

Doświadczenia własne z realizacji i eksploatacji obiektów hydrofitowych w latach 1992-1999

Mgr inż. Mażena Bielicka

Ekol-Unicon Sp. z o.o., Pracownia Projektowa

80-169 Gdańsk, ul. Rakoczego 31

tel: (0-58) 306-36-56, 306-36-58

fax: (0-58) 306-36-59,

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono istotne problemy związane z budową i eksploatacją hydrofitowych oczyszczalni ścieków. Zwrócono uwagę na szereg czynników determinujących właściwą pracę obiektów hydrofitowych. Artykuł opracowano na podstawie praktycznych doświadczeń firmy Ekol-Unicon przy projektowaniu i rozruchu trzech oczyszczalni.

ABSTRACT

Essential problems connected with construction and operation of constructed wetlands are presented in paper. Attention was paid to factors decided about correct operation of constructed wetland. The paper was based on practical experience of Ekol-Unicon in designing and starting of three waste-water treatment plants.

WSTĘP

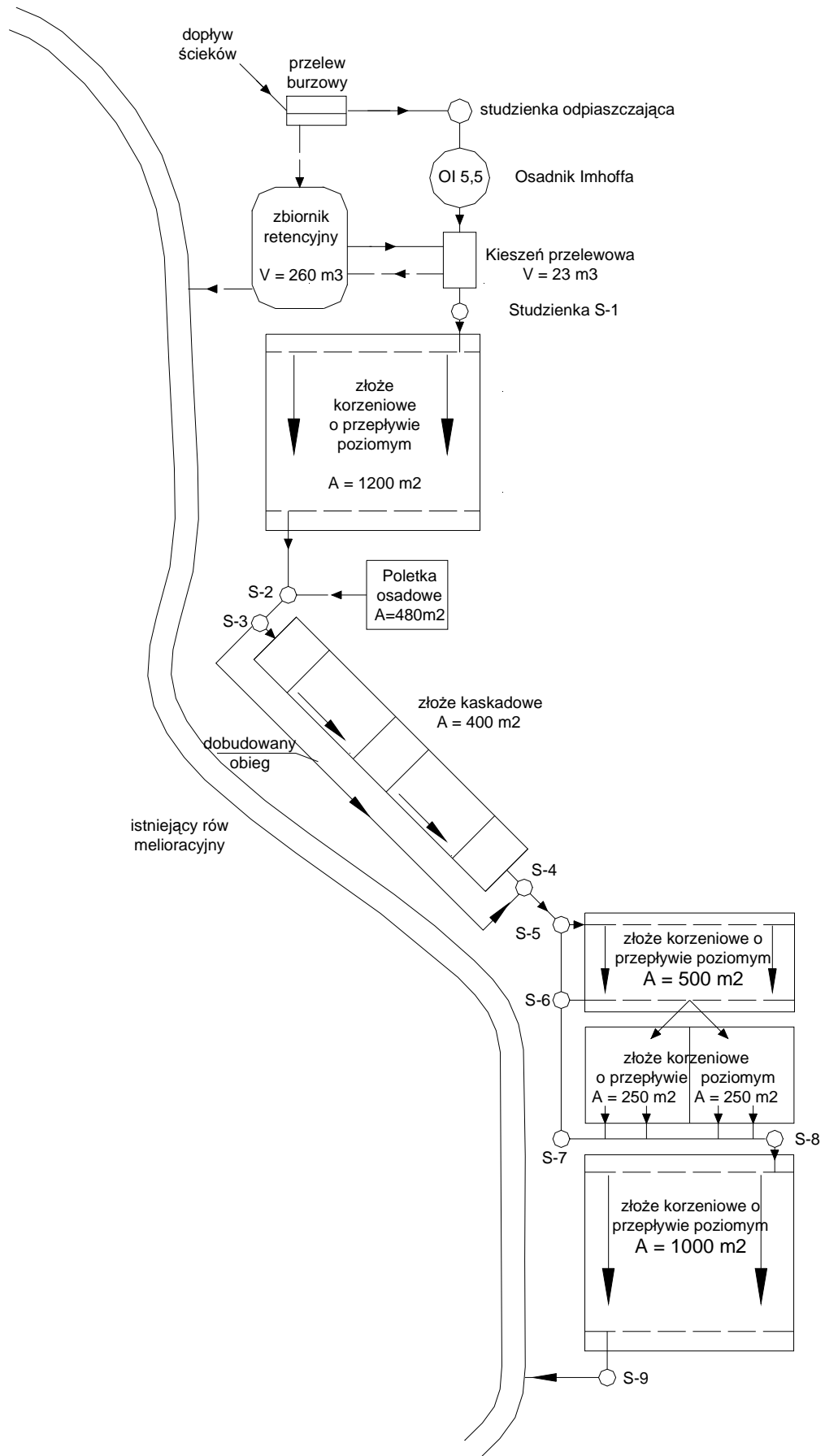
Firma Ekol-Unicon jest autorem szeregu obiektów hydrofitowych których zadaniem jest:

- oczyszczanie ścieków bytowo-gospodarczych,
- podczyszczanie cieków wodnych,
- odwadnianie osadów ściekowych.

Do omówienia doświadczeń własnych z realizacji i eksploatacji wybrano trzy obiekty:

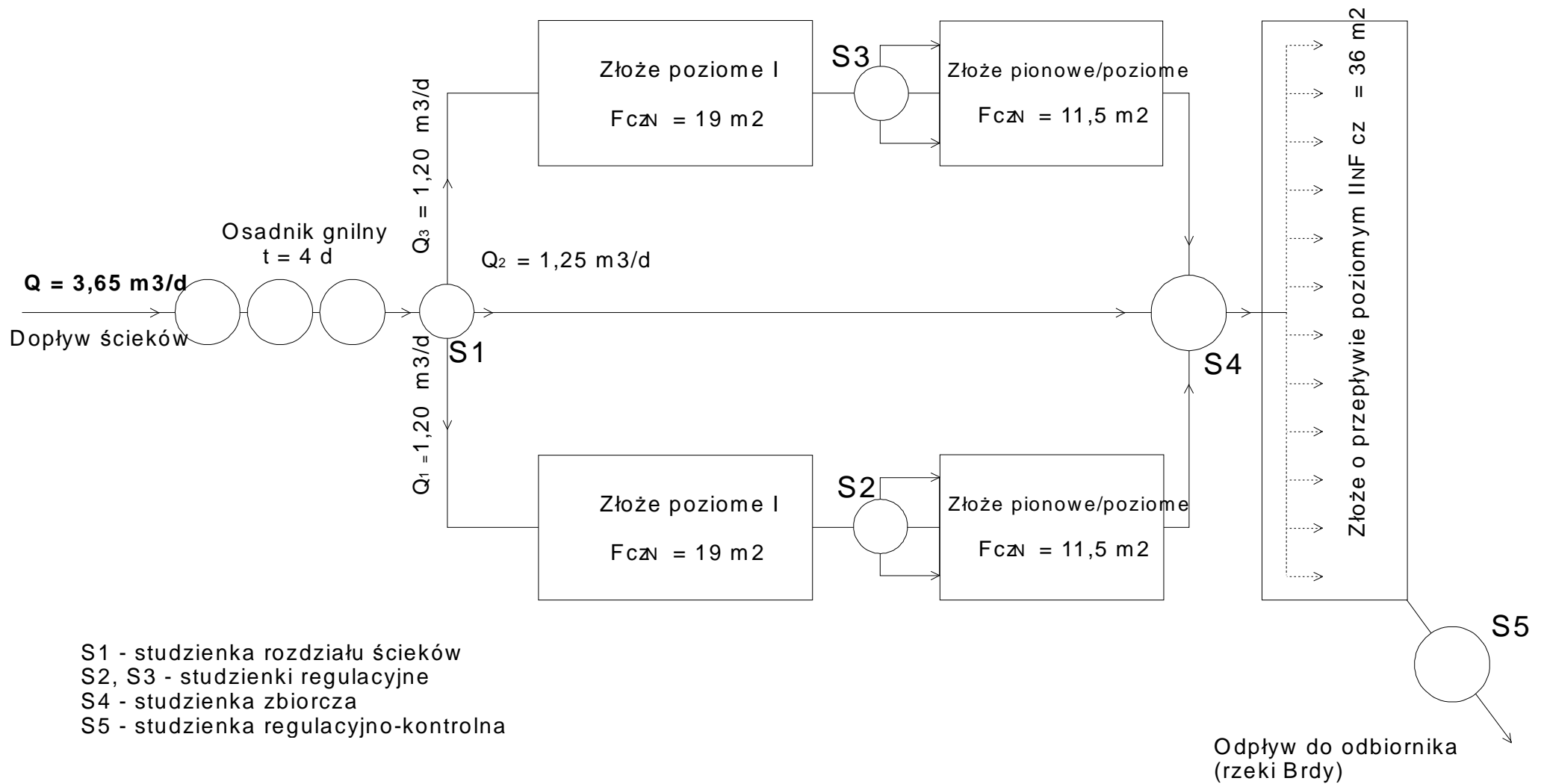
- oczyszczalnię ścieków sanitarnych i deszczowych w Darzłubiu gm. Puck, woj. pomorskie
700 MR, $Q_{\max} = 242 \text{ m}^3/\text{d}$
- oczyszczalnię ścieków sanitarnych w Kitlinie gm. Niemcza, woj. dolnośląskie, 200 MR,
 $Q_{\max} = 45 \text{ m}^3/\text{d}$
- oczyszczalnię ścieków sanitarnych w Woziwodzie gm. Tuchola, woj. pomorskie, 25 MR,

$$Q_{\max} = 4,02 \text{ m}^3/\text{d}.$$



Rys. 1 Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Darżlubiu (Bielicka, Helman, 1994, 1995)

Rys. 2 Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Kitlinie (Bielicka, 1995)

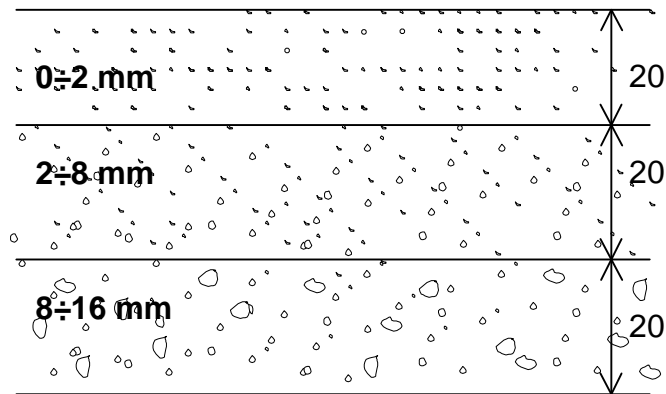


Rys. 2 Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków w Wozniwodzie (Bielicka, Cichosz, 1996)

PROBLEMY WYKONAWCZE

Głównym problemem wykonawczym był dobór kruszywa na złożu.

Dla złóż pionowych i poletek osadowych wykonawcy dobierali kruszywo na podstawie podanej w projekcie granulacji dla poszczególnych warstw (rys. 4). Taka charakterystyka umożliwiła łatwy dobór kruszywa.



Rys. 4. Dobór kruszywa dla poszczególnych warstw złoża pionowego

Dla złóż poziomych granulacja kruszywa podawana była w postaci zależności: $\frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 4$ oraz wartości liczbowej współczynnika k_F . Przy takim określeniu kruszywa wykonawcy mieli problemy z samodzielnym doбором kruszywa na wypełnienie złoża,

np. przyjmując $k_F = 57 \text{ m/d}$ i $\frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 4$ wstępnie dobrano piasek o uziarnieniu $1\div 2 \text{ mm}$.

PROBLEMY EKSPLOATACYJNE:

1. Nierównomierność dopływu ścieków

Oczyszczalnie hydrofitowe stosuje się dla wielkości od 5 do 1000 MR. Zastosowane na sieci kanalizacyjnej układy, zwłaszcza pompowe, powodują nierównomierny dopływ ścieków. Wzmoczony przepływ ścieków jest przyczyną wymywania osadów i kożucha z osadnika na pierwsze złożu. Podobne zjawisko obserwuje się w przypadku podłączenia sieci kanalizacji deszczowej bez przelewów burzowych.

2. Jakość ścieków

Na etapie projektowania Inwestor ustala dane dla oczyszczalni ścieków, podając: zużycie wody, ilość mieszkańców i rodzaj prowadzonej działalności.

Głównymi zagrożeniami mającymi wpływ na pogorszenie pracy oczyszczalni są:

- przewymiarowanie oczyszczalni poprzez założenie zbyt dużej ilości ścieków na dopływie do oczyszczalni, co w konsekwencji może spowodować:
 - brak roślinności na złożach pozbawionych dopływu ścieków,
 - brak odpływu ścieków w okresie letnim;
- zmiana charakteru dopływu ścieków bytowo-gospodarczych na ścieki bardzo stężone:
 $ChZT \geq 5\ 000\ \text{mg/dm}^3$
 $N_{og} \geq 600\ \text{mg/dm}^3$

Zmiany takie wynikają z nie oszacowania, błędnego oszacowania bądź zmiany rodzaju działalności obiektów odprowadzających ścieki do oczyszczalni. Efektem mogą być:

- kolmatacja złóż,
- żółknięcie trzciny,
- obniżka efektywności pracy oczyszczalni.

3. Oczyszczanie mechaniczne

Do osadników nawet w małej oczyszczalni dopływają różnego rodzaju przedmioty takie jak: puszki, worki foliowe, butelki plastikowe, podpaski itp., które utrudniają przepływ pomiędzy komorami, a także tworzą blokady na sieciach. Przepływ hamują zwłaszcza worki foliowe. Cięższe przedmioty utrudniają natomiast wydobywanie osadu. Z tego też powodu niektórzy użytkownicy zabezpieczają swoje obiekty kratami rzadkimi lub kratami koszowymi.

4. Sposób pracy oczyszczalni:

Wszystkie trzy oczyszczalnie ścieków: w Darżlubiu, Kitlinie i w Woziwodzie zaprojektowano w oparciu o te same zasady:

- mechaniczne podczyszczanie ścieków,
- rozdział ścieków na strugi w celu zapewnienia pełnego oczyszczenia:
 - jedną strugę skierowano do oczyszczenia tj. na złożę poziome do redukcji materii organicznej i na złożę pionowe do nityfikacji,
 - drugą, nie oczyszczoną strugę skierowano do oczyszczania końcowego jako źródło węgla organicznego do procesu denityfikacji.

Głównym problemem wykonawczym było właściwe wykonanie rozdziału ścieków, uniemożliwiającego powstawanie uprzywilejowanych dróg przepływu ścieków. Ze względów ekonomicznych zastosowano studzienki z odpowiednio wyprofilowanymi kinetami rozdzielającymi dopływający strumień ścieków na dwie lub trzy strugi (firmy Wawin).

Niedokładne wypoziomowanie oraz kolmatacja rur rozsączających na pierwsze złożo, powodowały odpływ ścieków do złoża końcowego. Rozwiązanie problemu polegało na zastosowaniu blokady odpływu strugi na złożo końcowe. Zmiany te nie spowodowały ani kolmatacji pierwszego złoża, ani pogorszenia jakości ścieków na wylocie. Można przypuszczać, że złożo zawierało wystarczającą ilość węgla organicznego do przeprowadzenia zaobserwowanego procesu denitryfikacji.

5. Kolmatacja rur rozsączających

Pracę oczyszczalni znacznie utrudnia kolmatacja rur rozsączających spowodowana dopływem ścieków silnie stężonych np. zanieczyszczonych gnojówką:

$$\text{BZT}_5 \geq 1000 \text{ mg/dm}^3$$

$$\text{N}_{\text{og}} \geq 600 \text{ mg/dm}^3$$

W oczyszczalniach w Kitlinie i Darżlubiu o kolmatacji rurociągu rozsączającego świadczyły liczne kałuże ścieków i wylewiska powstające na bloku rozsączającym oraz ścieki przelewające się poprzez wywiewkę rury rozsączającej. Przyczyną kolmatacji była zmiana jakości ścieków w stosunku do założeń projektowych. Do oczyszczalni doprowadzano bowiem ścieki pochodzące z przydomowej hodowli zwierząt gospodarczych, co zmieniło charakter ścieków z bytowo-gospodarczych na ścieki bytowo-hodowlane. W celu udrożnienia przewodów zastosowano biopreparaty firmy Bioekology. Dodatkowo zorganizowano spotkanie z przedstawicielami gospodarstw w celu uświadomienia mieszkańcom wpływu wprowadzania do kanalizacji gnojówki na pracę oczyszczalni.

6. Roślinność hydrofitowa

6.1. Rodzaje roślinności i sposób wykonywania nasadzeń

Głównym problemem związanym z budową oczyszczalni było zasiedlanie roślinności hydrofitowej. Złoża obsadzono trzcina i pałką. Zasiedlenie zarówno z kęp jak i rozłogów jest bardzo trudne. Trzcinę do zasiedlenia na złożach pobrano z pobliskich rowów, jezior, bagnisk i torfowisk, ponieważ założono, że roślinność zaaklimatyzowana w danym środowisku powinna lepiej zasiedlać się na złożach. We wszystkich trzech oczyszczalniach roślinność nie przyjmowała się równomiernie na całej powierzchni złóż.

W przypadku wykonywania nasadzeń jesienią, wiosną należało w ramach prac uzupełniających dosadzić roślinność oraz usunąć chwasty i trawę z powierzchni złoża.

Zaobserwowano, że łatwiej zasiedla się pałka w otoczeniu której następnie zasiedla się trzcina. Po zasiedleniu trzcina rugowała pałkę, która zanikając w centralnej części złoża rozwija się na obrzeżach.

6.2. Sposób zasiedlenia roślinności hydrofitowej na poszczególnych złożach

Mimo trudności w ogólnym zasiedleniu roślin zaobserwowano:

- a) dobre zasiedlenie roślinności hydrofitowej na I złożu poziomym gdzie ścieki dopływają po osadniku,
- b) bardzo dobre zasiedlenie na złożu poziomym II które wzbogacono w dolomit do wiązania związków fosforu,
- c) trudne i bardzo trudne zasiedlanie się roślinności na złożach pionowych,
- d) konieczność częstego uzupełniania roślinności w okresie wpracowywania.

Trudności w zasiedlaniu się roślinności wynikają z budowy złóż. Warstwy żwiru budujące złoża, zalegające bezpośrednio pod warstwą piasku, utrudniają zasiedlanie się roślinności. Drugim czynnikiem utrudniającym wzrost hydrofitów jest częsta kolmatacja warstwy piaskowej. Przypadek ten zaobserwowano podczas pracy oczyszczalni w Darżlubiu, gdy zastosowano złoża w układzie przepływowym szeregowym. Złoża pionowe często ulegają kolmatacji. W sytuacji tej ścieki nie zdążą wsiąknąć w złoża przed ponownym zalaniem złoża. Dlatego też złoża pionowe należy stosować w układzie równoległym.

Zaobserwowano, że podział złóż na dwa równoległe ciągi daje większe możliwości regulacji i zwiększa szybkość wpracowania i osiągnięcia oczekiwanych wyników. Rozwiązanie to nie przyspiesza jednak tempa wzrostu roślinności.

7. Rozruch technologiczny oczyszczalni

Każda oczyszczalnia od uruchomienia do wpracowania powinna osiągnąć zakładane efekty na wylocie. Okres od uruchomienia do osiągnięcia pełnej sprawności zwany rozruchem technologicznym wynosi dla oczyszczalni hydrofitowej około jeden rok i można podzielić go na trzy etapy. Pierwszy etap obejmuje miesiąc do dwóch od uruchomienia oczyszczalni. W okresie tym roślinność zasiedla się, a medium czyszczącym ścieki jest materiał filtracyjny. W efekcie w I etapie oczyszczalnia osiąga wyniki jakości ścieków na odpływie zgodne z projektowanymi założeniami.

II etap, pośredni, trwa od jednego do jedenastu miesięcy od uruchomienia oczyszczalni. W okresie tym roślinność jeszcze nie zasiedliła się w sposób stały lub zasiedliła się w sposób uprzywilejowany, natomiast filtr nie oczyszcza już w sposób zadowalający. W konsekwencji obserwuje się pogorszenie wyników w zakresie jednego, dwóch bądź nawet wszystkich parametrów. Wyniki badań pochodzące z II etapu mogą stanowić wskaźniki do korekty hydrauliki oczyszczalni.

W III etapie rozruchu, obejmującym okres od sześciu do dwunastu miesięcy od uruchomienia oczyszczalni, roślinność zasiedla się w sposób stały na 60÷70 % lub całości powierzchni złóż.

Oczyszczalnia ponownie uzyskuje oczekiwane rezultaty i utrzymuje je przez okres pracy. Pełnego wzrostu roślinności należy spodziewać się po upływie trzech lat.

Tabela 1. Porównanie wyników badań jakości ścieków dla trzech oczyszczalni w I, II i III etapie rozruchu oczyszczalni

Wskaźnik:	Oczyszczalnia ścieków w													
	Kitlinie		Darżlubiu						Woziwodzie					
	II etap		I etap		II etap		III etap		II etap (początek)		II etap (koniec)		III etap	
	ścieki surowe	wylot	ścieki po osadniku	wylot	ścieki surowe	wylot	ścieki surowe	wylot	ścieki po osadniku	wylot	ścieki po osadniku	wylot	ścieki surowe	wylot
Z _{og} [mg/dm ³]	1575	55	28	12	196	22	101,2	36,0	247	17	-	-	900	40
BZT ₅ [mgO ₂ /dm ³]	680	53	109,1	5,9	290	12,8	692	2,0	645	195,0	184,7	17,7	200	20
ChZT[mgO ₂ /dm ³]	1741	117	214,1	50,4	717,5	61	874	49,8	1030	293,5	448,8	39,6	-	-
N _{NH4} [mg/dm ³]	46,3	43,8	36,3	9,9	61,5	28,9	171,0	63,1	131,8	77,0	-	-	12,0	nie wykryto
N _{og} [mgO ₂ /dm ³]	64,51	79,0	40,6	15,15	76,8	30,2	-	-	149	81,7	104,0	61,4	-	-
P _{og} [mg/dm ³]	12,72	6,54	5,14	0,73	9,4	3	-	-	23,65	10,6	11,6	8,3	-	-
pH	7,96	7,93	7,8	8,0	7,4	6,8	-	-	-	-	7,3	7,3	7,0	7,3

8. Problemy nietypowe

Ze względu na możliwość wystąpienia przemarzania rurociągów oczyszczalni w Woziwodzie zastosowano ocieplenie na rurociągu ocieplającym. Rozwiązanie projektowe zakładało 30 cm warstwę żużla osłoniętego papą i przykrytego izolacją z gliny. Wykonawca zastąpił papę folią izolacyjną. Przykrycie rurociągów rozsączających powodowało niedotlenienie ścieków. W I i II okresie wpracowania obserwowano znaczne ilości amoniaku na odpływie. Zdjęcie folii i zastąpienie jej geowłókniną spowodowało, że oczyszczalnia osiągnęła zakładane rezultaty.

POLETKA OSADOWE

Dla oczyszczalni w Darżlubiu i Kitlinie zaprojektowano trzcinowe poletka osadowe przeznaczone na 10 letni okres pracy. Wymiary poletek określono wg wytycznych niemieckich dla osadów mechanicznie oczyszczonych, przefermentowanych licząc:

$$G_{osP} = 25 \text{ kg s.m.o./m}^2 \times \text{rok}$$

Na etapie projektu przyjęto założenie, że ilość osadu po osadniku wynosi (Roman, 1996):

$$G_{osM} = 50 \text{ g s.m.o./M} \times d$$

Z zależności tych określono roczną ilość osadu:

$$G_{os} = \text{Ilość osób} \times G_{osM} \times 10^{-3} \times 365 \text{ [kg s.m.o./rok]}$$

i ostatecznie określono powierzchnię poletek:

$$F = \frac{G_{os}}{G_{osP}}$$

Obserwacje:

1. Trzcina zasiedla się tylko w miejscach gdzie znajduje się osad. Poletka są przewymiarowane o około 50%.
2. Należy więc skorygować przyjęte założenia do polskich realiów.

Zaobserwowano bardzo dobre odwodnienie osadów.

WNIOSKI

1. Zasadniczy wpływ na prawidłową pracę oczyszczalni hydrofitowych mają następujące czynniki:
 - Przeprowadzenie we wstępnym etapie projektu rzetelnego bilansu ilości ścieków doprowadzanych do oczyszczalni;
 - Korzystanie z pomocy projektanta przy wyborze kruszywa na budowę złoża poziomego;
 - Zabezpieczenie części mechanicznej oczyszczalni przed dopływem przedmiotów utrudniających przepływ ścieków.

2. Analiza wyników badań pochodzących z II etapu rozruchu technologicznego może stanowić podstawę do korekty hydrauliki oczyszczalni.

BIBLIOGRAFIA

Bielicka M. (1995): Projekt techniczny oczyszczalni ścieków dla wsi Kitlin, gmina Niemcza. Ekol P.U.H. sp. z o.o.

Bielicka M., Helman M. (1994): Projekt techniczny oczyszczalni ścieków dla wsi Darżlubie, gmina Puck. Ekol P.U.H. sp. z o.o.

Bielicka M., Helman M. (1995): Projekt technologiczny mechanicznej oczyszczalni ścieków dla wsi Darżlubie, gmina Puck. Ekol P.U.H. sp. z o.o.

Bielicka M., Cichosz P. (1996): Projekt budowlany oczyszczalni ścieków dla Nadleśnictwa Woziwoda, gmina Tuchola. Ekol P.U.H. sp. z o.o.

Roman M. (1986): Kanalizacja, oczyszczanie ścieków. Arkady, Warszawa.