



mgr inż. Piotr BUGAJSKI
dr inż. Grzegorz KACZOR
AKADEMIA ROLNICZA IM. H. KOŁŁATAJA
W KRAKOWIE

PRZYDOMOWE OCZYSZCZALNIE JAKO UZUPEŁNIAJĄCY ELEMENT UNIESZKODLIWIANIA ŚCIEKÓW NA TERENACH WIEJSKICH

1. Wstęp

Odprowadzanie i unieszkodliwianie ścieków na terenach wiejskich stanowi ciągle poważny i nierozwiązany do końca problem w naszym kraju. W dziedzinie tej zarówno w Małopolsce, Podkarpaciu jak i w całym kraju pozostaje wiele do zrobienia [Ochrona Środowiska - GUS 2003]. Rozwój sieci wodociągowej na wsiach spowodował znaczne zwiększenie zużycia wody, co wpłynęło na powstawanie znacznie większej ilości ścieków [Sikorski 1998, Szpindor 1998]. Jednoczesny brak równoległej budowy systemów odprowadzania i unieszkodliwiania powstających ścieków spowodował ogromne dysproporcje pomiędzy zaopatrzeniem w wodę, a odprowadzeniem ścieków [Klugiewicz i Totczyk 1995, Ciupa 1995, Błaszczyk 1999, Szpindor 1999, Eymontt 2000, Pawełek, Kaczor i Bergel 2004]. Obecne tempo budowy sieci kanalizacyjnej na wsiach jest zbyt niskie w porównaniu w stosunku do sieci wodociągowej [Kwapisz 2002]. Na wsiach ponad 83 % mieszkań wyposażonych jest w wodociąg, a tylko od 3 do 4 % posiada kanalizację połączoną z systemem oczyszczania ścieków, kolejne 17,5 % posiada własną oczyszczalnię ścieków lub wybieralne osadniki - szamba. Z zamieszczonych danych wynika, że tylko w ok. 21 % gospodarstw rozwiązany jest problem gospodarki ściekowej [Lemański 2003]. Z przedstawioną dysproporcją długości sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, ścisły związek ma ilość nie oczyszczanych ścieków, trafiających w niekontrolowany sposób do wód i do ziemi [Kryński i Kryńska 2000]. Ocenia się, że co roku z terenów wiejskich odprowadza się 25 % wszystkich powstających ścieków (około 1000 mln m³·rok⁻¹) rejestrowanych w statystyce państwowej na terenie całego kraju [Roman, Sikorski i Szpindor 1995]. Natomiast z tej

ogólnej ilości około 960 mln m³·rok⁻¹ ścieków trafia w stanie nie oczyszczonym do wód i do ziemi [Kowalik 1996]. Dodatkowo jedną z poważniejszych przyczyn zanieczyszczenia wód podziemnych jest fakt nieprawidłowego wykonania teoretycznie szczelnych zbiorników bezodpływowych - szamb [Kowalik 1996, Błażejowski 1995, Tatar 2002, Matz 2002].

Poza szczelnymi dołami wybieralnymi (szambami), alternatywnym systemem unieszkodliwiania ścieków są przydomowe oczyszczalnie [Błażejowski 2000, Błażejowski 1997, Kościak 2000, Wierzbicki i Wiśniewski 2000]. Budowa ich jest niewątpliwie szansą na zahamowanie zrzutu ścieków nie oczyszczonych do środowiska [Świgoń 2001]. Mowa tu jest o wszystkich typach oczyszczalni, zarówno o systemach drenażu rozsączającego, filtrach gruntowych, oczyszczalniach hydrobotanicznych (hydrofitowych), jak i kontenerowych oczyszczalniach o bardziej skomplikowanej technologii, działających w oparciu o osad czynny lub złożo biologiczne. Szacuje się, że do końca roku 2001 na terenie Polski wybudowano ok. 36 000 takich obiektów [Siemieniec 2003]. Są to oczyszczalnie ujęte w ewidencji Urzędów Gmin, natomiast trudną jest rzeczą oszacować ile takich obiektów powstaje bez jakichkolwiek zezwoleń, czyli „na dziko”. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi przewiduje, że docelowo kanalizację sieciową ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków może posiadać od 30 do 40 % gospodarstw. Reszta ze względów ekonomicznych, będzie bazowała na indywidualnych systemach sanitacyjnych i na kanalizacji bezodpływowej [Błażejowski 2005].

W przydomowych oczyszczalniach bardzo istotnym problemem jest ich właściwa eksploatacja [Łomotowski 2002, Olszak 2001, Makowska 2001, Bugajski i Ślizowski 2003]. Oferenci oraz sprzedawcy przydomowych oczyszczalni ścieków często w folderach reklamujących swoje wyroby określają te objekty jako bezobsługowe, praktyka pokazuje, że tak nie jest [Jucherski i Walczowski 2001]. Poza okresem rozruchu, który trwa od 1 do 3 miesięcy należy wybierać okresowo osady, opróżniać kosze skratkowe (jeśli są), oraz sprawdzać urządzenia napowietrzające i transportujące osady po okresowych brakach energii. Dodatkowym utrudnieniem w pracy tego typu oczyszczalni jest pojawiający się okresowo mały dopływ ścieków (wakacje i ferie zimowe) [Ślizowski i Bugajski 2002 a, Łomotowski 2002]. Ponadto z punktu widzenia ochrony środowiska istotnym fakt, że w przeważającej większości przypadków w przydomowych oczyszczalniach ścieków nie ma kontroli jakości ścieków oczyszczonych. Użytkownicy nie są zainteresowani wynikami efektywności pracy swoich oczyszczalni, gdyż koszty analiz fizyko-chemicznych są dla nich zbyt wysokie. Odpowiednie wydziały Urzędów Gmin, które zajmują się gospodarką wodno-ściekową lub ochroną środowiska powinny być zainteresowane pracą małych oczyszczalni znajdujących się

na terenie gminy. Często jednak urzędy gmin nie tylko nie kontrolują jakości pracy tych obiektów, ale nie dysponują nawet ich aktualną ewidencją.

2. Rodzaje przydomowych oczyszczalni ścieków

2.1. Drenaż rozsączający

2.1.1. Ocena przydatności gruntu pod drenaż rozsączający

Czynnikiem decydującym często o wyborze i sposobie montażu oczyszczalni jest przepuszczalność gleby. Stopień przepuszczalności gleby można bardzo łatwo zbadać za pomocą prostego zabiegu w terenie, zwanego testem perkolacyjnym. Zdolność gruntu do rozsączania ścieków należy przeprowadzić na poziomie dna projektowanego drenażu, bez naruszania naturalnej struktury gruntu. Na dnie wykonanego wykopu o głębokości od 70 do 90 cm, wykonujemy otwór o wymiarach 30 cm x 30 cm i głębokości 15 cm. Istotnym jest, aby ścianki wykonanego dołka nie były wygładzone narzędziem do wykopu, gdyż wpływa to na przepuszczalność gruntu. Takie wygładzone miejsca należy zeszkrobać. Wykopany otwór należy wstępnie zwilżyć, aby stworzyć warunki gleby nasiąkniętej, tzn. najbardziej niekorzystne. Po nawilżeniu gruntu i całkowitym wsiąknięciu wody, do otworu wlewa się 12,5 dm³ wody i notuje się zmiany położenia zwierciadła wody w czasie. Klasę przepuszczalności badanego gruntu określa się na podstawie pomierzonego czasu wsiąkania wody. Klasy przydatności gruntu do rozsączania ścieków przedstawiono w tabeli 1.

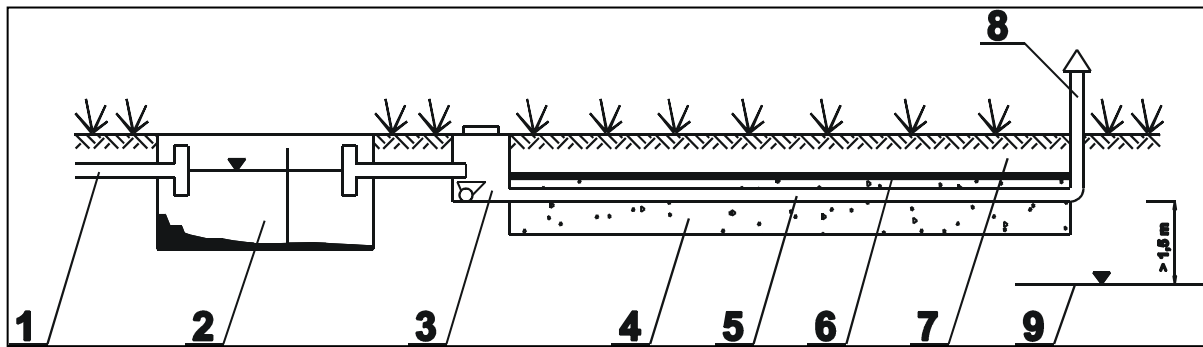
Tabela 1. Podział gruntów na klasy w zależności od ich wodoprzepuszczalności [Błażejowski 2003].

Klasa przepuszczalności gruntu	Czas wsiąkania wody [min]	Rodzaj gruntu
A	do 2	rumosze, żwiry, pospółki
B	od 2 do 18	piaski grube i średnie
C	od 18 do 180	piaski drobne, lessy
D	od 180 do 780	piaski pyłaste i gliniaste
E	powyżej 780 (13 godzin)	gliny, iły, skały niespękane, grunty organiczne

Odbiornikiem ścieków oczyszczonych mogą być grunty klasy B i C, natomiast grunty klasy A dopiero przy użyciu tzw. warstwy zabezpieczającej, wykonanej z gruntów B lub C. Grunty o klasie przepuszczalności D mogą być wykorzystywane jedynie na podstawie pozytywnej opinii uprawnionego geotechnika lub hydrogeologa [Błażejowski 2003, Rosen 2002].

2.1.2. Zasada działania i konstrukcja drenażi rozsączających

Drenaż rozsączający jest to podziemny układ drenów, najczęściej perforowanych, umożliwiający wprowadzenie - wstępnie oczyszczonych ścieków w osadniku gnilnym - do gruntu (rys. 1). Oczyszczanie ścieków następuje na drodze infiltracji ścieków przez porowaty grunt oraz w wyniku zachodzących przy tym procesów fizycznych, biologicznych i chemicznych.



Rys. 1. Drenaż rozsączający

1. dopływ ścieków, 2. oczyszczanie wstępne, 3. studzienka z dozownikiem, 4. podsypanka żwirowa, 5. dreny rozsączające ścieki, 6. geowłóknina, 7. grunt rodzimy, 8. rura wywiewna, 9. zwierciadło wody gruntowej.

Wokół cząsteczek gruntu wytwarza się warstwa biochemiczna zwana biomatą. Biomata działa jak filtr mechaniczno-biologiczny [Heidrich 1998]. Długość drenażu można obliczyć na podstawie wzorów uwzględniających maksymalny dobowy dopływ ścieków i dopuszczalne obciążenie hydrauliczne. Dla uwarunkowań polskich można przyjmować obciążenie hydrauliczne w zakresie od 6 do 15 dm³ na 1 metr drenażu w ciągu doby. Normy niemieckie zalecają przyjmować jednostkową długość drenażu: w żwirach 10 m na 1 mieszkańca, w pospółkach 15 m na mieszkańca, natomiast w piaskach 20 m na mieszkańca [Błażejowski 2003]. Drenaż rozsączający może być układany w terenie w postaci rowów filtracyjnych lub pól drenażowych. Szerokość dna rowu przyjmuje się równą 0,5 ÷ 1,2 m, natomiast miąższość warstwy wspomagającej (z tłucznia lub żwiru o średnicy 20 mm), zabezpieczającej drenaż przed przenikaniem do niego korzeni drzew i krzewów, w granicach od 0,3 do 0,6 m. Bardzo istotnym jest, aby poziom zwierciadła wód gruntowych nie zalegał bliżej niż 1,5 od dna drenów. Drenaż wykonywany jest najczęściej z perforowanych rur PCV o średnicy od 8 do 10 cm. Rury rozsączające wyprowadzane są ze studzienek rozdzielczych odcinkiem nieperforowanym o długości przynajmniej 0,5 m. Końce poszczególnych ciągów muszą być zakończone rurą wywiewną, zapewniającą wentylację układu. Odległość pomiędzy sąsiednimi ciągami (rozstaw drenów) przyjmuje się w zakresie od 1,5 do 2,0 m. Właściwą warstwę rozsączającą stanowi żwir płukany o uziarnieniu od 15 do 40 mm, chroniony

przed zamuleniem warstwą włókniny filtracyjnej. Rury drenażowe można układać stosunkowo płytko (warstwa przykrycia od 50 do 60 cm), gdyż ścieki nawet zimą posiadają temperaturę uniemożliwiającą ich zamarzanie. Maksymalna głębokość dna drenów nie powinna przekraczać 1,5 m. Długość pojedynczego ciągu drenażowego nie powinna przekraczać 30 m.

Lokalizacja drenażu powinna być zaplanowana w odległości nie mniej niż 70 m od studni (30 m jeżeli ścieki zostały biologicznie oczyszczone, a drenaż stanowi 3 stopień oczyszczenia ścieków), w odległości 7,5 m od granicy posesji, drogi publicznej lub chodnika (2 m przy zabudowie indywidualnej). Oprócz wymienionych odległości należy zachować ponadto minimalne odległości; 5 m od budynków mieszkalnych, 3 m od drzew, 1,5 m od przewodów gazowych i wodociągowych, 0,8 m od kabli elektrycznych i 0,5 m od kabli telekomunikacyjnych.

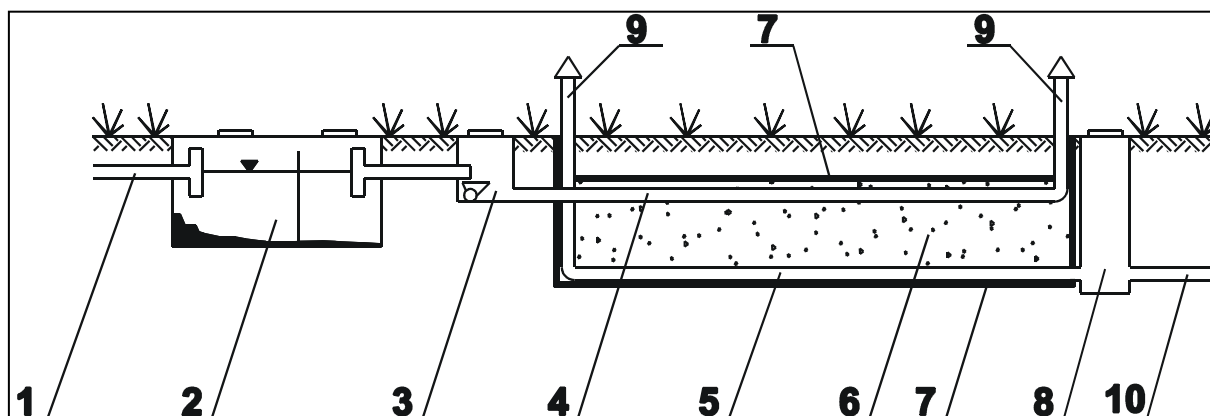
Przy zachowaniu właściwych obciążeń hydraulicznych i zawartości zawiesiny ogólnej w ściekach nie większej niż $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ drenaż rozsączający nie wymaga obsługi. Długoletnią drożność drenażu może zapewnić coroczne jednokrotne przepłukanie go wodą pod ciśnieniem. Zaletą drenaży rozsączających są stosunkowo niskie koszty inwestycyjne.

2.2. Pola filtracyjne (filtry gruntowe)

Jest to sposób oczyszczania ścieków na ogroblowanych poletkach o powierzchni do 0,4 ha. To rozwiązanie stosowane jest przy możliwości wykorzystania rodzimych gruntów przepuszczalnych np. piaskach o średnicy ziaren od 0,2 do 0,5 mm. Ścieki przesączają się przez warstwę gruntu i oczyszczone odprowadzane są drenami zbierającymi do odbiornika. Na powierzchni gruntu wytwarza się cienka błona biologiczna absorbująca zanieczyszczenia zawarte w ściekach. Kwatery powinny być zalewane warstwą ścieków (od 2 do 8 cm) cyklicznie, co umożliwi rozkład zanieczyszczeń w warunkach tlenowych. Czas wsiąkania ścieków pomiędzy kolejnymi zalewami nie powinien być dłuższy niż 4 godziny. W warunkach zimowych warstwę zalewu zwiększa się do 20 lub 30 cm, aby po wytworzeniu się pokrywy lodowej była możliwość wprowadzania pod nią ścieków. Przewody drenarskie odprowadzające ścieki oczyszczone o średnicy 100 mm układa się na głębokości 1,0 m o rozstawie 10 m. Zaletą pól filtracyjnych jest prostota konstrukcji i łatwość obsługi. Do wad zalicza się duże wymagania odnośnie powierzchni i występowanie niebezpieczeństwa zanieczyszczenia wód gruntowych. Pola filtracyjne mogą być eksploatowane nawet kilkadziesiąt lat.

2.3. Filtry piaskowe

Zasada działania filtrów piaskowych jest podobna do pola filtracyjnego, przy czym w tym rozwiązaniu występuje uszczelnienie dna, a filtracja następuje przez filtr piaskowy a nie przez grunt rodzimy (rys. 2). Ścieki rozsączone są drenażem na warstwę filtracyjną piasku o miąższości od 0,6 do 0,9 m, a następnie po oczyszczeniu odbierane są drenażem umieszczonym pod warstwą filtracyjną. Drenaż zbierający o rozstawie od 1,2 do 2,0 m, umieszcza się w warstwie żwiru o miąższości ok. 0,2 m. Dreny rozsącujące jak i zbierające powinny być zakończone rurami wywiewnymi.



Rys. 2. Filtry piaskowe

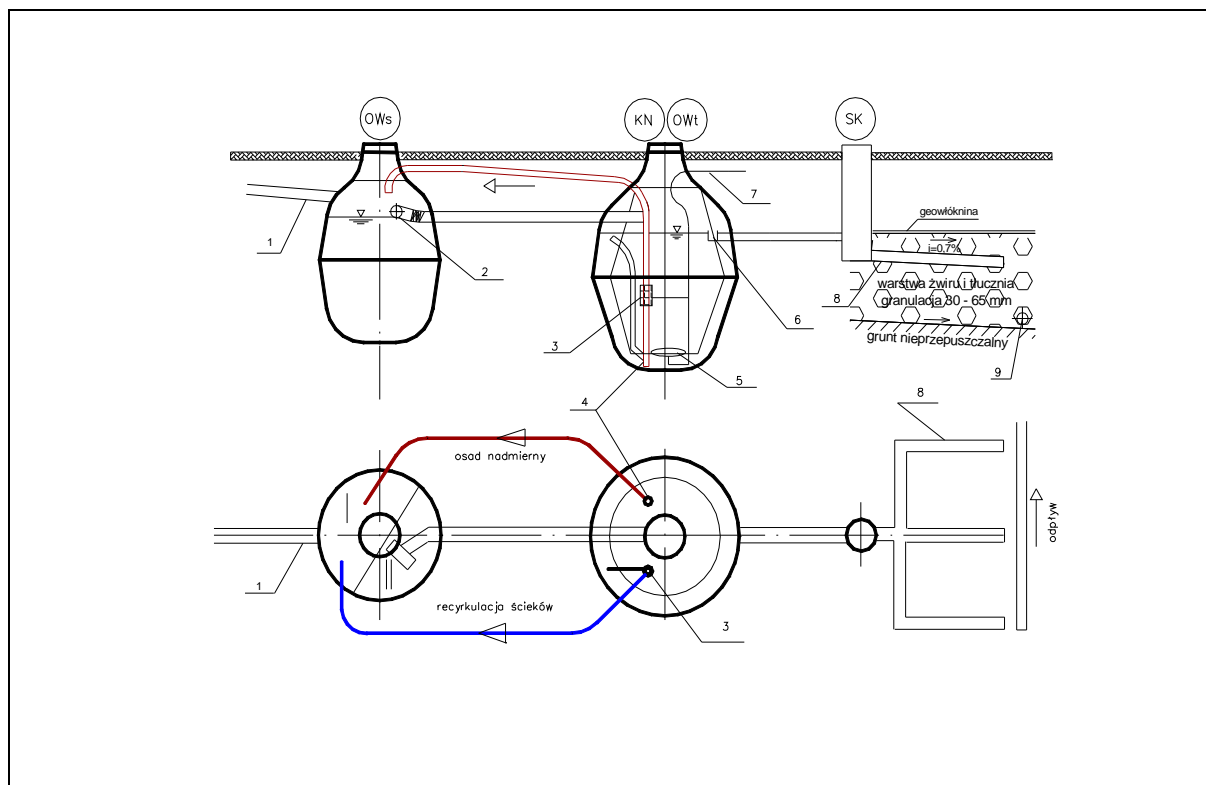
1. dopływ ścieków, 2. oczyszczanie wstępne, 3. studzienka z dozownikiem, 4. dreny rozsącujące ścieki, 5. dreny zbierające ścieki oczyszczone, 6. filtr piaskowy, 7. folia uszczelniająca, 8. studzienka kontrolna, 9. rury wywiewne, 10. odpływ ścieków oczyszczonych.

Filtry piaskowe można podzielić na pionowe (z pionowym przepływem ścieków) i poziome (z poziomym przepływem ścieków). Filtry piaskowe pracują cyklicznie, przy czym jednorazowa dawka ścieków wynosi od 5 do 10 $\text{dm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ powierzchni filtra. Zbyt małe i zbyt częste dawki mogą przyspieszać kolmatację złoża. Cykliczność zalewów można osiągnąć przy zastosowaniu prostych w budowie dawkowników wywrotkowych. Dzięki okresowemu dozowaniu ścieków oraz stosunkowo niskim obciążeniu hydraulicznym, w warstwie filtracyjnej panują warunki tlenowe. Sprzyja to nityfikacji związków azotu zawartych w ściekach. Właściwa efektywność pracy filtrów piaskowych następuje dopiero po około 6 miesiącach eksploatacji. Związane jest to z wytwarzaniem się błony biologicznej na ziarnach piasku.

2.4. Kontenerowe oczyszczalnie ścieków

Przydomowe kontenerowe oczyszczalnie ścieków działają w oparciu o metodę osadu czynnego. Metoda ta jest stosowana z powodzeniem w dużych oczyszczalniach, oczyszczających ścieki od kilkuset do kilkuset tysięcy mieszkańców. Małe i przydomowe

oczyszczalnie są zmodyfikowane i zminiaturyzowane do potrzeb jednego lub kilku gospodarstw domowych (rys. 3).



Rys. 3. Schemat przydomowej oczyszczalni ścieków typu Turbojet EP-2 wraz filtrem gruntowym

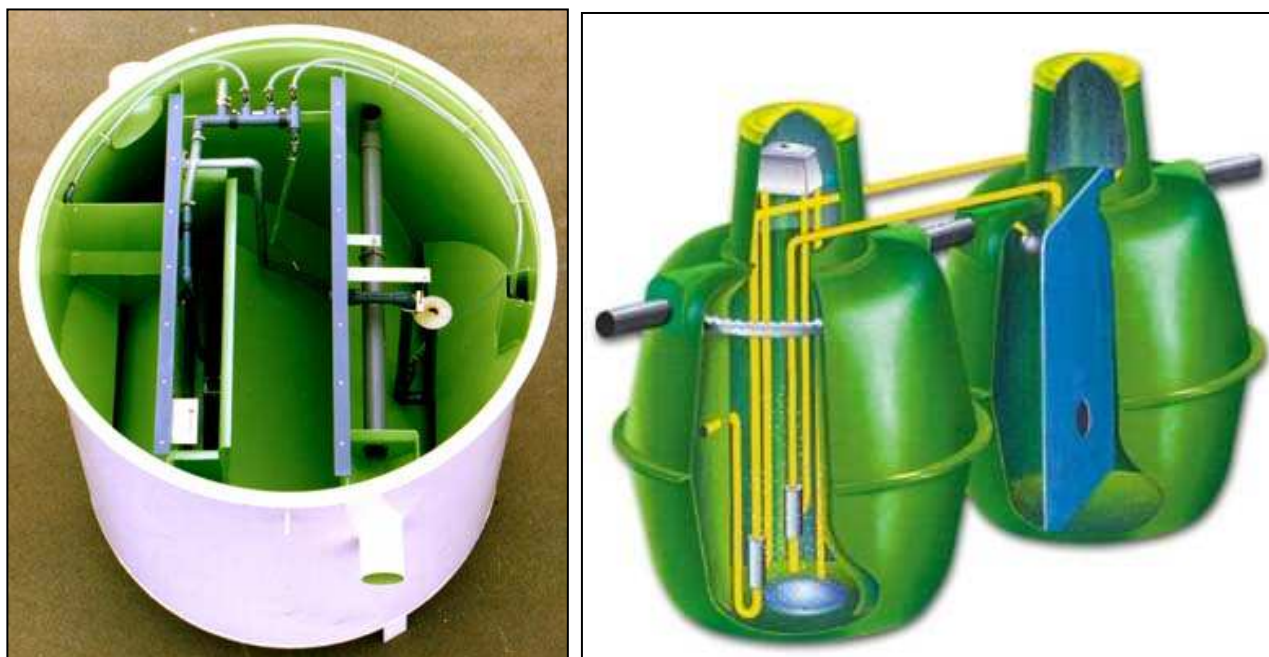
1. przykanalik, 2. pływak retencyjny, 3. pompa recykulacji ścieków, 4. pompa osadu nadmiernego, 5. dyfuzor napowietrzający, 6. korytka odpływowe, 7. przewód doprowadzający powietrze, 8. drenaż rozsączający, 9-dren zbierający.

Oczyszczalnie tego typu obsługują najczęściej jednorodzinne gospodarstwa zamieszkałe przez 4-10 osobową rodzinę. Znajdują również zastosowanie przy budynkach użyteczności publicznej takich jak szkoły lub urzędy gmin. Oczyszczalnie tego typu w porównaniu do innych obiektów mają tą zaletę, że zajmują małą powierzchnię, mieszcząc się np. w ogródku przydomowym. Nie szpecą także terenu posesji ponieważ są obiektami umieszczonymi pod powierzchnią terenu, natomiast cały układ sterowniczy może być zainstalowany w domu, np. w piwnicy. Do wad tego typu rozwiązania należy zaliczyć wysoką cenę obiektu oraz kosztów energii. Szacunkowy koszt jednego obiektu dla jednorodzinnego gospodarstwa wynosi około 15 000 zł. Dochodzą do tego jeszcze koszty rozruchu. Koszty energii związane z pracą dmuchawy (moc 60-80 W) szacuje się na około 20-25 zł/miesiąc. Komory czynnego jak i osadniki wstępne i wtórne wykonane są przeważnie z jednego lub kilku zbiorników z materiałów sztucznych kwasoodpornych np. laminatów poliestrowo-szklanych (rys. 4). Pierwszy z tych zbiorników służy najczęściej jako osadnik wstępny, w którym zachodzi proces dekantacji (sedymentacji i flotacji) części mineralnych,

tłuszczy i olei oraz w niewielkim stopniu części organicznych. Kolejny ze zbiorników to bioreaktor, w którym znajduje się osad czynny i do którego dostarczane są ścieki z osadnika wstępnego.

a)

b)



Rys. 4. Kontenerowe oczyszczalnie ścieków

a) widok oczyszczalni Biocompact BCT S-1

b) widok oczyszczalni ścieków Turbojet firmy ECOPARTNER

Osad czynny utrzymywany jest w ciągłym zawieszeniu przez pęcherzyki powietrza wydostające się z dyfuzorów umieszczonych przy dnie. Powietrze dostarczane do komory z osadem czynnym ma jeszcze jedno bardzo ważne zadanie, a mianowicie dostarczenie tlenu mikroorganizmom osadu czynnego. Tlen jest niezbędnym czynnikiem do procesów rozkładu substancji organicznych. Większość organizmów w osadzie czynnym to tlenowce i przy braku tego czynnika egzogenego lub przy jego nie dostatecznej ilości następuje zanik procesu oczyszczania ścieków [Hartmann 1996]. Po bioreaktorze dodatkowo instalowane są osadniki wtórne, które często mogą być z nim zespolone np.: Turbojet EP, Nebraska, Biocompact. Badania prowadzone w Katedrze Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji Akademii Rolniczej w Krakowie na tego typu oczyszczalniach ścieków wykazują, iż przy odpowiednim reżimie eksploatacyjnym można zalecać takie obiekty jako uzupełniający element unieszkodliwiania ścieków na terenach wiejskich. W tabeli 2 przedstawiono

wielkości wybranych najważniejszych wskaźników zanieczyszczeń oraz ich redukcję w procesie oczyszczania w trzech kontenerowych przydomowych oczyszczalniach ścieków.

Tabela 2. Średnie wielkości wybranych wskaźników zanieczyszczeń wraz z ich redukcją w wieloleciu 1999-2003 w trzech kontenerowych oczyszczalniach ścieków

Wskaźnik zanieczyszczeń	Turbojet EP-2 $Q_{\text{śr.d.}} 1,8 \div 3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$			Turbojet EP-4 $Q_{\text{śr.d.}} 3,5 \div 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$			Biocompact BCT S-12 $Q_{\text{śr.d.}} 12 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$		
	Ścieki surowe	Ścieki oczyszcz.	Redukcja [%]	Ścieki surowe	Ścieki oczyszcz.	Redukcja [%]	Ścieki surowe	Ścieki oczyszcz.	Redukcja [%]
BZT ₅	311,6	36,2	87,1	176,2	31,7	79,4	266,8	30,5	86,1
ChZT	869,1	134,3	83,0	420,0	95,1	70,9	524,5	78,2	82,7
Zawiesina ogólna	566,7	84,4	82,8	232,1	53,5	72,0	651,6	51,6	85,2
PH	7,22	7,40	-	7,38	7,36	-	7,29	7,30	-
Azot ogólny	104,4	63,0	41,8	84,7	26,5	67,4	77,6	40,6	59,8
Fosforany	43,3	25,6	39,3	35,2	12,2	63,1	34,1	21,6	39,8

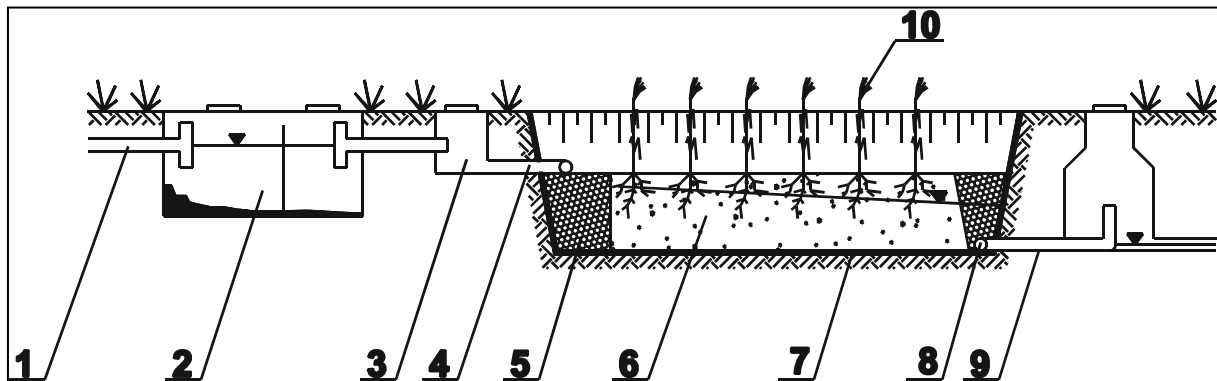
Wyniki badań wskazują na dostateczną redukcję wskaźników tlenowych (BZT₅ i ChZT) zgodnie z aktualnie obowiązującym Rozporządzeniem z dnia 08.07.2004r. Maksymalne dopuszczalne wartości w ściekach oczyszczonych dla wymienionych oczyszczalni wynoszą 40 mgO₂·dm⁻³ dla BZT₅ i 150 mgO₂·dm⁻³ dla ChZT [Dz. U. Nr 168, poz. 1763]. Redukcja zawiesiny ogólnej na poziomie 72-85 % nie wystarcza do osiągnięcia wartości dopuszczalnej (50 mg·dm⁻³) wymaganej przez cytowane rozporządzenie. Podane wartości w tabeli 2 są wartościami średnimi z całego okresu badań. Wartości odczynu pH we wszystkich badanych próbkach ścieków, zarówno surowych jak i oczyszczonych mieściły się w granicach dopuszczalnych. W załączniku nr 2 w cytowanym Rozporządzeniu podana jest pewna granica tolerancji, która dopuszcza pewną ilość próbek nie spełniających wymagań. Omawiane Rozporządzenie dopuszcza także możliwość nie uwzględniania związków biogenych (azotu i fosforu) do oceny pracy oczyszczalni, jeżeli ścieki oczyszczone nie wpływają do jezior lub ich bezpośrednich dopływów. W związku z tym wyniki analiz tych wskaźników mają jedynie charakter informacyjny.

2.5. Hydrobotaniczne oczyszczalnie ścieków

Oczyszczalnie hydrobotaniczne (hydrofotowe) są to obiekty, w których wykorzystuje się do oczyszczania ścieków rośliny wodne lub bagienne takie jak: trzcina pospolita (*Phragmites communis*), turzyce (*Carex*), pałka wodna (*Typha*), sit (*Juncus*) oraz wierzba krzewiasta (*Silax*). W oczyszczaniu ścieków wykorzystywane są procesy sorpcji (pochłaniania), chemicznych reakcji utleniająco-redukujących oraz biologicznej aktywności wymienionych rodzajów roślin [Heidrich 1998]. Typową konstrukcją poletka z trzcina przedstawiono na rysunku 4.

Wyróżnia się dwa zasadnicze rodzaje oczyszczalni hydrofitowych:

- a) Stawy przepływowe o swobodnej powierzchni, porośnięte roślinnością zakorzonioną lub pokryte roślinnością pływającą.
- b) Złoża z przepływem podpowierzchniowym, poziomym lub pionowym, porośnięte zakorzonioną roślinnością wodną lub bagienną.



Rys. 4. Oczyszczalnia hydrofitowa o przepływie poziomym (złoża trzcinowe)

1. dopływ ścieków, 2. oczyszczanie wstępne, 3. studzienka rozdzielcza, 4. rura PCV Ø110 mm, 5. kamienie o średnicy $\varnothing 6 \div 10$ cm, 6. piasek lub żwir, 7. folia uszczelniająca PE, 8. rura perforowana PCV, 9. rura PVC Ø110 mm, 10. trzcina.

Opisywana w literaturze skuteczność oczyszczania ścieków w tego typu obiektach jest wysoka w stosunku do wskaźników tlenowych (od 80 do 90 %) [Błażejowski 2003]. Wykorzystując tego typu oczyszczalnie uzyskano bardzo dobre efekty oczyszczania ścieków poubojowych z ubojni zwierząt. Złoża z przepływem pionowym z recyrkulacją ścieków obniżało bardzo skutecznie BZT₅ i ChZT ścieków odpowiednio o 99,9 % i 96 %. Usuwanie zawiesiny ogólnej, azotu amonowego i fosforu ogólnego osiągnęło odpowiednio 90,7 %, 99,6 % i 94,4 % [Soroko 2004]. Badania wykazują, że klimat umiarkowany nie wpływa na pogorszenie jakości ścieków oczyszczonych. Jest to istotna informacja dla przyszłych użytkowników tych oczyszczalni w Polsce.

Aby oczyszczalnia hydrobotaniczna poprawnie działała musi być prawidłowo wykonana, oraz w późniejszym czasie właściwie eksploatowana [Malarski 2004]. Ważną czynnością jest ochrona wlotowej części kanału przed kolmatacją wywoływaną zawiesiną zawartą w ściekach lub rozwojem glonów. Dlatego istotnym działaniem jest systematyczne opróżnianie osadu z osadników gnilnych lub osadników imhoffa, które poprzedzają oczyszczalnie hydrobotaniczne. Koszty oczyszczalni roślinnych są porównywalne z kosztami filtrów piaskowych, lub nieco wyższe ze względu na koszty nasadzenia roślin i ich

późniejszej pielęgnacji. Zwrot części kosztów może nastąpić poprzez wykorzystywanie roślinności na opał (wierzba wiciowa).

3. Posumowanie

Dla przyszłego użytkownika przydomowej oczyszczalni ścieków ważną (często najważniejszą) informacją jest koszt budowy obiektu oraz koszty jego późniejszej eksploatacji. Dlatego autorzy niniejszego artykułu zamieszczają szacunkowe koszty poszczególnych typów oczyszczalni. Kwoty, które podano poniżej obejmują jedynie ceny urządzeń, natomiast nie obejmują one kosztów montażu oraz rozruchu oczyszczalni ścieków. Należy podkreślić, iż koszt zakupu nie powinien być jedynym kryterium jakie należy stosować przy instalacji przydomowej oczyszczalni ścieków (POŚ). Równie istotne są warunki jakie powinny być spełnione przy doborze POŚ, które opisano dla każdego omawianego typu oczyszczalni.

Najtańszym systemem pozbywania się ścieków jest drenaż rozsączający, którego koszty dla jednego gospodarstwa (4-8 osób) wahają się w granicach od 3 do 4 tys. złotych. Droższą inwestycją są filtry gruntowe, gdyż oprócz zakupu dodatkowych drenów zbierających ścieki oczyszczone, dochodzi koszt przywozu gruntu przepuszczalnego (warstwa filtracyjna) oraz wybrania i ewentualnego wywiezienia gruntu rodzimego. Szacuje się koszt takiej oczyszczalni na 6 do 8 tys. złotych. Na podobnym poziomie cenowym kształtuje się koszt oczyszczalni hydrobotanicznej. Najdroższą inwestycją są oczyszczalnie kontenerowe pracujące w oparciu o osad czynny. Szacunkowe koszty takich obiektów wynoszą od 12 do 15 tys. złotych. Za taką inwestycją przemawia niewątpliwie wymagana mała powierzchnia terenu potrzebna jest do zainstalowania tego typu oczyszczalni.

Do przedstawionych cen należy dodać koszt operatu wodno-prawnego, który przeważnie jest wymagany przy takich inwestycjach. Szacunkowy koszt takiego dokumentu wynosi około 1 tys. złotych. We wszystkich obiektach dochodzą koszty eksploatacyjne związane z wywozem osadu z osadników oraz koszty zużytej energii elektrycznej (zasilanie dmuchawy napowietrzającej) przy oczyszczalniach kontenerowych. Z informacji uzyskanych od użytkowników, koszty energii związanej z pracą dmuchawy wynoszą około od 20 do 30 zł. miesięcznie.

Przyszli użytkownicy przydomowych oczyszczalni ścieków powinni wiedzieć, iż całościowe koszty instalacji obiektu zwrócą się po okresie od 3 do 8 lat w odniesieniu do kosztów opróżniania szamb. Mając na uwadze wiedzę na temat stanu zanieczyszczenia środowiska naturalnego na wsi bez wątpienia takie inwestycje wpływać będą na zmniejszenie

ilości zanieczyszczeń odprowadzanych do wód i do ziemi. Uzyskany tzw. efekt ekologiczny trudny jest do przedstawienia w formie kwot, natomiast ważniejsze jest, aby użytkownicy mieli świadomość, iż przykładają się do poprawy stanu środowiska naturalnego służącego wszystkim ludziom. Pracownicy urzędów odpowiedzialnych za gospodarkę wodno-ściekową na danym terenie powinni w jakimś stopniu monitorować tego typu obiekty na terenie gminy, a także służyć pomocą przy rozwiązywaniu problemów eksploatacyjnych, gdyż jak już wcześniej wielokrotnie zaznaczono niewłaściwa eksploatacja oczyszczalni przydomowych jest najczęstszą przyczyną przekroczeń dopuszczalnych wskaźników zanieczyszczeń.

Literatura:

1. **Błaszczak P.** 1999. Stan obecny i perspektywy rozwoju kanalizacji w Polsce. Materiały konferencyjne nt. Stan obecny i perspektywy rozwoju inżynierii sanitarnej i gazownictwa. Warszawa, s. 37-45.
2. **Błażejowski R.** 1995. Lokalne uwarunkowania budowy przydomowych oczyszczalni ścieków. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, nr 1, s. 19-21.
3. **Błażejowski R.** 1997. Przydomowe oczyszczalnie ścieków. Ośrodek Doradctwa Rolniczego w Zarzeczewie. Poznań.
4. **Błażejowski R.** 2000. Przydomowe oczyszczalnie ścieków. *Przegląd Komunalny*, nr 4, s. 55.
5. **Błażejowski R.** 2003. Kanalizacja wsi. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Wielkopolski. Poznań.
6. **Błażejowski R.** 2005. Kanalizacja Wsi. *Przegląd Komunalny* nr 2. ABRYS Sp. Z o.o. Poznań, s. 36.
7. **Bugajski P., Ślizowski R.** 2003. Przydomowe kontenerowe oczyszczalnie jako uzupełniający element systemu unieszkodliwiania ścieków w gminie Pałecznicza. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*, z. 404, s. 371-379.
8. **Ciupa R.** 1995. Porównanie kosztów budowy, eksploatacji i osiągniętych efektów oczyszczania wybranych typów małych oczyszczalni ścieków w północno-wschodniej Polsce. Techniczno-technologiczne aspekty użytkowania małych oczyszczalni ścieków. Materiały z VIII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo Technicznej z cyklu „Problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych”. Pod redakcją Elżbiety H. Grygorczuk-Petersons. *Kontenerowe i Przydomowe Oczyszczalnie Ścieków*. Białystok, s. 143-147.

9. **Eymontt A.** 2000. Możliwości zastosowania nowych materiałów i rozwiązań technicznych w projektowaniu i wykonawstwie systemów odprowadzania ścieków na wsiach. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, z. 72, s. 341-350.
10. **Heidrich Z.** 1998. Przydomowe oczyszczalnie ścieków – poradnik. Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa.
11. **Jucherski A., Walczowski A.** 2001. Skuteczność oczyszczania ścieków bytowych w zagrodach górskich. Wiad. Mel. i Łąk. nr 2, s. 75-78.
12. **Klugiewicz J. Totczyk G.** 1995. Zastosowanie kontenerowych oczyszczalni ścieków z TZB na terenach rolniczo-przemysłowych. Techniczno-technologiczne aspekty użytkowania małych oczyszczalni ścieków. Materiały z VIII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo Technicznej z cyklu „Problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych”. Pod redakcją Elżbiety H. Grygorczuk-Petersons. Kontenerowe i Przydomowe Oczyszczalnie Ścieków. Białystok, s. 119-127.
13. **Kościk B.** 2000. Oczyszczanie ścieków w ocenie mieszkańców wsi. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, z. 72, s. 363-370.
14. **Kowalik P.** 1996. Efekty oczyszczania ścieków w oczyszczalniach hydrobotanicznych. Wiad. Mel. i Łąk. nr 3, s. 15-20.
15. **Kryński Z., Kryńska B.** 2000. Poziom infrastruktury technicznej i czynniki degradujące środowisko w gminie Domaradz. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, z. 72, s. 125-136.
16. **Kwapisz J.** 2002. Nasycenie infrastrukturą wodno-ściekową województwa małopolskiego w latach 1990-2000. Inżynieria Rolnicza. Komitet Techniki Rolniczej PAN. Warszawa. Z 3(36), s. 141-148.
17. **Lemański J.** 2003. Problemy gospodarki ściekowej w gminach u progu wejścia polski do Unii Europejskiej – wprowadzenie do tematyki seminarium POLEKO 2003. PZITS, Polska Izba Ekologii, Biuro Informacji Technicznej – Międzynarodowe Targi Poznańskie. Materiały konferencyjne. s.1-3.
18. **Łomotowski J.** 2002. Problemy związane z procesem inwestycyjnym budowy systemów kanalizacyjnych w Polsce. Materiały konferencyjne. Kanalizacja na obszarach wiejskich. Możliwość finansowania. POLEKO listopad, Poznań, s. 21-34.
19. **Łomotowski J.** 2002. Problemy związane z procesem inwestycyjnym budowy systemów kanalizacyjnych w Polsce. Materiały konferencyjne. Kanalizacja na obszarach wiejskich. Możliwość finansowania. POLEKO listopad, Poznań, s. 21-34.
20. **Makowska M.** 2001. Sprawność wybranych mini oczyszczalni z osadem czynnym w układzie przepływowym. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 6, s. 208-220.

21. **Malarski R.** 2004. Oczyszczalnie roślinne - alternatywa dla twardych technologii. Ekologiczne systemy oczyszczania ścieków. Wrocław.
<http://www.otzo.most.org.pl/publikacje/hydro/malarski.htm>
22. **Matz R.** 2002. Program DOPOS do komputerowego wspomaganie projektowania przydomowych oczyszczalni ścieków. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCXLII. Melioracje i Inżynieria Środowiska (23), s. 311-319.
Ochrona Środowiska 2003. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa 2003.
23. **Olszak B.** 2001. Zastosowanie technologii Cyklo-SBR na przykładzie oczyszczalni ścieków w Mikołajkach. Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, z. 23, s. 171-178.
24. **Pawełek J., Kaczor., Bergel T.** 2004. Wybrane zagadnienia ilościowo-jakościowe ścieków bytowych odprowadzanych wiejskimi systemami kanalizacyjnymi. Ogólnopolska konferencja naukowo – techniczna pt., „Kanalizacja wsi – stan obecny, perspektywy rozwoju”. Poznań-Puszczykowo, s 1-24.
25. **Roman M., Sikorski M., Szpindor A.** 1995. Wodno-ściekowa infrastruktura wsi. Gospodarka Komunalna - seria informacyjno-poradnikowa nr.6. IGPIK. Warszawa.
Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód i do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dz. U. Nr 168 poz. 1763.
26. **Rosen P.** 2002. Przydomowe oczyszczalni ścieków. Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa
27. **Siemieniec A.** 2003. Skuteczność oczyszczania małych ilości ścieków bytowych w filtrach gruntowych o przepływie poziomym. Rozprawa doktorska. KGWiOW AR w Krakowie.
28. **Sikorski M.** 1998. Gospodarka ściekami bytowymi na wsi jako czynnik ochrony środowiska. Praca habilitacyjna IMUZ - Falenty. Warszawa.
29. Soroko M. 2004. Zwiększone usuwanie związków azotu ze ścieków z małych ubojni w oczyszczalniach hydrofitowych. Infrastruktura i Ekologia terenów wiejskich. Polska Akademia Nauk. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi PAN w Krakowie. Z 2, s. 51-60.
30. **Szpindor A.** 1998. Zaopatrzenia w wodę i kanalizacja wsi. Arkady, Warszawa.
31. **Szpindor A.** 1999. Stan i perspektywy rozwoju techniki sanitarnej wsi w Polsce. Materiały Konferencyjne nt. Stan obecny i perspektywy rozwoju inżynierii sanitarnej i gazownictwa. Warszawa, s. 69-83.

32. **Ślizowski R., Bugajski P.** 2002a. Ocena funkcjonowania minioczyszczalni zainstalowanej przy szkole podstawowej w miejscowości Rajbrot. Inżynieria Rolnicza. Komitet Techniki Rolniczej PAN. Warszawa. Z 3(36), s. 227-237.
33. **Świgoń Z.** 2001. Oczyszczalnia ściaga. Przegląd Komunalny, nr 12, s. 67-70.
34. Tatar M. 2002. Glebowo-roślinne oczyszczanie ścieków. Gospodarka Wodna nr 3, s. 116-119.
35. **Wierzbicki K., Wiśniewski A.** 2000. Kapitałochłonność systemów wiejskich sieci kanalizacji. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, z. 72, s. 391-401.