



dr inż. Piotr BUGAJSKI
dr inż. Grzegorz KACZOR

AKADEMIA ROLNICZA IM. HUGONA KOŁŁĄTAJA
W KRAKOWIE

ROZWIĄZANIA WYKONAWCZE DRENAŻU ROZSĄCZAJĄCEGO PRZY RÓŻNYCH WARUNKACH GRUNTOWO-WODNYCH

Abstrakt

W artykule opisano podstawowe wytyczne, którymi powinni się kierować projektanci, wykonawcy i użytkownicy drenaży rozsączających. Drenaż rozsączający jest obecnie najbardziej rozpowszechnionym systemem odprowadzania i unieszkodliwiania małych ilości ścieków w Polsce. Przed wyborem tego sposobu oczyszczania ścieków bardzo ważna jest właściwa ocena warunków gruntowo-wodnych. W pracy przedstawiono założenia projektowe drenaży rozsączających dla różnych warunków gruntowo-wodnych. Sprawność działania drenaży rozsączających w dużej mierze zależy od prawidłowego zaprojektowania, tj. określenia długości ciągów rozsączających wraz z ich odpowiednią rozstawą, a później prawidłowego wykonania zgodnie ze sztuką budowlaną i wcześniejszymi zaleceniami projektowymi. Użytkownik tego systemu powinien być świadomy, że prawidłowa eksploatacja obiektu wpłynie na jakość ścieków oczyszczonych i czas efektywnej pracy systemu.

1. Wstęp

Gospodarka ściekowa w gminach wiejskich, ze względu na duże rozproszenie zabudowy oraz zmienne ukształtowanie terenu, opiera się zwykle na kilku (rzadko jest to jedna, zbiorowa duża oczyszczalnia), stosunkowo niewielkich oczyszczalniach grupowych, przyjmujących ścieki z jednej lub kilku wsi. Zasięg takich oczyszczalni ograniczony jest kosztami przepompowywania ścieków z lokalnych układów kanalizacyjnych, natomiast możliwość grupowania zależy w dużej mierze od wielkości i chłonności odbiornika. Z punktu widzenia niezawodności systemu usuwania ścieków szczególnie niekorzystny jest układ sieci kanalizacyjnej wymagający szeregowego, wielokrotnego przepompowywania ścieków [6].

W ostatnich latach obserwuje się w Polsce duży wzrost zainteresowania budową małych i przydomowych oczyszczalni ścieków [1]. Wynika to z rosnącej świadomości ekologicznej społeczeństwa, a także z wejścia w życie Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 8 marca 1990 roku o samorządzie terytorialnym [10], oraz ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym i prawie budowlanym z dnia 7 lipca 1994 roku [9]. Wszystkie te akty prawne nakazują, aby w pozwoleniu na budowę było określone gdzie będą odprowadzane ścieki bytowe w trakcie użytkowania budynków przez mieszkańców. Do niedawna najpopularniejszym sposobem odprowadzania ścieków, jeśli gospodarstwo nie miało dostępu do zbiorczego systemu odprowadzania ścieków, był wybieralny dół gnilny, czyli popularne szambo. Przy czym należy nadmienić, iż wiele tego typu obiektów było wykonane nieprawidłowo, czego skutkiem jest zanieczyszczenie gruntów oraz wód powierzchniowych i podziemnych [2]. Szczególnie niebezpieczne jest skażenie wód podziemnych, gdyż zdolność ich samooczyszczania się jest dużo mniejsza niż wód powierzchniowych. Kontrola takich obiektów jak doły gnilne jest niezwykle trudna, a czasem wręcz niemożliwa. W związku z tym, jeśli warunki terenowe są sprzyjające, należy zastąpić szambo przydomową oczyszczalnią, która będzie oczyszczać ścieki w miejscu ich powstania, a tym samym nie będzie stwarzać zagrożenia dla środowiska [3]. W takim przypadku przyszły użytkownik staje przed dylematem, jaki system oczyszczania zastosować. Najczęściej jedynym kryterium wyboru oczyszczalni jest cena obiektu. Informacje podane w folderach reklamujących oczyszczalnie przeważnie są wybiórcze, tzn. wymienione są zalety obiektów, natomiast nie umieszcza się informacji na temat ich wad [5].

Obecnie dla gospodarstw indywidualnych najczęściej stosowanymi przydomowymi oczyszczalniami ścieków są drenaże rozsączające ścieki w gruncie. Jak już wspomniano, jest to jeden z najtańszych systemów odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków w miejscu ich powstania. Obecnie według Rozporządzenia Ministra Środowiska [10] dopuszczalne jest stosowanie tego typu systemów odprowadzenia ścieków do gruntu, jeśli ich ilość nie przekracza $5 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Jednak, aby taki system pracował efektywnie, ważne jest jego poprawne wykonanie i prawidłowa eksploatacja.

2. Cel pracy

Celem pracy jest szczegółowa charakterystyka drenażu rozsączającego, jako systemu oczyszczania ścieków w gruncie, przy różnych warunkach gruntowo-wodnych. W zależności od warunków lokalnych wyróżnia się 4 najczęściej spotykane przypadki układu drenaży rozsączających:

- **Przypadek 1.** Drenaż rozsączający położony w gruncie dobrze przepuszczalnym.
- **Przypadek 2.** Drenaż rozsączający położony w gruncie mocno przepuszczalnym.
- **Przypadek 3.** Drenaż rozsączający położony w gruncie słabo przepuszczalnym.
- **Przypadek 4.** Drenaż rozsączający położony w kopcu filtracyjnym w terenie z wysoko położonym zwierciadłem wody gruntowej.

3. Drenaż rozsączający – definicja i zasada działania

Drenaż rozsączający wykorzystywany jest najczęściej jako drugi lub trzeci stopień oczyszczenia ścieków po osadniku gnilnym lub złożu biologicznym. Stanowi on najczęściej układ podziemnych perforowanych drenów, służących do wprowadzania do gruntu mechanicznie oczyszczonych ścieków, w celu ich biologicznego oczyszczania. Ścieki, w czasie infiltracji przez pory gruntu, podlegają oczyszczaniu wskutek zachodzących procesów fizycznych, biologicznych i chemicznych. Pod powierzchnią filtracyjną, na powierzchni cząstek gruntu, wytwarza się pod wpływem rozwoju mikroorganizmów błona biologiczna. Organizmy zawarte w błonie dokonują rozkładu zanieczyszczeń zawartych w ściekach na substancje stałe i gazowe. W gruncie pod drenażem zachodzą także chemiczne reakcje strącania zanieczyszczeń nieorganicznych. W strefie niepełnego nasycenia porów gruntowych wodą zachodzi w warunkach tlenowych nityfikacja związków azotowych.

Efektywność oczyszczania ścieków za pomocą drenaży rozsączających zależy w głównej mierze od właściwości gruntu rodzimego znajdującego się pod układem drenów. Pełne tlenowe oczyszczanie ścieków zachodzi najlepiej w gruntach piaszczystych, o dobrej przepuszczalności, posiadających od 10 do 15% wolnych porów, co umożliwia dyfuzyjną wymianę powietrza z atmosfery.

4. Zasady określania przydatności gruntu pod drenaż rozsączający

Przed przystąpieniem do projektu drenażu rozsączającego oraz jego wykonania niezbędne jest określenie objętości odprowadzanych ścieków, rodzaju gruntu oraz położenia zwierciadła wody gruntowej.

Według aktualnie obowiązującego Rozporządzenia z dnia 8 lipca 2004 r. ścieki bytowe można odprowadzać do gruntu poprzez drenaż rozsączający, jeżeli ich objętość nie przekracza $5 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$.

Przydatność gruntu pod drenaż rozsączający można określić na podstawie testu perkolacyjnego. Test ten służy do określenia wodoprzepuszczalności gruntu. W miejscu gdzie będzie wykonywany drenaż, wykonuje się odkrywkę gruntu do poziomu posadowienia drenów. Na dnie wykonanej odkrywki wykonuje się otwór o wymiarach $0,3 \times 0,3 \text{ m}$ i głębokości $0,15 \text{ m}$. Istotne jest, aby ściany otworu nie były wygładzone, gdyż może to wpłynąć istotnie na czas wsiąkania wody. Do otworu należy wlać 10 dm^3 wody, celem nawilżenia gruntu. Następnie wlewa się $12,5 \text{ dm}^3$ wody i mierzy jej czas wsiąkania. Na podstawie zmierzonego czasu wsiąkania można określić rodzaj gruntu i jego przydatność do rozsączania ścieków. W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę gruntów w odniesieniu do czasu wsiąkania wody według Wytycznych technicznego projektowania Prezesa Centralnego Urzędu Gospodarki Wodnej z dnia 26 stycznia 1971 r. za Łomotowskim i Szpindorem [7].

Tabela 1. Charakterystyka rodzajów gruntów na potrzeby drenażu rozsączającego

Rodzaj gruntu	Czas wsiąkania wody	Ocena przepuszczalności gruntu
A	< 18	bardzo dobra
B	$18 \div 30$	dobra
C	$30 \div 80$	średnia
D	> 180	zła

W oparciu o czas wsiąkania, kierując się danymi zamieszczonymi w tabeli 1, wyróżnia się:

- grunt A – otoczaki z piaskiem, piasek gruboziarnisty,
- grunt B – średnie i drobne piaski oraz lekkie piaski gliniaste,
- grunt C – lekkie gliny piaszczyste,

- grunt D – ciężkie piaski gliniaste, gliny piaszczyste, glina i inne grunty nieprzepuszczalne.

Dla potrzeb drenażu rozsączających najlepszymi własnościami charakteryzują się grunty kategorii A i B. Dla gruntów o kategorii C, należy wybrać inny sposób oczyszczania ścieków.

Przydatność gruntu rodzimego dla potrzeb rozsączania ścieków można zbadać także na podstawie diagramu krzywych przesiewu [4].

5. Projektowanie drenażu rozsączających w różnych warunkach gruntowych

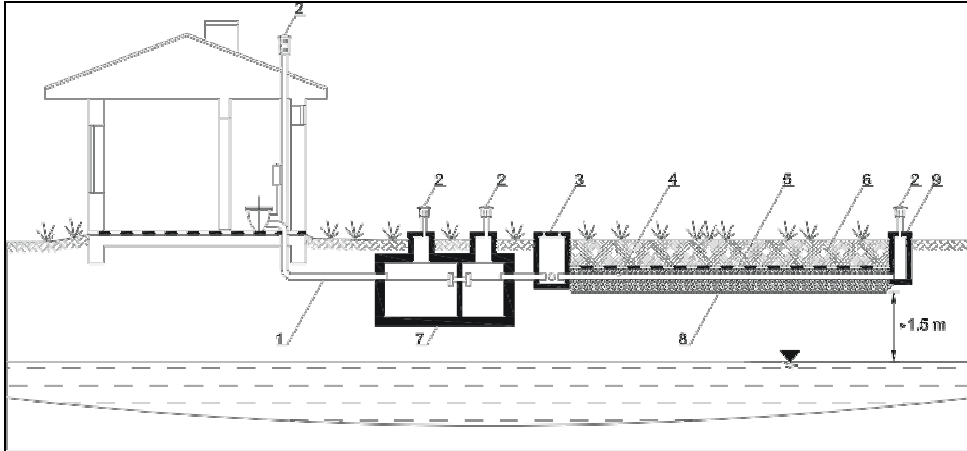
Projektowanie drenażu rozsączających obejmuje przede wszystkim ustalenie sumarycznej długości przewodów perforowanych (drenów rozsączających). Dokonuje się tego na podstawie dopuszczalnych obciążeń liniowych lub dopuszczalnych obciążeń powierzchniowych. Długość pojedynczego drenu nie powinna przekraczać 20 m. Odległość pomiędzy sąsiednimi przewodami (rozstawa) wynosi na ogół od 1,5 m do 2,0 m. Dreny ułożone są w warstwie rozsączającej wykonanej ze żwiru o uziarnieniu od 15 mm do 40 mm, chronionej przed zamulaniem włókniną filtracyjną. Rury rozsączające układane są stosunkowo płytko, od 0,5 m do 0,6 m, w zależności od głębokości przemarzania gruntu. Maksymalna głębokość ułożenia drenów wynosi 1m, wyjątkowo 1,5 m. Przewody układa się ze spadkiem od 3‰ do 5‰. Dreny, wykonywane najczęściej z PCV, posiadają średnicę od 8 cm do 10 cm. Poszczególne ciągi rozsączające wyprowadzane są ze studzienek rozdzielczych. Końce rur łączy się często w studzience zbiorczej zaopatrzonej w rurę wywiewną. Studzienka zbiorcza wymusza równomierność rozdziału ścieków, gdyż umożliwia zasilanie mniej obciążonych hydraulicznie drenów od końca. Jeżeli nie stosuje się w rozwiązaniu studzienki zbiorczej, wtedy każdy dren rozsączający powinien być zakończony rurą wywiewną. Odległość pomiędzy powierzchnią ułożenia drenów a poziomem wody gruntowej powinna być większa niż 1,5 m.

Na rysunku 1 przedstawiono odprowadzenie ścieków z budynku do osadnika gnilnego, a następnie drenażu rozsączającego wykonanego w gruncie dobrze przepuszczalnym. Dreny ułożone są w podsypce żwirowej o miąższości do 0,25 m, oddzielonej od warstwy przykrywającej geowłókniną. Ścieki rozprowadzane są w gruncie rodzimym o dobrej przepuszczalności, a zwierciadło wody gruntowej zalega na głębokości powyżej 1,5 m w stosunku do poziomu ułożenia drenów.

W sytuacji, gdy grunt jest silnie przepuszczalny (żwiru lub spękane skały), pod warstwą podsypki żwirowej układa się warstwę wspomagającą z piasku o uziarnieniu od 0,5 mm do 1,0 mm i miąższości 0,6 m. Warstwa ta gwarantuje właściwe oczyszczenie ścieków. Rozwiązanie drenażu w gruncie silnie przepuszczalnym przedstawiono na rysunku 2.

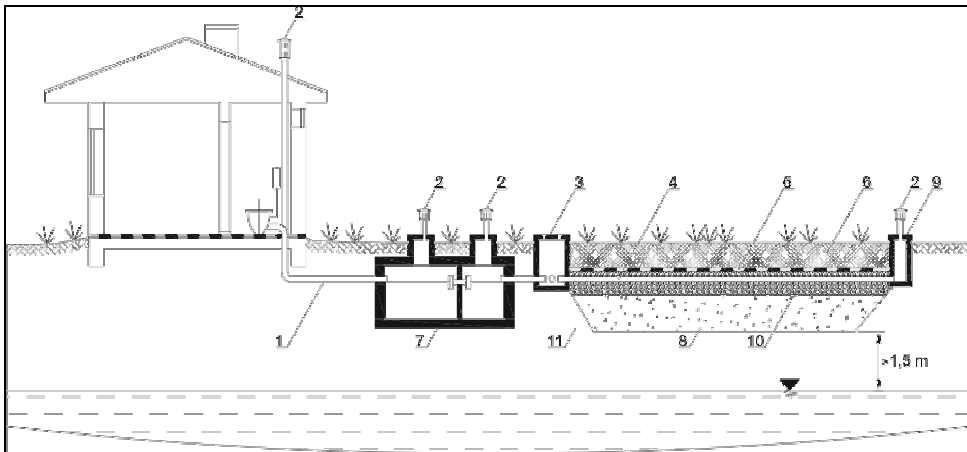
Jeżeli grunt rodzimy jest słabo przepuszczalny (rys. 3), miąższość podsypki żwirowej zwiększa się z 0,25 m do 0,3 m – 0,6 m. W warstwie tej zachodzi większość procesów związanych z oczyszczaniem ścieków.

Duże trudności występują w terenach z wysoko położonym poziomem wód gruntowych (rys. 4) lub przy płytkim zaleganiu gruntu nieprzepuszczalnego. Istnieje jednak możliwość zastosowania w takich warunkach drenaży rozsączających w tzw. kopcach filtracyjnych. Przy takim rozwiązaniu rozstawa drenów wynosi 1 m, a cała konstrukcja wyniesiona jest ponad poziom terenu rodzimego. Dreny ułożone są w podsypce ze żwiru płukanego o miąższości 0,1 m, pod którą znajduje się warstwa piasku (0,6 m) o uziarnieniu do 4 mm. Kopiec przykryty jest warstwą (0,15 m) gruntu rodzimego. Nachylenie skarp kopca wynosi od 1:3 do 1:4. Przed wypływem ścieków poza kopiec zabezpieczają groble z gliny. W sytuacji, gdy kopiec wyniesiony jest ponad poziom osadnika gnilnego, tak jak na rysunku 4, wtedy ścieki do studzienki rozdzielczej przetłaczane są pompą o wydajności równej maksymalnemu godzinowemu odpływowi ścieków [1].



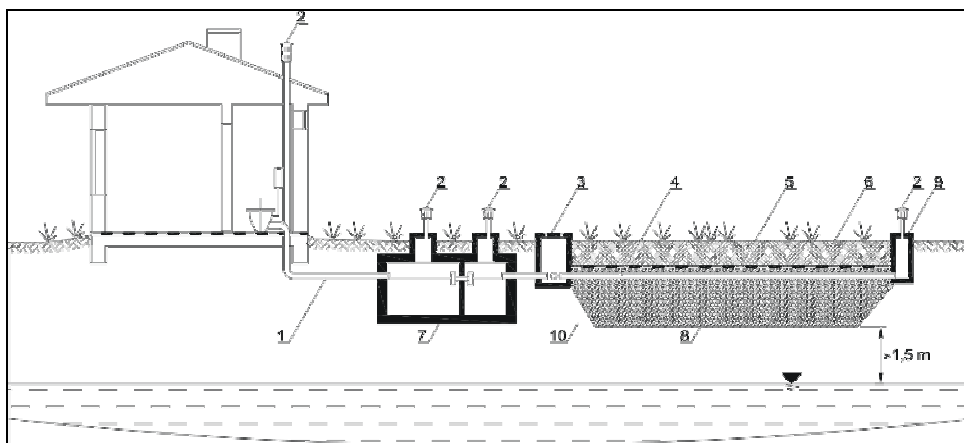
Rys. 1. Przydomowa oczyszczalnia ścieków z drenażem rozsączającym położonym w gruncie dobrze przepuszczalnym

1 – dopływ ścieków, 2 – rury wywiewne, 3 – studzienka rozdzielcza, 4 – drenaże rozsączające, 5 – geowłóknina, 6 – grunt rodzimy lub ziemia uprawna, 7 – dwukomorowy osadnik gnilny, 8 – podsypka żwirowa, 9 – studzienka zamykająca.



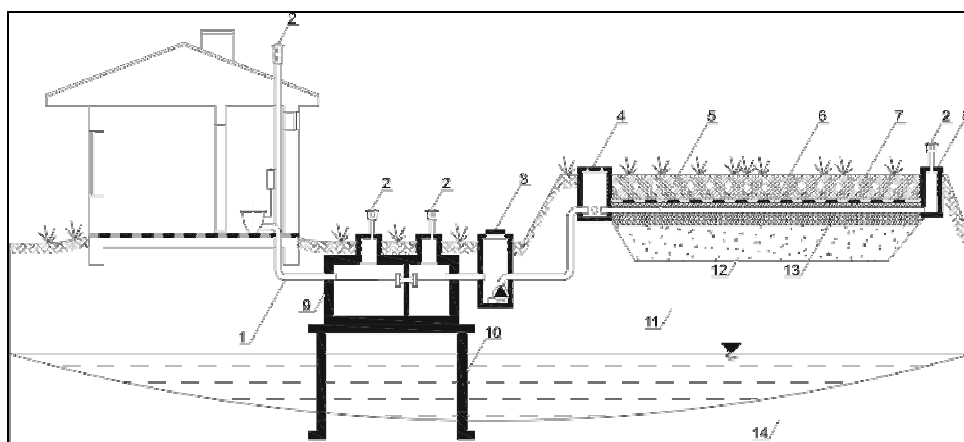
Rys. 2. Przydomowa oczyszczalnia ścieków z drenażem rozsączającym położonym w gruncie mocno przepuszczalnym

1 – dopływ ścieków, 2 – rury wywiewne, 3 – studzienka rozdzielcza, 4 – drenaże rozsączające, 5 – geowłóknina, 6 – grunt rodzimy lub ziemia uprawna, 7 – dwukomorowy osadnik gnilny, 8 – piasek, 9 – studzienka zamykająca, 10 – podsypka żwirowa, 11 – grunt silnie przepuszczalny.



Rys. 3. Przydomowa oczyszczalnia ścieków z drenażem rozsączającym położonym w gruncie słabo przepuszczalnym

1 – dopływ ścieków, 2 – rury wywiewne, 3 – studzienka rozdzielcza, 4 – drenaż rozsączający, 5 – geowłóknina, 6 – grunt rodzimy lub ziemia uprawna, 7 – dwukomorowy osadnik gnilny, 8 – podsypka żwirowa, 9 – studzienka zamykająca, 10 – grunt słabo przepuszczalny.



Rys. 4. Przydomowa oczyszczalnia ścieków z drenażem rozsączającym położonym w kopcu filtracyjnym w terenie z wysoko położonym zwierciadłem wody gruntowej

1 – dopływ ścieków, 2 – rury wywiewne, 3 – przepompownia ścieków, 4 – studzienka rozdzielcza, 5 – drenaż rozsączający, 6 – geowłóknina, 7 – grunt rodzimy lub ziemia uprawna, 8 – studzienka zamykająca, 9 – dwukomorowy osadnik gnilny, 10 – zakotwienie osadnika, 11 – grunt nawodniony, 12 – piasek, 13 – podsypka żwirowa, 14 – warstwa nieprzepuszczalna.

6. Posumowanie

Drenaż rozsączający jako najprostszy i najtańszy system unieszkodliwiania małych ilości ścieków jest obecnie w Polsce najczęściej stosowanym rozwiązaniem, zaliczanym do przydomowych oczyszczalni ścieków. Przed wyborem tego sposobu rozsączania ścieków bardzo ważna jest właściwa ocena warunków gruntowo-wodnych. Błędna ocena przydatności gruntu do rozsączania ścieków może skutkować zagrożeniem wód podziemnych od nie oczyszczonych ścieków. W przypadku zastosowania drenaży w gruntach nieprzepuszczalnych występuje brak odpływu ścieków z ciągów rozsączających. Sprawność działania tego typu układów oczyszczania ścieków w dużej mierze zależy także od prawidłowego zaprojektowania, tj. określenia długości ciągów rozsączających wraz z ich odpowiednią rozstawą i później prawidłowego wykonania zgodnie ze sztuką budowlaną i wcześniejszymi zaleceniami projektowymi. Przyszły użytkownik powinien być świadomy, że prawidłowa eksploatacja obiektu wpłynie na jakość ścieków oczyszczonych i czas efektywnej pracy systemu. Drenaż rozsączający nie wymaga specjalistycznej obsługi, jeżeli zapewnione jest odpowiednie obciążenie hydrauliczne układu i zawartość zawiesiny ogólnej w ściekach surowych jest nie wyższa niż 50 mg-dm³.

Literatura

1. Błażejowski R. 2003. *Jakie technologie oczyszczania małych ilości ścieków sprzyjają ekorozwojowi?* VIII Ogólnopolskie Sympozjum Szkoleniowe „Projektowanie, Budowa i Eksploatacja Przydomowych Oczyszczalni Ścieków” – Kiekrz, 19 – 21 Lutego 2003.
2. Błażejowski R. 2003. *Kanalizacja Wsi*. PZLiTS Oddział Wielkopolski. Poznań.
3. Bugajski P., Ślizowski R. 2003. *Przydomowe kontenerowe oczyszczalnie jako uzupełniający element systemu unieszkodliwiania ścieków w gminie Pałecznicza*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, z. 404.
4. Heidrich Z. 1998. *Przydomowe oczyszczalnie ścieków*. Poradnik. Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa.
5. Kaczor G., Bugajski P. 2005. *Wpływ wybranych czynników na efekt oczyszczania ścieków w przydomowej oczyszczalni typu Turbojet EP-2*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 11, Wydawnictwo Sigma NOT, Warszawa, s. 36 – 39.

6. Kucharski B., Rak J. 2003. *Możliwości poprawy efektywności i niezawodności technologii usuwania związków biogenych w oczyszczalniach pracujących w systemie Bardenpho*. POLITECHNIKA LWOWSKA, Konferencja: VIII Międzynarodowa Konferencja Lwowsko–Koszycko–Rzeszowska nt. „Aktualne problemy budownictwa i inżynierii środowiska” 6 – 11 października 2003 Lwów, s. 262 – 267.
7. Łomotowski J., Szpindor A. 1999. *Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków*. Arkady, Warszawa.
8. 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.
9. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 1994 r. Nr 89, poz. 415).
10. Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. 1990 Nr 16, poz. 95).