

OPIS TECHNOLOGII OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓWW OCZYSZCZALNI „ŁYNA” DLA MIASTA OLSZTYN

Autor: Piotr Grzybowski,
PWIK sp. z o.o. Olsztyn

1. POŁOŻENIE OLSZTYNA

- północno-wschodnia część Polski;
- środkowa część województwa warmińsko-mazurskiego;
- nad rzeką Łyną.

Powierzchnia - 88 km²

Liczba ludności - 175 tys.

Przemysł:

- oponiarski-fabryka opon Michelin
- meblarski –MM International, Mazur Comfort, Mebelplast
- spożywczy (mięsny, mleczarski, młynarski, browar) – Indykpol, Polmlek, Browar Kormoran,
- odzieżowy Wardon, Yakan,
- poligraficzny – Olsztyńskie Zakłady Graficzne.

2. HISTORIA OLSZTYŃSKICH OCZYSZCZALNI

24 lipca 1899 r. uruchomiono główną oczyszczalnię ścieków przy obecnej ul. Leśnej w Olsztynie. Zadaniem oczyszczalni było mechaniczne oczyszczenie ścieków dopływających z jedenastu pompowni. Przepustowość jej wynosiła 8200 m³ na dobę. Oczyszczalnia główna składała się z piaskowników, dwóch osadników Imhoffa umieszczonych szeregowo oraz jednego oddzielnego osadnika. Oczyszczone ścieki odprowadzano do rzeki Łyny kanałem grawitacyjnym o średnicy 600 mm. Oczyszczalnia ta była eksploatowana do roku 1983. Obecnie na jej miejscu znajduje się punkt zlewu nieczystości.

Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków „Łyna” oddana została do użytku w 1983 roku. System oczyszczania oparty był na metodzie osadu czynnego, który nie jest skuteczny przy eliminacji związków azotu i fosforu.

Ścieki miejskie zbierają się w komorze zbiorczej przy ulicy Leśnej, skąd płyną do oczyszczalni grawitacyjnie, rurociągiem żelbetowym Ø 1200 o długości 3714 m ułożonym ze spadkiem 4 %. Dzięki przeprowadzonej modernizacji

oczyszczalni w latach 2003-2004 wprowadzono trójstopniową metodę usuwania zanieczyszczeń.

3. LOKALIZACJA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW „ŁYNA”

Istniejąca oczyszczalnia ścieków dla miasta Olsztyna jest zlokalizowana w pobliżu granic administracyjnych miasta, na gruntach wsi Redykajny i Likusy, na lewym brzegu rzeki Łyny. Zwarta zabudowa miasta oddalona jest od oczyszczalni ścieków o około 4 km w kierunku północnym.

Całkowita powierzchnia obszaru zajętego przez obiekty i urządzenia oczyszczalni wynosi 22 ha. Obiekty oczyszczalni ścieków są usytuowane na dwóch tarasach. Taras niższy – nad brzegiem rzeki Łyny położony jest na wysokości od 94 do 100 m n.p.m. Zlokalizowane są tu obiekty części przepływowej oczyszczalni, a także zamknięte komory fermentacyjne. Na tarasie wyższym (od 108 do 116 m n.p.m.), w odległości około 200 m od rzeki, położone są obiekty części osadowej oczyszczalni oraz kotłownia.

Po stronie zachodniej i południowej teren oczyszczalni obniża się, różnica wysokości rzędnych terenu wynosi 10 m (126 m do 116 m n.p.m.).

Cały teren zajmowany przez obiekty oczyszczalni obniża się w kierunku rzeki, tzn. w kierunku wschodnim i północno-wschodnim. Lustro wody w rzece ustala się na poziomie około 88,2 m n.p.m.

Miasto posiada rozdzielczy układ sieci kanalizacji sanitarnej i deszczowej. Całkowitą zlewnię oczyszczalni stanowią poszczególne sektory miasta Olsztyna. Ścieki pompowane są z terenu miasta przez 24 pompownie do komory zbiorczej, skąd grawitacyjnie rurociągiem do oczyszczalni. Surowe ścieki w 80 % stanowią ścieki bytowo-gospodarcze, a w 20 % ścieki przemysłowe. Przy komorze zbiorczej zlokalizowany jest punkt zlewny nieczystości płynnych.



4. CHARAKTERYSTYKA ODBIORNIKA ŚCIEKÓW

Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest rzeka Łyna, największy lewo-brzeżny dopływ Pregoty. Źródła rzeki Łyny znajdują się w okolicy Nidzicy. Całkowita długość rzeki od źródeł do ujścia wynosi 289 km. Powierzchnia zlewni Łyny od źródeł do wylotu rzeki Wadąg wynosi 675,6 km², a od źródeł do ujścia 14 677 km².

5. BILANS ILOŚCIOWY ŚCIEKÓW DOPLÝWAJĄCYCH DO OCZYSZCZALNI WG PROJEKTU

Rodzaj przepływu	Jednostki	Wartości
Przepływ średni dobowy $Q_{d\acute{s}r}$	m ³ /d	60 000
Przepływ maksymalny dobowy Q_{dmax}	m ³ /d	72 000
Przepływ średni godzinowy $Q_{h\acute{s}r}$	m ³ /h	2 500
Przepływ minimalny godzinowy Q_{hmin}	m ³ /h	1 500
Przepływ maksymalny godzinowy Q_{hmax}	m ³ /h	4 200
Przepływ miarodajny (z 18 godzin) Q_m	m ³ /h	3 750
Przepływ maksymalny w pogodzie deszczowej $Q_{hmaxdeszcz}$	m ³ /h	5 292

6. CHARAKTERYSTYKA OCZYSZCZALNI

- Rodzaj oczyszczalni – miejska
- Technologia oczyszczania ścieków – biologiczna z podwyższonym usuwaniem biogenów
- Metoda oczyszczania ścieków – osad czynny
- Rodzaj wspomaganie oczyszczania ścieków PIX

7. JEDNOSTKI TERYTORIALNE KORZYSTAJĄCE Z OCZYSZCZALNI „ŁYNA”

- Olsztyn
- Barczewo
- Gm. Barczewo
- Gm. Dywity
- Gm. Gietrzwałd
- Gm. Stawiguda

8. CELE I ZAŁOŻENIA ZMODERNIZOWANEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW WG. PROJEKTU.

- zwiększenie efektywności usuwania zanieczyszczeń związków biogenych i zanieczyszczeń organicznych w oczyszczonych ściekach odprowadzanych do rzeki Łyny,
- wymiana wyeksploatowanych urządzeń na nowoczesne, które pozwolą na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej
- podwyższenie sprawności istniejących urządzeń i bardziej ekonomiczne wykorzystanie produktów powstałych w procesach oczyszczania ścieków

- zmniejszenie awaryjności urządzeń poprzez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań, z opomiarowaniem i automatyką włącznie
- ograniczenie uciążliwości oczyszczalni ścieków dla środowiska i ludzi
- zwiększenie średniej przepustowości oczyszczalni z 56000 m³ do 60000 m³/d i maksymalnej z 63000 do 72000 m³/d.

9. WARUNKI DECYZJI WODNOPRAWNEJ NA ODPROWADZENIE ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH Z MIEJSKIEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW „ŁYNA” W OLSZTYNIE

ilość odprowadzanych ścieków:

- Qd max. – 72000 m³/d
- Qd śr. – 60000 m³/d

minimalny procent redukcji zanieczyszczeń, przy RLM 270 000, dla oczyszczonych ścieków komunalnych wprowadzanych do wód wynosić ma:

w czasie rozruchu zmodernizowanej oczyszczalni ścieków:

- BZT₅ – 45 %
- ChZT_{Cr} – 38 %
- zawiesiny ogólne – 45 %
- azot ogólny – 43 %
- fosfor ogólny – 45 %

w czasie normalnej pracy oczyszczalni ścieków:

- BZT₅ - 90 %
- ChZT_{Cr} – 75 %
- zawiesiny ogólne – 90 %
- azot ogólny – 85 %
- fosfor ogólny – 90 %

przy czym minimalne procenty redukcji zanieczyszczeń określone są w stosunku do ładunku zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni.

Ogólny schemat technologiczny:

- Krata
- Piaskownik
- Osadnik wstępny

- Komora denitryfikacji
- Komora defosfatacji
- Wielofunkcyjny reaktor biologiczny
- Osadnik wtórny

CHARAKTERYSTYKA PROCESÓW OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW

10. OPIS PRZEBIEGU PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH – LINIA ŚCIEKOWA WG PROJEKTU

Dopływające do oczyszczalni ścieki poddawane są cedzeniu na gęstych kratkach schodkowych o prześwicie 6 mm. Wydzielające się na kratkach skratki trafiają do przenośników hydraulicznych, następnie skratki pakowane są i ładowane do kontenera i wywożone poza teren oczyszczalni.

Jako awaryjna zainstalowana została krata z ręcznym usuwaniem skratek. Ze względów technologicznych i temperaturowych kraty umieszczone zostały w budynku. W budynku tym również znajduje się separator piasku. Pozbawione skratek ścieki dopływają następnie do zmodernizowanych piaskowników poziomych podłużnych, gdzie następuje oddzielenie ze ścieków zawiesin mineralnych. Wydzielający się w piaskowniku piasek usuwany jest za pomocą pomp do koryta, którym doprowadzany jest do pompowni piasku. Z pompowni piasek tłoczony jest do separatora. Przemyty piasek podlega składowaniu w kontenerze i po jego napelnieniu wywożony jest na składowisko odpadów. Następny etap mechanicznego podczyszczania ścieków prowadzony jest w dwóch osadnikach wtórnych. Podczyszczone mechanicznie ścieki dopływają następnie do komory rozdziału zblokowanej z komorami denitryfikacji osadu recykulowanego i defosfatacji. Z komory rozdziału ścieki przepływają do komory defosfatacji. Do komory defosfatacji kierowany jest również osad recykulowany, poddany uprzednio denitryfikacji w komorze denitryfikacji osadu recykulowanego. W komorze rozdziału zainstalowano mieszadło pompujące, którego zadaniem jest przepompowanie ścieków z komory rozdziału do komory denitryfikacji osadu recykulowanego w przypadku braku źródła węgla. Zawartość komór denitryfikacji osadu recykulowanego i defosfatacji mieszana jest za pomocą mieszadeł zatapialnych.

Z komory defosfatacji mieszanina ścieków i osadu czynnego dopływa do komory rozdziału kierując ścieki do pięciu równolegle pracujących reaktorów biologicznych. W reaktorach przebiegają procesy nityfikacji i symultanicznej denityfikacji związków azotowych. Zawartość komór napowietrzana jest za pośrednictwem rotorów o osi poziomej. Głębokość zanurzenia łopatek rotorów, a tym samym i ilość wprowadzanego przez nie tlenu jest kontrolowana za pośrednictwem sond tlenowych i przelewów uchylnych. W celu zapewnienia odpowiednich warunków mieszania w nowo projektowanych komorach, których głębokość czynna wynosi 5,0 m., zainstalowano dodatkowo mieszadła zatapialne.

W związku z koniecznością uzyskania na odpływie koncentracji fosforu ogólnego wynoszącej 1 g P/m³ konieczne jest stosowanie wspomagającej chemicznej defosfatacji. W tym celu do kanału odpływowego z komór napowietrzania dodawany jest PIX.

Sedymentacja zawiesin przebiega w trzech (dwa istniejące i jeden nowy) osadnikach wtórnych. Oczyszczone ścieki poprzez istniejące koryta odpływowe zostają odprowadzane do odbiornika.

Wydzielający się w osadnikach wstępnych osad surowy odprowadzany jest poprzez komory osadowe do istniejącej pompowni osadu surowego. W ramach modernizacji obiektu wykonano wymianę pomp. Z pompowni osad tłoczony jest do układu generowania lotnych kwasów tłuszczowych. W skład układu wchodzi fermenter i dwa zagęszczacze grawitacyjne. Do fermentera tłoczony jest osad z pompowni osadu surowego. Mieszanie osadu w zbiorniku realizowane jest za pośrednictwem mieszadeł zatapialnych. Z fermentera osad spływa do dwóch zagęszczaczy grawitacyjnych. Bogate w lotne kwasy tłuszczowe wody nadosadowe odprowadzone są do kanału ścieków i włączone w układ za osadnikami wstępnymi. Zgarniane przez zgarniacz części pływające dopływają do stacji separacji części pływających i tłuszczu. Proces separacji prowadzony jest na sicie ślimakowym firmy Huber. Wydzielające się zsitki składowane są w kontenerze i wywożone na składowisko odpadów. Pozbawione części stałych i tłuszczu odcieki odprowadzane są do kanalizacji.

W celu zapewnienia odpowiednich do produkcji LKT konieczna jest recyrkulacja zagęszczonych osadów. Do tego celu służy nowo zaprojektowana pompownia osadu zagęszczonego. W pompowni zainstalowane zostały dwie pompy służące do recyrkulacji i dwie pompy służące do pompowania zagęszczonego osadu do ZKF.

Wydzielający się w osadniku wtórnym osad czynny w całości recyrkulowany jest do komory rozdziału, skąd jego część, jako tzw. osad nadmierny odpompowana jest do stacji mechanicznego zagęszczania.

Mechaniczne zagęszczenie osadu nadmiernego prowadzone jest w dwóch zagęszczaczach mechanicznych. Zagęszczony mechanicznie osad tłoczony jest do zamkniętych komór fermentacji ZKF. Proces beztlenowej przeróbki zagęszczonych osadów surowych i nadmiernego prowadzony jest w zamkniętych komorach fermentacyjnych. W ramach prac modernizacyjnych wykonano montaż mieszadeł zatapialnych w celu poprawy warunków mieszania. Fermentujący w ZKF osad ogrzewany jest w zmodernizowanej wymiennikowni i recyrkulowany z powrotem za pomocą pompowni cyrkulacyjnej.

Przefermentowany częściowo osad za pomocą pompowni osadu fermentującego tłoczony jest do otwartych basenów fermentacyjnych. Z OBF-ów osad za pośrednictwem przepompowni osadu przefermentowanego trafia do zbiornika uśredniającego. W zbiorniku osad ulega odgazowaniu i ujednoczeniu przed procesami mechanicznego odwadniania. W celu zapewnienia jednorodności podawanego na prasy osadu w zbiorniku zainstalowane jest mieszadło zatapialne. Proces mechanicznego odwadniania osadów prowadzony jest na dwóch równolegle prowadzonych prasach taśmowych. W celu wspomagania procesu odwadniania na prasach do osadu dawkowany jest polielektrolit.

Powstające w procesie odwadniania wody odciekowe zostają zebrane w układ kanalizacji i skierowane do pompowni odcieków. Z pompowni odcieki tłoczone są do sieci kanalizacyjnej. W celu wyrównania ilości i jakości odcieków na trasie przebiegu wybudowany jest zbiornik retencyjny. W zbiorniku zainstalowane jest mieszadło oraz pompy służące do równomiernego odpompowania odcieków na początek układu oczyszczającego.

Istniejące aktualnie poletka osadowe pozostawia się jedynie jako alternatywę dla procesów odwadniania mechanicznego w sytuacji awarii obydwu pras mechanicznych. W sytuacjach poza awaryjnych nie jest przewidziane wykorzystywanie poletek osadowych na procesy odwadniania osadu.

Powstający w wyniku procesów fermentacji w ZKF biogaz ujmowany jest w jeden wspólny rurociąg i poddawany odsiarczaniu w odsiarczalniku. Oczyszczony gaz kierowany jest następnie do zbiornika biogazu, skąd jest przetłaczany do kotłowni i siłowni biogazowej. Powstające ilości biogazu są wystarczające na potrzeby grzewcze ZKF oraz pozostałych, ogrzewanych, obiektów na oczyszczalni. Powstający nadmiar biogazu spalany jest w pochodni.

11. PRZERÓBKA OSADÓW

Odwadnianie osadów na poletkach pozostaje alternatywą dla mechanicznego odwadniania w przypadku awarii urządzeń. Osad odwodniony może być higienizowany wapnem.

Odwodnione osady można wywozić na składowisko odpadów. Ich dalsze zagospodarowanie obejmuje następujące rozwiązania:

- utylizacja poza oczyszczalnią
- wykorzystanie rolnicze lub przyrodnicze przez użytkownika oczyszczalni
- kompostowanie
- kompostowanie osadów z dodatkami organicznymi np. słomą, trocinami.

Najbardziej zalecaną metodą unieszkodliwiania osadów jest jego wykorzystanie na cele nieprzemysłowe, które polega na:

- wprowadzeniu na grunty do rekultywacji na potrzeby rolnicze i potrzeby nierolnicze
- stosowaniu w rolnictwie
- wprowadzaniu wraz z nasionami roślin na powierzchnie narażone na erozję, a w szczególności na skarpy składowisk odpadów, wykopów i nasypów ziemnych oraz składowiska odpadów o właściwościach pyłących, do roślinnego utrwalania powierzchni gruntów,
- stosowaniu do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu,
- kompostowaniu osadów ściekowych.

12. WYKORZYSTANIE PRZYRODNICZE OSADÓW

Każde 10 ton osadu może zastąpić 0,4 t superfosfatu, 0,65 t saletry amonowej i 0,04 t soli potasowej. Główną zaletą osadów jest ich łatwość wytwarzania humusu w glebach. Jako komponent materiału glebowego osady mogą być używane do:

- użyźniania gleb piaszczystych i piasków glebowych
- rekultywacji terenów zdegradowanych
- przeciwoerozyjnego utwardzenia terenów
- kształtowania rzeźby terenu
- nawożenia gleb pod uprawy rolnicze
- nawożenia lasów

Kompostowaniu poddaje się osady odwodnione, wymieszane z torfem, korą, słomą, trocinami lub innymi odpadami organicznymi w proporcji 50 : 50. Czas kompostowania w warunkach naturalnych może wynosić od 6 miesięcy do 2 lat. Osady z oczyszczalni można stosować do użyźniania gleb przez cały rok z wyłączeniem okresów wegetacyjnych poszczególnych gatunków roślin oraz wyłączeniem okresów z pokrywą śnieżną. Analiza badań dotychczas powstających osadów ściekowych z oczyszczalni w Olsztynie wykazała wysoką wartość użyźniającą dzięki znacznej zawartości podstawowych biogenów (azot, fosfor, potas) oraz niskim stężeniom pierwiastków śladowych i metali ciężkich. Należy zwrócić szczególną uwagę na istniejące w województwie liczne wyeksploatowane wysypiska odpadów oraz wyrobiska poeksploatacyjne wymagające przeprowadzenia zabiegów rekultywacji między innymi poprzez ukształtowanie warstwy glebotwórczej. Osad stosuje się do użyźniania powierzchniowego lub poziomego, po wymieszaniu z gruntem mineralnym. Następnie wysiewa się mieszankę traw w celu szybkiego zadarnienia powierzchni. Po dwóch- trzech latach wegetacji przystępuje się do właściwego zagospodarowania powierzchni terenu, najczęściej jest to trwałe zadarnienie z nasadzeniami drzew i krzewów.

13. ZESTAWIENIE ILOŚCI ODPADÓW I OSADÓW Z OCZYSZCZALNI

W procesach oczyszczania ścieków powstają następujące rodzaje odpadów i osadów:

- skratki 19 08 01
- piasek 19 08 02
- ustabilizowany komunalny osad ściekowy 19 08 05

Ilość poszczególnych rodzajów osadów i odpadów oraz sposób ich unieszkodliwiania przedstawia się następująco:

Odpad / Osad	Charakterystyka	Ilość	Zagospodarowanie
Skratki	Sprasowane w prasce skratek i odwodnione do 75 %. Skratki pakowane w rękaw foliowy i magazynowane w kontenerze.	1,4 m ³ /d	Wywóz na składowisko odpadów
Piasek	Wydzielony ze ścieków i przepłukany w separatorze piasku	2,3 m ³ /d	Wywóz na składowisko odpadów
Osad po ZKF	Przefermentowany osad po ZKF	550 m ³ /d	Przepompowywany do OBF

14. GOSPODARKA BIOGAZEM

Opis gospodarki.

Powstające w wyniku procesów fermentacyjnych w ZKF biogaz ujmowany jest w jeden wspólny rurociąg i poddawany odsiarczaniu w odsiarczalniku.

Oczyszczony gaz kierowany jest następnie do zbiornika biogazu, skąd jest przetłaczany do kotłowni i siłowni biogazowej. Powstające ilości biogazu są wystarczające na potrzeby grzewcze ZKF oraz pozostałych, ogrzewanych, obiektów na oczyszczalni. Powstający nadmiar biogazu spalany jest w pochodni.

15. ANALIZA ŚCIEKÓW Z OCZYSZCZALNI PO MODERNIZACJI W CZASIE ROZRUCHU GRUDZIEŃ 2004 R

Miejsce pobrania próby	Po piaskowniku	Po osad. wtórnym	% redukcji
Data pobrania	12.2004 r	12.2004 r.	-
Charakter ścieków	surowy	oczyszczony	-
Pogoda	Pochmurno bez opadów		
Godziny poboru	8°-6°	8°-6°	-
Wygląd próby	b.m.szary	bezbar., drobne kłaczków osadu	-
Temperatura ścieków w komorach napowietrzania	14,2		
Odczyn (pH)	7,57	7,80	-
ChZT [mg O ₂ /dm ³]	864	34	96
BZT5 [mg O ₂ /dm ³]	520	3,5	99
Azot amonowy N-NH ₄ [mg/dm ³]	46,3	2,06	96
Azot całkowity [mgN/dm ³]	74	19,1	74
Fosfor ogólny [mg P/dm ³]	12,1	2,58	79
Zawiesina ogólna [mg/dm ³]	345	4,6	99

16. GOSPODARKA ŚCIEKOWA W 2007

Ilość ścieków dopływających: 12.457.000 m³/rok

W tym: 20% ścieki przemysłowe, 80% ścieki komunalne

Ilość ścieków dowożonych: 44.000 m³/rok

Ilość ścieków oczyszczonych: 12.457.000 m³/rok, 34.128 m³/dobę

17. ANALIZA ŚCIEKÓW Z OCZYSZCZALNI W OLSZTYNIE 2007

Lp.	Nazwa oznaczenia	Jednostka	Rodzaj próby	Dopływ	Odływ	% redukcji zanieczyszczeń zamierzony	% redukcji zanieczyszczeń dopuszczalny
1.	ChZT	mgO ₂ /l	średnia dobowa	1010,4	53,8	95	75
2.	BZT ₅	mgO ₂ /l	średnia dobowa	617,8	8,0	99	90
3.	Zawiesina ogólna	mg/l	średnia dobowa	504,6	18,8	96	90
4.	Azot ogólny	mgN/l	średnia dobowa	85,6	9,7	89	85
5.	Fosfor ogólny	mgP/l	średnia dobowa	15,1	1,4	91	90