

Doświadczenia eksploatacyjne w oczyszczaniu ścieków i powietrza na przykładzie Lewobrzeżnej Oczyszczalni Ścieków w Poznaniu.

Monika Pielach, Paulina Mizerna-Nowotna,
Przemysław Olejniczak

Aquanet S.A.

Lewobrzeżna Oczyszczalnia Ścieków (LOŚ) zlokalizowana jest w Poznaniu przy ul. Serbskiej. Jest to oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna z podwyższonym usuwaniem biogenów i pełną przeróbką wytwarzanych osadów ściekowych. Obiekty tej oczyszczalni umożliwiają przyjęcie 50.000 m³ (50 mln litrów) ścieków na dobę, co szacunkowo odpowiada ilości ścieków odbieranych od 270.000 mieszkańców. Odbiornikiem ścieków oczyszczonych jest rzeka Warta.

Podstawowym zadaniem oczyszczalni jest oczywiście oczyszczanie ścieków, ale zgodnie z oczekiwaniem społecznym to podstawowe zadanie powinno być realizowane przy jak najmniejszej emisji odorów do otoczenia. Stąd w ramach modernizacji oczyszczalni zhermetyzowano wszystkie obiekty mogące oddziaływać odorowo a powietrze złowonne zostało skierowane na biofiltry.

Opis oczyszczalni:

Ścieki na teren LOŚ dopływają grawitacyjnie ze zlewni "Winogrody" oraz są tłoczone rurociągiem z przepompowni Garbary. Wydajność pompowni jest tak regulowana, aby obciążenie łączne oczyszczalni wynosiło ok. **40.000 m³/d**. W pogodzie suchej, ścieki tłoczone są do kanału zbiorczego i dalej przez 2 kraty, 2 piaskowniki i 4 osadniki wstępne do biologicznego oczyszczania. Podczas opadów deszczu ścieki są tłoczone nie tylko do bioreaktorów, lecz również równoległe do 2 zbiorników retencyjnych o pojemności łącznej **25.000 m³**, skąd po ustaniu przepływów deszczowych są odpompowywane w godzinach obniżonego dopływu na początek układu oczyszczania ścieków.

Pierwszym obiektem oczyszczalni jest budynek krat, gdzie zastosowano 2 (+ 1 rezerwowa) kraty panelowo-hakowe, o prześwicie 8 mm. Tu oprócz ścieków „świeżych” dopływają ścieki dowożone taborem asenizacyjnym, po mechanicznym podczyszczeniu. Po odseparowaniu zanieczyszczeń stałych (skratek), całość ścieków spływa do 2 piaskowników napowietrzanych, o przepływie poziomym, gdzie wytrącane są zawiesiny mineralne. Powietrze zużyte z piaskowników jest skierowane na biofiltr wypełniony złożem biologicznym. Następnie ścieki spływają do 4 osadników wstępnych o przepływie poziomym. Osadniki te są hermetycznie przykryte, a zużyte powietrze skierowane jest również na biofiltr biologiczny, łącznie z powietrzem odciągającym z budynku krat.

Mechanicznie podczyszczone ścieki spływają do pompowni ścieków, w której zainstalowano 10 pomp wirowych suchostojących. Pompy tłoczą ścieki dwoma rurociągami o średnicy ϕ 700 mm każda skierowana do pary bioreaktorów oraz (w porze deszczowej) dodatkowo rurociągiem o średnicy ϕ 1200 mm skierowanym do zbiorników retencyjnych.

Następnie ścieki tłoczone są do czterech pogrupowanych w niezależne pary bioreaktorów. Każdy bioreaktor składa się z następujących stref:

- denitryfikacji osadu recykulowanego **DNO**,
- defosfatacji **DF** (strefa beztlenowa),
- denitryfikacji **DN** (strefa niedotleniona),
- nitryfikacji **N** (strefa tlenowa),
- **Rez** strefa odtleniania recykulacji wewnętrznej.

Pojemność czynna każdego bioreaktora wynosi ok. $V_{cz} = 19\ 000\ m^3$.

Strefy denitryfikacji osadu recykulowanego, defosfatacji i denitryfikacji są przykryte hermetycznie, a powietrze z przestrzeni nad ściekami skierowane jest na biofiltr biologiczny, łącznie z powietrzem ze stacji zlewczej oraz zbiornika ścieków dowożonych.

Niezbędny do procesu tlen wprowadzany jest do ścieków systemem dyfuzorów drobnopęcherzykowych, membranowych. Powietrze do procesu oczyszczania dostarczają dmuchawy zlokalizowane w budynku dmuchaw. Dodatkowo istnieje możliwość ewentualnego wspomaganie procesu biologicznego usuwania fosforu za pomocą PIX (siarczan żelazowy) dawkowanego do komór nitryfikacji.

Mieszanka oczyszczonych ścieków i osadu czynnego spływa ostatecznie przez komorę rozdziału do dwóch osadników wtórnych, radialnych o średnicy ok. 47 m.

Pozbawione zawiesiny osadu czynnego, ścieki oczyszczone przelewają się przez przelewy pilaste i w końcowym efekcie odprowadzane są do rzeki Warty.

Osad wstępny zgarniany jest odrębnymi, dla każdego osadnika wstępnego, urządzeniami w przeciwnym kierunku lejów, skąd jest usuwany za pośrednictwem 2 pomp ślimakowych zlokalizowanych w pompowni osadu wstępnego i tłoczony do 2 zagęszczaczy - fermenterów. Zbiorniki te są przykryte hermetycznie, a powietrze zużyte podawane jest na wielostopniowy układ oczyszczania powietrza, gdzie również kierowane jest powietrze z wentylacji zbiornika mieszania osadów zagęszczonych. Wypierana z zagęszczaczy - fermenterów ciecz nadosadowa kierowana jest bezpośrednio do pompowni ścieków i dalej na bioreaktory, natomiast zagęszczony osad wstępny przetłaczany jest do zbiornika mieszania osadów zagęszczonych. Uwodniony osad nadmierny oraz usunięty z osadników wtórnych kożuch, kierowane są do zbiorników osadu nadmiernego. Zbiorniki te wyposażone zostały w wirownice pozwalające na skuteczne uśrednienie osadu z kożuchem. Stąd pompami ślimakowymi osad nadmierny zasysany jest do budynku zagęszczarek, gdzie na zagęszczarkach taśmowych przy użyciu polielektrolitu osad nadmierny zagęszczany jest do ok. 6 % s.m. W kolejnym kroku osad przetłaczany jest do zbiornika mieszania osadów zagęszczonych. W ww. zbiorniku następuje pełne wymieszanie osadów wstępnego i nadmiernego, które następnie są tłoczone do zamkniętych komór fermentacji. Na LOS ułożone zostały dwie duże komory fermentacyjne, każda o pojemności **6.300 m³**.

Przefermentowany osad wypierany jest z ZKF-ów dopływającym świeżym osadem i spływa grawitacyjnie do jednego z 2 zbiorników osadu przefermentowanego o pojemności 560 m³, gdzie jest odgazowywany i uśredniony. Przy zbiornikach znajduje się pompownia osadu przefermentowanego, wyposażona w pompy tłoczące osad rurociągiem o średnicy DN 200 do innej oczyszczalni, gdzie następuje jego odwodnienie.

W wyniku fermentacji metanowej wytwarza się biogaz, który jest ujmowany na kopułach komór fermentacji (ZKF-y) i kierowany do budynku odsiarczalni.

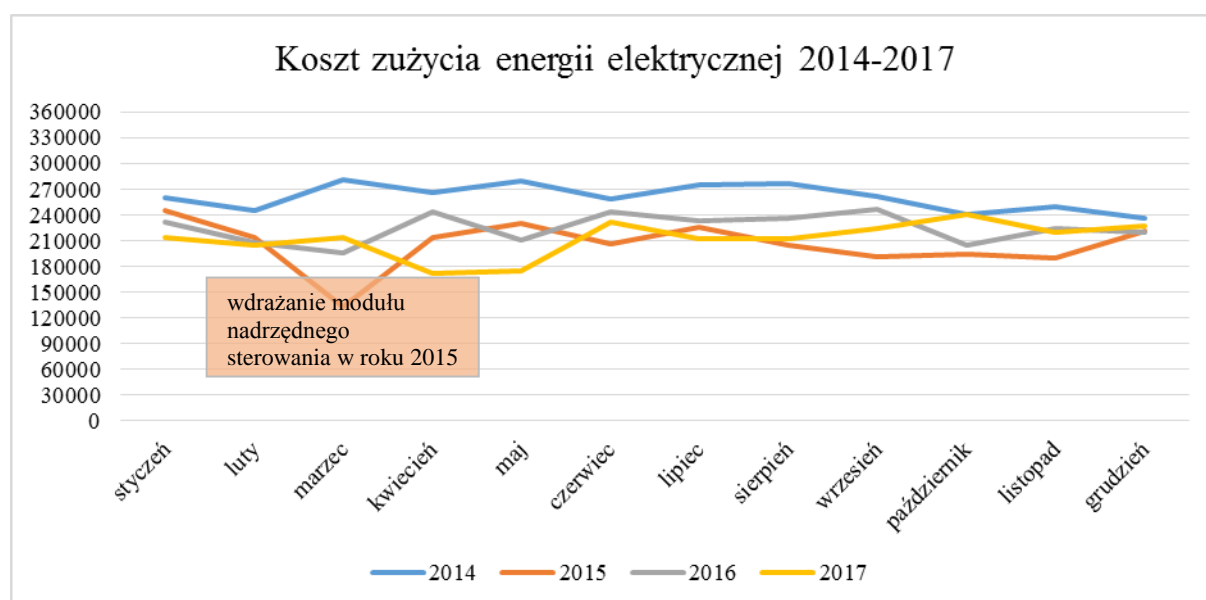
Następnie biogaz kierowany jest do zbiornika gazu - typu suchego o pojemności 5000 m³, skąd po podwyższeniu ciśnienia w budynku dmuchaw biogazu, jest podawany na agregaty prądotwórcze umieszczone w budynku agregatów i kotłowni. Wytwarzany prąd i ciepło są konsumowane przez obiekty oczyszczalni. Kotłownia olejowa wyposażona w 2 kotły

dwupalnikowe (biogaz/olej) dostarcza brakujące ciepło do podgrzania obiektów kubaturowych w okresie niskich temperatur.

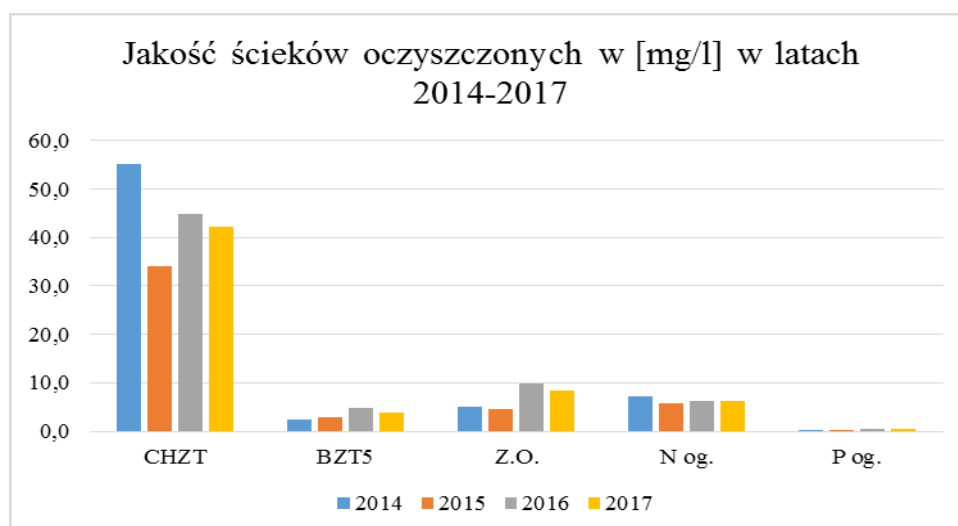
Istnieje również automatyczna pochodnia biogazu z ukrytym płomieniem i pełnym, ekologicznym spalaniem.

Po kilku latach od ostatniej pełnej modernizacji i ciągłego monitoringu pracy obiektu, zdobyte doświadczenia eksploatacyjne pozwoliły poczynić szereg dodatkowych inwestycji, które albo zmniejszyły koszty eksploatacyjne, albo zwiększyły przychody związane z produkcją energii, albo znacząco ograniczyły uciążliwość zapachową obiektu.

1. W ostatnich latach (rok 2015) na Lewobrzeżnej Oczyszczalni Ścieków zakupiliśmy i wdrożyliśmy program nadrzędnego sterowania procesem biologicznym na oczyszczalni co pozwoliło osiągnąć niższe stężenia ChZT oraz azotu ogólnego na wylocie z oczyszczalni (rys. 2.) przy znacznym ograniczeniu kosztów zużycia energii elektrycznej dla procesu biologicznego (rys. 1.).

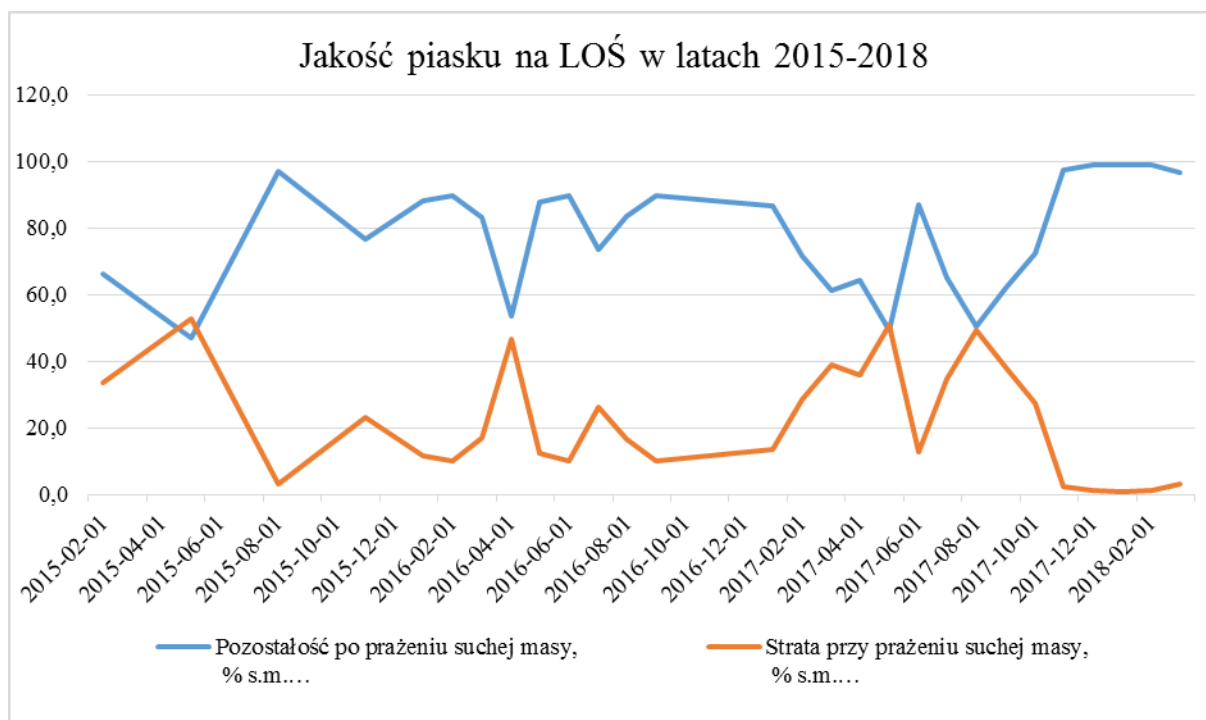


Rys. 1. Miesięczny koszt zużycia energii elektrycznej w zł od roku 2014 do roku 2017 (przed i po wdrożeniu nadrzędnego systemu sterowania procesem biologicznym).



Rys. 2. Średnia roczna wartość stężeń zanieczyszczeń na wylocie z Lewobrzeżnej Oczyszczalni Ścieków.

2. Od roku 2015 posiadamy Decyzję na odzysk odpadów z klarowania wody (odpady o kodzie 19 09 02) i odpady tego typu odzyskiwane są w zbiorniku ścieków dowożonych poprzez wiązanie siarkowodoru zawartego w ściekach dowożonych.
3. Pod koniec roku 2017 wymieniony został separator piasku na nowy z funkcją płukania piasku, co pozwoliło osiągnąć zawartość organiki poniżej 3% (rys. 3.).



Rys. 3. Charakterystyka jakości piasku wytwarzanego na LOŚ w latach 2015-2018.

Poza tym w Planach Inwestycyjnych jest:

1. Wymiana dmuchaw na bardziej energooszczędne.
2. Wprowadzenie kofermentacji odpadów tłuszczowych w Wydzielonych Komorach Fermentacyjnych.

3. Przygotowanie instalacji do strącania siarkowodoru w ściekach dopływających do LOŚ.
4. Przygotowanie instalacji do redukcji kożucha na części biologicznej.
5. Modernizacja biofiltrów powierzchniowych.

Wszystkie obiekty technologiczne zlokalizowane na terenie Lewobrzeżnej Oczyszczalni Ścieków z których może nastąpić emisja nieprzyjemnych zapachów zostały zhermetyzowane podczas ostatniej modernizacji oczyszczalni w 2009 roku, a odciągane z nich powietrze kierowane jest na urządzenia do eliminacji zapachów tj. biofiltry.

Na dzień dzisiejszy na oczyszczalni zlokalizowanych jest 5 instalacji do redukcji odorów, które łącznie oczyszczają 55 000 m³/h zanieczyszczonego powietrza.

Instalacje do oczyszczania powietrza redukują zanieczyszczenia z następujących obiektów technologicznych:

- biofiltr 55.1 – piaskowniki i zbiornik do wygenerowania lotnych kwasów tłuszczowych,
- biofiltr 55.2 – hala krat i osadniki wstępne,
- biofiltr 55.3 – bioreaktory, zbiornik ścieków dowożonych i stacja zlewca,
- biofiltr 55.4 – zagęszczacze osadu i zbiornik mieszania osadów,
- biofiltr 55.5 – zbiorniki osadu przefermentowanego.

W roku 2012 zostało wyeliminowane najbardziej uciążliwe źródło odorów z terenu oczyszczalni ścieków - zmodernizowany został biofiltr ob. nr 55.4 zlokalizowany w bezpośrednim sąsiedztwie ul. Lechickiej. Obecnie instalacja działa bez zarzutów, redukując niemal w 100% uciążliwe zapachy (wyniki badań olfaktometrycznych). Ponadto w 2012 r. zmodernizowany został biofiltr ob. nr 55.5 usytuowany przy bramie wjazdowej na teren oczyszczalni od strony ul. Serbskiej; jego sprawność wynosi ponad 95%. Do usprawnienia pozostały biofiltry powierzchniowe (otwarte) ob. nr 55.2 oraz nr 55.3, które filtrują łącznie około 90% zanieczyszczonego powietrza. Wspomniane powyżej urządzenia do oczyszczania zanieczyszczonego powietrza są zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie ul. Lechickiej. Mimo dokonanej modernizacji biofiltrów ob. nr 55.2 i 55.3 w 2013 r. połączonej z wymianą materiału filtracyjnego stanowiącego wypełnienie instalacji, jego efektywność pracy nie jest zadowalająca. Z uwagi na stawiane wymagania wysokiej skuteczności oczyszczania powietrza konieczna jest rozbudowa ww. biofiltrów powierzchniowych.

W celu ograniczenia ładunku zanieczyszczeń kierowanych na jeden z biofiltrów powierzchniowych – do zbiornika ścieków dowożonych systematycznie dawkujemy osady z SUW (działanie to wymagało uzyskania decyzji na odzysk odpadów). Ponadto podczas wewnętrznych audytów odorowych przeprowadzanych m.in. na terenie LOŚ – wyodrębnione zostało kolejne źródło emisji nieprzyjemnych zapachów: czerpnie powietrza na bioreaktorach (powietrze z bioreaktorów również kierowane jest na biofiltr powierzchniowy). W celu wyeliminowania emitora – zamontowane zostały wentylatory włączające świeże powietrze do wnętrza strefy DNO bioreaktora oraz prowadzone były testy dawkowania środka chemicznego do redukcji siarkowodoru. Testy pozwoliły na spadek wysokich stężeń siarkowodoru.