

Mgr inż. Urszula Jeleń

Mgr inż. Szymon Wyrwik

Doświadczenia eksploatacyjne związane z modernizacją oczyszczalni RPWiK w Chrzanowie

Rejonowe Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o. o. w Chrzanowie jest właścicielem trzech oczyszczalni ścieków:

Oczyszczalni Ścieków w Chrzanowie;

Oczyszczalni Ścieków w Trzebini - Sierszy;

Oczyszczalni Ścieków w Libiążu;

Każda oczyszczalnia jest odrębnym obiektem charakteryzującym się różną budową i specyficznym dla siebie sposobem działania. Celem osiągnięcia jak najlepszych efektów oczyszczania, wszystkie nasze oczyszczalnie zostały zmodernizowane i doprowadzone do takiego stanu, który umożliwia oczyszczanie ścieków na wysokim poziomie, eliminując jednocześnie bezpośredni kontakt pracownika ze ściekiem.

Oczyszczalnia w Chrzanowie

Grupowa oczyszczalnia ścieków zlokalizowana jest na peryferiach miasta Chrzanowa, w południowo – zachodniej części obszaru miasta, nad potokiem Chechło , po jego prawej stronie. Powierzchnia działki oczyszczalni wynosi łącznie 14,2 ha. Oczyszczalnię zaprojektowało Biuro Budownictwa Komunalnego w Krakowie w latach 1973 – 1975 z późniejszymi zmianami. Oficjalne przejęcie na majątek RPWiK zrealizowano w 1988r.

Ścieki grawitujące do oczyszczalni pochodzą z uprzemysłowionej części miasta Trzebini i Chrzanowa, doprowadzane są kolektorem \varnothing 1800 mm, który jest elementem kanalizacji ogólnospławnej obsługującej około 50000 mieszkańców. Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Chrzanowie jest oczyszczalnią przyjmującą ścieki przemysłowe oraz komunalno – bytowe w

ilości około 20000 m³/dobę.

Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest rzeka Chechło należąca do II klasy czystości , będąca prawobrzeżnym dopływem Wisły z ujściem w Mętkowie.

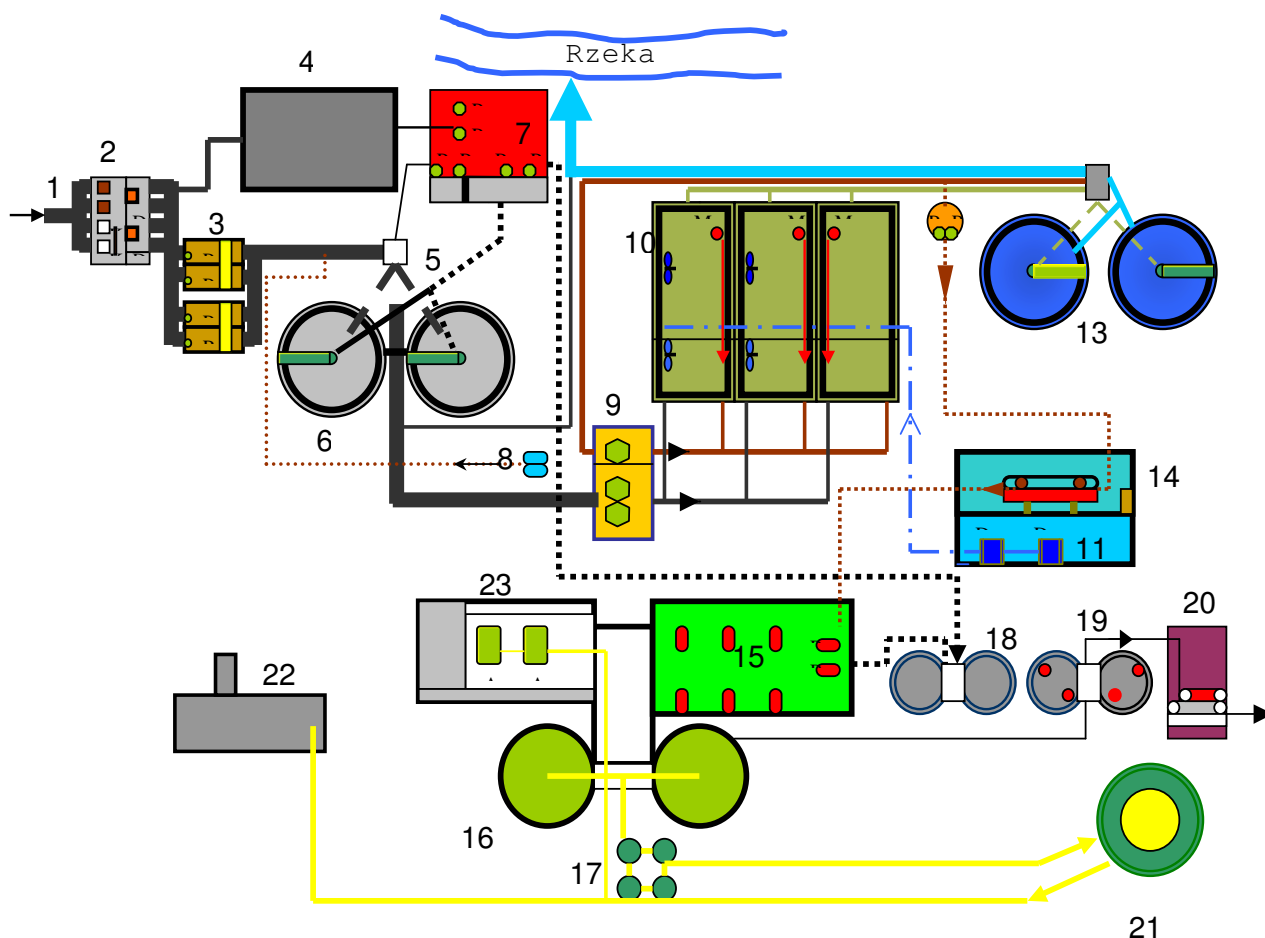
W obecnym czasie chrzanowska oczyszczalnia jest po modernizacji, która trwała od 1999 roku. Celem modernizacji oczyszczalni było jej przygotowanie do spełnienia wymogów oczyszczania ścieków po 2000 roku ; uzyskania w oczyszczonych ściekach wartości wskaźnika BZT5 ~ 15 mg O₂ / l i fosforu ogólnego ~ 1,5 mg / l, oraz usunięcia związków azotowych do wartości : azot ogólny ~ 30 mg / l i poniżej, azot amonowy ~ 6 mg / l i poniżej.

Rozwiązania przyjęte w projekcie wykonawczym modernizacji oczyszczalni uwzględniały maksymalne wykorzystanie istniejących obiektów i urządzeń oraz obejmowały przebudowę niektórych urządzeń w kierunku unowocześnienia technologii oczyszczania ścieków, jak również dobudowę nowych urządzeń technologicznych.

W ramach modernizacji wykonane zostały:

1. Stacja dozowania koagulanta żelazowego PIX,
2. Zmiany funkcji komór napowietrzania na wielofunkcyjne komory osadu czynnego, w których zachodzą w różnych warunkach tlenowych procesy denitryfikacji i nitryfikacji zanieczyszczeń,
3. Budynek stacji dmuchaw i zagęszczania osadu nadmiernego,
4. Pompownia osadu nadmiernego,
5. Pompownia ścieków i osadu recyrkulowanego,
6. Agregaty prądotwórcze na biogaz.

Na poniższym rysunku przedstawiono schemat oczyszczalni w Chrzanowie.



Ścieki surowe dopływają do części mechanicznej (1), gdzie oczyszczane są z większych zanieczyszczeń na dwóch automatycznych kratkach (2) schodkowych typu OZ o prześwicie 3 mm. Skratki zatrzymane przez kraty są odwadniane na prasce i gromadzone w kontenerach, a następnie wywożone na pobliskie wysypisko śmieci.

Na oczyszczalni funkcjonują dwa napowietrzane piaskowniki (3). Każdy z nich wyposażony jest w zgarniacz wmontowany w wózek samojezdny, dzięki czemu piasek zgarniany jest do leja na początku każdej komory, skąd jest odprowadzany przy pomocy pomp na pobliskie poletko odciekowe. Opuszczając piaskownik ścieki poprzez komorę rozdziału (5) dopływają do osadników wstępnych radialnych (6) gdzie następuje sedymentacyjny rozdział

faz. Dodatkowo w części mechanicznej oczyszczalni do ścieków dodawany jest koagulant żelazawy PIX - 113. Oczyszczalnia posiada dwa zbiorniki poziome cylindryczne (8) wykonane na bazie żywicy POLIMAL 138 o obj. 28 m³, z których PIX dozowany jest przewodem z PE ø 10 mm umieszczonym w rurze ochronnej.

Ścieki opuszczając mechaniczną część oczyszczalni dopływają do pompowni ścieków i osadu recyrkulowanego (9), w której znajdują się trzy pompy KSB typu AMACAN o wydajności 320 dm³ / s każda. W ramach modernizacji przekształcono komory napowietrzania z areatorami typu AP - 2700 na wielofunkcyjne komory z osadem czynnym (10) dwustrefowe, złożone ze strefy denitryfikacyjnej i nityfikacyjnej. System napowietrzania został zmieniony na drobnopęcherzykowy.

Każda komora posiada 3 mieszadła wolnoobrotowe oraz po jednym mieszadle w układzie recyrkulacji wewnętrznej. Powietrze do komór dostarczają dwie dmuchawy (11) o dużej wydajności. Ścieki wraz z osadem czynnym po reaktorach biologicznych trafiają do wtórnych osadników radialnych (13) gdzie następuje sedymentacja osadu. Osad recyrkulowany jest do komór biologicznych, a nadmiar poddawany zostaje mechanicznemu zagęszczeniu, natomiast oczyszczone ścieki odprowadzane są do rzeki Chechło, przepływającej w bezpośrednim sąsiedztwie oczyszczalni.

W celu zagęszczania osadu chrzanowska oczyszczalnia wyposażona jest w stację zagęszczania osadu nadmiernego (14) z gwarancją wydatku 35 - 50 m³ / h i zawartością suchej masy w osadzie zagęszczonym w granicach od 5 do 9 % s. m. Następnie zagęszczony osad trafia do WKFz gdzie poddawany jest fermentacji metanowej wraz z osadem wstępnym.

Na oczyszczalni funkcjonują dwie komory fermentacyjne (16) o pojemności czynnej 2000 m³ każda, a czas fermentacji wynosi około 30 dni. Mieszanie zawartości komór odbywa się przy pomocy pomp (15), natomiast osad ogrzewany jest do temperatury 34 - 35°C w wymiennikach ciepła. Otrzymywany biogaz o zawartości 66 % CH₄ zawierał znaczne ilości związków

siarki (głównie H_2S) dlatego poddawany był odsiarczeniu w suchych adsorpcyjnych odsiarczalnikach z rudą darniową (17). Jednak od czasu zastosowania chemicznego strącania przed osadnikami wstępnymi ilość związków siarki znacznie się obniżyła i obecnie rzadko przekracza dopuszczalne $0,2 \text{ mg } H_2S / \text{m}^3$.

W roku 2001 na oczyszczalni zainstalowano dwa agregaty prądotwórcze na paliwo gazowe (23), zużywające $0,7 \text{ m}^3$ biogazu na wyprodukowanie 1 kWh, o mocy nominalnej zespołu 80 kW i maksymalnej 100 kW. Na godzinną pracę jednego agregatu przypada nie więcej niż 34 m^3 gazu, przy czym produkcja biogazu na oczyszczalni zwykle nie przekracza 1200 m^3 na dobę.

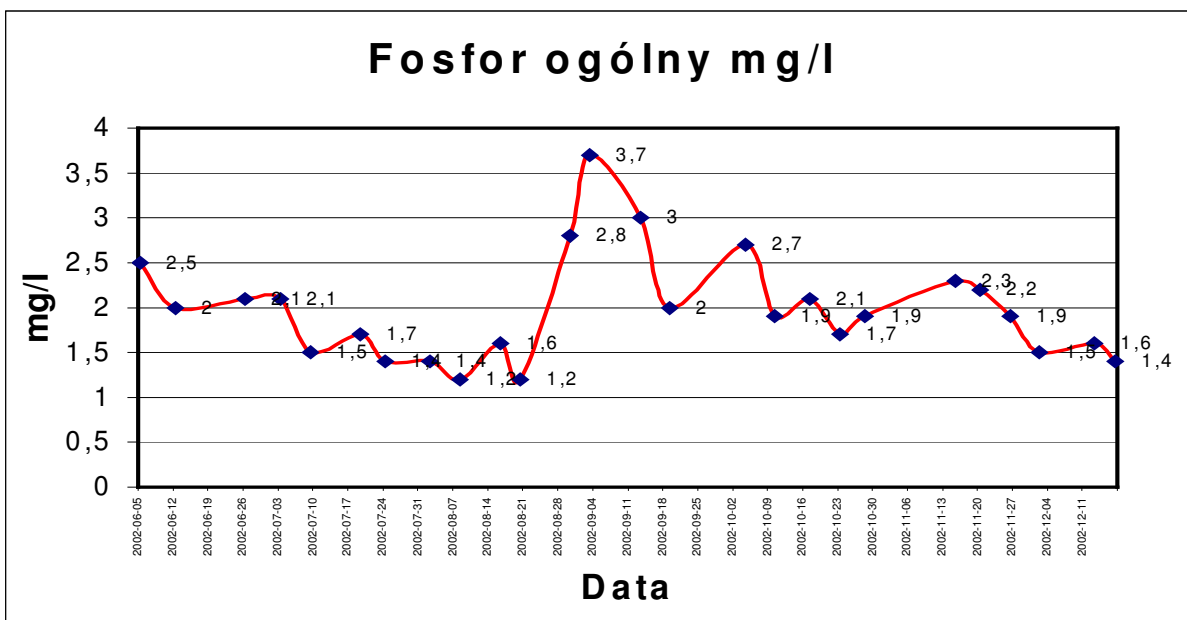
Osad po WKF – ach trafia do otwartej komory fermentacyjnej (19) gdzie ulega dalszej fermentacji atmosferycznej. Przefermentowany osad jest odwadniany mechanicznie na prasie firmy ROEDIGER (20) z dodatkiem polielektrolitu, a po odwodnieniu składowany jest w lagunach otwartych.

Podczas modernizacji oczyszczalni w wyniku jej przebudowy, wielokrotnie napotymano na szereg niedogodności eksploatacyjnych. Największe problemy związane były z przebudową pompowni ścieków oraz komór biologicznych. Projekt modernizacji nie zakładał rozbudowy bioreaktorów z uwzględnieniem strefy beztlenowej, która mogłaby umożliwić biologiczną defosfatację, między innymi dlatego wyposażono oczyszczalnię w stację chemicznego strącania, przez co znacznie zminimalizowano koszty samej modernizacji. Przed zastosowaniem środków chemicznych wspomagających koagulację, zawartość fosforu w ściekach często przekraczała 4 mg / l . Uruchomienie stacji, dawkującej koagulant PIX 113, dawało eksploatacjom możliwość kontroli nad optymalną obniżką zawartości fosforu w ściekach, dzięki czemu proces oczyszczania stał się dokładniejszy i bardziej niezawodny.

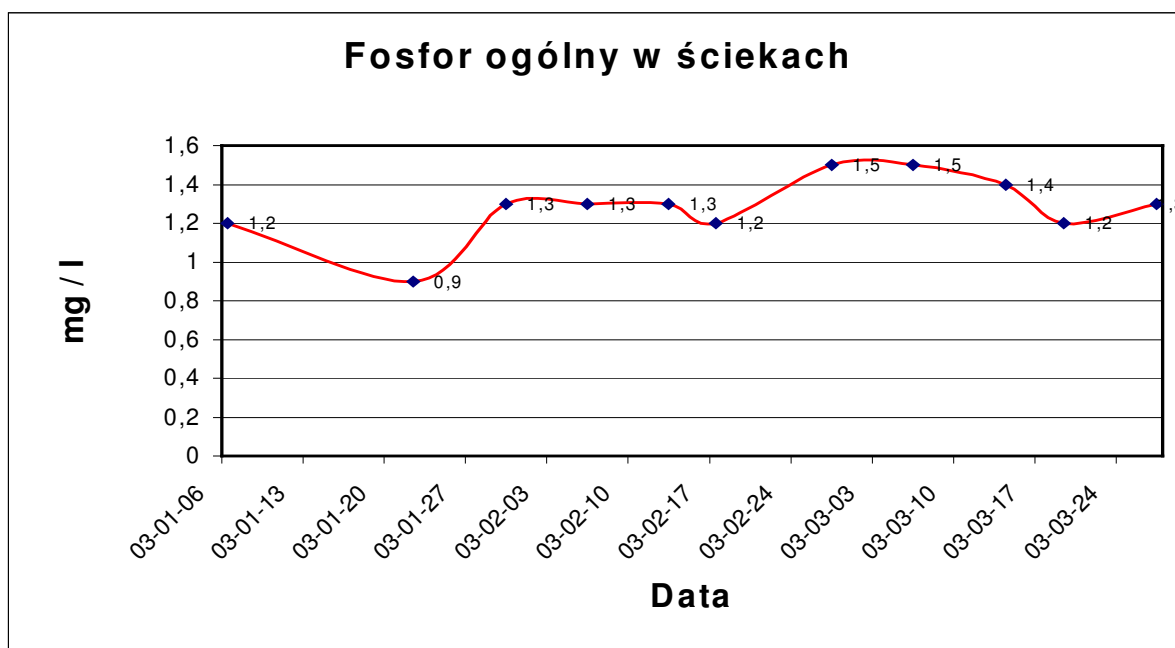
Na oczyszczalni przeprowadzono cykl doświadczeń związanych z wprowadzeniem chemicznej defosfatacji. Stację koagulanta wyposażono w dwie pompy membranowe z możliwością płynnej regulacji optymalnej dawki.

Początkowo jej ilość ustawiano ręcznie na podstawie charakterystyki pomp, jednak w późniejszym etapie modernizacji oczyszczalni, kontrolę nad odpowiednią ilością PIX-u przejął falownik pompy sprzężony z przepływomierzem ścieków. Początkowo dawka koagulanta żelazowego wynosiła ok. 30 g / m³ ścieków, gdyż w pozwoleniu wodnoprawnym wystawionym na czas modernizacji obiektu (tj. do 31.12.2002), ilość odprowadzanego do odbiornika fosforu ogólnego nie mogła przekroczyć 5 mg / m³ ścieków. Otrzymane w 2003 roku nowe pozwolenie narzuca utrzymanie wartości fosforu poniżej 1,5 mg / m³. Siarczan żelazawy do ścieków dawkowany jest przed osadniki wstępne. Umożliwia to na chrzanowskiej oczyszczalni nie tylko obniżkę fosforu, ale także pozyskiwanie większej ilości osadów ściekowych poddawanych fermentacji beztlenowej. Dawkowanie wstępne umożliwia także znaczną obniżkę zawartości związków siarki (głównie H₂S) w gazie pofermentacyjnym. Jest to o tyle ważne, gdyż wraz ze wstępnym strącaniem minimalizuje się koszty obsługi odsiarczalni biogazu. Dawniej jeszcze przed zastosowaniem PIX - u konieczne było częste przeprowadzanie kontroli składu gazu, także często należało wymieniać wkład odsiarczalni, co było zajęciem czasochłonnym, drogim i uciążliwym. Obecnie wymiana rudy darniowej przeprowadzana jest znacznie rzadziej, także zawartość siarkowodoru w gazie mało kiedy przekracza dopuszczalne 2 g / 100 m³ biogazu.

Poniższy rysunek przedstawia rozkład fosforu w ściekach opuszczających oczyszczalnię w drugiej połowie 2002 roku. Należy zaznaczyć, że wówczas dopuszczalna zawartość fosforu określona w pozwoleniu wynosiła 5 mg / m³. Dawka koagulanta nie przekraczała 30 g / m³ ścieków.



W momencie uzyskania nowego pozwolenia wodnoprawnego, które narzuca utrzymanie wartości fosforu w ściekach na poziomie nieprzekraczającym $1,5 \text{ mg} / \text{m}^3$ zwiększono na oczyszczalni w Chrzanowie ilość PIX-u do około 40, a następnie $60 \text{ g} / \text{m}^3$ w celu utrzymania dozwolonej wartości co przedstawiono na poniższym rysunku.



Obecnie przeprowadzane są także próby dozowania koagulanta symultanicznie w celu polepszenia efektu oczyszczania.

Oczyszczalnia w Libiążu

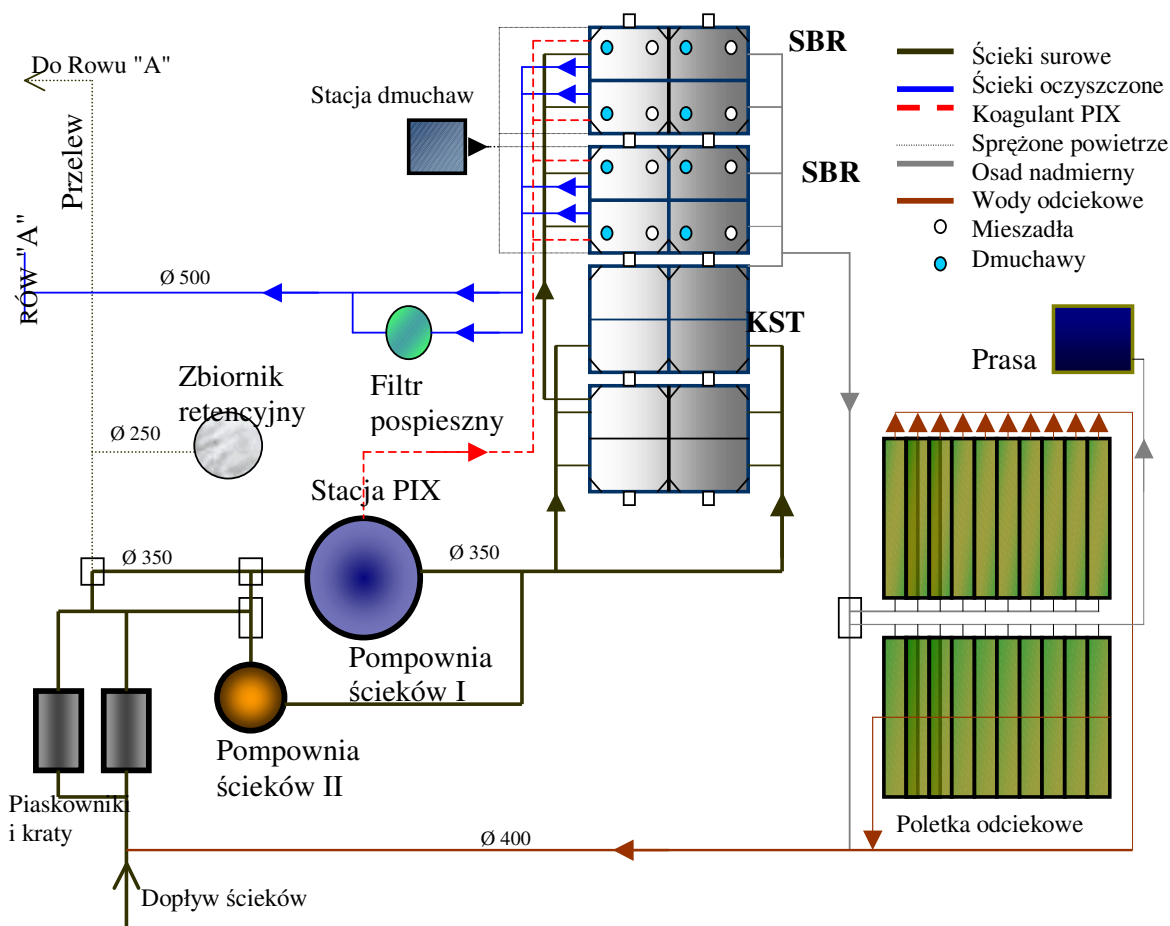
Obiekty zmodernizowanej oczyszczalni ścieków zlokalizowane są w północnej części miasta Libiąża. Zlewnie oczyszczalni stanowią skanalizowane tereny północnej części miasta ok. 5500 mieszkańców. Na terenie tej zlewni funkcjonuje zasadniczo rozdzielczy system kanalizacyjny. Wody deszczowe odprowadzane są oddzielnymi ciągami kanalizacyjnymi i kanałem otwartym do odbiornika. Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest Rów "A" dopływający do "KANAŁU MATYLDA" w zlewni rzeki Przemszy. "Kanał Matylda" traktowany jest jako ciek powierzchniowy, który odwadnia obszar zlewni obejmującej tereny części gmin i miast: Chrzanowa, Libiąża i Jaworzna. Zgodnie z klasyfikacją jakości wód województwa wody Kanału zaklasyfikowane są do II klasy czystości wód.

Przed modernizacją funkcjonowała oczyszczalnia mechaniczno - biologiczna, pracująca w oparciu o osad czynny i beztlenową przeróbkę osadu. Przeprowadzona do 30.06.1999r modernizacja oczyszczalni obejmowała następujące zmiany w układzie technologicznym:

- zamiana czterech komór napowietrzania dla potrzeb montażu reaktorów typu SBR (Sekwencyjny Biologiczny Reaktor);
- adaptacja połowy nieczynnego osadnika IMHOFFA na komorę tlenowej stabilizacji osadu nadmiernego;
- adaptacja istniejącego złoża biologicznego na filtr pośpieszny;
- zamiana istniejącego osadnika wtórnego na zbiornik retencyjny;
- zabudowano zblokowane urządzenie Huber'a do zatrzymywania skrutek i piasku;
- wykonano stanowisko do mechanicznego odwadniania osadu;

➤ wyposażono obiekt w instalację dozującą PIX;

Powyższe prace modernizacyjne oczyszczalni zostały zrealizowane w okresie od listopada 1997 r do 30 czerwca 1999 r na podstawie dokumentacji projektowej opracowanej przez Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego Sp. z o. o. w Katowicach. W wyniku przeprowadzonych prac modernizacyjnych i adaptacyjnych oczyszczalnia ścieków w Libiążu jest oczyszczalnią mechaniczno - biologiczną, pracującą w oparciu o niskoobciążony osad czynny. Poniżej przedstawiono schemat oczyszczalni w Libiążu.



Na oczyszczalni zabudowano dwa urządzenia do usuwania ze ścieków skrutek i piasku o wydajności 40 l / s. Urządzenia te dzięki zblokowaniu kilku funkcji zastępują całą mechaniczną część procesu oczyszczania ścieków.

Ścieki mechanicznie podczyszczone na urządzeniach zblokowanych dopływają do pompowni P-II. Gdy ilość ścieków nie przekracza wydajności pompy, to są one przetłaczane do osadnika Imhoffa ze stałą wydajnością ok. 21,5 l / s, a napełnienie w zbiorniku czerpalnym waha się pomiędzy poziomami włączenia i wyłączenia pompy. Ewentualny nadmiar ścieków grożący podtopieniem oczyszczalni odprowadzany jest ze zbiornika retencyjnego awaryjnym przelewem do odbiornika. Maksymalna pojemność retencyjna pompowni P-II i zbiornika retencyjnego wynosi ok. 253 m³, co w świetle dotychczasowych doświadczeń z eksploatacji oczyszczalni jest w zupełności wystarczające.

Oczyszczone mechanicznie ścieki dopływają do części biologicznej oczyszczalni, którą stanowią reaktory typu SBR (Sekwencyjny Biologiczny Reaktor). Funkcjonują cztery reaktory o wymiarach w rzucie 8x16 m. W zależności od fazy cyklu napełnienie w SBR waha się od 3,95 m (1 faza) do 5,95 m (6 faza). Każdy reaktor składa się z dwóch połączonych ze sobą komór kwadratowych 8 x 8m z wyprofilowanym w kształcie leja dnem. Do napowietrzania służą dyfuzory rurowe drobnopęcherzykowe zasilane sprężonym powietrzem przesyłanym ze stacji dmuchaw, a do utrzymania osadu czynnego w zawieszeniu – mieszadła wolnoobrotowe. Ponadto wyposażenie reaktorów stanowią :

- dekantery z pompami do odprowadzania ścieków oczyszczonych,
- pompy do spustu osadu nadmiernego ,
- układ przewodów z armaturą sterującą.

Reaktory pracują w 6-cio godzinnym cyklu. Jest to cykl nominalny. Nominalny cykl pracy reaktora składa się z następujących faz :

Faza 1 : warunki beztlenowe – zachodzi proces denitryfikacji i uwalnianie fosforu do przyszłej defosfatacji ;

Faza 2 : mieszanie i napowietrzanie przy dopływie ścieków – rozkład BZT₅ i początek nitryfikacji ;

Faza 3 : druga godzina mieszania i napowietrzania przy dopływie – rozkład BZT₅ i nitryfikacja ;

Faza 4 : trzecia godzina mieszania i napowietrzania bez dopływu ścieków – końcowa nitryfikacja i defosfatacja , w końcowej fazie dozowanie koagulantów (tu PIX 113) ;

Faza 5 : proces sedymentacji i denitryfikacji bez dopływu ścieków;

Faza 6 : dekantacja ścieków sklarowanych oraz odprowadzenie osadu nadmiernego bez dopływu ścieków.

Osad nadmierny odprowadzany jest do komór stabilizacji tlenowej. Obydwie komory wyposażone są w cztery aeratory zatapialne typu ARZ-50. W zależności od liczby czynnych aeratorów komora może pracować jako : - komora stabilizacji i zagęszczania, - lub tylko zagęszczania. Osad ustabilizowany spuszcany jest na poletka odciekowe lub bezpośrednio do przewoźnej mechanicznej stacji zagęszczania osadu, natomiast wody nadosadowe odprowadzane są korytem przelewowym bezpośrednio do reaktorów SBR.

Podczas modernizacji oczyszczalni w Libiążu zabudowano stację strącania chemicznego. Została ona wbudowana w istniejący budynek pompowni i służy do magazynowania, roztwarzania i dozowania koagulanta do ścieków w reaktorach SBR w trzeciej godzinie napowietrzania. Stację zlokalizowano w górnej kondygnacji pompowni P-II. Składa się z czterech zbiorników i czterech pomp dozujących. Każda pompa zasila jeden reaktor SBR. Zbiorniki i pompy umieszczone są na specjalnej tacy zbierającej ewentualne przecieki koagulanta ze zbiorników. Tace zabezpieczają otoczenie przed szkodliwym działaniem PIX-u. Pojemność tacy pozwala na przejęcie zawartości dwóch zbiorników. Do magazynowania PIX-u przeznaczono cztery zbiorniki pionowe, wykonane z niskociśnieniowego PE o wysokiej gęstości o

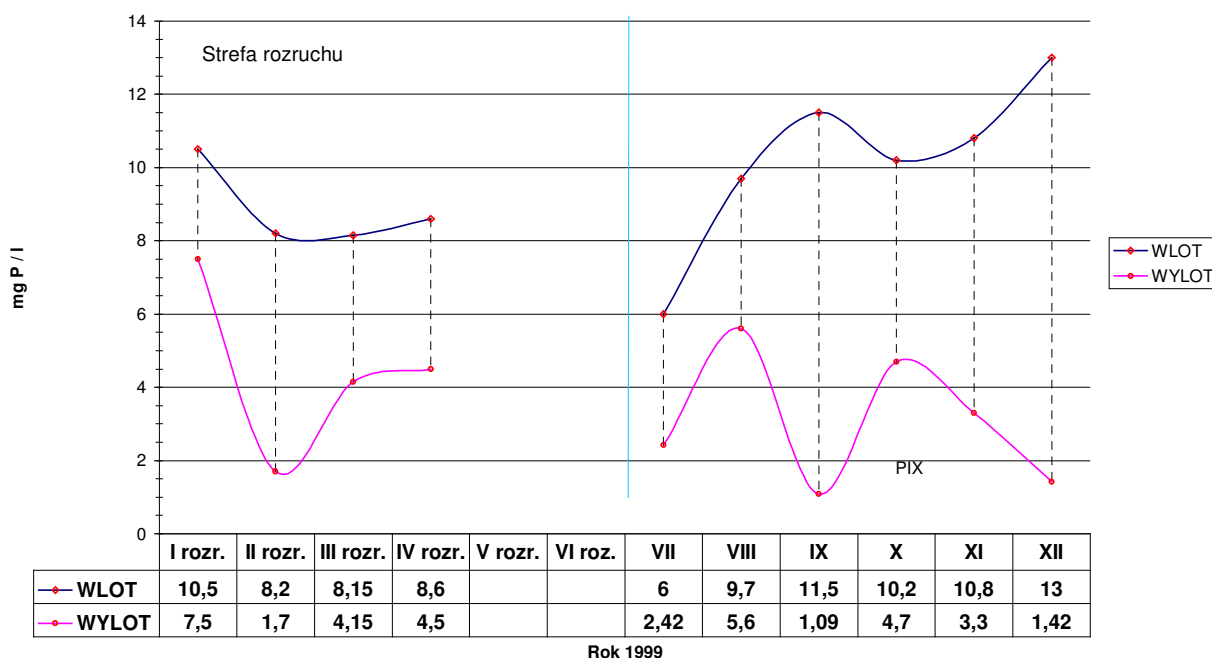
wymiarach 1,2 x 1,0 x 1,35 m i pojemności $V = 1,25 \text{ m}^3$ każdy. Do tłoczenia PIX stosuje się pompy membranowe, jednogłowicowe.

Modernizując oczyszczalnię w Libiążu przekształcono zbiorniki dawnych osadników Imhoffa, na sekwencyjne bioreaktory. Budowanie nowych bioreaktorów znacznie powiększyłoby koszt modernizacji.

W początkowym okresie zastosowania środków wspomagających defosfatację, przeprowadzono szereg działań mających na celu dobór najdogodniejszego momentu dozowania PIX-u (w odpowiedniej fazie pracy SBR), a także optymalnej dawki koagulanta. Sekwencyjne Bioreaktory mają to do siebie, że nie jest rzeczą łatwą dokładnie kontrolować przebieg biologicznego w nich oczyszczania. W okresach zimowych przebieg biologicznej defosfatacji jest możliwy i dzięki częstej kontroli laboratoryjnej udaje się ją utrzymać. Problemy na SBR -ach przychodzą wraz z pierwszym wiosennym ociepleniem. Tak jak zimą załamuje się często nityfikacja, tak nagłe ocieplenia mają negatywny wpływ na defosfatację. W pracy SBR -ów, koniecznym w celu utrzymania określonej w pozwoleniu ilości fosforu ogólnego, niezbędne jest zastosowanie defosfatacji chemicznej. Stosowanie na oczyszczalni w Libiążu koagulanta PIX 113 znacznie polepsza wynik oczyszczania, jednocześnie ułatwiając kontrolę nad prawidłowym efektem pracy SBR. Dobór optymalnej dawki uzależniony jest zwykle od ilości fosforu w ściekach oczyszczonych i obecnie wynosi ok. 30 - 50 g / m^3 doprowadzanych ścieków.

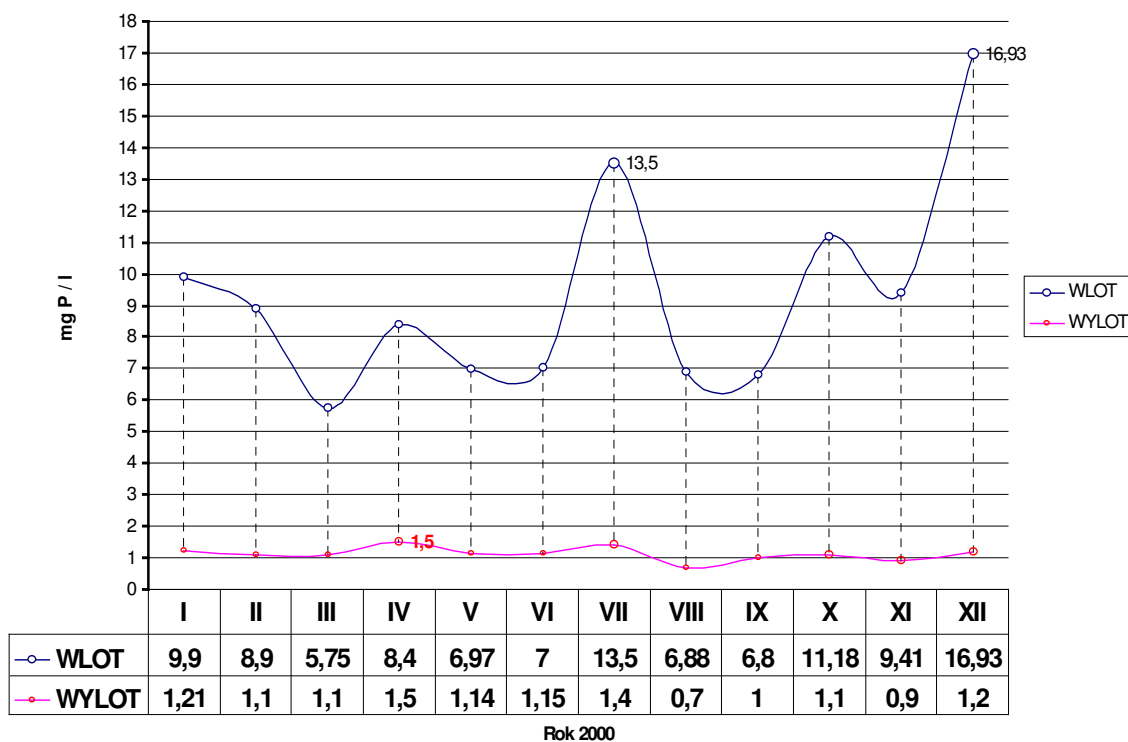
Na poniższym rysunku przedstawiono wykres obrazujący rozkład ilości fosforu ogólnego w ściekach dopływających i opuszczających oczyszczalnię, w momencie rozruchu SBR - ów.

Fosfor ogólny Ocz. Libiąż 1999



Sam rozruch komór stwarzał wiele problemów wynikających głównie z braku doświadczenia w eksploatacji tego typu oczyszczalni. Przez okres kilku miesięcy, większość wskaźników przekraczało dopuszczalne wartości. Jednak częsta kontrola i częste analizy doprowadziły do optymalizacji pracy oczyszczalni i uzyskania wysokich parametrów oczyszczania. Na przedstawionym wykresie od lipca 1999 roku zaczęto dozować koagulant PIX 113 i przez kilka miesięcy dobierano odpowiednie dawki i odpowiednie momenty w cyklach pracy SBR. Stąd te znaczne wahania i częste przekroczenia dopuszczalnej wartości ($1,5 \text{ mg P}_{\text{og}} / \text{m}^3$). W roku 2000 minimalna dawka koagulanta wynosiła $40 \text{ g} / \text{m}^3$, a roczny rozkład fosforu był taki jak przedstawiono na poniższym rysunku.

Fosfor og. Ocz. Libiąż 2000 r.



W obecnym czasie wartość fosforu ogólnego w ściekach wylotowych nie przekracza wartości określonych w Pozwoleniu Wodnoprawnym. Dzięki stosowaniu chemicznej defosfatacji przy użyciu PIX 113 kontrola nad prawidłowością oczyszczania stała się znacznie łatwiejsza i jednocześnie zapewnia doskonały efekt końcowy.