

BUDOWA STANOWISKA DO BADAŃ OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW NA ZRASZANYM ZŁOŻU Z TWORZYW SZTUCZNYCH

DESIGN OF A STATION FOR SEWAGE TREATMENT ON A PLASTIC TRICKLING FILTER

Jan Klugiewicz , Iwona Klugiewicz
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Wodnej
Akademia Techniczno- Rolnicza, Bydgoszcz

Wstęp

Oczyszczanie ścieków przed ich odprowadzeniem do odbiorników jest obecnie konieczne, gdyż w przeciwnym przypadku stosowane są sankcje karne, a ponadto wzrosła istotnie świadomość społeczeństwa doświadczonego skutkami minionego okresu w postaci zanieczyszczonych dużych rzek i jezior. Mniejsze cieki i zbiorniki wodne ulegają również coraz większemu zanieczyszczeniu po wzroście zwodociągowania małych miejscowości i ilości odprowadzanych ścieków.

Istnieje celowość poszukiwania oraz doskonalenia technologii i urządzeń do oczyszczania zwłaszcza małych ilości ścieków pochodzących z budynków o rozproszonej zabudowie, gdzie zastosowanie dużych zbiorczych oczyszczalni ścieków jest znacznie ograniczone względami ekonomicznymi. Nadmienia się, że dla tych warunków zostały opracowane oczyszczalnie zespolone z tarczowymi złożami biologicznymi (TZB) najczęściej produkowane w wersji kontenerowej [Klugiewicz J, Klugiewicz I, 1996, 1998]. Można również stosować złoża zraszane o różnych wypełnieniach: koks, węgiel brunatny, aktywny i antracyt, torf, tufy wulkaniczne, pakiety z tworzyw sztucznych [Klugiewicz 1997; Roman 1986; Piotrowski, Roman 1974; Gromiec 1975].

Tradycyjne wypełnienia charakteryzują się małą porowatością (49-50%) natomiast nowoczesne wypełnienia z tworzyw sztucznych posiadają porowatość 94-97%. Pozwalają one również na zastosowanie lekkich konstrukcji obudowy i dna.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie konstrukcji stanowiska badawczego, w którym zastosowano złożo zraszane wykonane w całości z tworzyw sztucznych, charakteryzujące się odpornością na korozję i rozkład biologiczny oraz małym ciężarem i kosztem budowy, gdyż wykonany został z materiałów odpadowych.

Krótką charakterystyka złożeń zraszanych

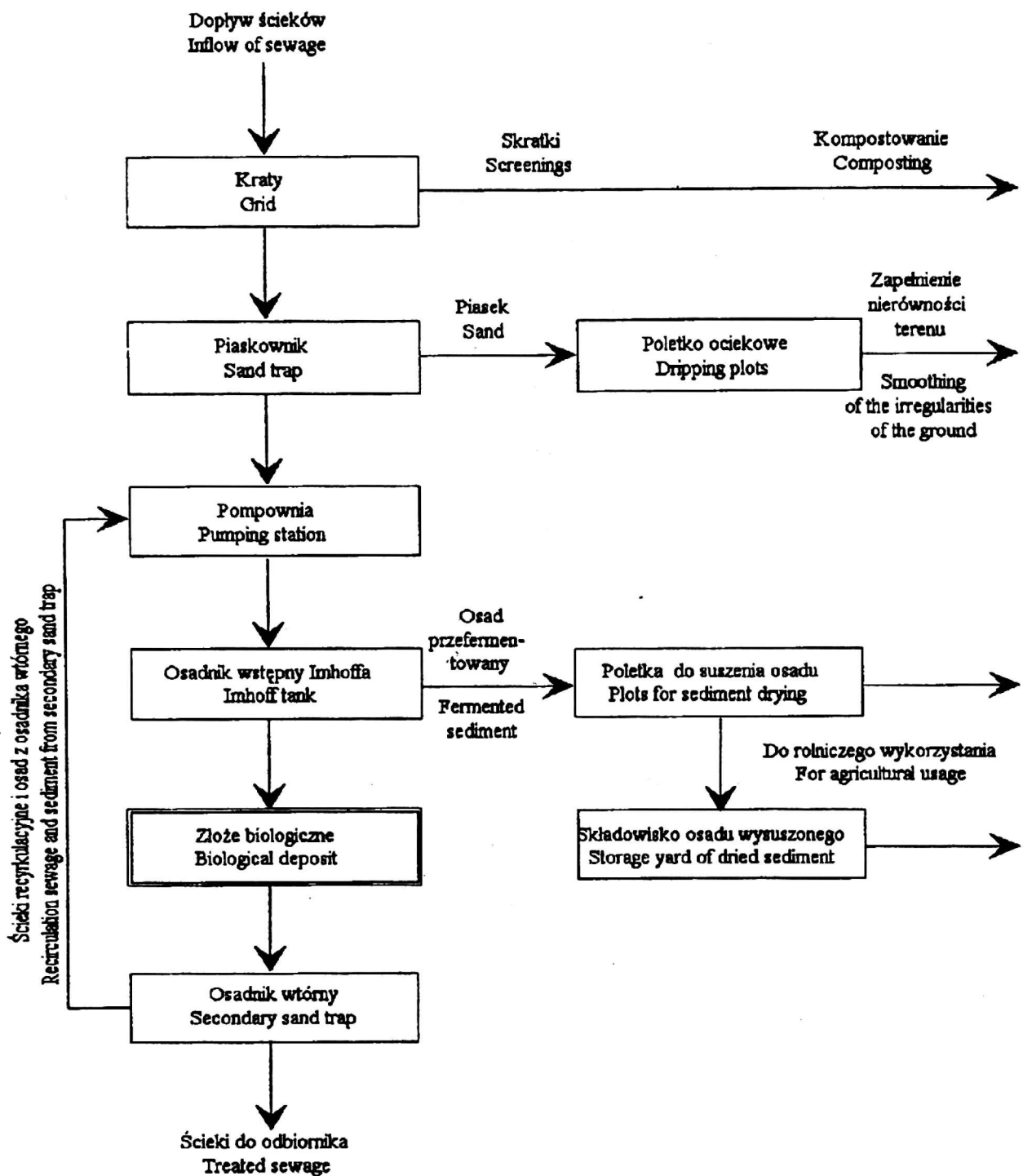
Zbudowane (1893 r) w Anglii złoża zalewane o cyklicznej pracy charakteryzowały się niską sprawnością i pewnością działania, gdyż powodowały niewielką redukcję zanieczyszczeń i dość często zatykały się zawiesiną zawartą w ściekach i resztkami błony biologicznej. Corbet udoskonalił działanie złożeń poprzez rozdeszczowanie (zraszanie) ścieków nad złożem oraz ciągły ich przepływ wraz z powietrzem. Były one w następnych latach modernizowane pod względem technologii oczyszczania, a zwłaszcza konstrukcji obudów i wypełnień złoża, a także powstał nowy rodzaj tarczowych złożeń biologicznych, obrotowych.

Wspólną cechą tych złożeń jest wytworzenie się po kilkutygodniowym okresie wpracowania 2-3 mm grubości błony biologicznej na poszczególnych elementach wypełnienia. Składa się ona z licznych mikroorganizmów będących zgrupowaniem bakterii, grzybów, glonów, pierwotniaków i niektórych organizmów wyższych, które w warunkach tlenowych adsorbują zanieczyszczenia organiczne zawarte w ściekach. Podczas pracy złoża zraszanego część mikroorganizmów obumiera w wyniku naturalnych procesów starzenia, zaś inne namnażają się przejmując funkcję poprzedników - które ulegają utlenieniu bądź wymyciu ze złoża wraz z infiltrującymi ściekami, a następnie są zatrzymywane w osadniku wtórnym. Należy stwierdzić, że biologiczne złoża zraszane stanowią zazwyczaj jeden z elementów mechaniczno - biologicznej oczyszczalni ścieków i są zlokalizowane w schemacie technologicznym jak na rysunku 1 [Roman 1986; Piotrowski, Roman 1974; Gromiec 1975; Kalisz 1973].

Schematy technologiczne i konstrukcyjne stanowiska badawczego

W ramach prowadzonych badań nad oczyszczaniem ścieków możliwe było włączenie do istniejącego układu technologicznego (rys. 2) przepompowni ścieków "Kapuściska " Miejskich Wodociągów i Kanalizacji w Bydgoszczy dodatkowego układu w postaci Terenowej Stacji Badawczej nr 2 Katedry Inżynierii Sanitarnej i Wodnej ATR (foto.1) W tej Stacji wcześniej była badana nasza kontenerowa oczyszczalnia ścieków wg patentu 141053, a od IV kwartału 1996 r. trwają badania i modernizacja złoża zraszanego.

Szczegółową konstrukcję stanowiska ze złożem zraszonym umieszczonym w budynku (foto.1) przedstawiono na rysunku 3, natomiast parametry zastosowanego wypełnienia scharakteryzowano w tabeli 1.

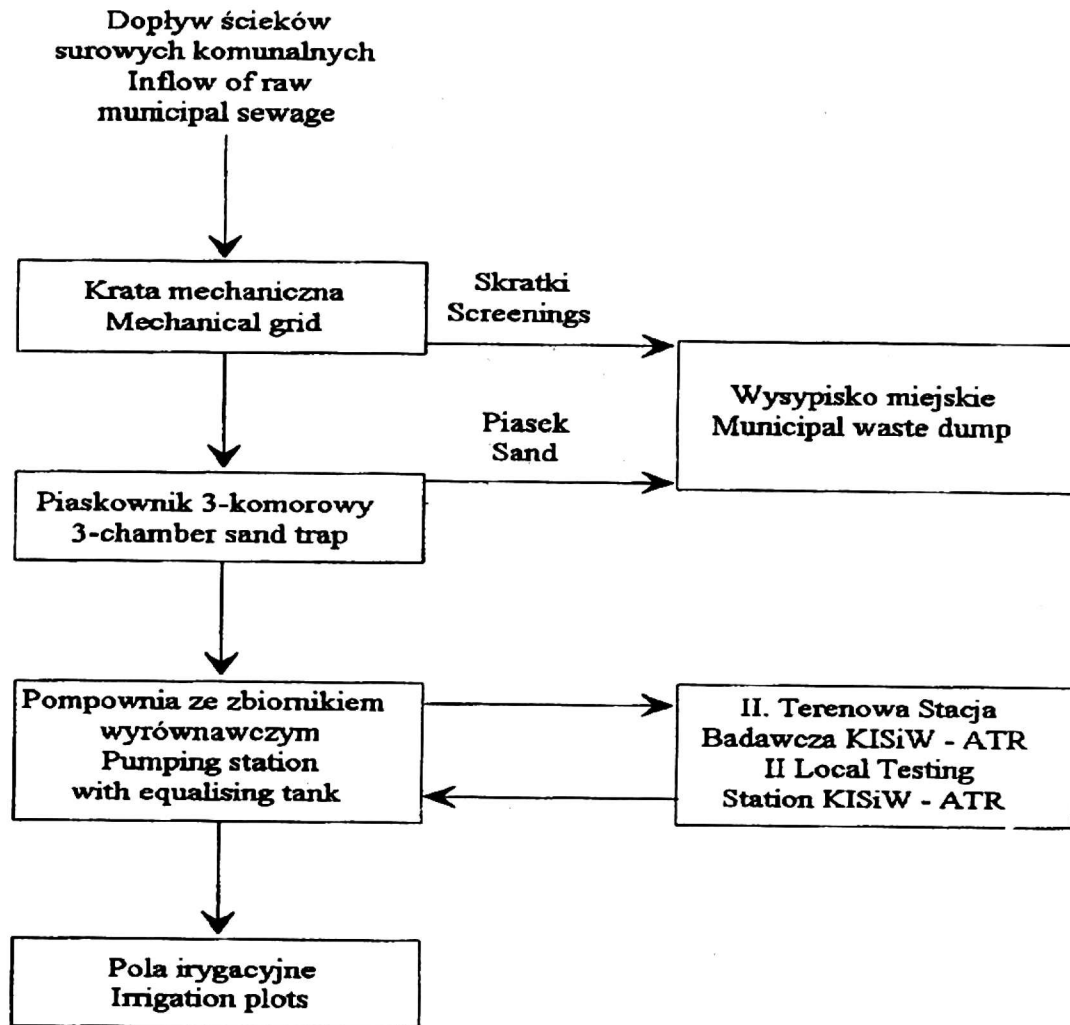


Rys. 1. Lokalizacja złóż biologicznych w schemacie technologicznym mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków

Fig. 1. Position of biological deposits in a technological scheme of a mechanical-biological sewage treatment plant

W uzupełnieniu można dodać, że złoże wykonano z odpadowych rur z PCV o różnej średnicy i grubości ścianek oraz długości 0,8-1,2 m, które pocięto na pierścienie (tab. 1). Po wykonaniu pomiarów średnic, grubości ścianek i długości pierścieni oraz ich zważeniu wprowadzono je do kolumny z rury PCV o średnicy 0,30 m i wysokości 1,45 m w której złoże zajęło środkową część w wysokości 1,0 m. Zachowano układ warstw pierścieni o średnicy wzrastającej od rusztu (rys. 3) ku górze, skąd odbywa się zasilanie ściekami surowymi. Tego rodzaju układ warstw

był celowy bowiem złożę pracowało w bardziej niekorzystnych warunkach (rys. 2) niż tradycyjnie (rys. 1). Nie było osadnika wstępnego Imhoffa (a za złożem nie było osadnika wtórnego oraz recyrkulacji ścieków i osadów czynnych), a ponadto zarówno krata mechaniczna i piaskownik funkcjonowały nieprawidłowo co było powodem rozpoczęcia prac modernizacyjnych przerywających nasze badania.



Rys. 2. Schemat włączenia Terenowej Stacji Badawczej nr 2 KISiW - ATR do Pompowni Kapuściska Miejskich Wodociągów i Kanalizacji w Bydgoszczy
Fig. 2. Scheme of incorporating of the Local Testing Station No 2 KISiW-ATR into the Kapuściska Pumping Station of Municipal Water Supply and Sewage System in Bydgoszcz

Metodyka badań

Po zbudowaniu w 1996 r. prezentowanego tu stanowiska stosowano trzy obciążenia hydrauliczne $Qh_1 = 0,0019$, $Qh_2 = 0,0021$ i $Qh_3 = 0,0023 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, a w okresie IV kwartału 1997 r. $Qh_4 = 0,05 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ i dla niego przedstawiono wyniki badań.

Porównując powyższe wielkości oraz dane zestawione w tabeli zamieszczonej w pracy [Piotrowski, Roman 1974], gdzie dla złóż nisko obciążonych zalecane są obciążenia hydrauliczne $0,05 \div 0,25 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ i wysokości wypełnienia złóż biologicznych $1,5 \div 2,5 \text{ m}$, można twierdzić że zastosowana wysokość $h=1,0 \text{ m}$ jest za mała. Trudno było je spełnić w warunkach prowadzonych badań. Tak więc analizując uzyskane wyniki można przypuszczać, że przez powiększenie wysokości o dodatkowe $0,5 \div 1,5 \text{ m}$ ($50 \div 150\%$) uzyska się korzystniejsze wyniki, a więc mniejsze zawartości zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych (so) i wyższą redukcję zanieczyszczeń (R).

Zgodnie z oznaczeniem na rys. 3 próbki ścieków surowych pobierano w punkcie I, a oczyszczonych w punkcie II, natomiast próbki błony biologicznej z górnej powierzchni złoża i z bocznych otworów po wyjęciu gumowych korków (12). Zaprojektowane i wykonane stanowisko posiada obieg ścieków jak na rys.3.

Wykonywano następujące oznaczenia:

- chemiczne zapotrzebowanie tlenu ChZT wg PN-74/C-04578,
- biochemiczne zapotrzebowanie tlenu BZT₅ wg PN-84/C-04578.04,
- azot amonowy metodą bezpośredniej nessleryzacji wg PN-73/C-04576.01,
- azot azotynowy wg PN-73/C-04576.06,
- azot azotanowy wg PN-82/C-04576.08,
- fosforany wg PN-73/C-04537.02,
- tlen rozpuszczony wg PN-72/C-04545.02.

Wykonywano ponadto pomiary pH i temperatury ścieków surowych i oczyszczonych oraz okresowo oznaczano zawiesinę i skład błony biologicznej.

Ze względu na awarie kraty mechanicznej i niewłaściwą pracę piaskownika (rys. 2) nastąpiło w początkowym okresie częściowe zakolmatowanie złoża biologicznego (rys 3) i dlatego poprzez ruszt (6) wprowadzono wężyki doprowadzające powietrze od kompresorka akwariowego, aby wspomóc mineralizację związków organicznych. Modernizacja kraty i piaskownika była przyczyną przerwania prowadzonych badań.

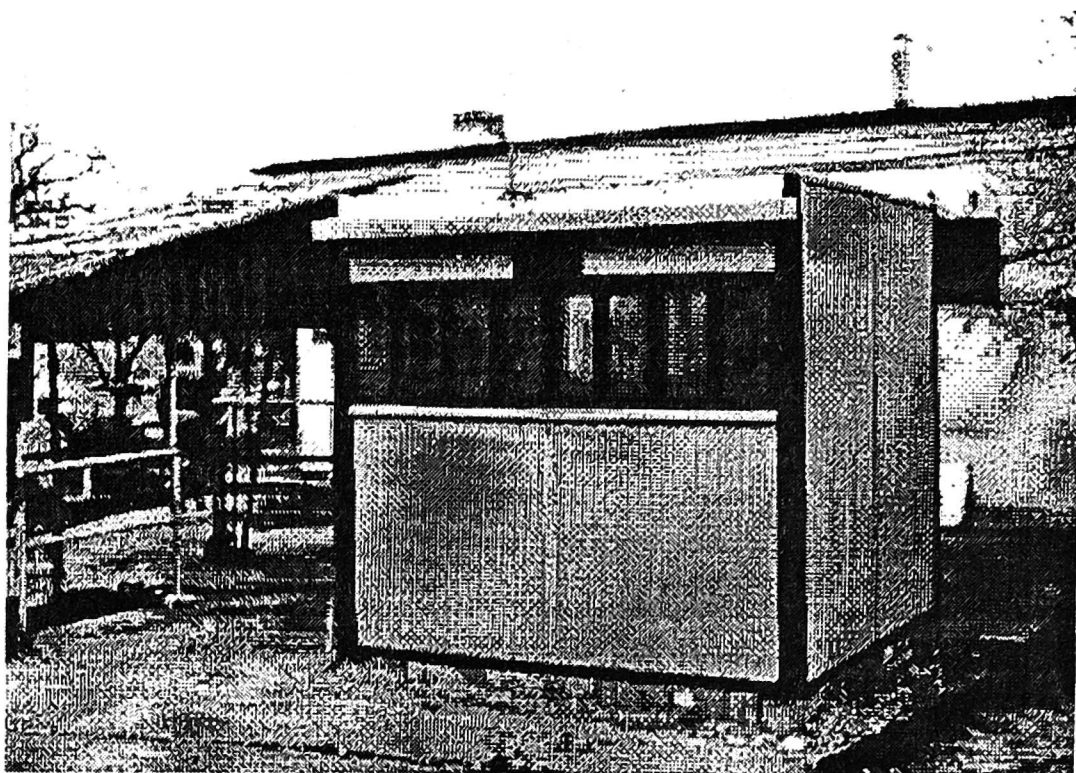


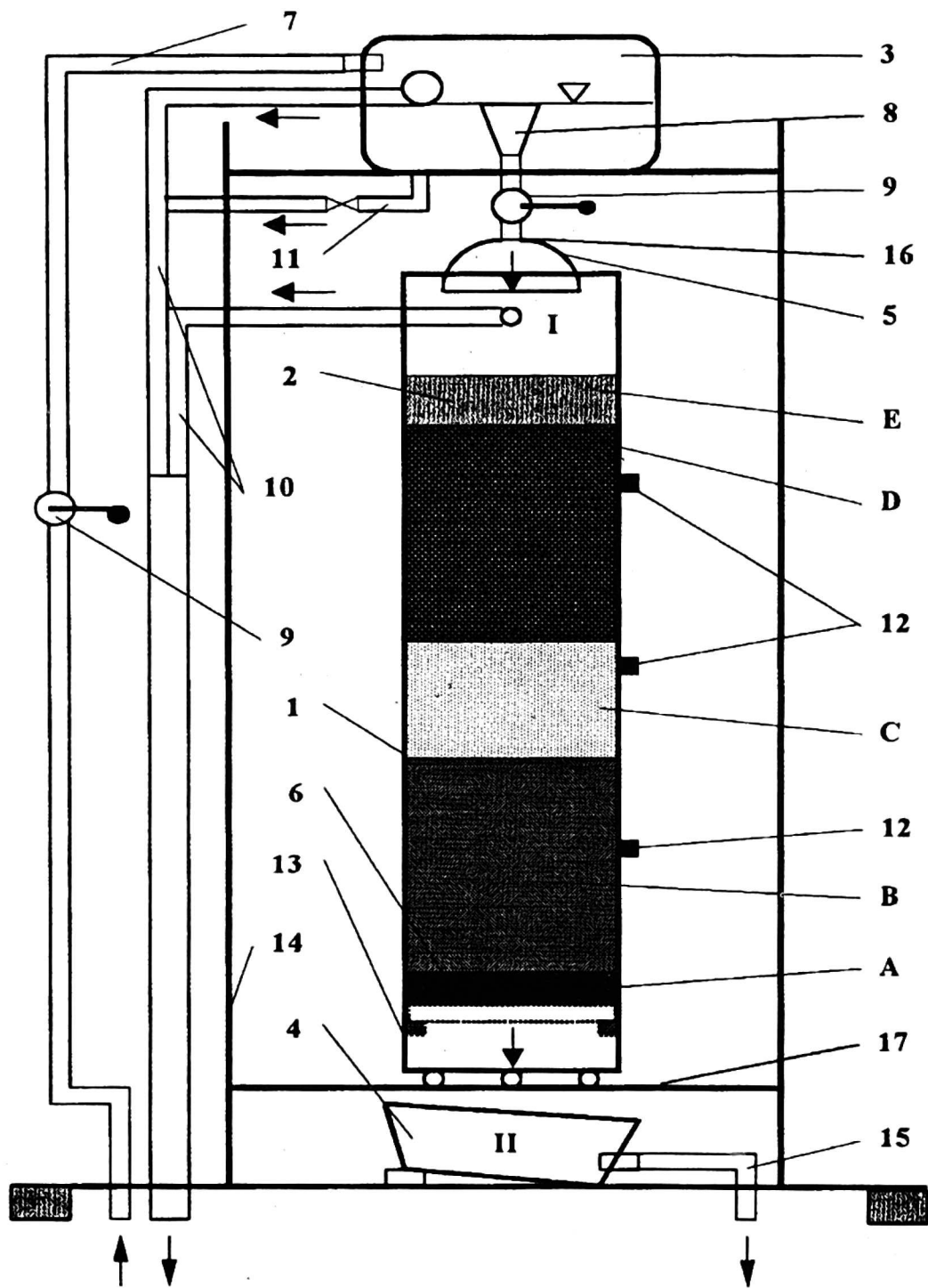
Foto. 3. Widok II Terenowej Stacji Badawczej KISiW-ATR
 Foto. 3. View of II Local Testing Station KISiW-ATR

Tabela 1. Parametry pierścieni wypełnienia i warstw złoża z PCV

Table 1. Parametres of filling rings and layers of the polivinył chloride deposit

Warstwa złoża Deposit layer	Parametry pierścieni Parameters of the rings			Parametry złoża Parametres of the deposit						
	Øz mm	l mm	M g/l szt	h m	V m ³	w szt	F m ²	F/V m ² /m ³	ρ kg/m ³	P %
A	12	17,0	0,846	0,07	0,0049	1473	1,7676	360,7	254,2	254,3
B	16	19,0	1,249	0,44	0,0310	3802	7,2238	233,0	153,2	153,2
C	22	20,0	2,394	0,10	0,0070	557	1,5596	222,8	190,4	190,4
D	28	24,0	3,872	0,34	0,0240	1093	4,5906	191,2	176,3	176,3
E	38	32,0	7,483	0,05	0,0035	105	0,8085	231,0	224,6	99,8

Øz-średnica zewnętrzna, diameter external; l-długość, length; M-masa 1 pierścienia, mass of 1 ring; h-miażdżość warstwy, thickness of the layer; V-objętość warstwy złoża, volume of deposit layer; w-liczba pierścieni, number of rings; F-powierzchnia pierścieni w warstwie, surface of the rings in a layer; F/V-powierzchnia właściwa, specific surface; ρ-gęstość objętościowa, volume density; p-porowatość objętościowa, volume porosity.



Rys. 3. Schemat stanowiska badawczego umieszczonego w budynku Terenowej Stacji Badawczej KISiW - ATR

1 - kolumna z rury ($\phi 300$, $h=1450\text{mm}$); 2 - wypełnienie złoża z pierścieni ułożonych warstwami A-E; 3 - zbiornik wyrównawczy ścieków surowych; 4 - zbiornik dolny ścieków oczyszczonych; 5 - zraszacz; 6 - ruszt podtrzymujący złożo; 7 - przewód tłoczny; 8 - wlot nadosadowy; 9 - regulator przepływu; 10 - rury przelewowe ścieków; 11 - rury odpływowe osadów; 12 - korki zamykające otwory do poboru błony biologicznej; 13 - wsporniki podtrzymujące ruszt (6); 14 - stelaż; 15 - odpływ ścieków oczyszczonych; 16 - gwint zraszacza; 17 - podłoga (półka); I, II - miejsca poboru ścieków surowych (I) i oczyszczonych (II).

Fig. 3. Scheme of a testing station placed in the building of the Local Testing Station KISiW-ATR

1 - pipe column ($\phi 300$, $h=1450\text{mm}$); 2 - filling of the deposit of rings in layers A-E; 3 - equalising tank of raw sewage; 4 - lower tank of treated sewage; 5 - sprinkler; 6 - grate supporting the deposit; 7 - pressure conduit; 8 - above-sediment inlet; 9 - flow controller; 10 - overflow sewage pipes; 11 - outlet sediment pipes; 12 - stoppers closing openings for input of biological membrane; 13 - brackets supporting the grate (6); 14 - rack; 15 - outlet of the treated sewage; 16 - thread of the sprinkler; 17 - floor (shelf); I, II - spots of input of raw (I) and treated (II) sewage samples.

Literatura

- GROMIEC M.J. 1994. *Złoża biologiczne o wypełnieniu z tworzyw sztucznych*. Materiały z XVI Sympozjum IAWQ, Warszawa.
- KALISZ L. 1973. *Zastosowanie mas plastycznych w złożach biologicznych*. Gaz, Woda i Technika sanitarna. nr 10.
- KLUGIEWICZ I. 1997. *Porównanie redukcji zanieczyszczeń na złożach o wypełnieniu naturalnym i sztucznym*. IX Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna z cyklu: "Problemy gospodarki wodno-ściekowej w rejonach rolniczo-przemysłowych". Rajgród.
- KLUGIEWICZ J., KLUGIEWICZ I. 1996. *Kontenerowe oczyszczalnie ścieków z TZB w świetle badań i obserwacji eksploatacyjnych*. XVII Sympozjum-AQUA 96. Problemy Inżynierii Środowiska Politechnika Warszawska, Instytut Budownictwa w Płocku.
- KLUGIEWICZ J., KLUGIEWICZ I. 1998. *Przegląd rozwoju polskich konstrukcji oczyszczalni ścieków z tarczowymi złożami biologicznymi*. Zesz. Nauk. ATR, nr 213, seria Budownictwo nr 30.
- PIOTROWSKI I., ROMAN M. 1974. *Urządzenia do oczyszczania ścieków*, PWN
- ROMAN M. 1986. *Kanalizacja t. 2, Oczyszczanie ścieków*, Arkady.

Summary

Design of a station for sewage treatment on a plastic trickling filter. The paper presents the design of a model of a plastic trickling filter as well as the way it functions and the method of research.

Jan Klugiewicz
Iwona Klugiewicz
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Wodnej
Akademia Techniczno- Rolnicza,
ul.Grodzka 18
85-109 Bydgoszcz