścieków z lewobrzeżnej części Warszawy do OŚ „Czajka” ,

Etap 2 Rozbudowa i modernizacja Zakładu Oczyszczania Ścieków w celu umożliwienia przyjęcia ścieków z lewobrzeżnej części Warszawy oraz oczyszczenia ich do parametrów zgodnych z pozwoleniem wodnoprawnym,

Etap 3 Budowa Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych mająca na celu zapewnienie zagospodarowania 100% produkcji osadów ściekowych powstających w procesie oczyszczania ścieków.

Efektem finalnym inwestycji jest oczyszczalnia ścieków „Czajka” oczyszczająca ponad 80% ścieków powstających w Warszawie w oparciu o wysokoefektywny proces usuwania związków biogenych oraz Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych umożliwiająca zagospodarowanie osadów ściekowych powstających w czterech zakładach oczyszczania ścieków Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie S.A.

### 3. Układ przesyłowy ścieków z lewobrzeżnej Warszawy do OŚ „Czajka”

Istotnym elementem przeprowadzonej w latach 2008-2012 inwestycji jest układ przesyłowy umożliwiający skierowanie ścieków z lewobrzeżnej części Warszawy do OŚ „Czajka” zlokalizowanej w dzielnicy Białołęka. Układ przesyłowy zrealizowano w trzech etapach:

Etap I Budowa grawitacyjnego kolektora ściekowego o średnicy 2,80 m i długości 5820 m na prawym brzegu Wisły. **Wartość kontraktu wyniosła 52 352 677,24 €.** Wykonawcą było konsorcjum Hydrobudowa 9 S.A. (lider konsorcjum), PRG Metro S.A. oraz KWG S.A.

Etap II Budowa kolektorów lewobrzeżnych DN 2000 – DN 2800 w technologii mikrotunelingu i otwartego wykopu o długości 1500m oraz komory: pomiarowej i sterującej. **Wartość kontraktu wyniosła 78 601 933,06 zł.** Wykonawcą było PRI POL-AQUA S.A.

Etap III Budowa syfonu pod dnem Wisły, który rozpoczyna się na terenie lewobrzeżnej Warszawy (Bielany) budynkiem krat i komorą wejściową. Przejście syfonu pod Wisłą wykonane jest dwoma rurociągami GRP o średnicy DN 1600 mm, prowadzonymi w obudowie tunelowej o średnicy wewnętrznej 4,5 m. Tunel ma długość 1295,32 m i kończy się komorą wyjściową na prawym brzegu. Drażnienie tunelu odbywało się w technologii TBM (Tunnel Boring Machine). Tunel przebiega pod dnem Wisły na głębokości: 8,0 ÷ 12,5 m poniżej dna rzeki. Wykonawcą było konsorcjum PRG Metro Sp. z o.o. (lider konsorcjum), Hydrobudowa Polska S.A., Hydrobudowa 9 S.A. oraz INFRA S.A. **Wartość kontraktu wyniosła 173 752 977,29 zł.**

Układ przesyłowy w syfonach pod Wisłą wykonany jest na następujące główne parametry technologiczne:

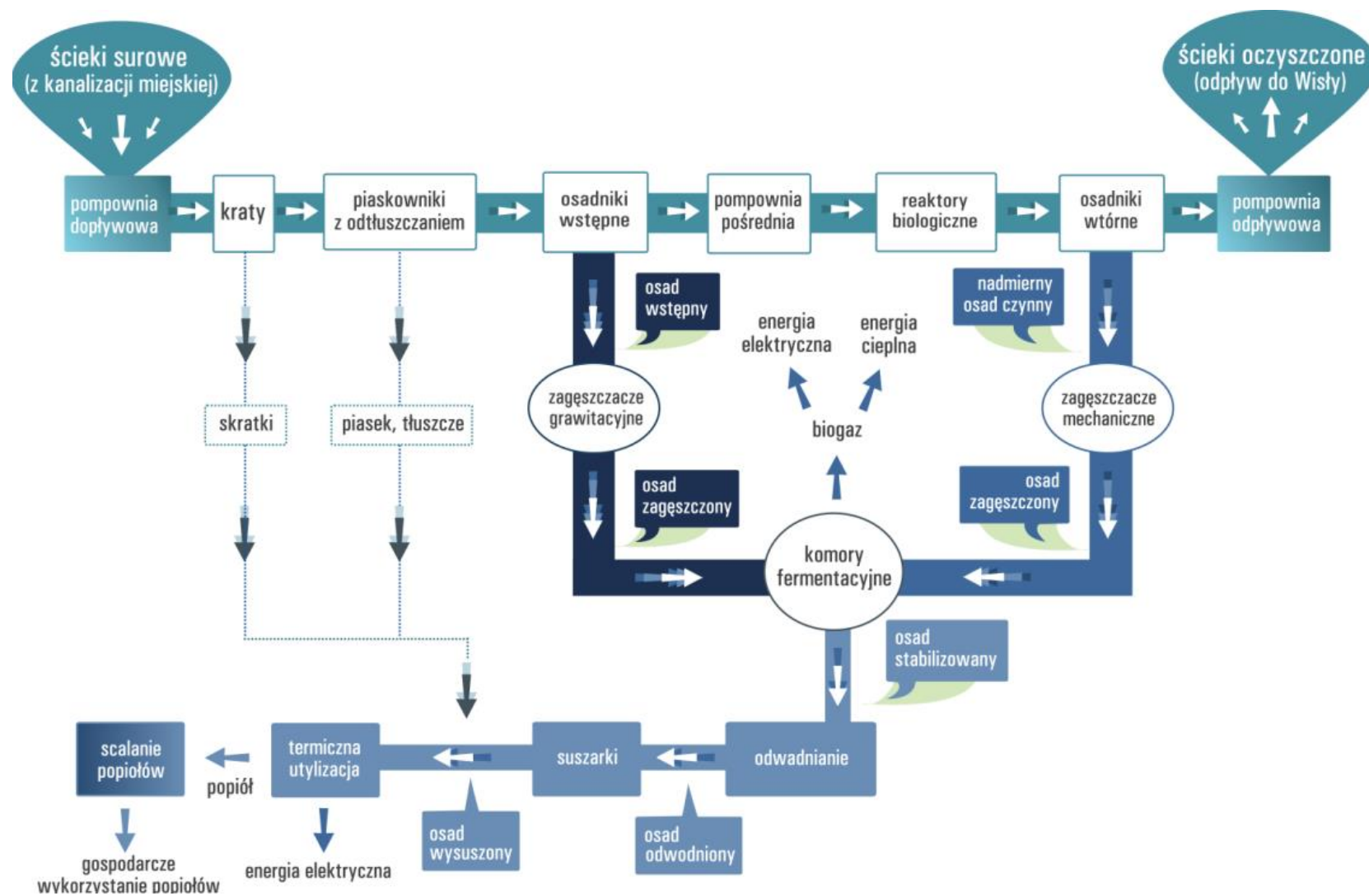
- przepływ minimalny w czasie pogody bezopadowej  $Q_{\min} = 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$
- przepływ średni dobowy pogody bezdeszczowej  $Q_{\text{śr.}} = 3,356 \text{ m}^3/\text{s}$
- przepływ maksymalny pogody bezdeszczowej  $Q_{\max} = 4,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

- obliczeniowy przepływ w syfonach podczas opadów po lewej i prawej stronie Wisły:  $Q_s \text{ obl.} = 8,50 \text{ m}^3/\text{s}$ ,
- maksymalny przepływ w syfonach (deszcz po lewej stronie, bez deszczu po prawej stronie Wisły)  $Q_s \text{ max-max} = 10,85 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

Jednym z kluczowych elementów układu przesyłowego ścieków jest również pompownia dopływowa zlokalizowana już na terenie oczyszczalni „Czajka”, tłocząca ścieki z lewobrzeżnej Warszawy. Ścieki dopływające do tej pompowni są wstępnie oczyszczane mechanicznie poprzez kraty rzadkie o prześwicie 50 mm. Skratki są automatycznie usuwane i przenoszone do kontenerów za pomocą przenośników ślimakowych. Zarówno kraty jak i przenośniki posiadają szczelne obudowy i są podłączone do systemu dezodoryzacji. Z komory czerpnej ścieki są przepompowywane przez zespół dziesięciu pomp wirowych, (8 pracujących + 2 rezerwowe o wydajności 5 000 m<sup>3</sup>/h każda) dwoma rurociągami ciśnieniowymi DN 2000 do zbiorczej komory dopływowej oczyszczalni.

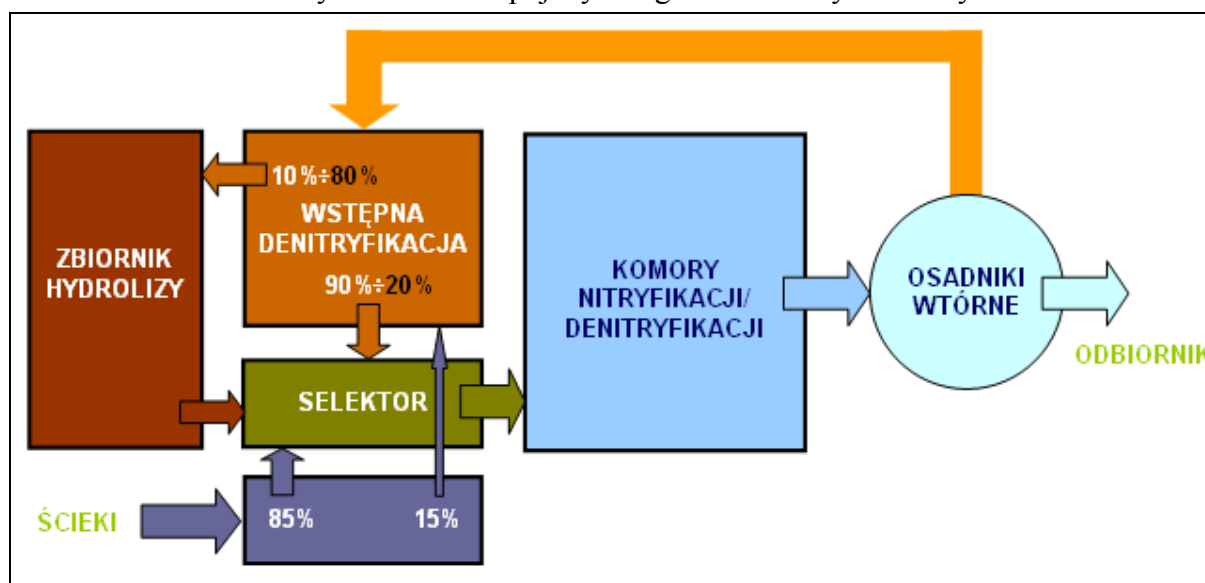
#### **4. Proces technologiczny oczyszczania ścieków i przeróbki osadów**

Efektem finalnym zakończenia inwestycji jest funkcjonująca w oparciu o wysokoefektywny proces usuwania związków biogenych ze ścieków zmodernizowana Oczyszczalnia „Czajka”, do której dopływa ponad 80% ścieków powstających w Warszawie. Bilansowanie mas osadów w ciągu technologicznym komunalnej oczyszczalni ścieków wydaje się rzeczą oczywistą, która nie powinna stwarzać większych problemów technologom i operatorom. Tym bardziej, że można zweryfikować go bilansem energetycznym lub masowym poszczególnych pierwiastków, np. fosforu.



Rys. 1 Schemat procesu technologicznego Oczyszczalni Ścieków Czajka

W pierwszym stopniu przyływające ścieki poddawane są procesom mechanicznego oczyszczania. Ścieki z lewobrzeżnej części Warszawy poprzez pompownię dopływają tłoczone są do komory zbiorczej, skąd wraz ze ściekami z prawobrzeżnej części Warszawy oraz z okolicznych gmin (m.in. Legionowa, Zielonki, Marek) kierowane są na 9 krat taśmowo-hakowych o prześwicie 6mm. Odseparowane na kratkach odpady transportowane są do urządzeń płuczających i odwadniających, skąd trafiają do hermetycznie zamkniętych kontenerów podłączonych do instalacji dezodoryzacji. Dalej ścieki zostają skierowane na 4 dwukomorowe piaskowniki o długości 50m i głębokości czynnej 3,9 m każdy. Po oddzieleniu frakcji mineralnej ścieki przepływają do 6 radialnych osadników wstępnych wyposażonych w denne zgarniacze osadu i powierzchniowe zgarniacze substancji flotujących. Odseparowany w osadnikach wstępnych osad trafia do 6 zagęszczaczy grawitacyjnych wyposażonych w wolnoobrotowe mieszadła prętowe oraz przelewy do odprowadzania wód nadosadowych. Wszystkie obiekty części mechanicznej oczyszczalni ścieków są obiektami zamkniętymi i podłączonymi do systemu dezodoryzacji. Zastosowanie takiego rozwiązania ogranicza uciążliwość zapachową, jaka towarzyszy procesom pierwszego etapu oczyszczania ścieków. Po procesach mechanicznego oczyszczania ścieki dopływają do pompowni pośredniej skąd kierowane są na 10 ciągów technologicznych. Każdy ciąg składa się z reaktora z osadem czynnym typu BIODENIPHO połączonego z dwoma osadnikami wtórnymi. Kubatura pojedynczego reaktora wynosi 37 tys. m<sup>3</sup>.



Rys. 2 Schemat ciągu technologicznego oczyszczania biologicznego (A. Cyganecka)

Ścieki skierowane do bioreaktora dopływają do komory przelewowej, w której następuje ich rozdział. 85% ścieków trafia do selektora, a pozostałe 15% do tzw. komory wstępnej denitryfikacji. W komorze tej strumień ścieków surowych mieszany jest ze strumieniem osadu recykulowanego. Zastosowanie takiego rozwiązania umożliwia usunięcie azotanów zawracanych wraz z recyrkulatem na początek reaktora przy wykorzystaniu jako źródła węgla substancji organicznych dopływających w ściekach surowych. Z komory wstępnej

denitryfikacji część mieszaniny osadu czynnego i ścieków kierowana jest do komory hydrolizy o wydłużonym czasie zatrzymania, w której zachodzą procesy sprzyjające rozwojowi w osadzie czynnym bakterii zdolnych do prowadzenia biologicznej defosfatacji. Strumienie ścieków wraz z osadem czynnym z komory hydrolizy i z komory wstępnej denitryfikacji mieszają się następnie w selektorze z głównym strumieniem ścieków oczyszczonych mechanicznie. Stamtąd trafiają do jednej z dwóch komór napowietrzania. W komorach tych w wyniku naprzemienności faz tlenowej i anoksydacyjnej następuje usuwanie azotu i fosforu ze ścieków. Przebieg procesu biologicznego oczyszczania ścieków sterowany jest przez system STAR2 oparty na pomiarach uzyskanych z urządzeń będących podstawowym wyposażeniem bioreaktora. Poza urządzeniami pomiarowymi w pojedynczym bioreaktorze zamontowanych jest 17 mieszadeł oraz system napowietrzania współpracujący ze stacją dmuchaw, składający się z orurowania i rusztów napowietrzających z dyfuzorami membranowymi. Wspomnieć należy także o instalacjach dozowania reagentów chemicznych – siarczaniu żelazowego do strącania fosforu, chlorku poliglinu stosowanego do zwalczania bakterii nitkowatych i metanolu (lub innej substancji) jako zewnętrznego źródła węgla.

Mieszanina ścieków wraz z osadem czynnym odpływająca z pojedynczego bioreaktora przepływa poprzez komorę rozdziału do dwóch radialnych osadników wtórnych. Z osadników wtórnych ścieki oczyszczone odprowadzane są do kanału odpływowego. W czasie niskich stanów wody  $\leq 77,92$  m n.p.m w odniesieniu do „0” Wisły, oczyszczone ścieki płyną otwartym kanałem ścieków oczyszczonych, a następnie grawitacyjnie poprzez komorę przepływomierzy i komorę odpływową przepływają podziemnymi kanałami zrzutowymi do Wisły. W komorze przepływomierzy mierzona jest ilość odprowadzanych do odbiornika ścieków. W przypadku podwyższonego stanu wody w Wiśle i zwiększonego przepływu ścieków uruchamiana zostaje pompownia, sąsiadująca ścianą z kanałem ścieków oczyszczonych.

Zgarniany osad czynny kierowany jest do pompowni osadu recyrkulowanego, skąd zawracany jest do reaktora biologicznego. Przez tę samą pompownię, osobnymi pompami realizowany jest odbiór osadu nadmiernego. Jedna pompownia obsługuje dwa reaktory biologiczne. Odebrany osad nadmierny przepompowywany jest do zbiornika wyrównawczego, skąd za pomocą pomp kierowany jest na 6 wirówek zagęszczających zlokalizowanych w budynku obróbki osadu. Proces zagęszczania osadu wspomagany jest polielektrolitem. Zagęszczony osad nadmierny przepompowywany jest do zbiornika pośredniego osadów zmieszanych, gdzie trafiają również zagęszczone grawitacyjnie osady wstępne. Po zmieszaniu osady tłoczone są pompami śrubowymi do zespołu Wydzielonych Komór Fermentacji. Obecnie eksploatowane są 4 „stare” komory o objętości  $7200 \text{ m}^3$  każda oraz 4 nowe o kubaturze po  $10\,000 \text{ m}^3$  osadu. Eksploatacja „starych” Wydzielonych Komór Fermentacji jest etapem przejściowym. Na ich miejscu, zakłada się, budowę 3 nowych komory stabilizacji o kubaturze  $10\,000 \text{ m}^3$  każda. W celu zapewnienia odpowiedniej temperatury dla przebiegu procesu fermentacji mezofilowej zawartość WKF jest podgrzewana przy zastosowaniu wymienników ciepła w przypadku nowych komór

stabilizacji lub wtrysku pary podgrzanej w przypadku komór „starych”. Po zakończeniu procesu fermentacji metanowej osad odpływa grawitacyjnie do zbiorników osadu ustabilizowanego, skąd podawany jest na 5 wirówek odwadniających. Proces odwadniania wspomagany jest chemicznie poprzez dawkowanie polielektrolitu. Odwodniony osad o zawartości suchej masy na poziomie 25% transportowany jest do dwóch zamkniętych, izolowanych termicznie zbiorników magazynowych. Zgromadzony w zbiornikach osad przepompowywany jest do Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOS). W okresie prowadzenia prac konserwacyjnych instalacji do termicznego unieszkodliwiania osadów, osad ze zbiorników jest rozładowany na ciężarówki i wywieziony do hermetycznie zamkniętych, podłączonych pod dezodoryzację boksów osadowych lub bezpośrednio przekazywany, w ramach zawartych umów, uprawnionym odbiorcom posiadającym decyzje na prowadzenie procesu przetwarzania osadów poprzez odzysk.

Obiekty gospodarki osadowej, podobnie jak obiekty mechanicznej części oczyszczania ścieków, podłączone są do systemu dezodoryzacji. Zanieczyszczone powietrze odciągane jest za pomocą wentylatorów i transportowane do instalacji dezodoryzacji chemicznej, złożonej z dwóch skrubarów ustawionych szeregowo. Gazy wonne zawarte w powietrzu są oczyszczane w środowisku kwaśnym a następnie ulegają utlenianiu w środowisku zasadowym. Po oczyszczeniu powietrze przesyłane jest do atmosfery.

Cennym produktem prowadzonej na oczyszczalni gospodarki osadowej jest powstający w procesie fermentacji osadów ściekowych biogaz o zawartości około 65% metanu. Odbierany z Wydzielonych Komór Fermentacji gaz jest poddawany procesowi katalitycznego odsiarczania, a następnie wykorzystywany w kogeneratorach do skojarzonej produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Ponadto biogaz może być używany jako paliwo wspomagające proces termicznej utylizacji osadów ściekowych. Obok agregatów prądotwórczych drugim źródłem energii elektrycznej i cieplnej jest Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych.

Ilość wytworzonej w agregatach prądotwórczych i turbinie parowej energii elektrycznej pozwala na pokrycie w ponad 50% zapotrzebowania Zakładu.

Całkowita wartość kontraktu na rozbudowę i modernizację oczyszczalni wyniosła 200 000 000 € + 1 151 193 155 zł. Wykonawcą było konsorcjum firm Warbud S.A. (lider konsorcjum), WTE Wassertechnik GmbH, Krüger A/S, Veolia Water Systems Sp. z o.o. oraz OTV S.A.

## **5. Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych**

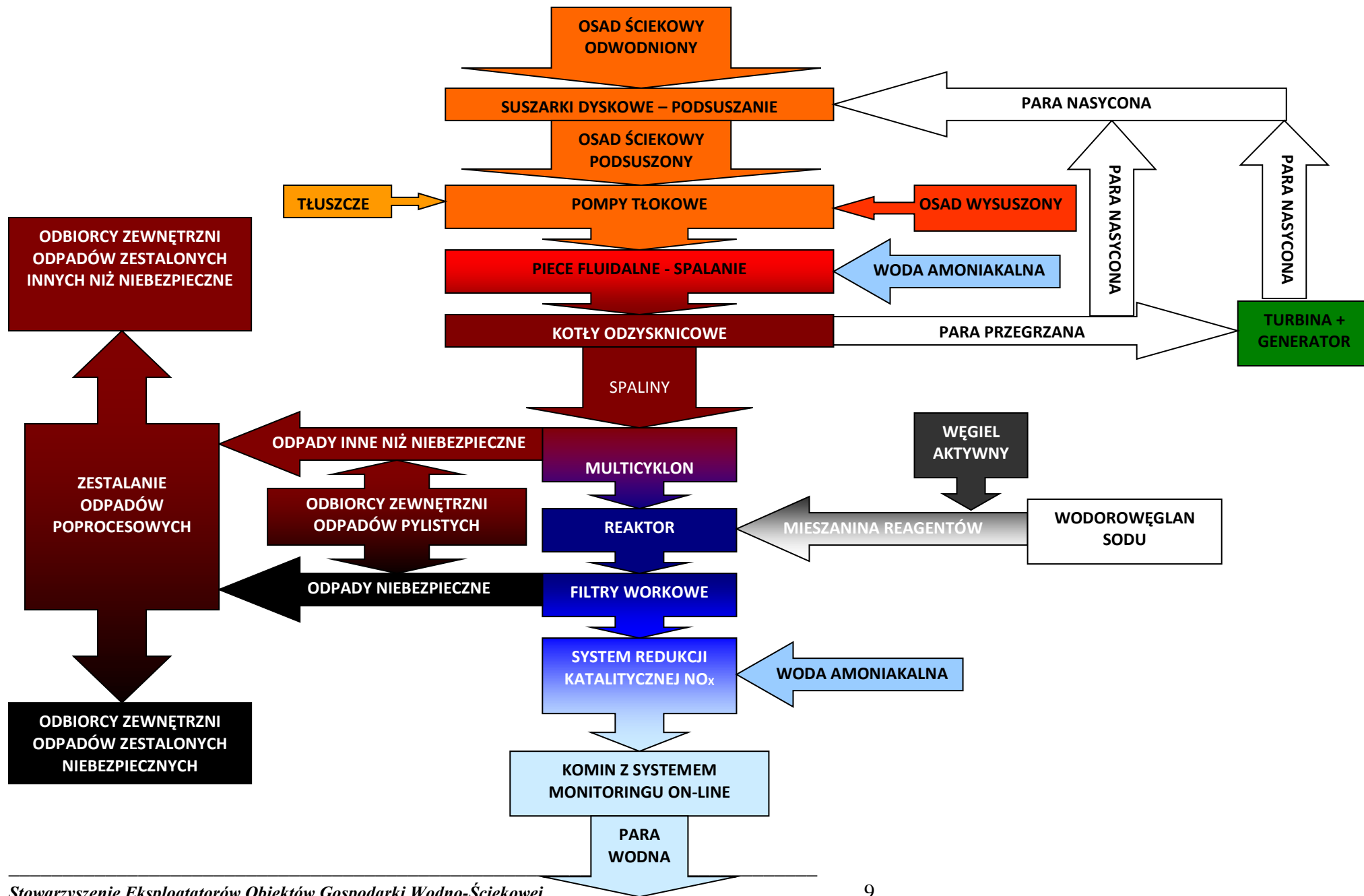
Jednym z kluczowych elementów przeprowadzonej w latach 2008-2012 inwestycji jest funkcjonująca od marca 2012r. Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych. Zgodnie z projektem oraz pierwotnym pozwoleniem zintegrowanym do ubiegłego roku w instalacji unieszkodliwiane były jedynie osady ściekowe oraz skratki powstające w Zakładzie „Czajka” a także osady wysuszone dowożone z Zakładu „Południe”. W roku 2016 Miejskie

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji wystąpiło o zmianę pierwotnego pozwolenia zintegrowanego. Wprowadzona zmiana umożliwi obecnie przyjęcie do STUOŚ odwodnionych osadów ściekowych oraz skratek pochodzących z czterech oczyszczalni ścieków należących do MPWiK w m.st. Warszawa S.A. a także skratek powstających w wyniku eksploatacji systemu sieci kanalizacyjnej.

Proces termicznego unieszkodliwiania odpadów przebiega zgodnie z przedstawionym poniżej schematem technologicznym.

*Rys.3. Schemat technologiczny Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych źródło MPWiK.*





Odwodniony osad ściekowy powstające w Zakładzie „Czajka” kierowany jest do dwóch pośrednich zbiorników magazynowych o pojemności 530 m<sup>3</sup> każdy. Do zbiorników poprzez punkt przyjęcie osadów ob. 68.01 kierowane są również osady przywożone z pozostałych oczyszczalni ścieków eksploatowanych przez Spółkę. Następnie, zmieszane osady ściekowe pompowane są do suszarek pośrednich w których czynnikiem grzewczym jest para, gdzie następuje ich podsuszenie do zawartości suchej masy 32-33%. Opary powstające w trakcie suszenia osadu wykorzystywane są do uzyskania energii cieplnej służącej do ogrzewania obiektów. Podsuszony w suszarkach osad podawany jest do złoża piaskowego pieca fluidalnego. W przypadku wyłączenia lub awarii suszarek można wykorzystywać obejście pozwalające na podanie osadów odwodnionych bezpośrednio do leja zasypowego pomp tłokowych podających odpady do pieca. Ponadto do pieca kierowane są również za pomocą przenośników skratki.

Proces termicznego unieszkodliwiania odpadów prowadzony jest na dwóch niezależnych liniach. W skład każdej linii wchodzi:

- **piec fluidalny** – do dolnej tzw. komory podmuchowej wprowadzane jest podgrzane w rekuperatorze (wymienik powietrze-spaliny) do temperatury 570-650 °C powietrze. Następnie przechodzi ono przez dno dyszowe, które rozprowadza je równomiernie w całym przekroju pieca. Nad dnem dyszowym ułożone jest złożo piaskowe (w jednym piecu znajduje się około 26 ton piasku), do którego pompami tłokowymi, w 8 punktach zlokalizowanych na obwodzie każdego z pieców, wprowadzane są odpady. Utrzymywany w ciągłym ruchu piasek rozdrabnia odpady, dzięki czemu zwiększa się powierzchnia przekazania energii powodując dokładne ich spalenie w stosunkowo niskiej temperaturze. Części niedopalone wraz z gazami spalinowymi są dopalane w górnej części pieca (komora dopalania), w temperaturze powyżej 850 °C, przez co najmniej dwie sekundy (wymóg prawny). Gazy spalinowe wraz z zanieczyszczeniami mineralnymi powstającymi w procesie spalania odpadów są odprowadzane do systemu odzysku energii. W celu utrzymania wymaganych prawem parametrów prowadzenia procesu, możliwe jest doprowadzenie do procesu spalania dodatkowego paliwa pomocniczego (gazu ziemnego lub biogazu).
- **Instalacja odzysku energii** – z pieca spaliny kierowane są do rekuperatora, gdzie następuje ich częściowe schłodzenie. Następnie spaliny wprowadzane są do kotła, gdzie produkowana jest para o parametrach 400 °C, ciśnienie 48 bar, wykorzystywana do napędzania turbiny. Warszawski STUOŚ to pierwsza w Polsce instalacja, gdzie została zainstalowana turbina parowa, która z energii cieplnej powstającej w procesie spalania odpadów produkuje energię elektryczną którą można zaliczyć do tzw. zielonej energii. Maksymalna produkcja energii elektrycznej wynosi około 1,6 MW. Schłodzone w kotle spaliny do 200 °C kierowane są do systemu oczyszczania spalin.

- **Instalacja oczyszczania spalin** składa się z trzech etapów. Pierwszy z nich polega na usunięciu z gazów spalinowych zanieczyszczeń stałych z wykorzystaniem multicyklonu. W drugim etapie do gazów spalinowych dodawany jest węgiel aktywny i wodorowęglan sodu, które usuwają między innymi rtęć oraz zanieczyszczenia kwaśne. Zanieczyszczenia stałe, które nie zostały usunięte w pierwszym etapie oczyszczania spalin, wraz z pozostałościami poreakcyjnymi powstałymi w wyniku dodawania reagentów, są usuwane na filtrach workowych. Ostatnim etapem procesu oczyszczania spalin jest katalizator SCR – system oczyszczania oparty na technologii selektywnej redukcji katalitycznej do usuwania tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) wraz z systemem dozowania wody amoniakalnej oraz układem podgrzewającym spaliny do temperatury ok. 255 °C przed wprowadzeniem ich do katalizatora w celu utrzymania optymalnej temperatury procesu oczyszczania. Oczyszczone gazy spalinowe są poprzez komin wprowadzane do atmosfery. Jakość spalin jest stale monitorowana on-line. Dzięki zaawansowanemu i skomplikowanemu systemowi oczyszczania spalin, STUOŚ z powodzeniem spełnia bardziej restrykcyjne standardy emisyjne aniżeli przewidziane prawem.

Odpady pyliste po procesie termicznego unieszkodliwiania poddawane są zestaleniemu polegającym na mieszaniu ich z cementem oraz chemicznymi reagentami. Następnie są granulowane i składowane w specjalnych wiatach przez okres 5 dni. Po tym okresie przekazywane są wyspecjalizowanym firmom do dalszego wykorzystania lub unieszkodliwienia.

Całkowita wartość kontraktu na budowę Stacji Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych wyniosła 102 766 753,09 €. Wykonawcą było konsorcjum Veolia Water Systems Sp. z o.o. (lider konsorcjum), Krüger DS., Haarslev DS., Warbud S.A. oraz OTV S.A.

## 6. Najważniejsze z osiągniętych efektów przeprowadzonej inwestycji

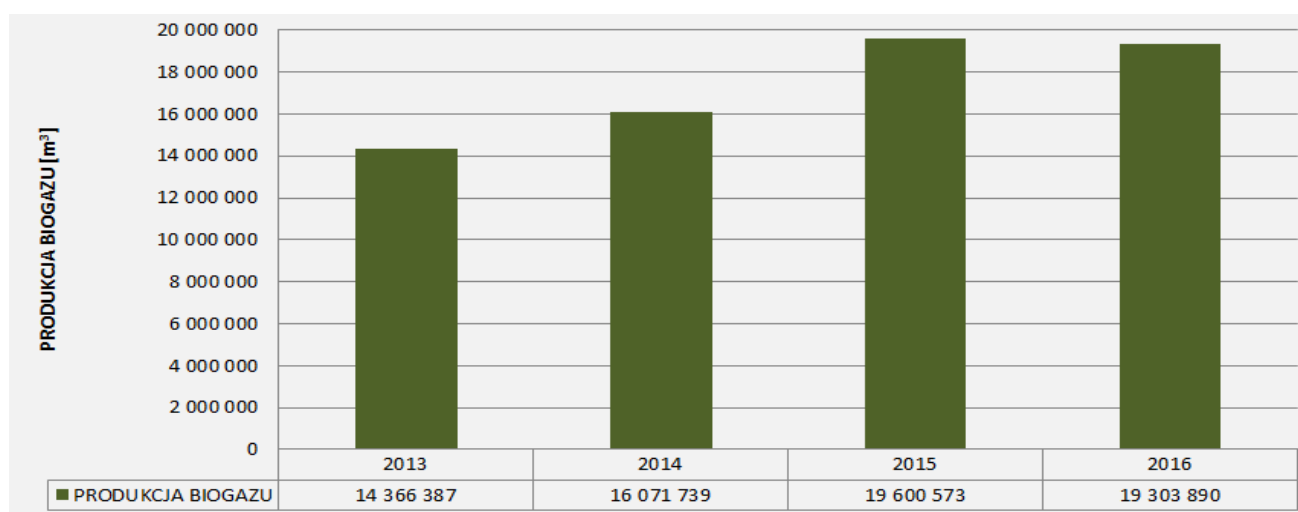
Zaawansowana inwestycja, której głównym celem było zapewnienie oczyszczania ścieków z terenu Warszawy oraz uzyskanie odpowiedniej jakości ścieków odprowadzanych do Wisły przyniosła oczekiwany efekt. Zmodernizowana Oczyszczalnia „Czajka” stała się kluczowym elementem gospodarki ściekowej stolicy oraz pozwoliła dołączyć jej do grona stolic europejskich, które w pełni oczyszczają ścieki z obszaru całej aglomeracji. Zwiększenie średniej przepustowości ze 180 000 m<sup>3</sup> do ponad 435 000 m<sup>3</sup> umożliwiło przyjęcie ścieków z centralnej i północnej części lewobrzeżnej Warszawy, które jeszcze do czerwca 2012 roku były odprowadzane bezpośrednio do rzeki Wisły bez poddania ich procesowi oczyszczania. Od momentu uruchomienia pierwszych ciągów technologicznych osiągnięto oczekiwany rezultat. Zastosowanie wysokoefektywnej technologii BioDenipho pozwoliło na znaczną

redukcję stężeń związków biogenych w ściekach odprowadzanych do Wisły. Obecnie ścieki są oczyszczone w stopniu zgodnym z wymogami prawa polskiego i dyrektyw UE.

Tabela 1. Ilość i jakość ścieków odprowadzanych do odbiornika z oczyszczalni ścieków „Czajka” w latach 2013-2016

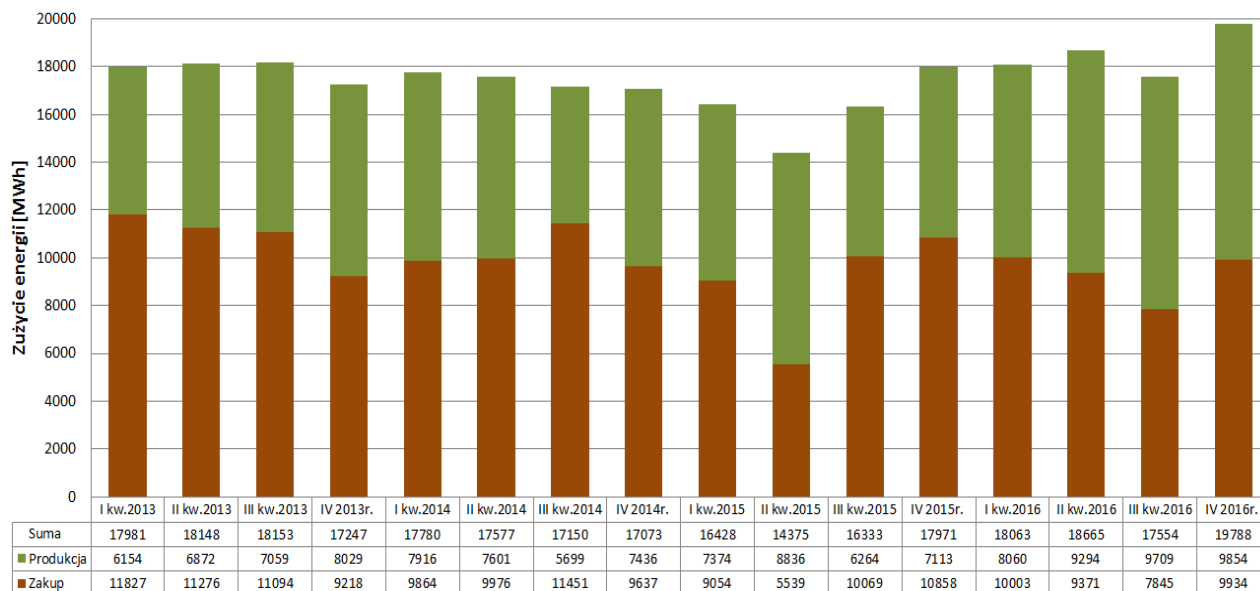
Parametry/Rok		2013	2014	2015	2016	War tości PWP
Ilość ścieków oczyszczonych [m3/rok]		153 697 349	142 732 186	132 961 093	144 272 034	-
Przepływ średniodobowy [m3/d]		421 089	391 047	364 277	394 186	435 300
Wartości podstawowych wskaźników [mg/dm3]	BZT	4,5	4,4	4,2	4,8	15
	ChZT	30,5	33,2	33	33,7	125
	Zaw. og	11,5	7,9	8,24	9,41	35
	Azot og.	8,5	8,21	7,73	8,08	10
	Fosfo r og.	0,53	0,39	0,42	0,35	1

Inną istotną korzyścią z tytułu funkcjonowania Oczyszczalni Ścieków „Czajka” jest wzrost produkcji biogazu w procesie fermentacji, spowodowany zwiększeniem ilości powstających osadów zmieszanych oraz uruchomieniem stopniowo od września 2011 roku kolejnych komór stabilizacji.



Rys. 4 Produkcja biogazu w latach 2013-2016

Wyprodukowany biogaz służy w całości do wytwarzania energii cieplnej na potrzeby obiektów technologicznych, biurowo – administracyjnych i laboratoryjnych oraz energii elektrycznej. Obecnie wytwarzana energia elektryczna pozwala na pokrycie w ponad 50% zapotrzebowania energetycznego Zakładu.



Rys. 5 Ilość energii zakupionej i wyprodukowanej w latach 2013-2016

Zmiana technologii oczyszczania oraz zwiększenie ilości oczyszczanych ścieków spowodowały zauważalny wzrost produkcji osadów ściekowych do ostatecznego zagospodarowania. Obecnie w ciągu doby zostaje wyprodukowane prawie 380 Mg odwodnionego osadu ściekowego. Oddana do Eksploatacji w roku 2012 Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych pozwala na zagospodarowanie powstających osadów ściekowych. Dodatkowo uzyskane dla STUOŚ w roku 2016 zmienione pozwolenie zintegrowane umożliwia również termiczne unieszkodliwianie osadów ściekowych i skratek powstających w pozostałych oczyszczalniach ścieków eksploatowanych przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m. st. Warszawa S.A.

Tabela 2. Zestawienie ilości odpadów unieszkodliwionych termicznie w STUOŚ w latach 2012-2016

Rok	Kod odpadu	Ilość odpadów unieszkodliwionych w STUOŚ [Mg]			Suma
		Zakład "Czajka"	Zakład "Południe"	Zakład Pruszków	
2012	19 08 01	97,84	-	-	97,84
	19 08 05	59 730,00	63,54*	--	59 793,54
2013	19 08 01	211,94	-	-	211,94
	19 08 05	99 219,00	-	-	99 219,00
2014	19 08 01	0,00	-	-	0,00
	19 08 05	111 293,00	-	-	111 293,00
2015	19 08 01	28,16	-	-	28,16
	19 08 05	55 748,00	-	-	55 748,00
2016	19 08 01	1 127,20	78,12	59,76	1 265,08
	19 08 05	115 365,30	7 419,84	5 795,85	128 580,99

\* osad wysuszony

Modernizacja Oczyszczalni pozwoliła również na ograniczenie uciążliwości odorowej obiektu. System dezodoryzacji w ciągu ubiegłego roku oczyścił prawie 1 300 000 000 m<sup>3</sup> powietrza odcieranego z obiektów części mechanicznej i gospodarki osadowej. Przeprowadzone badania wykazały, że stężenia NH<sub>3</sub> i H<sub>2</sub>S są na tyle niskie, że nie powodują przekroczenia poziomu odniesienia D1 (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu) poza granicami oczyszczalni.

Wśród korzyści osiągniętych dzięki przeprowadzonej inwestycji nie można zapominać o istotnym aspekcie ekologicznym jakim jest dotrzymanie standardów emisyjnych. Stężenia zanieczyszczeń wprowadzanych do atmosfery są na poziomie niższym niż wymagają tego przepisy prawne.

Tabela 3 Porównanie emisji gazów odlotowych do standardów średnich dobowych dla STUOŚ 2016 r.

Badany wskaźnik	Jednostka	Porównanie emisje gazów odlotowych do standardów średnich dobowych dla STUOŚ 2016 r.				
		Linia oczyszczania spalin nr 1	Linia oczyszczania spalin nr 2	Standardy emisyjne średnie dobowe mg/m <sup>3</sup>	% Wartości dopuszczalnej linia nr 1	% Wartości dopuszczalnej linia nr 2
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	26	28	50	52	56
NO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup>	51	55	200	26	28
Pył	mg/m <sup>3</sup>	0,3	0,2	10	3	2
CO	mg/m <sup>3</sup>	0,5	0,0	50	1	0
HCl	mg/m <sup>3</sup>	0,2	0,2	10	2	2
HF	mg/m <sup>3</sup>	0,5	0,5	1	46	47
TOC	mg/m <sup>3</sup>	2,7	3,0	10	27	30

Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów Dz.U.2014.1546 z dnia 2014.11.07.

Efekt ten osiągnięto dzięki zastosowaniu wielostopniowej instalacji oczyszczania spalin, w którą została wyposażona Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych.

## 7. Planowane inwestycje

Pięcioletni okres eksploatacji oczyszczalni ścieków „Czajka” pozwolił na określenie kierunku prac niezbędnych do przeprowadzenia w najbliższym okresie w celu optymalizacji pracy obiektów oczyszczania ścieków i przeróbki osadów. Do najważniejszych inwestycji zaplanowanych do realizacji w najbliższym czasie należy:

- 1) **Budowa dodatkowego (trzeciego) zbiornika magazynowego na osad odwodniony.** Wykonanie tej inwestycji zwiększy o 50% wielkość buforu osadu odwodnionego oraz zapewni dodatkową (rezerwową) pompę tłokową. Nastąpi zwiększenie bezpieczeństwa pracy instalacji STUOŚ, oraz wydłużenie czasu na reakcję w sytuacjach awaryjnych. Planowany termin zakończenia inwestycji – IV kw. 2017 r.
- 2) **Budowa zbiornika retencyjnego o pojemności 78 000 m<sup>3</sup> mająca za zadanie zmniejszyć nierównomierności w obciążeniu układu technologicznego oczyszczalni ścieków „Czajka” oraz ograniczenie częstotliwości pracy przelewów burzowych na sieci kanalizacyjnej.**

W zlewni OŚ „Czajka” dominuje ogólnospławna sieć kanalizacyjna. Podczas intensywnych opadów deszczu obserwowane są przeciążenia wynikające

z przekroczeń przepustowości poszczególnych kanałów, układu przesyłowego czy nawet samej oczyszczalni. Skutkiem takich przekroczeń jest konieczność zrzutu ścieków nieoczyszczonych do Wisły, jak również występowanie lokalnych podtopień. Dla ograniczenia powyżej opisanych zjawisk niezbędne jest zapewnienie możliwości retencjonowania ścieków. Na podstawie przeprowadzonych analiz określono, że powinien zostać wybudowany zespół zbiorników retencyjnych o pojemności 78 000 m<sup>3</sup> na terenie oczyszczalni. W grudniu 2016r. została podpisana umowa z Wykonawcą, firmą IDS-BUD S.A. Planowany termin zakończenia inwestycji to IV kw. 2019 roku.

- 3) **Modernizacja gospodarki osadowej i biogazowej** - w ramach tego zadania planuje się wyburzyć 6 starych i wybudować trzy nowe Wydzielone Komory Fermentacyjne o pojemności 10 000 m<sup>3</sup> każda. Dodatkowo zakłada się realizację elementów umożliwiających optymalizację pracy obecnie eksploatowanej linii przeróbki osadów i gospodarki biogazu m.in. wysokoefektywną instalację do usuwania siloksanów z biogazu, dodatkową linię odsiarczania biogazu, wprowadzenie procesu annamox w celu podczyszczania odcieków z odwadniania itp.