

Oczyszczalnia ścieków w Przemysłu

Marian Winczura

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Przemysłu

Wstęp.

Oczyszczalnia ścieków jest jednym z działów Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Przemysłu. Położona jest w północno-wschodniej części miasta w widłach rzeki Wiar i San. Oczyszczalnia została zaprojektowana w końcowych latach 60-tych ubiegłego wieku do oczyszczania ścieków komunalnych z miasta i przemysłowych z produkcji płyt pilśniowych. Oczyszczalnia została wybudowana jako mechaniczno-biologiczna z osadem czynnym o przepustowości 26500 m³/d dla części mechanicznej i 34700 m³/d dla części biologicznej i obciążeniu ładunkiem zanieczyszczeń wg BZT₅ w wysokości 24000 kg/d gdzie ładunek ścieków przemysłowych stanowił 50%. Prace budowlane prowadzone były w latach 1971 – 1980. Uruchomienie części mechanicznej nastąpiło w lutym 1979r., części biologicznej w czerwcu 1980r. Ścieki przemysłowe zostały podłączone w 1981r.

Ciąg technologiczny obejmował następujące obiekty i urządzenia (rys. 1): komora dopływowa z zasuwą p/powodziową, przepompownia ścieków z komorą krat, piaskownik napowietrzany z odstojnikiem piasku, osadniki wstępne (10 szt.), przelew burzowy, komory napowietrzania z osadem czynnym (3 szt.), osadniki wtórne (4 szt.), wylot ścieków do rzeki Wiar, przepompownia osadu recykulowanego i nadmiernego.

Osady powstające w procesie oczyszczania ścieków były przepompowywane do 8 otwartych zbiorników ziemnych (pól lagunowych) zlokalizowanych poza terenem oczyszczalni na terenie gminy Medyka w bezpośrednim sąsiedztwie granicy państwa.

Oczyszczalnia była swego rodzaju prototypem wspólnego oczyszczania ścieków miejskich i przemysłowych z produkcji płyt pilśniowych. Projektant nie zdecydował się na zaprojektowanie komór fermentacyjnych do przeróbki osadów, ponieważ brak było pewności czy wytworzone osady będą podlegać procesowi fermentacji beztlenowej.

Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków.

Przyczyny rozbudowy i modernizacji oczyszczalni

1. Istniejąca technologia pracy oczyszczalni nie gwarantowała uzyskania wymaganych parametrów jakościowych odprowadzanych ścieków zgodnych ze zmieniającym się prawem.
2. Zużycie techniczne eksploatowanych urządzeń i obiektów technologicznych.
3. Brak instalacji przetwarzania powstających osadów ściekowych.
4. Energochłonność urządzeń i brak automatycznego sterowania pracą urządzeń.

5. Wypełnione prawie w 100% zbiorniki lagunowe fermentującym osadem były uciążliwe dla otoczenia (nieprzyjemne odory).

6. Odprowadzanie ścieków oczyszczonych do niewielkiej rzeki ($SNQ = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$) wpływało negatywnie na jakość płynącej w niej wody.

7. Brak pełnej niezawodności i elastyczności pracy oczyszczalni w przypadku awarii obiektów technologicznych.

Przygotowanie dokumentacji projektowej i finansowej.

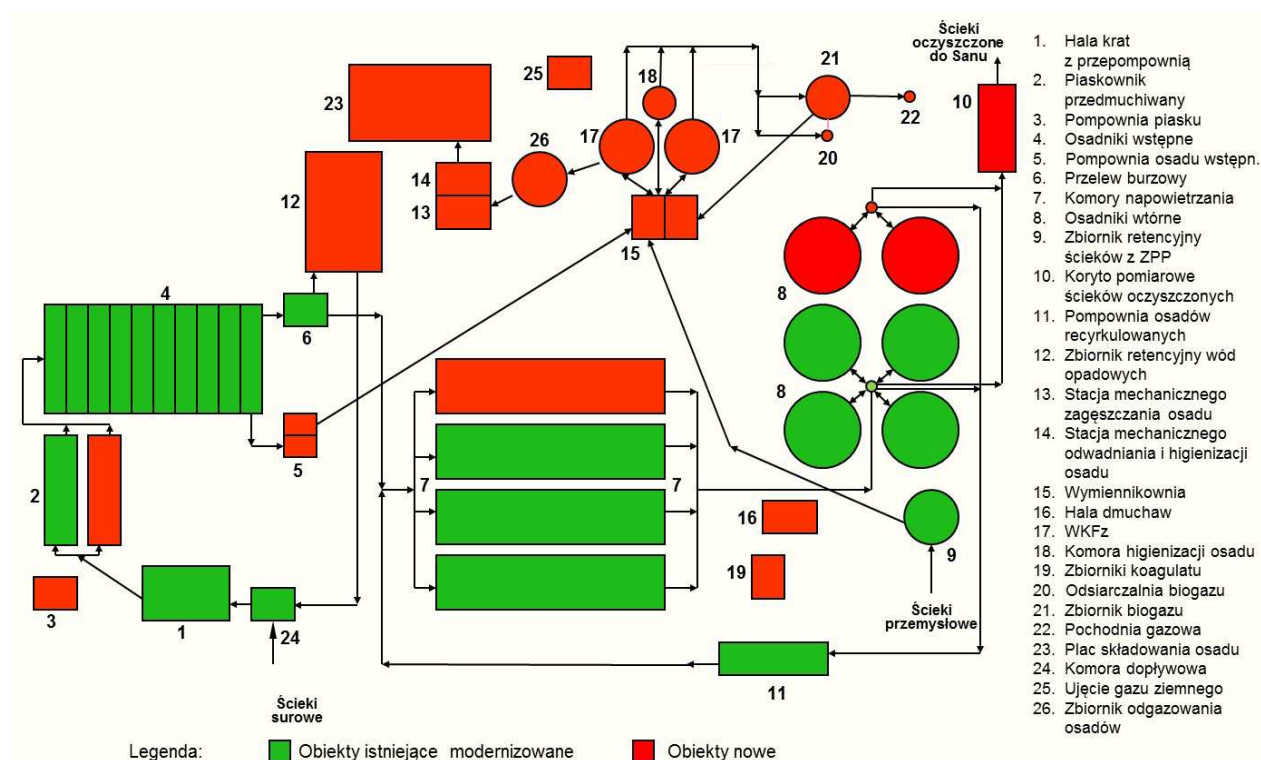
W roku 1998 Biuro Projektów opracowało dokumentację projektową rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków. W umowie na opracowanie projektu został zawarty warunek, że zaprojektowana technologia pozwoli na uzyskanie jakości ścieków oczyszczonych oraz przetwarzania osadów zgodnych z obowiązującym prawem krajowym oraz w przyszłości z prawem Unii Europejskiej. W projekcie modernizacji winne zostać wykorzystane wszystkie istniejące obiekty kubaturowe, ale z nowym wyposażeniem.

W tym samym roku uzyskaliśmy informację, że w związku ze staraniem Polski o przystąpienie do Unii Europejskiej zostanie stworzony fundusz wsparcia przedakcesyjnego (ISPA), z którego będzie możliwość finansowania inwestycji związanych z ochroną środowiska w tym oczyszczalni ścieków, których koszty realizacji wynoszą co najmniej 5 mln €. Po długotrwałych staraniach Przedsiębiorstwo uzyskało dofinansowanie w wysokości 50% kosztów kwalifikowanych tj. 8722000 €. Memorandum finansowe pomiędzy Komisją Europejską a Rzeczpospolitą Polską zostało podpisane we wrześniu 2001r. Roboty budowlane zostały rozpoczęte w kwietniu 2004r. Wykonawcą robót, w drodze przetargu zostało wybrane Konsorcjum złożone z dwóch firm. Zadanie inwestycyjne zostało przekazane do eksploatacji w sierpniu 2006r.

W wyniku modernizacji powstała oczyszczalnia mechaniczno biologiczna z podwyższonym usuwaniem biogenów, z przeróbką osadów w procesie fermentacji beztlenowej oraz wykorzystaniem biogazu do produkcji energii elektrycznej i cieplnej (energii zielonej). Równocześnie istniejące pola lagunowe będące miejscem gromadzenia osadów zostały zrehabilitowane do celów przyrodniczych.

Tab. Nr 1. Stężenia i ładunki zanieczyszczeń wg projektu modernizacji.

Parametr	Średnie stężenia zanieczyszczeń w ściekach surowych [mg/l]		Średnie ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych [kg/d]		Jakość ścieków oczyszczonych [mg/l]
	miasto	Płyty pilśniowe	miasto	Płyty pilśniowe	
BZT ₅	146	20000	4110	2000	15
ChZT	293	60000	8220	6000	125
zawiesina	130	10000	3650	1000	35
N _{og}	28,8	-	810	-	10
P _{og}	7,5	-	210	-	1



Rys. Nr 1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków.

Zadania objęte zakresem rozbudowy i modernizacji oczyszczalni.

Część mechaniczna oczyszczalni.

Ścieki do oczyszczalni dopływają grawitacyjnie kolektorem $\varnothing 1500$ poprzez komorę dopływową, w której zlokalizowano kratę zgrubną mechaniczną o prześwicie 50 mm oraz zastawkę p/powodziową. Jest to podyktowane poziomem posadowienia kolektora dopływowego, którego rzędna jest niższa od poziomu zwierciadła wody w rzekach w czasie wezbrań powodziowych. Do komory dopływają również ścieki własne oczyszczalni (bytowe i odcieki z procesów technologicznych) oraz ścieki dowożone ze stacji zlewnej.

Z komory dopływowej ścieki spływają do budynku pompowni głównej z wydzieloną halą krat, halą skratek, zbiornikami czerpalnymi pomp i halą pomp. W hali krat istniejące 4 kraty mechaniczne o prześwicie 20mm zostały zastąpione przez 3 nowe kraty hakowe o prześwicie 6 mm wraz z systemem transportu skratek. Na poziomie nad kratami zainstalowano praszkę z płuczką skratek, separator piasku zatrzymywanego w piaskownikach oraz przyczepy ciągnikowe do odbioru odpadów. Obok komory dopływowej umiejscowiono automatyczną stację zlewną ścieków dowożonych.

Ścieki po oczyszczeniu na kratkach spływają do dwóch komór czerpalnych skąd są przepompowywane do dwóch piaskowników, które są najwyższym położonym obiektem ścieżki ściekowej. Pompownia ścieków została wyposażona w 10 pomp z czego 4 pracują w okresach bezdeszczowych (wydajność po 650 m³/h) i 6 pomp burzowych (wydajność

2100 m³/h). W komorach czerpalnych są zainstalowane mieszadła średnio obrotowe zapobiegające osiadaniu zawieszin.

W ramach rozbudowy został wybudowany drugi piaskownik oraz dodatkowy rurociąg tłoczny ścieków z pompowni głównej. To rozwiązanie zapewnia pracę oczyszczalni nawet w przypadku gdy jeden z obiektów musi być wyłączony. Zatrzymany w piaskownikach piasek jest odprowadzany pompami zatapialnymi do separatorów z płuczką piasku. Przy separatorze zlokalizowanym przy piaskownikach wybudowana została instalacja do odbioru zanieczyszczeń z czyszczenia kanalizacji i krat ulicznych.

Pozbawione zanieczyszczeń mineralnych ścieki spływają grawitacyjnie do 10 prostokątnych osadników wstępnych każdy o pojemności czynnej 300 m³. Całość wyposażenia osadników wraz z instalacją doprowadzającą i odprowadzającą ścieki została wymieniona na nową. Każde dwa osadniki tworzą jeden zespół technologiczny.

Oczyszczone mechanicznie ścieki spływają grawitacyjnie poprzez komorę rozdziału z przelewem burzowym do komory rozdziału przed komorami napowietrzania. W okresie zwiększonego napływu ścieków podczas opadów, nadmiar ścieków poprzez przelew burzowy jest kierowany do zbiornika retencyjnego o pojemności około 6000 m³. Zgromadzone ścieki po zakończeniu opadów są kierowane ponownie do komory dopływowej i wprowadzane do procesu oczyszczania.

Część biologiczna oczyszczalni.

Stopień biologiczny oczyszczalni został oparty na metodzie osadu czynnego trójfazowego (defosfatacja, denitryfikacja, nityfikacja). Istniejące 3 komory napowietrzania zostały zmodernizowane i dobudowana jedna nowa komora. W każdej komorze wydzielono strefę defosfatacji, denitryfikacji i nityfikacji oraz po dwie strefy buforowe gdzie można realizować w zależności od potrzeb proces nityfikacji lub denitryfikacji. Komory pracują równolegle. Natlenianie osadu czynnego realizowane jest poprzez ruszty z dyfuzorami rurowymi w systemie napowietrzania drobnopęcherzykowego. Podział komór napowietrzania na strefy został zrealizowany poprzez wbudowanie poprzecznych ścian z prostokątnymi otworami usytuowanymi naprzemiennie przy dnie dzięki czemu uzyskano labiryntowy przepływ medium w zbiorniku i lepsze wymieszanie i kontakt osadu ze ściekami. Pojemność czynna każdej komory wynosi 6900 m³, wysokość czynna 4m. Recyrkulacja wewnętrzna osadu w każdym zbiorniku jest realizowana za pomocą dwóch pomp szybowych każda o wydajności 700 m³/h. Powietrze niezbędne do natleniania w strefie nityfikacji dostarczane jest ze stacji dmuchaw gdzie zainstalowano 3 dmuchawy z regulowaną wydajnością 4300 - 9600 m³/h za pośrednictwem rurociągu o zmiennej średnicy DN 800 - DN250 wykonanego ze stali nierdzewnej. Sterowanie pracą dmuchaw jest realizowane automatycznie na podstawie aktualnej zawartości tlenu w reaktorze.

Z komór napowietrzania osad czynny i ścieki oczyszczone spływają grawitacyjnie do dwóch komór wielofunkcyjnych i dalej do osadników wtórnych radialnych (4 osadniki o średnicy 25 m i objętości czynnej po 1300 m³ oraz 2 osadniki o średnicy 27 m i pojemności czynnej 1600 m³). Zadaniem komór wielofunkcyjnych jest doprowadzenie mieszaniny osadu

czynnego i ścieków do osadników, odbiór osadu powrotnego i ścieków oczyszczonych. Każdy osadnik wtórny jest wyposażony w zgarniacz denny osadu i powierzchniowy części pływających podwieszony na pomoście jezdnym. Części pływające kierowane są do kanalizacji zakładowej. Sedymentujący osad czynny jest zgarniany do leja osadowego i dalej grawitacyjnie poprzez komorę wielofunkcyjną sływa do zbiornika czerpalnego w pompowni osadu recykulowanego i nadmiernego. Pompownia jest wyposażona w 4 pompy osadowe każda o wydajności 1100 m³/h podające osad recykulowany do komory rozdziału przed komorami napowietrzania oraz zestaw hydroforowy podający wodę technologiczną (ścieki oczyszczone) do separatorów piasku, płuczki skratek oraz do instalacji płukania taśm filtracyjnych zagęszczarki osadu nadmiernego i pras odwadniających osad przefermentowany. Z rurociągu osadu recykulowanego pobierany jest osad nadmierny i kierowany do zagęszczenia mechanicznego.

Składowane w osadnikach wtórnych ścieki oczyszczone odpływają do wspólnego rurociągu, na którym zabudowano komorę pomiarową ścieków oczyszczonych ze zwężką Parshala i dalej do odbiornika rzeki San.

Oczyszczalnia została wyposażona w instalacje do usuwania fosforu składającą się z 3 zbiorników magazynowych koagulantu żelazowego i 5 pomp dozujących. Instalacja pozwala na dozowanie koagulantu do odpływu ścieków z komór napowietrzania oraz do komór fermentacyjnych.

Gospodarka osadowa.

Przeróbka osadów powstających w procesie oczyszczania ścieków odbywa się w nowej instalacji. Wstępnie zagęszczone osady w lejach osadowych osadników wstępnych poprzez komorę hydrolizy sływają grawitacyjnie do zbiornika czerpalnego pompowni osadu wstępnego. W pompowni zainstalowano dwie linie pompowe złożone z maceratora i pompy śrubowej, przetłaczające osad do zamkniętych komór fermentacyjnych w ilości około 60 do 80 m³/d. Osad nadmierny odbierany z rurociągu osadu recykulacji zewnętrznej jest zagęszczany mechanicznie na zagęszczarce taśmowej (około 3% suchej masy) i dalej tłoczony do komór fermentacyjnych.

Proces fermentacji osadów prowadzony jest w dwóch wydzielonych zamkniętych komorach fermentacyjnych w temp. 37 °C i pojemności po 2200 m³ oraz komorze higienizacji w temperaturze 55 °C o pojemności 350 m³. Komora ta ze względu na pienie zasilana jest tylko osadem wstępnym. Przeciętny czas zatrzymania osadu w komorach wynosi 26-29 dni. Mieszanie zawartości jest realizowane mieszadłami mechanicznymi z dwoma dwułopatowymi śmigłami. Podgrzewanie osadu następuje w pomieszczeniu wymiennikowni w spiralnych wymiennikach ciepła. Źródłem ciepła są kogeneratory lub kotły gazowe zasilane biogazem lub gazem ziemnym.

Produkowany w komorach fermentacyjnych biogaz w ilości 1300-1600 m³/d, po odsiarczeniu w odsiarczalnicy z rudą darniową, kierowany jest do bezciśnieniowego zbiornika biogazu o pojemności 1000 m³. Zgromadzony biogaz za pomocą dmuchawy podawany jest do dwóch kogeneratorów o mocy elektrycznej 170 kW i cieplnej 280 kW.

Opcjonalnie może być spalany w kotłowni gazowej. Automatyczny system sterowania zapewnia współpracę agregatów z siecią energetyki zawodowej. Ciepło z chłodzenia silników gazowych jest wykorzystywane do podgrzewania osadów podawanych do komór fermentacyjnych, do podgrzewania ciepłej wody i centralnego ogrzewania. Przy niskich temperaturach uruchamiana jest okresowo kotłownia gazowa zasilana gazem ziemnym.

Przefermentowany osad odpływa poprzez przelew z regulowaną wysokością z komór fermentacji do zbiornika odgazowania o pojemności użytecznej 1300 m³ i dalej do budynku zagęszczania i odwadniania osadu. Do odwadniania osadu zainstalowano dwie prasy taśmowe o wydajności 25 m³/h wraz z instalacją przygotowania i dozowania polimerów. Przeciętnie uzyskiwany stopień odwodnienia to 20-24 % suchej masy. Odwodniony osad systemem przenośników ślimakowych transportowany jest do wiaty magazynowej. Instalacja odbioru osadu umożliwia jego wapnowanie wapnem palonym mielonym. Tak przygotowany osad po wykonaniu wymaganych przez prawo badań jest przekazywany rolnikom.

Podsumowanie.

W wyniku rozbudowy i modernizacji oczyszczalni uzyskano:

- możliwość usuwania związków biogenych do wartości zgodnych z obowiązującym prawem,
- możliwość przeróbki osadów i separacji zanieczyszczeń mineralnych zatrzymywanych w piaskownikach,
- zapewnienie stabilności i niezawodności pracy oczyszczalni,
- obniżenie kosztów energii elektrycznej i ciepłej w wyniku produkowania jej z biogazu,
- całkowite wyeliminowanie spalania węgla w kotłach węglowych,
- zmniejszenie ilości zatrudnionych pracowników oraz poprawienie warunków pracy w wyniku wprowadzenia automatyzacji procesów technologicznych,
- istniejące pola lagunowe będące miejscem gromadzenia osadów zostały zrehabilitowane.

Tab. Nr 2. Jakość ścieków surowych i oczyszczonych.

Parametr	Jakość ścieków surowych na dopływie do oczyszczalni (średnia 2014 r.)	Jakość ścieków oczyszczonych na odpływie z oczyszczalni (średnia 2014 r.)	Jakość ścieków oczyszczonych wg pozwolenia wodnoprawnego
BZT ₅ [g/m ³]	479	3	15
ChZT [g/m ³]	1216	24	125
Zawiesina ogólna [g/m ³]	1129	5,5	35
Azot ogólny [g/m ³]	56,8	6,7	10
Fosfor ogólny [g/m ³]	17,3	0,47	1

Ścieki surowe zawierają dodatkowe zanieczyszczenia pochodzące ze ścieków własnych oczyszczalni, ścieków dowożonych ze zbiorników bezodpływowych oraz osadów przyjmowanych z oczyszczalni ścieków położonych w strefie ochrony pośredniej ujęcia wody dla Przemysła.