

MODERNIZACJA MIEJSKIEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W ELBLĄGU

*Autor: Roman Leśniewski
Elbląg*

Na terenie miasta Elbląga powstaje codziennie około 30 000 m³ ścieków, z czego aż 80% stanowią ścieki socjalno-bytowe produkowane przez mieszkańców. Pozostała część to ścieki przemysłowe oraz wody infiltracyjno-przypadkowe. Ścieki poprzez system kolektorów o łącznej długości 210 km oraz 7 przepompowni integralnie związanych z siecią kolektorów, przesyłane są do mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków położonej na 24-hektarowym obszarze w północno-wschodniej części miasta.

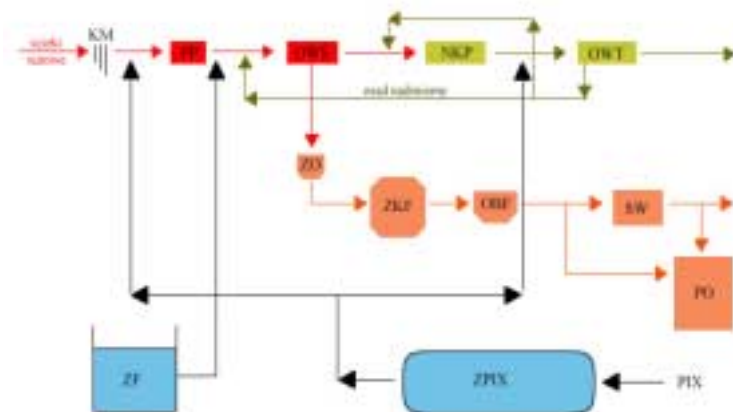
Część mechaniczna ciągu ściekowego eksploatowana od 1.07.1988 r. składa się z następujących obiektów technologicznych:

- zlewni nieczystości płynnych, przyjmującej fekalia z nieskanalizowanych części miasta i okolic;
- stacji krat z dwiema kratami KUMP-2000 z mechanicznym zgarniaczem skratek oraz prasą hydrauliczną do ich odwadniania;
- dwukomorowego piaskownika napowietrzanego z mechanicznym usuwaniem piasku za pomocą hydrocyklonów i pomp pulpy piaskowej, umożliwiającym ciągłość pracy piaskownika;
- dwóch osadników wstępnych, radialnych typu DORRA.

W 1992 r. uruchomiono i przekazano do eksploatacji ciąg technologiczny biologicznego oczyszczania, składający się z następujących elementów:

- ciągu komór osadu czynnego pracujących w systemie Goulda z czteropunktowym doprowadzaniem do nich ścieków, gwarantującym równomierne obciążenie osadu czynnego zanieczyszczeniami i w konsekwencji równomierne zużycie tlenu w komorze; napowietrzanych za pomocą aeratorów powierzchniowych typu S 2700;
- trzech osadników wtórnych, radialnych typu DORRA.

W 1996 r. przeprowadzono modyfikację procesu technologicznego polegającą na wprowadzeniu chemicznej wstępnej koagulacji przy użyciu preparatu PIX-113 współdziałającego z anionowym polimerem, flokulantem Magnafloc 336, co pozwoliło na zwiększoną redukcję podstawowych wskaźników zanieczyszczeń. Jako punkt dawkowania PIX-u wybrano wlot do koryta piaskownika, a polielektrolitu końcowy punkt zwięzki Venturiego - miejsca najbardziej burzliwego przepływu ścieków.



Rysunek 1. Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Elblągu.

KM - krata mechaniczna	OWT - osadniki wtórne
PP - piaskownik poziomy	ZO - zagęszczacz osadu
OWS - osadniki wstępne	ZKF - zamknięte komory fermentacyjne
KNP - komory napowietrzania	OBF - otwarte baseny fermentacyjne
SW - stacja wirówek	ZPIX - zbiornik koagulanta PIX
PO - poletka osadowe	ZF - zbiornik flokulanta

W drugiej połowie 1996 r. wprowadzono na oczyszczalni podział pracujących komór osadu czynnego na strefy tlenowe i niedotlenione (wyłączono 2 aeratory, w każdej z dwóch czynnych komór osadu czynnego). Zawartości związków azotu w ściekach oczyszczonych uzyskane w 1997 r. na odpływie z oczyszczalni, były w przypadku azotu ogólnego o 26,6%, a w przypadku azotu amonowego o 12,7% niższe od wartości uzyskanych w pierwszej połowie 1996 r. (Tabela 1 i 2).

Wprowadzenie wstępnego strącania chemicznego wywiera korzystny wpływ na pracę części osadowej oczyszczalni i to w aspekcie technologicznym jak i ekonomicznym. Radykalnie wzrosła zawartość suchej masy osadów mieszanych wprowadzanych do ZKF-ów z 2,2% nawet do 4%, przy eksploatacji tylko jednego osadnika wstępnego. Następstwem był spadek objętości osadów zagęszczonych do uwodnienia 96% z 680 m³/d do 375 m³/d. Czas fermentacji wydłużył się z 12 do 20 dni, nastąpiła stabilizacja takich parametrów jak: zawartość LKT, pH, temperatura fermentacji (32°C). To z kolei poprowadziło do lepszej mineralizacji osadu wyrażonej spadkiem zawartości substancji organicznej z 62% do 55%.

Zmniejszenie objętości powstających osadów do 60% objętości początkowej skutkuje zmniejszeniem ilości osadów poddawanych odwodnieniu na wirówkach i poletkach osadowych, co spowodowało obniżenie rocznego zużycia polimeru ZETAG-65 o ok. 2 tony.

W wyniku przeprowadzonych zmian w układzie technologicznym w 1997 r. uzyskano na odpływie z oczyszczalni ścieków w Elblągu parametry spełniające normy wskaźników zanieczyszczeń, zgodne z wymaganiami roku 2000. Parametrem nie spełniającym obowiązujących norm był azot amonowy ($12,4 \text{ g N-NH}_4/\text{m}^3$), którego redukcję należało podnieść ponad dwukrotnie do $6 \text{ g N-NH}_4/\text{m}^3$. W tym celu należało zoptymalizować warunki do zachodzenia intensywnej nityfikacji w osadzie czynnym.

Modernizacja mechaniczno-biologiczno-chemicznej oczyszczalni ścieków w 2000-2002 roku obejmuje modernizację trzech basenów osadu czynnego, z wydzieleniem strefy tlenowej i strefy niedotlenionej z układem wewnętrznej recyrkulacji ścieków. Strefy tlenowe są wyposażane w aeratory powierzchniowe nowej generacji, natomiast strefy anoksydacyjne w mieszadła wolnoobrotowe.

Celem modernizacji jest dostosowanie istniejących komór napowietrzania do technologii zintegrowanego usuwania związków azotu i fosforu i uzyskanie n/w parametrów jakościowych ścieków oczyszczonych zgodnych z pozwoleniem wodnoprawnym:

$$\text{BZT}_5 \leq 15 \text{ g O}_2/\text{m}^3$$

$$\text{NNH}_4 \leq 6 \text{ g/m}^3$$

$$\text{P}_{\text{og.}} \leq 1,5 \text{ g/m}^3$$

oraz z dyrektywą EWG:

$$\text{N}_{\text{og.}} \leq 10 \text{ g/m}^3$$

Rozruch zmodernizowanej komory C (I etap) rozpoczął się pod koniec kwietnia 2001 roku i trwał do końca września 2001 r.

W modernizowanym ciągu komór napowietrzania wydzielono strefę anoksydacyjną (wstępnej denityfikacji) oraz strefę tlenową (nityfikacji) oraz wprowadzono wewnętrzną pompową recyrkulację ścieków zawierających azotany ze strefy tlenowej do anoksydacyjnej (Rys. 2).

Rysunek 2. Schemat komory „C” osadu czynnego na OMB Elbląg.

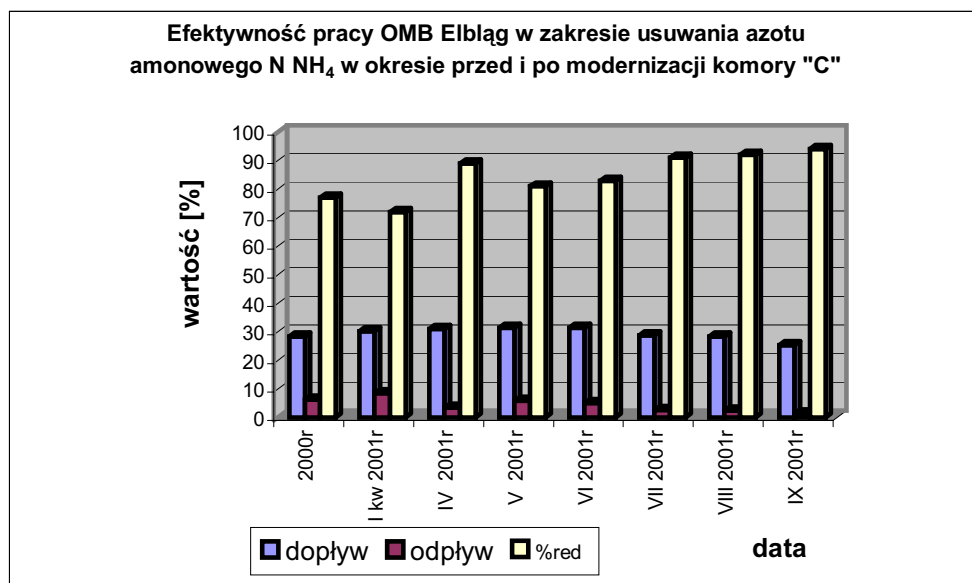


Część denitryfikacyjną reaktora podzielono przegrodami na trzy komory pracujące z pełnym wymieszaniem. Część nityfikacyjna ma przepływ tłokowy. Ścieki po przejściu przez kraty średnie, piaskownik dwukomorowy i osadnik wstępny radialny dopływają do pierwszej komory denitryfikacji. Przed piaskownikiem dozowany jest koagulant PIX w dawce, w chwili obecnej, 45g/m³. Osad czynny oraz znitryfikowane ścieki zawierające azotany są recyrkulowane również do pierwszej komory denitryfikacji. Komory denitryfikacji są mieszane mieszadłami o wale pionowym. Komora tlenowa jest napowietrzana aeratorami powierzchniowymi. Recyrkulacja wewnętrzna do 400% jest realizowana za pomocą mieszadeł pompujących. Resztkowy fosfor pozostały po oczyszczaniu biologicznym jest strącany chemicznie PIX'em dodawanym na koniec komory nityfikacji.

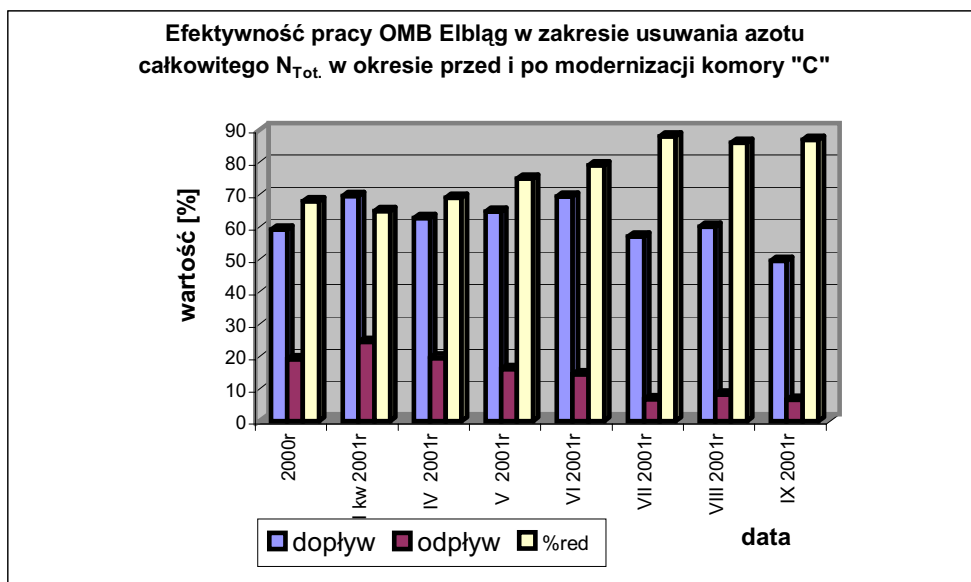
W wyniku wdrożenia na OMB Elbląg technologii zmodyfikowanego procesu LUZAC- ETTINGER'A z wewnętrzną cyrkulacją azotanów osiągnięto stabilną, wysoką redukcję azotu całkowitego (powyżej 80%) spełniając wymogi Dyrektywy Europejskiej 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991r. Zawartość azotu amonowego w oczyszczonych ściekach odpływających z oczyszczalni zmniejszyła się z 12,4 g N-NH₄/m³ (rok 1997) do 1,4 g N-NH₄/m³ (IX 2001r.).

Efektywność pracy OMB Elbląg w zakresie usuwania związków azotowych w okresie przed i po modernizacji komory „C” obrazują wykresy 1 i 2.

Wykres 1.



Wykres 2.



Porównanie wyników pracy oczyszczalni na przestrzeni lat 1995 - 2001 przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Jakość ścieków oczyszczonych odpływających z oczyszczalni w Elblągu (wartości średnie) [mg/dm^3]

	CHZT	BZT ₅	Zawiesina ogólna	Azot ogólny	Azot amonowy	Fosfor ogólny
1995	55	23	35	26	17	7
1996 (PIX)	49	14	31	16	10,3	1,6
1997 (PIX)	48	17	22	16	12,4	1,77
2000	49	10	24	9,4	6,4	1,8
2001	49	9,6	27	7,9	5,6	1,7

Tabela 2. Redukcja zanieczyszczeń na oczyszczalni w Elblągu (wartości średnie) [%]

	CHZT	BZT ₅	Zawiesina ogólna	Azot ogólny	Azot amonowy	Fosfor ogólny
1995	89	86	88	54	34	19
1996 (PIX)	93	94	92	75	61	82
1997 (PIX)	93	95	93	73	53	78
2000	93	97	94	80	78	84
2001	94	97	94	88	83	82

Obok chemicznego wstępnego strącania, dzięki wprowadzeniu tej technologii, w komorze osadu czynnego nieoczekiwanie w strefie beztlenowej nastąpiła defosfatacja biologiczna, która pozwoliła na obniżenie dawki koagulanta PIX z 70 g/m^3 na 35 g/m^3 .

Podsumowując, przeprowadzona modernizacja mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Elblągu przyniosła wiele korzyści zarówno ekologicznych jak i ekonomicznych. Po pierwsze, osiągnięte zostały standardy europejskie zwłaszcza w zakresie usuwania azotu całkowitego. Ponadto znacznie poprawiły się własności sedymentacyjne osadu czynnego (obniżka indeksu objętościowego). Poprzez zagęszczenie osadów mieszanych nastąpiło zmniejszenie bilansu osadów, co wiąże się z większą i bardziej stabilną produkcją biogazu. Dużej poprawie uległy również wskaźniki: energochłonności i kosztów eksploatacyjnych, co zostało przedstawione w tabelach 3 i 4.

Tabela 3. Zmiana wskaźnika energochłonności oczyszczalni.

Data	Wskaźnik kWh/m ³	Wskaźnik kWh/kg BZT ₅ us.	Uwagi
1995	0,35	2,10	technologia projektowa
1996	0,29	1,48	fazowanie osadu w KN
1997	0,31	1,18	fazowanie osadu w KN
1998	0,33	1,24	rozszerzenie strefy nitrifikacji
1999	0,33	1,13	
2000	0,32	0,98	
2001	0,30	0,90	

Tabela 4. Zmiany wskaźnika kosztów oczyszczania ścieków

Data	zł/m ³	zł/kg usun. BZT ₅
1995	0,25	1,75
1996 (PIX)	0,22	1,06
1997 (PIX)	0,35	1,12
1998 (PIX)	0,35	1,23
1999 (PIX)	0,30	1,60
2000 (PIX)	0,53	1,68
2001 (PIX)	0,49	1,60

Biorąc pod uwagę wyżej wymienione osiągnięcia ekologiczne i ekonomiczne wdrożonej technologii postanowiono kontynuować modyfikację na pozostałych dwóch komorach „A” i „B”, zabezpieczając tym samym kryzysowe miesiące jesienno-zimowe (w tym czasie następuje pogorszenie wyników spowodowane niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi takimi jak: niska temperatura, opady, roztopy) a także potrzeby rozwojowe miasta Elbląga.