

Rys. 2. Blokowy schemat technologiczny oczyszczalni

W oczyszczalni zastosowano dwa piaszkowniki pionowe firmy EKO-CELKON Jerzy Nowakowski Puck o średnicy 1,6 m i głębokości czynnej 1,5 m pracujące w układzie równoległym. Objętość czynna piaszkownika $V = 3 \text{ m}^3$, a czas zatrzymania w nim ścieków przy przepływie $120 \text{ m}^3/\text{h}$ wynosi 3 min. Piaszkownik dobierany był tak, aby skutecznie usuwał ziarna piasku o średnicach 0,2-0,25 mm i większe. Rura centralna w piaszkowniku ma średnicę 400 mm. Do wydobywania z dna piaszkownika pulpy piaskowej przewidziano pompy zatapialne AMAREX F 50-210UH firmy KSB o przewidywanej wydajności $16 \text{ m}^3/\text{h}$ i wysokości podnoszenia 17 m. Dla usunięcia z piasku frakcji organicznych pompy AMAREX tłoczą pulpę do hydroseparatora piasku typu SP-18 produkcji EKO-MONTAŻ w Lublinie. Odciek z separatora splywa z powrotem do ciągu ściekowego, natomiast piasek zbierany jest

w kontenerze. Hydroseparator pracuje dość skutecznie, bo piasek wydobywany z tego urządzenia jest szary i sypki co pokazano w formie fotografii na rys. 3

Ścieki z piaskowników spływają do pompowni głównej, z której tłoczone są do bloku biologicznego oczyszczania. Pompownia stanowi zbiornik o średnicy 5 m podzielony na dwie równe części. W każdej z części zamontowano po dwie pompy Hidrostał D04M-EMU1+DN007X4-GSEQ+NV1A30-10 o wydajności 80 m³/h i wysokości podnoszenia 11,4 m, z których jedna jest pompą pracującą, a druga rezerwową.



Rys. 3 Wygląd piasku po hydroseparatorze

Zespół biologicznego oczyszczania, do którego tłoczone są ścieki z przepompowni głównej składa się z dwóch obiektów. Jeden, zgodnie z projektem stanowi komora beztlenowa, oraz dwie komory niedotlenione. Te trzy komory powstały z zaadaptowanego i zmodernizowanego dawnego reaktora biologicznego. Drugą część zespołu biologicznego oczyszczania stanowi wybudowany podczas modernizacji reaktor BIO-PAK składający się ze zintegrowanych ze sobą komór tlenowych i osadników wtórnych.

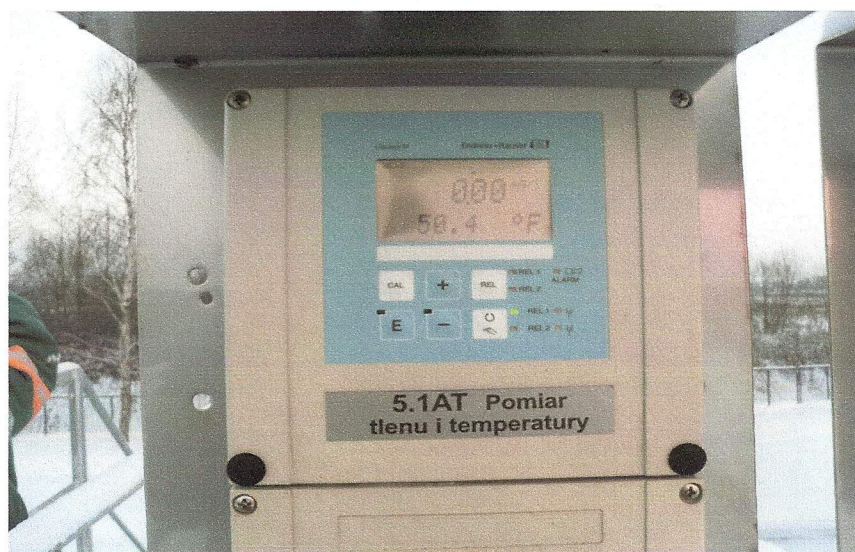
Beztlenowa i niedotlenione komory są w rzucie z góry zbiornikiem prostokątnym, który został podzielony na 3 części. Środkową jest komora beztlenowa, natomiast zewnętrzne są komorami niedotlenionymi. W każdej z części zastosowany został bardzo korzystny wewnętrzny układ cyrkulacji karuzelowej wymuszanej przy pomocy mieszadeł RW4024/A30/8 EC o mocy 3kW i prędkości obrotowej 702 obr./min. (w projekcie błędnie podano 702 s^{-1}). Ścieki z pompowni głównej tłoczone są do komory beztlenowej, do której również podawany jest osad recyrkulowany z osadników wtórnych. *[W operacie wodno-prawnym na str. 13 jest stwierdzenie, że do komory beztlenowej cyt. „osad recyrkulowany z reaktorów biologicznych (komór nityfikacji)”. Rozumiem, że jest to skrót myślowy i chodzi o osad z osadnika wtórnego].* Dalej ścieki komory beztlenowej rurociągami poprzecznymi usytuowanymi w końcowej części komory beztlenowej wpływają do komór niedotlenionych, w których dzięki zamontowanym mieszadłom identycznym jak w komorze beztlenowej również realizowana jest cyrkulacja karuzelowa. Do tej komory zgodnie z projektem powinna być podawana mieszanina ścieków i osadu z komory tlenowej w ramach recyrkulacji wewnętrznej.

Na obu zewnętrznych stronach komór niedotlenionych usytuowane są pompownie pośrednie o wymiarach zewnętrznych $3,6 \text{ m} * 2,5 \text{ m}$ wyposażone w dwie pompy Amarex N F 80/220 o wydajności $90 \text{ m}^3/\text{h}$ i wysokości podnoszenia $5,0 \text{ m}$ każda. Jedna z tych pomp pełni rolę pompy pracującej druga rezerwowej.

Pompy w pompowniach pośrednich tłoczą ścieki do komór tlenowych BIO-PAK. System BIO-PAK składa się z połączenia komory tlenowej (nityfikacyjnej) i osadnika. W analizowanej oczyszczalni zastosowane zostały dwa takie zestawy pracujące równolegle. Całość jednego zestawu stanowi zbiornik o średnicy $15,3 \text{ m}$, wysokości $5,1 \text{ m}$ i pojemności całkowitej 940 m^3 . W takim zbiorniku znajdują się 3 osadniki wtórne o średnicy $5,5 \text{ m}$ każdy i wysokości $5,5 \text{ m}$, co daje objętość czynną osadnika równą 30 m^3 . Ścieki po przepłynięciu przez osadnik odprowadzane są do odbiornika. *[W operacie wodno-prawnym jest również pomyłka, gdyż na schemacie technologicznym Zał. 3 strumień ścieków oczyszczonych odpływających z oczyszczalni został odprowadzony od komory tlenowej razem z recyrkulacją wewnętrzną zamiast od osadnika wtórnego. Na tym schemacie brak jest odprowadzenia ścieków oczyszczonych od osadnika wtórnego. Rozumiem, że jest to bardzo schematyczne przedstawienie odpływu.]* Osad z dna osadnika wypompowywany jest przy pomocy pompy Mamut BT-MA-010 produkcji BIO-TECH o wydajności $40 \text{ m}^3/\text{h}$ i ciśnieniu $0,5 \text{ bara}$ i płynie

rurociągiem recyrkulacyjnym do komory beztlenowej, natomiast osad nadmierny wypompowywany jest przy pomocy pompy Mamut BT-MA-010 produkcji BIO-TECH o wydajności 20 m³/h i ciśnieniu 0,5 bara i jako osad nadmierny płynie do zbiornika osadu nadmiernego [Str. 21, Dokumentacja Projektowa]. Komora tlenowa wyposażona jest w drobno-pęcherzykowy system natleniania z zastosowaniem płyt membranowych HAFI. Powietrze do systemu napowietrzania tłoczone jest przy pomocy dmuchaw rotacyjnych typu Robox ES 25/2 firmy ROBUSCHI o wydajności 240 Nm³/h.

W rzeczywistości występuje znaczne odstępstwo od projektu. W projekcie w końcowej części komory beztlenowej znajdują się dwa rurociągi. Jeden umożliwiający odpływ ścieków z komory beztlenowej do obu komór niedotlenionych, a drugi przyjmujący ścieki z komór tlenowych i wprowadzający mieszaninę ścieków i osadu czynnego do komór niedotlenionych. W rzeczywistym układzie brak jest całego rurociągu od komór tlenowych oraz wprowadzenia do komór niedotlenionych. W ten sposób komory niedotlenione są jedynie z nazwy, bo w rzeczywistości są komorami beztlenowymi. W konsekwencji oczyszczalnia składa się z bardzo dużej komory beztlenowej (trzyczęściowej) oraz komory tlenowej. O warunkach beztlenowych świadczą wskazania sond tlenowych i potencjału Redox, co pokazano w formie fotografii na rys. 4, 5, 6 i 7.



Rys. 4. Fotografia wskazań sondy tlenowej w komorze niedotlenionej 1



Rys. 5. Fotografia wskazań sondy Redox w komorze niedotlenionej 1



Rys. 6. Fotografia wskazań sondy tlenowej w komorze niedotlenionej 2



Rys. 7. Fotografia wskazań sondy Redox w komorze niedotlenionej 2

Zmiana ta została wprowadzona na etapie modernizacji oczyszczalni, gdyż w dokumentacji powykonawczej rurociąg, który miał stanowić zakończenie recyrkulacji wewnętrznej (wprowadzenie ścieków i osadu do komór niedotlenionych) został przekreślony na czerwono sugerując, że podjęto decyzję o jego likwidacji. Podczas wizji lokalnej mogłem się przekonać, że rzeczywiście rurociąg ten nie istnieje. Wynika stąd iż zrezygnowano z wysokosprawnego usuwania azotu.

Zbiornik osadu nadmiernego jest adaptowaną starą przepompownią o średnicy wewnętrznej 6 m, wysokości 6,23 m i pojemności całkowitej 170 m³. Pojemność czynna zbiornika wynosi 160 m³. Zbiornik ten pozwala na pięciodniowe przetrzymywanie osadu. Został tu zainstalowany system napowietrzania w postaci dyfuzora (12 szt. płyt membranowych HAFI T 2,0 współpracujący ze sprężarką. Woda nadosadowa płynie do pompowni głównej natomiast osad odwadniany jest na prasie MONOBELT NP08E firmy EKOFINN-POL sp. z o.o. o wydajności 110-240 kgsm/h.

Ścieki oczyszczone odprowadzane są z osadników wtórnych kanałem gravitacyjnym z rur PVC o średnicy 315 mm, na którym wykonano komorę pomiarową z przepływomierzem.

Do analizowanej oczyszczalni dopływają też ścieki przemysłowe z zakładu „Colgate Palmolive” produkującego pasty do zębów, szampony, odżywki do włosów oraz środki chemii gospodarczej. Ścieki wypływające z zakładu składają się ze ścieków bytowych oraz technologicznych, których specyfiką jest obecność środków powierzchniowo czynnych

wywołujących pianę na powierzchni ścieków. Ścieki technologiczne na terenie zakładu od początku były podczyszczane za pomocą koagulacji siarczanem glinu i neutralizacji odczynu wapnem i kwasem siarkowym.

Ze względu na konieczność kontroli pracy podczyszczalni Zakład Colgate wykonuje badania ścieków przemysłowych codziennie, oraz, gdy wystąpi taka potrzeba zmieszanych ze ściekami bytowymi. Raz w miesiącu Zakład Komunalny wykonuje badania kontrolne ścieków dopływających do oczyszczalni. Incydentalnie Zakład Komunalny kontroluje jakość ścieków przemysłowych spuszcanych do sieci. Stosowne wyniki badań z 12.05.2006 r. zamieszczone w Operacie str. 21 i 22[5] zostały przedstawione w tabeli 8.

Tabela 8 Stężenia zanieczyszczeń w ściekach technologicznych i mieszanych (12.05.2006 r.)

Wskaźnik	Jednostka	Ścieki technologiczne	Ścieki technologiczne i bytowe
Odczyn pH	-	9,1	7,7
Zawiesiny ogólne	mg/dm ³	269,2	330
ChZT - Mn	mgO ₂ /dm ³	728	112
ChZT	mgO ₂ /dm ³	1894	1197
BZT ₅	mgO ₂ /dm ³	1395	467
Chlorki	mgCl /dm ³	1500	510
Siarczany	mgSO ₄ ⁻² /dm ³	2458	433
Anionowe SPC	mg /m ³	14,0	9,5

Jak widać po wymieszaniu ścieków technologicznych z bytowymi następuje obniżenie, w stosunku do ścieków technologicznych stężenia uśrednionego wszystkich parametrów z wyjątkiem zawiesin. Jednak stężenia te są dość wysokie. Z tego względu w 2006 r. oddano do użytku zmodernizowaną podczyszczalnię, która pracuje przy wykorzystaniu sita obrotowego NRF 38/050, zbiornika wyrównawczego, do którego dawkiowane są chemikalia w celu korekty pH, następnie do flokulatora PRF 005, do którego dawkiowany jest koagulant i flokulant. Dalej ścieki płyną do flotatora GDK, w którym w wyniku przedmuchiwania powietrzem w górnej części zbierają się zanieczyszczenia w formie kożucha skąd są zgarniane, a z dolnej części ścieki podczyszczone spływają do sieci kanalizacyjnej.

Efekt modernizacji został przedstawiony pod postacią wyników analiz (tabela 9) ścieków przed i po podczyszczalni pochodzących z dnia 30.09.2010 r.

Tabela 9 Stężenia zanieczyszczeń w ściekach surowych i podczyszczonych z zakładu Colgate Palmolive z dnia 30.09.2010 r

Wskaźnik	Jednostka	Ścieki surowe	Ścieki poczyszczone
Ołów	mg/dm ³	0,14	0,08
Kadm	mg/dm ³	0,032	0,033
Miedź	mg/dm ³	0,04	< 0,01
Cynk	mg/dm ³	0,15	0,10
Chrom ogólny	mg/dm ³	0,018	0,014
Rtęć	mg/dm ³	< 0,0005	< 0,0005
Nikiel	mg/dm ³	0,07	0,06
Zawiesiny ogólne	mg/dm ³	597	40,7
ChZT	mgO ₂ /dm ³	4750	2993
BZT ₅	mgO ₂ /dm ³	2209	1686
Fosfor ogólny	mg/dm ³	6,40	2,86
Chlorki	mg/dm ³	1957	1988
Siarczany	mg/dm ³	139	122
N – NO ₃ ⁻	mg/dm ³	< 1,00	< 1,00
N – NO ₂ ⁻	mg/dm ³	< 0,10	< 0,10
N – NH ₄ ⁺	mg/dm ³	< 0,50	< 0,5
Azot organiczny	mg/dm ³	13,2	-
Azot ogólny	mg/dm ³	13,2	8,97
Ekstrakt eterowy	mg/dm ³	10,6	5,00
Ropopochodne	mg/dm ³	3,18	0,38
Anionowe SPC	mg/dm ³	13,4	10,2
Niejonowe SPC	mg /m ³	47,6	> 50

Ze względu na to, że podczyszczalnia pracuje wykorzystując proces flotacji wspomagany koagulantem i flokulantami najwyższy efekt podczyszczenia zauważa się w zakresie zanieczyszczeń cząsteczkowych. Stąd najwyższą skuteczność ok. 93% uzyskano w odniesieniu do zawiesin. Ponieważ część zawiesin stanowią substancje organiczne to również uzyskano redukcję w zakresie ChZT 37% i BZT₅ 24%. Dość wysoką redukcję uzyskano w odniesieniu do fosforu 55%, co wynika z reakcji koagulanta z fosforanami dzięki czemu wytrąca się osad fosforanowy. Metoda ta okazuje się również skuteczna w odniesieniu do redukcji azotu ogólnego 32%, substancji ekstrahujących się eterem naftowym 53%, ropopochodnych 88% i anionowych środków powierzchniowo czynnych 24%.