

Optymalizacja procesu technologicznego po rozbudowie oczyszczalni ścieków w Sanoku

Adam Czekalski

Sanockie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o.

1. Wprowadzenie

Oczyszczalnia Ścieków dla miasta Sanoka została oddana do eksploatacji w 1993 r. Obiekt ten został zlokalizowany w miejscowości Trepcza na terenie o pow. 6 ha położonym na północny zachód od miasta Sanoka. Pierwotny projekt budowlany oczyszczalni został opracowany w 1979 r. Do 2013 r. oczyszczalnia dla m. Sanoka funkcjonowała jako obiekt z klasycznym procesem osadu czynnego pracującym w systemie jednofazowym. W celu poprawy efektywności procesu oczyszczania ścieków w latach 2000-2013 w celu zwiększenia efektywności procesu stosowane było strącanie wstępne i symultaniczne przy użyciu koagulantu żelazowego, głównie w celu intensyfikacji usuwania związków biogennych. Technologia ta była cały czas optymalizowana co zaowocowało osiągnięciem stabilnej redukcji zanieczyszczeń w układzie jednofazowym opartym na technologii nie przystosowanej do usuwania związków biogennych. W 2007 roku został opracowany projekt rozbudowy oczyszczalni ścieków uwzględniający aktualne wymogi w zakresie redukcji związków biogennych.

Aktualnie obiekt funkcjonuje już ponad rok po wykonaniu przebudowy i modernizacji mającej na celu głównie modernizację ciągu technologicznego pod kątem usuwania związków biogennych.

Ścieki doprowadzane są do oczyszczalni kolektorem grawitacyjnym z terenu miasta Sanoka i Gminy Sanok.

Oczyszczalnia Ścieków w Sanoku jest oczyszczalnią mechaniczno-biologiczną z technologią osadu czynnego, ze zintegrowanym procesem usuwania związków azotu i fosforu.

2. Układ technologiczny oczyszczalni przed rozbudową

Układ technologiczny oczyszczalni dla miasta Sanoka przed rozbudową:

- kraty - schodkowe o prześwicie $b = 6 \text{ mm}$,
- pompownia ścieków surowych (5 pomp o wydajności $Q = 450 \text{ m}^3/\text{h}$) wraz z pompownią osadu recyrkulowanego (pompy suchostojące z płaszczem chłodzącym o wydajności $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$),

- piaskowniki poziome zblokowane z odłuszcaczem, o długości $L = 20$ m i objętości $V = 85 \text{ m}^3 - 2$ szt.,
- osadniki wstępne podłużne o przepływie poziomym – 4 szt. , o długości $L = 40$ m, szerokości $B = 4.5\text{m}$ i objętości czynnej $V_{cz} = 2160 \text{ m}^3$,
- komory napowietrzania osadu czynnego – 2 szt. pracujące w systemie jednofazowym o wymiarach: długość $L = 45$ m szerokość $B = 15\text{m}$ objętość czynna $V_{cz} = 2140 \text{ m}^3$,
- osadniki wtórne radialne – 2 szt. o średnicy $D = 25$ m, wysokości czynnej $H_{cz} = 3,15$ m, objętości komory osadowej $V_{os} = 9,81 \text{ m}^3$ i objętości $= 1524 \text{ m}^3$,
- stacja dozująca koagulant żelazowy wraz z instalacją i zbiornikiem magazynowym,
- zagęszczacz osadu,
- zamknięte wydzielone komory fermentacyjne (ZWKF),
- stacja odwadniania osadu,
- poletka osadowe,
- zbiornik biogazu,
- kotłownia z kotłami na paliwo gazowe i stałe.

3. Najistotniejsze problemy eksploatacyjne jakie wystąpiły od uruchomienia oczyszczalni do zakończenia jej rozbudowy w 2013 r.

W czasie długoletniej eksploatacji obiektu wystąpiło wiele problemów utrudniających pracę oczyszczalni. Poniżej wymieniono najistotniejsze:

- Przeróbka osadów trzykrotnie mniejsza powierzchnia poletek osadowych w stosunku do pierwotnego projektu oraz ich niska efektywność. Powyższy problem z przeróbką osadu powodował olbrzymie trudności w prowadzeniu właściwej technologii w części biologicznej oczyszczalni, zawracanie silnie stężonych „wód nadosadowych” (2 % s.m., 50 000 ChZT) powodowało zaburzenia w procesie osadu czynnego, spadki natlenienia, pozorny przyrost osadu, skrócony wiek osadu, problemy z nityfikacją, dopływ inertej zawiesiny. Zainstalowana w 1998 r. stacja odwadniania osadu polepszyła znacznie sytuację w ciągu osadowym.
- Łączenie osadu nadmiernego z osadem wstępnym, odprowadzenie osadu nadmiernego do ścieków surowych i wspólna jego sedymentacja, a następnie zagęszczanie wraz z osadem wstępnym stwarza całą serię problemów eksploatacyjnych takich jak; zagniwanie osadu i jego flotację, wynoszenie osadu i przeciążenie części biologicznej oczyszczalni, problemy z zagęszczaniem osadu zmieszanego.

- Inne poważne problemy wystąpiły przy eksploatacji systemu napowietrzania, spowodowane były przegrzewaniem się dmuchaw.
- Bardzo uciążliwe w czasie wieloletniej eksploatacji były zrzuty nie podczyszczonych silnie stężonych ścieków o charakterze uderzeniowym z zakładów przemysłu spożywczego i chemicznego, które też stanowią poważne utrudnienie zwłaszcza w okresie letnim. Duże ładunki zanieczyszczeń dopływające do oczyszczalni powodowały zaburzenia w pracy zwłaszcza w części biologicznej. Sezonowo obserwuje się zmianę charakterystyki dopływających ścieków. Gwałtownie dosłownie z dnia na dzień od 50 – 90 % wzrasta ładunek dopływających zanieczyszczeń w zakresie wszystkich podstawowych parametrów tj.: ChZT, BZT₅, zawiesiny ogólnej, azotu ogólnego, azotu amonowego i fosforu. Ścieki w tych okresach uderzeniowych zrzutów ścieków przemysłowych (głównie z zakładów mięsnych) zawierają bardzo duże ilości tłuszczu co dodatkowo utrudnia eksploatację oczyszczalni.
- Bardzo dużym utrudnieniem dla eksploatacji był system kanalizacji częściowo ogólnospławnej oraz bardzo wysoka infiltracja [500%] z pobliskiej rzeki San. Przepustowość hydrauliczna oczyszczalni, zgodnie z założeniami projektowymi z lat 70-tych wynosi: $Q = 17\,000\text{ m}^3/\text{d}$, średni roczny dopływ ścieków wynosi $Q_{\text{śrd}} = 13\,000\text{ m}^3/\text{d}$. W ciągu roku obserwuje się bardzo dużą zmienność przepływu ścieków, od $8000\text{ m}^3/\text{d}$ przy pogodzie bezdeszczowej do $30\,000\text{ m}^3/\text{h}$ w czasie intensywnych opadów deszczu lub w okresie topnienia śniegu oraz przy wyższych stanach wody w rzece San. Oprócz dużych wahań przepływu, należy też wspomnieć o dużej zmienności dobowej i sezonowej w zakresie stężeń zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni.
- Problemy z redukcją związków biogenych spowodowane następującymi czynnikami:
 - niewielką kubaturą reaktorów biologicznych $V = 4280\text{ m}^3$,
 - krótkim czasem zatrzymania w reaktorach – 7 h,
 - przeciążeniem hydraulicznym i ładunkiem zanieczyszczeń,
 - brakiem: stref , mieszadeł , recyrkulacji wewnętrznej.
- Podstawową barierą dla stałej nityfikacji/denitryfikacji było przed modernizacją oczyszczalni zbyt mała kubatura najważniejszych urządzeń ciągu technologicznego, tj.: komór osadu czynnego i osadników wtórnych. Uniemożliwia to pracę systemu przy wyższych stężeniach osadu czynnego oraz nie zapewnia optymalnych czasów zatrzymania w reaktorze biologicznym. Ponadto eksploatowane komory nie posiadały wydzielonych stref beztlenowej/niedotlenionej/tlenowej, brakowało recyrkulacji wewnętrznej i mieszadeł mechanicznych. Niedogodności te częściowo rekompensowane były stałym codziennym nadzorem technologicznym i analitycznym. W okresie przed modernizacją udało się osiągnąć proces usuwania azotu poprzez zastosowanie symultanicznej nityfikacji/denitryfikacji stosując sekwencyjne napowietrzanie,

optymalizując czasy fazy tlenowej i niedotlenionej, poprzez stałą kontrolę analityczną i stosując głównie strącanie wstępne z dostosowaniem dawki do aktualnego dopływającego ładunku zanieczyszczeń i stosując częstą jej korektę. W wyniku powyższych działań oraz sprzyjających warunków pogodowych tj. mniejszej ilości opadów deszczu i śniegu oraz mniejszej infiltracji (niż zwykle) z pobliskiej rzeki San już na przełomie 2002/2003 roku udało się osiągnąć proces usuwania azotu (nitryfikacji/denitryfikacji) w warunkach zimowych. Od połowy lutego 2003 roku jakość ścieków oczyszczonych w zakresie azotu ogólnego była przeważnie poniżej 30 mgN/dm^3 (pozwolenie wodnoprawne dopuszczało wartość azotu w tym okresie (do 2010 r.) do 30 mg/dm^3 , a później po 2010 do 20 mg/dm^3). Te pozytywne efekty pozwoliły dotrzymać warunków pozwolenia wodnoprawnego w zakresie azotu. Optymalizacja procesu strącania wstępnego oraz sekwencyjny proces zmniejszył obciążenie osadników wtórnych s.m. osadu i mimo wysokiego indeksu osadu nie zachodziło zjawisko wynoszenia osadu wraz ze ściekami oczyszczonymi. Ponadto pozwalał osiągnąć warunki tlenowo-beztlenowe w reaktorze jednostrefowym (dawki koagulantu żelazowego w tym okresie nie były wysokie $50\text{--}80 \text{ g/m}^3$). W późniejszych latach proces redukcji biogenów był w tym układzie doskonalony i w sprzyjających warunkach osiągnano stałą redukcję azotu ogólnego do poziomu poniżej 10 mg/dm^3 (w latach 2010-2012 gdy obserwowano lepszą jakość ścieków przemysłowych odprowadzanych do kanalizacji miejskiej).

4. Podstawowe parametry technologiczne oczyszczalni ścieków dla Aglomeracji Sanok po zakończeniu rozbudowy w 2013 r.

Układ technologiczny oczyszczalni został zaprojektowany na następujące parametry

- Przepływ średni dobowy w pogodzie suchej $Q_{\text{śrd}} = 15\,000 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Przepływ maksymalny dobowy w pogodzie deszczowej: $Q_{\text{maksd}} = 28\,000 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Przepływ średni godzinowy w pogodzie suchej: $Q_{\text{śrh}} = 625 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Przepływ maksymalny godzinowy w pogodzie suchej: $Q_{\text{maks h}} = 1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Przepływ maksymalny godzinowy w pogodzie deszczowej
- (przepustowość hydrauliczna: piaskowniki, osadniki wstępne, część biologiczna oczyszczalni): $Q_{\text{maksdeszcz}} = 1\,500 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Przepływ maksymalny godzinowy w pogodzie deszczowej (przepustowość hydrauliczna: kraty, pompownia główna): $Q_{\text{maksmax h}} = 2\,500 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Dopływ do zbiornika retencyjnego: $Q_{\text{R}} = 1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$

Ładunki zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni zostały przyjęte następująco:

- BZT₅: 4555 kg/d
- ChZT: 9916 kg/d
- Zawiesina ogólna: 4963 kg/d
- Azot ogólny: 849 kg/d
- Fosfor ogólny: 155 kg/d

Wartości stężeń zanieczyszczeń dopływające w ściekach surowych zostały przyjęte na poziomie:

- BZT₅: 300 mg/dm³
- ChZT: 660 mg/dm³
- Zawiesina ogólna: 330 mg/dm³
- Azot ogólny: 58 mg/dm³
- Fosfor ogólny: 11 mg/dm³
- Równoważna liczba mieszkańców RLM = 75 920

Powyższe stężenia i ładunki zanieczyszczeń obejmują sumę wszystkich doprowadzanych do oczyszczalni ścieków w tym ścieków komunalnych, ścieków przemysłowych, ścieków dowożonych, odcieków i filtratów doprowadzanych z przeróbki osadów ściekowych.

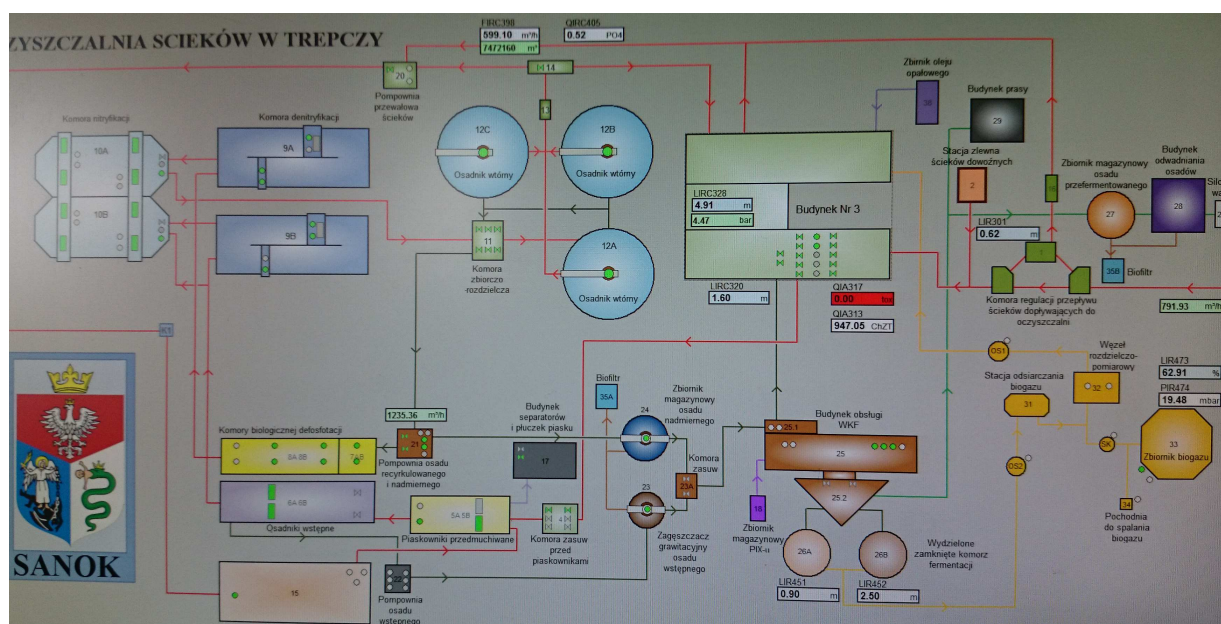
5. Układ technologiczny oczyszczalni ścieków dla Aglomeracji Sanok po zakończeniu rozbudowy w 2013 r.

Oczyszczalnia ścieków w Trepczy składa się z następujących podstawowych obiektów:

- komora regulacji przepływu ścieków dopływających do oczyszczalni wraz z komorami,
- stacja zlewna ścieków dowożonych,
- budynek obsługi oczyszczalni w skład którego wejdą:
 - o główna pompownia ścieków,
 - o pompownia ścieków na filtry końcowe,
 - o zbiornik dezaktywacji flotatu,
 - o zbiornik wody technologicznej,
 - o stacja filtrów końcowych,
 - o stacja transformatorowa,
 - o kotłownia,
 - o dyspozytornia,
- komora zasuw przed piaskownikami,
- piaskowniki przedmuchiwane,
- osadniki wstępne,
- komory predenitryfikacji,

- komory biologicznej defosfatacji,
- komory denitryfikacji,
- komory nitryfikacji,
- komora zbiorczo-rozdzielcza,
- osadniki wtórne,
- komora pomiaru ilości ścieków oczyszczonych wraz z poborem prób,
- komora odpływowa,
- zbiornik retencyjny,
- komora pomiaru ilości wód przelewowych,
- budynek separatorów i płuczek piasku,
- zbiornik magazynowy koagulantu żelazowego,
- pompownia przeładowa ścieków (powodziowa),
- pompownia osadu recyrkulowanego i nadmiernego,
- pompownia osadu wstępnego i ciał pływających,
- zagęszczacz grawitacyjny osadu wstępnego – fermenter,
- komora zasuw,
- zbiornik magazynowy osadu nadmiernego - zagęszczacz grawitacyjny,
- budynek obsługi WKF,
- wydzielone zamknięte komory fermentacyjne,
- zbiornik magazynowy osadu przefermentowanego,
- budynek odwadniania osadów,
- budynek prasy - obiekt istniejący,
- plac składowy osadu odwodnionego,
- stacja odsiarczania biogazu,
- węzeł rozdzielczo-pomiarowy biogazu,
- zbiornik biogazu,
- pochodnia do spalania biogazu,
- odwadniacze sieciowe,
- studnia kondensatu,
- biofiltry,
- budynek administracyjno-socjalny,
- zbiornik oleju opałowego,
- budynek magazynowo-techniczny,
- budynek rozdzielni elektrycznej.

Na rysunku nr 1 przedstawiono schemat technologiczny oczyszczalni po rozbudowie



Rys. nr 1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Trepczy po rozbudowie.

Oczyszczalnia Ścieków w Sanoku jest oczyszczalnią mechaniczno-biologiczną z technologią osadu czynnego, ze zintegrowanym procesem usuwania związków azotu i fosforu.

Oczyszczalnia Ścieków została zaprojektowana i wykonana na przepustowość 15000 m³/d ścieków w okresie bezdeszczowym, oraz na przyjęcie pierwszej fali deszczu max 2500 m³/d, która zostaje zatrzymana w zbiorniku retencyjnym. Z uwagi na częściowo ogólnospławny charakter zlewni projektowanej oczyszczalni, układ technologiczny oczyszczalni dostosowano do występującej nierównomierności dopływu ścieków. Ilość ścieków przyjmowana do oczyszczalni w okresie pogody deszczowej oraz roztopów jest ograniczona do $(3 + 1) \times Q_{srh} = (3+1) \times 625 = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$. Nadmiar ścieków ponad 2500 m³/h odprowadzany jest przelewem przed oczyszczalnią do kanału odpływowego do odbiornika.

Ścieki z zbiorników bezodpływowych z terenu Aglomeracji Sanok dowożone są do punktu zlewnego wyposażonego w układ w pomiaru ilości i jakości ścieków z rejestracją dostawców (czytnik kart magnetycznych).

Ścieki istniejącym kolektorem grawitacyjnym doprowadzane są do hali krat zlokalizowanej w budynku obsługi oczyszczalni. W hali krat, zamontowane są trzy pracujące równolegle kraty gęste mechaniczne o prześwicie 6 mm. Kraty wyposażone są w urządzenie do płukania oraz prasowania skratek.

Skratki zatrzymane na kratkach po wypłukaniu i sprasowaniu są transportowane systemem przenośników do pomieszczenia kontenerów.

Ścieki z krat odpływają do pompowni głównej ścieków wyposażonej w 5 pomp z płaszczem chłodzącym skąd tłoczone są do komory rozdzielczej przy piaskownikach. Po rozbudowie wykonano dwa równoległe rurociągi tłoczne.

Przed piaskownikami wykonana jest komora rozdzielcza wyposażona w przepływomierze elektromagnetyczne oraz przepustnice regulacyjne, której zadaniem jest równomierny rozdział ścieków na dwa niezależne ciągi technologiczne oraz odprowadzenie nadmiaru ścieków w pogodzie deszczowej do zbiornika retencyjnego. W komorze rurociągi tłoczne z pompowni głównej rozdzielają się na trzy równoległe rurociągi: po jednym do każdego z dwóch piaskowników i jeden do zbiornika retencyjnego.

Opisane rozwiązania pozwalają na równomierny rozdział ścieków na dwa ciągi technologiczne oraz kontrolowany zrzut nadmiaru ścieków do zbiornika retencyjnego. Układ technologiczny oczyszczalni został zwymiarowany hydraulicznie na maksymalny chwilowy przepływ w pogodzie deszczowej wynoszący: 1500 m³/h. Przepustowość krat oraz wydajność pompowni głównej pozwala na przyjęcie do oczyszczalni przepływu 2500 m³/h. Nadmiar ścieków pogodzie deszczowej lub w okresie roztopów 1000 m³/h jest gromadzony w zbiorniku retencyjnym. Zbiornik retencyjny pełni również rolę bufora na wypadek zrzutu do oczyszczalni ścieków przemysłowych. Na dopływie do oczyszczalni w hali krat zainstalowana jest stacja monitoringu jakości ścieków wyposażona w urządzenia pomiarowe on line mierzące: pH, redoks, konduktancję, azot amonowy, OWO, ChZT, fosfor ogólny, toksyczność. W przypadku przekroczenia wartości granicznych określonych przez obsługę oczyszczalni, odcięty zostaje dopływ ścieków do piaskowników, osadników wstępnych i biologicznej części oczyszczalni a ścieki automatycznie skierowane są do zbiornika retencyjnego. Zbiornik retencyjny wód deszczowych wyposażony jest w automatyczny system spłukiwania. Zasada działania systemu polega na gromadzeniu ścieków w specjalnych komorach płuczających, w których wytwarzane jest podciśnienie. Dzięki podciśnieniu możliwe jest napełnianie komór płuczających, w przypadku nawet częściowego wypełnienia zbiornika. Po opróżnieniu zbiornika retencyjnego, następuje gwałtowne rozhermetyzowanie komór płuczających i zgromadzone w nich ścieki są gwałtownie zrzucane do poszczególnych komór zbiornika co zapewnia skuteczne spłukanie sedimentujących na dnie zbiornika zanieczyszczeń. Ścieki ze zbiornika retencyjnego, w okresach zmniejszonych przepływów, za pomocą pomp zamontowanych w zbiorniku odprowadzane są do ciągu technologicznego oczyszczalni przed piaskowniki.

W piaskownikach piasek zgarniany jest do lejów. W każdym leju zamontowana jest pompa pulpy piaskowej, która tłoczy ścieki do płuczki piasku zlokalizowanej w budynku w sąsiedztwie piaskowników. W budynku płuczki piasku zlokalizowane są dmuchawy służące do napowietrzania piaskowników oraz sprężarka doprowadzająca powietrze do wzruszania pulpy piaskowej. Tłuszcze wyseparowane w piaskowniku odprowadzane są grawitacyjnie do pompowni osadu wstępnego i ciał pływających. Po zmieszaniu (przy użyciu miesadła szybkoobrotowego) z ciałami pływającymi z osadników wstępnych, tłuszcze wyseparowane w piaskownikach są przetłaczane do istniejącej komory nadawy komór fermentacyjnych zlokalizowanej przy komorach fermentacyjnych.

Ścieki z każdego piaskownika dopływają do dwóch osadników wstępnych wyposażonych w zgarniacze łańcuchowe, obrotowe rynny do spustu ciał pływających, wykonane jest również obejście awaryjne osadników wstępnych. Osad wstępny z osadników, w sposób automatyczny (zasuwy nożowe z napędami) odprowadzany jest do pompowni osadu wstępnego i ciał pływających, skąd tłoczony jest do zagęszczacza grawitacyjnego osadu wstępnego. Ciała pływające z osadników wstępnych odprowadzane są grawitacyjnie do pompowni osadu wstępnego i ciał pływających. Po zmieszaniu (mieszadło szybkoobrotowe) z tłuszczami z piaskowników, osady przetłaczane są do komory nadawy komór fermentacyjnych zlokalizowanej przy komorach fermentacyjnych.

Po mechanicznym oczyszczaniu ścieki wpływają do reaktora biologicznego wykonanego jako dwa niezależne ciągi składające się z komór: predenitryfikacji, defosfatacji, denitryfikacji i nityfikacji. Komory nityfikacji wyposażone są w system napowietrzania powierzchniowego przy użyciu aeratorów mamutowych o osi poziomej. Komory predenitryfikacji, defosfatacji, denitryfikacji wyposażone są w system mieszadeł. Rys. nr 2 i 3 przedstawia widok na reaktory biologiczne i osadniki wtórne.



Rys. nr 2. Widok na reaktory biologiczne i osadniki wtórne.



Rys. nr 3. Widok na reaktory biologiczne.

Ścieki z każdego z osadników wstępnych dopływają do komory predenitryfikacji osadu recyrkulowanego (10%) i do komory biologicznej defosfatacji (90%). Dwa zblokowane zbiorniki predenitryfikacji i defosfatacji powstały poprzez przebudowę dwóch osadników wstępnych (przed modernizacją funkcjonowały 4 osadniki wstępne, odpowiednia przebudowa układów dopływowego i odpływowego pozwoliła na zmianę funkcji 2 osadników wstępnych na komory predenitryfikacji i defosfatacji). Do komory predenitryfikacji doprowadzany jest osad recyrkulowany z osadników wtórnych. Zadaniem komory predenitryfikacji jest proces denitryfikacji azotanów zawartych w osadzie recyrkulowanym, nie pozwalając tym samym aby zaburzały one proces biologicznej defosfatacji. Ponadto do komór predenitryfikacji przewidziano doprowadzenie LKT z grawitacyjnego zagęszczacza osadu wstępnego oraz części organiczne powstałe w wyniku płukania piasku w separatorach. Osad czynny w zbiornikach utrzymywany jest w stanie zawieszenia przez mieszadła zatapialne. Mieszanina osadu czynnego z każdej z dwóch komór defosfatacji dopływa do odrębnej komory denitryfikacji. Komory denitryfikacji powstały poprzez przebudowę istniejących przed modernizacją dwóch komór napowietrzania. Osad czynny w komorach denitryfikacji utrzymywany jest w stanie zawieszenia przez mieszadła zatapialne. W każdej z dwóch komór denitryfikacji zamontowane zostały urządzenia do napowietrzania powierzchniowego – wirniki mamutowe. Urządzenia napowietrzające mogą być uruchamiane w razie potrzeby w okresach gdy efektywność procesu nityfikacji będzie niewystarczająca (np. okres zimowy). Każda z komór denitryfikacji współpracuje z odrębną komorą nityfikacji. Wykonane są dwie nowe komory nityfikacji. Komory te są zblokowane.

W celu dostarczenia niezbędnej do prowadzenia procesów ilości tlenu oraz do wymuszenia obiegowego ruchu ścieków i utrzymywania osadu czynnego w zawieszeniu zamontowane są urządzenia do napowietrzania powierzchniowego - wirniki mamutowe. Urządzenia stanowiące układ napowietrzania komór nityfikacji oraz denityfikacji mogą być automatycznie włączane i wyłączane z uwagi na konieczność dostosowania układu oczyszczania biologicznego do zmiennej ilości i składu dopływających ścieków. W komorach nityfikacji zamontowane są mieszadła zatapialne, które zapobiegają sedymentacji osadu czynnego w okresach, kiedy wyłączone będą poszczególne wirniki mamutowe.

Wewnętrzna recyrkulacja ścieków realizowana jest za pomocą zainstalowanych w komorach nityfikacji mieszadeł pompujących. Ścieki z komór nityfikacji dopływają poprzez komorę zbiorczo-rozdzielczą, do trzech równolegle pracujących osadników wtórnych radialnych. Projekt modernizacji oczyszczalni przewidywał wykorzystanie po modernizacji dwóch istniejących osadników wtórnych i dobudowę trzeciego nowego. W osadnikach następuje sedymentacja osadu czynnego i klarowanie ścieków oczyszczonych. Ścieki oczyszczone z osadników wtórnych odpływają do odbiornika poprzez punkt pomiarowy ścieków oczyszczonych. Wysedymetowany na dnie osadników wtórnych osad czynny za pomocą zgarniaczy osadu zgarniany jest do lejów osadników, skąd odpływa, poprzez komorę zbiorczo-rozdzielczą, do pompowni osadu recyrkulowanego skąd przetłaczany jest do komór predenitryfikacji. Regulacja ilości osadu powrotnego odprowadzanego z każdego z osadników wtórnych realizowana jest w sposób automatyczny za pomocą przelewowych zastawek regulacyjnych ze wskaźnikiem położenia i pomiarem wysokości warstwy przelewowej (przeliczonej na przepływ). Osad nadmierny odprowadzany jest z projektowanej komory zbiorczo-rozdzielczej, do zbiornika osadu nadmiernego - zagęszczacza grawitacyjnego. Zbierające się na powierzchni osadników wtórnych ciała pływające kierowane są do zbiornika dezaktywacji flotatu z osadników wtórnych. W razie wystąpienia takiej konieczności do zbiornika przewidziano dozowanie podchlorynu sodu celem dezaktywacji zgromadzonego flotatu. Dezaktywowany flotat jest przetłaczany przez dwie nowe pompy do komory czerpalnej głównej pompowni ścieków skąd jest podany do układu technologicznego oczyszczalni i następnie zatrzymany w osadnikach wstępnych. W celu końcowego strącania chemicznego związków fosforu przewiduje się dozowanie koagulanta do komory rozdziału przed osadnikami wtórnymi. Jako opcję stosowaną jedynie w przypadku dopływu ścieków o bardzo znacznej ilości zawiesin (ścieki przemysłowe) przewidziano możliwość dozowania koagulanta przed osadniki wstępne.

Powstające na oczyszczalni ścieki bytowo-gospodarcze, popłuczyny z pras do skratek, odcieki z separatorów piasku, odcieki z pras do osadów odprowadzane są na początek układu technologicznego. Bogate w lotne kwasy tłuszczowe, wody nadosadowe z grawitacyjnego zagęszczacza osadu wstępnego – fermentera odprowadzane są poprzez przepompownię osadu recyrkulowanego do komór defosfatacji.

Oczyszczone ścieki z osadników wtórnych dopływać częściowo do pompowni wody technologicznej zlokalizowanej w istniejącym budynku obsługi technicznej, skąd podawane będą do sieci wody technologicznej na terenie oczyszczalni. W celu zabezpieczenia

przeciwpowodziowego oczyszczalni przed wpływem wysokich poziomów wód w rzece San wykonano przepompownię przewałową ścieków (powodziową). Pompownia wyposażona jest w dwie pompy zatapialne montowane w szybach rurowych.

Na wypadek zaistnienia sytuacji zatrucia osadu czynnego w oczyszczalni poprzez zrzut ścieków przemysłowych i związanego z tym wypływania osadu przewidziano w układzie technologicznym na odpływie z oczyszczalni zastosowanie dwóch sit do filtracji końcowej o prześwicie 0,35 mm każde. Sita pozwalają zatrzymać flotujący do odbiornika osad czynny i ochronić odbiornik przed skażeniem. Uruchomienie sit następuje automatycznie, w przypadku przekroczenia zadanego stężenia mętności w ściekach oczyszczonych. W normalnym układzie pracy oczyszczalni ścieki oczyszczone odpływają istniejącym kolektorem odpływowym do odbiornika. W razie przekroczenia parametrów zadanych mętności poprzez otwarcie lub zamknięcie zastawek w komorze odpływowej, ścieki skierowane zostają do pompowni przewałowej ścieków. Stąd przetłaczane są przez sita końcowe, po przejściu przez które odpływają do odbiornika. Osad zatrzymany na sitach podawany jest do zbiornika dezaktywacji flotatu.

Cały proces technologiczny sterowny jest automatycznie przez system sterujący, po rozbudowie układ technologiczny został wyposażony w wiele urządzeń pomiarowych pozwalających precyzyjnie sterować procesem (200 punktów pomiarowych). W oczyszczalni znajduje się laboratorium, w którym wykonuje się analizy ścieków dopływających i dowożonych do oczyszczalni i ścieków oczyszczonych odprowadzanych do odbiornika.

Do najważniejszych i najciekawszych elementów z zakresu sterowania procesem i pomiarów on-line na oczyszczalni ścieków w Trepczy należą następujące rozwiązania:

1. Monitoring ścieków na dopływie:
 - a. pomiary online ChZT, OWO, P, NH-4, toksyczność, przewodność, pH
 - b. automatyczna regulacja dopływu do piaskowników i zbiornika retencyjnego
 - c. wielofunkcyjność zbiornika retencyjnego , możliwość zgromadzenia ścieków deszczowych oraz automatyczne przekierowanie ścieków surowych przy przekroczeniu parametrów zadanych np.: ChZT, NH-4, toksyczności



Rys. nr 4. Stacja monitoringu ścieków surowych.

2. Monitoring i sterowanie procesem technologicznym w reaktorach biologicznych:
 - a. pomiary online w komorach nityfikacji NH_4 , NO_3 , tlen, pH, temperatura, potencjał redox, poziom napełnienia – rys. nr 2
 - b. pomiary online w komorach defosfatacji pH, temperatura, potencjał redox
 - c. proces sterowny jest od wartości zadanej azotanów i azotu amonowego lub azotu amonowego i alternatywnie tlenu
 - d. recyrkulacja wewnętrzna i zewnętrzna sterowana jest w zależności od wielkości odpływu



Rys. nr 5. Przykładowe parametry procesu w reaktorach biologicznych.

3. Monitoring ścieków na odpływie:

- a. pomiary online P, NH-4, NO-3, pH, temperatura, mętność
- b. automatyczna regulacja odpływu przy przekroczeniu wartości zadanej mętności i przekierowanie ścieków na filtry końcowe
- c. automatyczna regulacja dozowania koagulantu żelazowego przy przekroczeniu wartości zadanej fosforanów

Urządzenia do przeróbki osadów.

Osad czynny nadmierny i wstępny kierowany jest do zagęszczaczy grawitacyjnych, a następnie do komór fermentacyjnych. Po procesie fermentacji osady ściekowe odwadniane są prasie taśmowej i higienizowany wapnem.

Osad nadmierny z układu biologicznego oczyszczania ścieków odprowadzany jest z komory rozdzielczo-zbiorczej poprzez przepompownię osadu nadmiernego do zbiornika osadu nadmiernego - zagęszczacza grawitacyjnego. Zagęszczony grawitacyjnie osad nadmierny podawany jest do komory nadawy przed fermentacją. Projektant w obecnym etapie rozbudowy oczyszczalni przewidział grawitacyjny zagęszczacz osadu nadmiernego ze względu na niską efektywność mieszania osadów w komorach. Docelowo w następnym etapie rozbudowy oczyszczalni ścieków należy rozważyć w układzie osadu nadmiernego zastosowanie mechanicznego zagęszczacza oraz modernizacji komór fermentacyjnych z efektywniejszym systemem mieszania osadów.

Do komory nadawy trafia również zagęszczony grawitacyjnie osad wstępny z zagęszczacza grawitacyjnego oraz tłuszcze z piaskowników i ciała pływające z osadników wstępnych. W komorze przy użyciu mieszadła szybkoobrotowego następuje uśrednienie składu wsadu do fermentacji.

Osady z komory zbiorczej osadu podawane są okresowo do komory fermentacyjnej I stopnia gdzie zastosowany jest system mieszania pompowego z jednopunktowym poborem osadu i jednopunktowym tłoczeniem osadu. Osad podgrzewany jest w wymiennikach spiralnych. Każdorazowa przy tłoczeniu do WKF nowej porcji osadu część osad przepływa do drugiego stopnia fermentacji do WKFIlo. W drugim stopniu następuje dofermentowanie i zagęszczenie osadu. WKF-y wyposażone są w rurociągi do spustu wód nadosadowych. Czas fermentacji ze względu na dużą pojemność komór fermentacyjnych ($2 \times 2500 \text{ m}^3$) jest wystarczająco długi aby osiągnąć dobrą stabilizację osadu, zawartość substancji organicznych w osadzie po procesie fermentacji wynosi 50-54 %.

Osad przefermentowany podawany jest po fermentacji rurociągiem do zbiornika magazynowego osadu przefermentowanego. Wymieniony zbiornik pełni przede wszystkim rolę zbiornika buforowego i magazynowego (np. w czasie dni wolnych od pracy). Zbiornik wyposażony jest w mechaniczne mieszadło szybkoobrotowe, którego głównym zadaniem jest ujednolicenie osadu.

Do odwadniania osadu przefermentowanego służy nowoprojektowana prasa taśmowa zlokalizowana w nowym budynku odwadniania osadu. Osad czerpany jest za pomocą pomp i po wstępnym kondycjonowaniu polielektrolitami podawany na prasę. Odwodniony osad przy użyciu przenośnika ślimakowego transportowany jest do mieszarki, w której następuje higienizacja osadu wapnem palonym i usuwanie go bezpośrednio po odwodnieniu na zadaszony plac składowy osadu.

W zakresie instalacji biogazu w trakcie modernizacji wykonano nowy suchy zbiornik oraz montaż nowej instalacji odsiarczania biogazu i pochodni. Źródłem ciepła dla oczyszczalni ścieków jest kotłownia zlokalizowana w miejscu starej kotłowni węglowej. Biogaz wykorzystywany jest w pierwszej kolejności jako paliwo podstawowe, a w przypadku jego braku lub zbyt małej ilości – olej opałowy. Kotłownia wyposażona jest w dwa kotły wodne o wydajności $Q = 350$ kW każdy. Kotły posiadają palniki dwupaliwowe biogazowo-olejowe. Olej opałowy magazynowany jest w podziemnym dwupłaszczowym zbiorniku. Na rys. nr 4 przedstawiono widok na zagęszczacze osadu i komory fermentacyjne, a na rys. nr 5 widok na prasę taśmową.



Rys. nr 6. Przedstawia widok na zagęszczacze osadu i komory fermentacyjne.



Rys. nr 7. Widok na prasę taśmową.



Rys. nr 8. Widok na budynek prasy taśmowej i magazyn osadu.

6. Problemy związane z gospodarką ściekową w zakładach przemysłowych odprowadzających ścieki do kanalizacji miejskiej.

Skład jakościowy ścieków dopływających do sanockiej oczyszczalni jest zróżnicowany w przekroju całego roku, związane jest to z okresowymi zrzutami ścieków z zakładów przemysłowych oraz z charakterystyką systemu kanalizacyjnego. Część kanalizacji na terenie miasta jest w systemie ogólnospławnym, ponadto główne kolektory przyjmują bardzo dużą ilość wód infiltracyjnych (w okresie podwyższonego stanu wód w rzece San infiltracja jest tak duża, że dopływ ścieków do czyszczalni osiąga wartość 20 000 m³/d mimo braku opadów deszczu). Ponadto w czasie okresów deszczowych w bilansie ścieków występują duże ilości wód opadowych pochodzące z kanalizacji deszczowej wpiętej do systemu kanalizacji sanitarnej dopływ wtedy okresowo przekracza nawet 30 000 m³/d.

W okresie od 2010 do 2012 r. nie obserwowano dużych zmian w charakterystyce ścieków. W związku z tym można było prognozować, że wypracowany proces usuwania azotu w starym układzie technologicznym przy zastosowaniu strącania wstępnego i sekwencyjnego napowietrzania będzie zachodził długoterminowo i po rozbudowie zakończonej w 2013 r. eksploatacja ciągu biologicznego w zakresie redukcji związków biogennych będzie pewna i bezproblemowa. Ta normalna sytuacja utrzymywała się do końca trzeciej dekady 2013 r.

Przedstawiają to wyniki badań ścieków zamieszczone poniżej.

Tabela nr 1. Parametry ścieków na dopływie do oczyszczalni w 2013 r.

	Parametr	Próba nr 1 - 8-9.01.2013	Próba nr 2 - 22-23.01.2013	Próba nr 3- 5-6.02.2013	Próba nr 4 - 19-20.02.2013	Próba nr 5- 05-06.03.2013	Próba nr 6- 19-20.03.2013	Próba nr 7 - 3-4.04.2013	Próba nr 8 - 16-17.04.2013	Próba nr 9- 07-08.05.2013	Próba nr 10- 21-22.05.2013	Próba nr 11- 05-06.06.2013	Próba nr 12- 18-19.06.2013
1.	pH	7,77	7,85	7,84	7,88	7,93	7,68	8,04	7,97	7,97	8,08	7,72	7,75
2.	Temperatura	7,2	7	9,7	8,5	8,6	8,9	8,2	9	9	11,7	13,8	16
3.	BZT ₅	247	190	148	244	211	298	162	163	163	333	369	191
4.	ChZT	619	440	426	607	573	794	354	444	444	927	1064	925
5.	Zawiesina	162	233	128	213	253	375	227	193	193	503	648	765
6.	Azot ogólny	67,3	37,7	34,9	45,2	40,3	53,3	44	34	34	81,6	60,4	46,3
7.	Fosfor ogólny	6,5	4,8	4,7	5,8	8,6	11,4	4,8	5,33	5,33	12,8	13,9	13,8

Tabela nr 2. Parametry ścieków na dopływie do oczyszczalni w 2013 r.

	Parametr	Próba nr 13 - 2-3.07.2013	Próba nr 14 - 16-17.07.2013	Próba nr 15- 06-07.08.2013	Próba nr 16- 20-21.08.2013	Próba nr 17- 03-04.09.2013	Próba nr 18- 24-25.09.2013	Próba nr 19 - 08-09.10.2013	Próba nr 20 - 16-17.10.2013	Próba nr 21- 12-13.11.2013	Próba nr 22 - 26-27.11.2013	Próba nr 23- 03-04.12.2013	Próba nr 24- 17-18.12.2013
1.	pH	7,84	7,84	7,75	7,77	7,66	7,78	7,66	7,68	7,64	7,55	7,55	7,45
2.	Temperatura	15,8	16,4	18,5	17,9	16	13,7	13,5	15	11,8	10,7	10,5	9,1
3.	BZT ₅	449	230	220	391	412	319	267	410	304	300	500	319
4.	ChZT	867	713	913	1000	992	807	882	1593	690	707	1226	807
5.	Zawiesina	307	358	443	558	415	490	215	408	318	397	970	400
6.	Azot ogólny	49,1	72	56,4	61,8	60,1	80,5	60,8	89,5	81,6	76,2	79,1	61,2
7.	Fosfor ogólny	13,2	12,2	15,8	13,5	15,6	12,2	13,4	21,6	12,4	8,5	14,9	9,6

Tabela nr 3. Średnie stężenia zanieczyszczeń w 2013 r.

W 2013 r. na czas rozbudowy i rozruchu technologicznego wartość dopuszczalna azotu ogólnego w pozwoleniu wodnoprawnym wynosiła 20 mgN/dm³.

Parametr	Jednostka	Dopływ	Odływ
BZT ₅	mgO ₂ /dm ³	285	5,9
ChZT	mgO ₂ /dm ³	791	50,5
Zawiesina	mg/dm ³	387	7,3
Azot ogólny	mgN/dm ³	59	18,5
Fosfor ogólny	mgP/dm ³	11	1,2

Tabela nr 4. Redukcje zanieczyszczeń w 2013 r.

	redukcja
	%
BZT ₅	97,94
ChZT	93,62
Zawiesina	98,12
Azot ogólny	68,57
Fosfor ogólny	89,30

Pod koniec 2013 r. nastąpiło gwałtowne załamanie biologicznego procesu w zakresie redukcji azotu. Głównym czynnikiem była zmiana charakterystyki dopływających ścieków. Gwałtownie z miesiąca na miesiąc od 50 – 100 % wzrósł ładunek dopływających zanieczyszczeń w zakresie wszystkich podstawowych parametrów tj.: ChZT, BZT₅, (wyniki badań z poszczególnych miesięcy w 2013r przedstawiono w tabelach. Spowodowało to problemy w zakresie redukcji azotu. Wartości CHZT na dopływie regularnie osiągają wartość powyżej 3000 mg/dm³, powoduje to przeciążenie części biologicznej oczyszczalni.

Zgodnie z sugestiami projektantów stężenie osadu czynnego w reaktorach było utrzymywane w górnych wartościach przyjętych w projekcie technologicznym do wartości maksymalnej 4,5 kg/m³ jednak ze względu na niepełną nityfikację okazało się to niewystarczające. Na przełomie 2013 / 2014 r. zwiększano stopniowo stężenie biomasy do wartości powyżej 6 kg/m³. Przełożyło się to na prawidłową pracę reaktorów. Azot ogólny spadł do poziomu poniżej 15 mg/dm³, przedstawiono to w niżej zamieszczonych tabelach i na wykresach. Dodatkowo w celu optymalizacji procesu wyrównano tygodniowe obciążenie filtratem z prasy (wprowadzono odwadniania osadu przez 7 dni w tygodniu) co spowodowało równomierne obciążenie reaktorów biologicznych ładunkiem azotu amonowego. Dodatkowo na stałe wprowadzono przekierowanie silnie stężonych ścieków zrzucanych cyklicznie z zakładów przemysłu chemicznego (okresowe kontrole wykazały zrzut ścieków do kanalizacji miejskiej z zakładów o ChZT przekraczającym wartość 10 000 mg/dm³) do zbiornika retencyjnego i ich równomierne dawkowanie do układu w ciągu całej doby.

Tabela nr 5. Parametry ścieków na oczyszczonych w 2014 r.

Lp	Nr kolejny próby	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	pH	7,51	7,33	7,95	7,43	7,38	7,29	7,9	7,36	7,14	7,8	7,83	7,46	8,03
2.	Temperatura	11,5	9,2	9	10,5	10,8	10,2	9,8	11,9	14	10,1	14,4	16,3	9,5
3.	BZT ₅	4	3	5	3	3	5	5	4	5	4	4	4	5
4.	ChZT	37,5	45,4	56	39,9	50,8	45,6	40,7	45,2	47,5	31,5	33,3	34,4	50,5
5.	Zawiesina	4	4	7	9	11	6	8	7	8	9	4	5	8
6.	Azot ogólny	27,3	21,4	39,4	25,4	9,32	7,81	8,89	7,67	9,12	7,67	4,89	11,89	7,88
7.	Fosfor ogólny	0,27	0,7	0,97	0,8	0,8	0,8	1,2	1,5	1,3	1,2	0,27	0,58	0,5

Tabela nr 6. Parametry ścieków na oczyszczonych w 2014 r.

Lp	Nr kolejny próby	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1.	pH	7,22	7,31	7,2	7,38	7,49	8,21	7,52	7,39	7,49	8,04	7,51	7,84	7,59
2.	Temperatura	18,5	19	18	18,2	18,6	10,5	18,1	18,1	14,8	13,9	13,5	11,9	9,8
3.	BZT ₅	4	4	6	4	4	5	5	5	5	8	7	10	10
4.	ChZT	44,8	40,9	48,3	61,5	43,5	36,1	54,2	45,6	48	23	64	85,8	95,8
5.	Zawiesina	9	8	3	4	10	9	16	11	7	14	12	24	31
6.	Azot ogólny	4,14	5,98	7,75	7,2	12,73	9,81	8,4	7,72	10,32	6,6	14,3	8,36	11,24
7.	Fosfor ogólny	0,51	0,55	0,6	0,8	0,38	0,56	0,44	0,68	0,27	0,23	1,4	0,93	1,51

Tabela nr 7. Dopuszczalne parametry ścieków oczyszczonych obowiązujące w pozwoleniu wodnoprawnym po zakończeniu rozruchu w listopadzie 2013 r.

Lp	Nr kolejny próby	Wartość dopuszczalna
1.	BZT ₅	15
2.	ChZT	125
3.	Zawiesina	35
4.	Azot ogólny	20
5.	Fosfor ogólny	2

7. Inne problemy które wystąpiły w czasie wstępnej eksploatacji w latach 2013 – 2015.

W trakcie rozruchu technologicznego i wstępnej eksploatacji wystąpiły problemy eksploatacyjne związane min. z nieprawidłową pracą niektórych urządzeń, czy też innymi czynnikami (np. specyfiką dopływających ścieków), poniżej przedstawiono niektóre z nich.

1. Komora krat. Zbyt duży prześwit kraty na dopływie powoduje bardzo duże problemy eksploatacyjne w całym ciągu technologicznym:

a. Części stałe przechodzące przez kratę powodują w reaktorach biologicznych duże utrudnienia w pracy mieszadeł i wyraźnie zmniejszają ich sprawność.

b. Utrudnienia w pracy pomp recyrkulacji wewnętrznej – w strefie nityfikacji.

c. Ciąg przeróbki osadów – zatykanie pomp i rurociągów technologicznych, pompy recyrkulacji WKF, pompy osadów na prasie, itp. Bardzo duży udział pracy potrzebny przy czyszczeniu tych urządzeń.

d. Zastosowane przepustnice w całym układzie technologicznym ulegają stopniowo zatykaniu przez części włókniste przechodzące przez zainstalowaną kratę – grozi to utratą sterowności procesów.

2. Komora krat urządzenia pomiarowe na dopływie: lokalizacja bardzo drogiego urządzenia pomiarowego (pomiar ChZT, OWO, fosforu i toksyczności) w komorze krat stwarza niebezpieczeństwo ich zalanania przy awarii sterowania lub awarii krat w okresie dużych opadów deszczu.

3. Separatory piasku – piaskowniki:

a. Projektant nie przewidział placu do składowania piasku, problem ten częściowo rozwiązano poprzez adaptację starego składu węgla do składowania piasku

b. Brak podgrzewania dla bieżni piaskowników (mimo możliwość zastosowania kabla grzewczego). Stwarza to problemy eksploatacyjne w okresie zimowym – następuje zamarzanie bieżni i ślizganie się kół „wózków” zgarniaczy

c. Okresowo piasek nie jest wydzielany mimo prawidłowej pracy separatorów piasku, problem ten do tej pory nie został rozwiązany.

4. Komory nitryfikacji, denitryfikacji:

a. Zainstalowane sondy pomiarowe azotanów i azotu amonowego w komorach nitryfikacji pracowały bardzo niestabilnie, co utrudniało prowadzenie procesu biologicznego zarówno pod kątem redukcji zanieczyszczeń jak i ograniczenia zużycia energii elektrycznej. Mimo częstej kalibracji wykonywanej 1 x w tygodniu proponowanej przez dostawcę urządzeń (uciążliwej i generującej dodatkowe koszty) problemu nie udało się rozwiązać w początkowej fazie wstępnej eksploatacji. Dopiero stopniowa modernizacja i wymiana niektórych sond pomiarowych pozwoliła osiągnąć stabilne pomiary w zakresie $N-NH_4$ i $N-NO_3$. Sondy jonoselektywne $N-NH_4$ zostały zastąpione przez kolorymetryczny system do analizy ścieków wyposażony dodatkowo w filtr membranowy. Sondy jonoselektywne $N-NO_3$ w komorach nitryfikacji zostały zastąpione przez analizatory UV również poprzedzone modułami filtracyjnymi. Dopiero te modyfikacje systemu pomiarowego co trwało blisko 12 miesięcy pozwoliły prawidłowo sterować procesem usuwania związków azotu poprzez wykorzystanie pomiaru azotanów i azotu amonowego.

Poniżej przedstawiono wyniki kalibracji na przykładzie dwóch tygodni w marcu i kwietniu 2014 r. obrazujące nieprawidłową pracę sond:

31.03. Kalibracja własna potasu, amoniaku

Tabela nr 8 . Wyniki analiz i wskazania sond.

Lp.	Data pomiaru	Wartość mierzona przez sondę [mg/l]	Wartość zmierzona w laboratorium [mg/l]		Wartość mierzona przez sondę [mg/l]	Wartość zmierzona w laboratorium [mg/l]		Wartość mierzona przez sondę [mg/l]	Wartość zmierzona w laboratorium [mg/l]		Wartość mierzona przez sondę [mg/l]	Wartość zmierzona w laboratorium [mg/l]	%
		AZOT AMONOWY - SONDA JONOSELEKTYWNA			AZOT AZOTANOWY - SONDA optyczna			AZOT AMONOWY - SONDA optyczna			AZOT AZOTANOWY - SONDA optyczna		
		"10A"			"10A"			"10B"			"10B"		
1	26.03.14	12,21	7,36		9,02	9,76		20,78	9,64		8,04	9,12	36%
2	31.03.14	6,06	13,1		4,48	4,45		6,32	14,4		5,44	4,83	36%
3	03.04.14	0	0,6		6,14	5,4		0,01	0,07		6,37	6,4	36%
4	07.04.14	0	3,97		6,73	7,63		4,87	5,15		4,92	4,44	36%

Ponadto w dniach sprawdzano :

31.03 Potas

komora A wskazania przez sondę : 65,56 wynik w laboratorium : 23,4

komora B wskazania przez sondę : 32,36 wynik w laboratorium : 23,0

03.04 Potas

komora A wskazania przez sondę : 16,9 wynik w laboratorium : 20,4

komora B wskazania przez sondę : 19,35 wynik w laboratorium : 25

potas o godz. 12 wzrósł do 150

03.04 Azotany

komora A wskazania przez sondę : 5,49 wynik w laboratorium : 0,09

komora B wskazania przez sondę : 8,1 wynik w laboratorium : 0,08

b. Zainstalowane sondy pomiarowe azotanów w komorach denitryfikacji również pracowały bardzo niestabilnie, co utrudniało prowadzenie procesu biologicznego. Problemu nie udało się rozwiązać mimo modernizacji układu przygotowania ścieków, sondy zostały poprzedzone modułami filtracyjnymi. Pomiar był niestabilny i po okresie tygodnia następowało zanieczyszczanie układu optycznego sondy i zafałszowanie pomiarów. Przyczyna tego stanu nie została w pełni zdiagnozowana.

c. Przy wyższych napełnieniach w reaktorze nityfikacyjnym i większym zanurzeniu łopatek rotorów napowietrzających (ale w granicach

dopuszczalnych w DTR) występują wyłączenia aeratorów w fazie rozruchu, przeprowadzone kontrole techniczne urządzeń w zakresie sterowania wskazują na niewłaściwy dobór zabezpieczeń. Problem ten nie został jeszcze rozwiązany – sprawa jest w toku.

5. Budynek obsługi WKF, ciąg przeróbki osadów:

- a. Pompy recyrkulacji osadu wymagają bardzo częstego czyszczenia czasem 2x w ciągu zmiany z części włóknistych. Mimo zainstalowanych maceratorów części włókniste ulegają ponownej aglomeracji w wydzielonych komorach fermentacyjnych.
- b. Mieszalnik wapna jest zatykany przez higroskopijne wapno powoduje to bardzo kłopotliwe zatykanie wylotu wapna do mieszalnika.
- c. 4- miesięczny dyspozycyjny okres magazynowania osadu na zaprojektowanym składzie osadu (przy okresach zimowego przestoju wywozu osadu w ciągu roku w zakresie zagospodarowania rolniczego osadów nie zapewnia stabilnej pracy oczyszczalni w ciągu przeróbki osadów ściekowych).
- d. Nie objęcie modernizacją wydzielonych komór fermentacyjnych powoduje poważne perturbacje w ciągu przeróbki osadów. Brak mieszadeł mechanicznych , jednopunktowa recyrkulacja (na ssaniu i tłoczeniu) powodują stosunkowo niską produkcję biogazu - średnio rocznie 800 m³/d co z kolei w okresach zimowych powoduje deficyt paliwa do odpowiedniego podtrzymania temperatury procesu fermentacji mezofilowej. Dodatkowo brak łapacza piany, zraszacza piany, filtrów do wyłapywania zanieczyszczeń z biogazu powoduje często zagrożenie zatkania się rurociągów biogazu i unieruchomienia instalacji.

6. Konieczność pracy reaktorów biologicznych przy wyższych stężeniach osadu (związane jest to z aktualnie dużym ładunkiem zanieczyszczeń dopływającym do oczyszczalni ścieków) powoduje to okresowe chwilowe przeciążenia osadników wtórnych w okresach opadów deszczu i konieczność przy chwilowym wzroście mętności doczyszczania ścieków na filtrach końcowych.

W tabeli poniżej załączono dopływające uśrednione ładunki zanieczyszczeń w 2014 r. w zestawieniu z projektowymi założeniami w zakresie dopływających ładunków.

Tabela nr 9. Ładunki zanieczyszczeń na dopływie w 2014 r.

Parametr	jednostka	Ładunek dobowy rzeczywisty [kg/d]	Ładunek dobowy projektowany [kg/d]
BZT ₅	kg/d	5618	4555
ChZT	kg/d	13776	9916
Zawiesina	kg/d	9142	4963
Azot og	kg/d	788	849
Fosfor og	kg/d	232	155

Jednak pomimo wielu trudności pojawiających się w czasie wstępnej eksploatacji prowadzonej po rozbudowie oczyszczalni ścieków i występujących problemów eksploatacyjnych związanych z nieprawidłową pracą niektórych urządzeń, czy też przede wszystkim związanych z przeciążeniem oczyszczalni ładunkiem zanieczyszczeń, efekty osiągnięte w 2014 i 2015 r. w zakresie redukcji zanieczyszczeń były bardzo dobre. W okresie tym prowadzone badania laboratoryjne w zakresie parametrów ścieków oczyszczonych nie wykazały przekroczeń wartości dopuszczalnych. Osiągnięto bardzo dobrą redukcję podstawowych zanieczyszczeń (ChZT, BZT₅, zawiesina) i związków biogennych. Obrazują to poniżej zamieszczone tabele i wykresy.

Tabela nr 10. Średnie stężenia zanieczyszczeń w 2014 r.

Parametr	Jednostka	Dopływ	Odływ
pH		7,43	7,56
Temperatura	°C	13,50	13,47
BZT ₅	mgO ₂ /dm ³	474,81	5,04
ChZT	mgO ₂ /dm ³	1164,27	48,07
Zawiesina	mg/dm ³	772,58	9,54
Azot ogólny	mgN/dm ³	66,59	11,66
Fosfor ogólny	mgP/dm ³	19,58	0,76

Tabela nr 11. Redukcje zanieczyszczeń w 2014 r.

	redukcja
	%
BZT ₅	98,9
ChZT	95,9
Zawiesina	98,8
Azot ogólny	82,5
Fosfor ogólny	96,1

8. Podsumowanie wstępnej eksploatacji zmodernizowanej oczyszczalni ścieków w Trepczy.

Dotychczasowa eksploatacja urządzeń i obiektów zmodernizowanej oczyszczalni ścieków w Trepczy pokazała dużą niezawodność procesu. Nowoczesne urządzenia zainstalowane na zmodernizowanym obiekcie dają możliwość osiągnięcia bardzo wysokiego efektu w zakresie redukcji zanieczyszczeń pod warunkiem ich niezawodnej i bezawaryjnej pracy. Część opisanych drobnych i poważniejszych problemów eksploatacyjnych została usunięta całkowicie lub częściowo, ale wymagało to ze strony „eksploatatora” dużej determinacji i bardzo dużego nakładu pracy. Było to bardzo istotne gdyż niektóre usterki uniemożliwiały oszczędną gospodarką energią i materiałami eksploatacyjnymi, a także rzutowały na ostateczny efekt pracy oczyszczalni. Część problemów jest w trakcie ich rozwiązywania lub zostaną usunięte w dalszej perspektywie (np. modernizacja ciągu przeróbki osadów, przebudowa komór fermentacyjnych).

Przedstawiona w referacie oczyszczalnia ścieków jest nowoczesnym obiektem wykonanym zgodnie z współczesnymi trendami, gwarantującym osiągnięcie wysokiej niezawodności, ale ze względu na bardzo dużą ilość nowoczesnych i precyzyjnych urządzeń oraz dużą nierównomierność dopływających ładunków zanieczyszczeń wymagającym bardzo starannej i przemyślanej eksploatacji oraz wysoko wyspecjalizowanej obsługi.