

WYMIAROWANIE URZĄDZENIA DO PODZIEMNEGO ROZSĄCZANIA ŚCIEKÓW PO OSADNIKU GNILNYM

DESIGN INSTALATION TO SUBSURFACE SEWAGE DISPOSAL SYSTEMAFTER SEPTIC TANK

Marek Kalenik

Zakład Wodociągów i Kanalizacji Wiejskich
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska
SGGW w Warszawie

Wstęp

Gwałtowny rozwój wodociągów wiejskich spowodował znaczny wzrost ilości ścieków z gospodarstw wiejskich a brak środków na budowę zbiorowych systemów kanalizacji szczególnie na terenach o zabudowie rozproszonej przyczynił się w ostatnich latach do zainteresowania budową indywidualnych systemów asenizacji

Poniżej zostaną omówione najważniejsze wymagania dotyczące wymiarowania urządzenia do podziemnego rozsączania wstępnie oczyszczonych ścieków bytowo-gospodarczych w osadniku gnilnym z uwzględnieniem dopuszczalnych obciążeń hydraulicznych, przepuszczalności gruntu (współczynnika filtracji gruntu) i obciążeń ładunkami zanieczyszczeń.

Celem artykułu jest porównanie polskich wytycznych wymiarowania urządzenia do podziemnego rozsączania ścieków z wytycznymi wymiarowania w niektórych krajach zachodnich (USA, Francji, Szwecji). W zakres artykułu wchodzi zestawienie metod wymiarowania drenażu rozsączającego.

Drenaż rozsączający

Drenaż rozsączający jest to urządzenie do rozprowadzania ścieków bytowo-gospodarczych wstępnie oczyszczonych w osadnikach gnilnych. W wyniku przesączania się przez naturalne warstwy gruntu ścieki ulegają procesom doczyszczania biologicznego pod wpływem bakterii aerobowych i

mikroorganizmów, które pobierają tlen z powietrza znajdującego się w glebie. Natomiast drobne zawiesiny stałe i koloidalne są zatrzymywane na powierzchni ziaren piasku. Przy czym część ścieków jest pobierana przez korzenie roślin, część podnosi się ku powierzchni terenu wskutek kapilarności gleby, gdzie podlega procesom parowania, pozostała ilość infiltruje do wód podziemnych. Układ urządzeń do indywidualnej asenizacji z drenażem rozsączającym jest pokazany na rysunku 1.

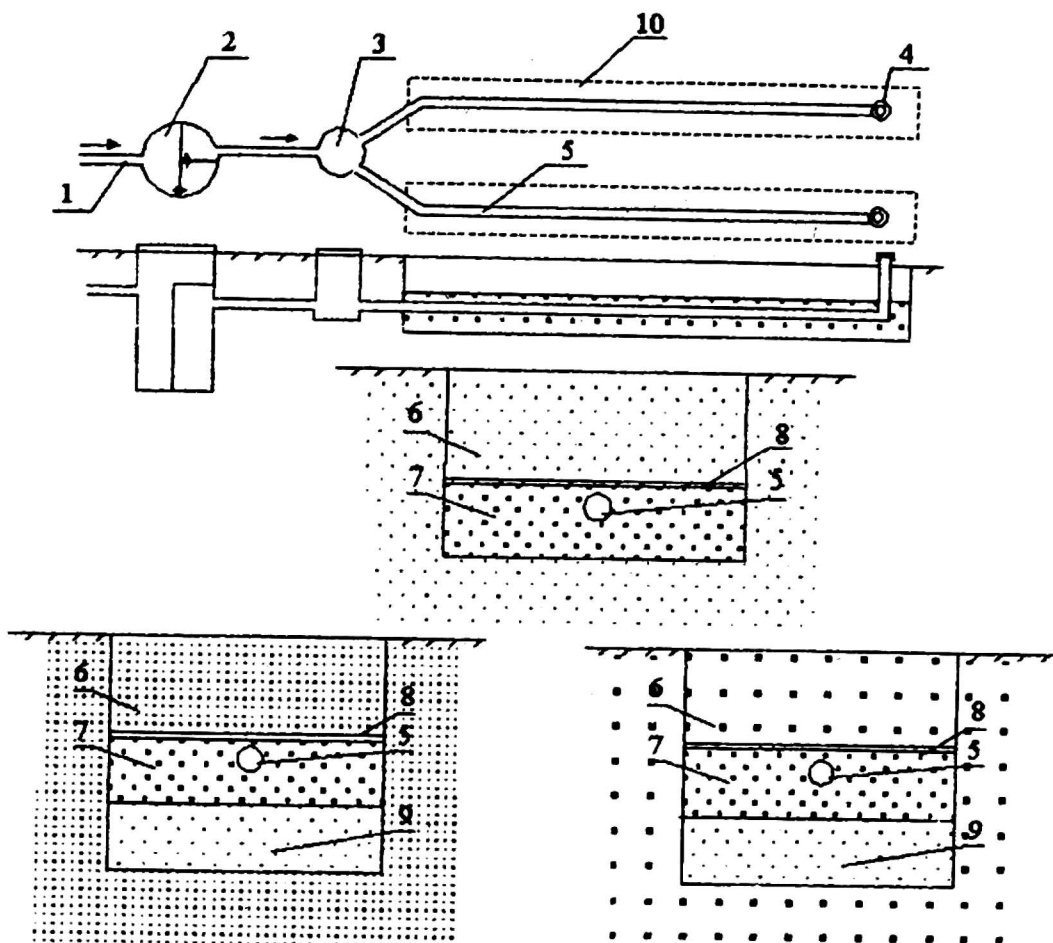
W osadniku gnilnym zachodzą procesy sedymentacji i flotacji, które powodują zatrzymywanie stałych zanieczyszczeń, oraz zachodzą procesy biologiczne beztlenowego rozkładu osadów zgromadzonych na dnie zbiornika. Tabela 1 zawiera uzyskane z literatury zagranicznej i polskiej wyniki badań oczyszczania ścieków w osadnikach gnilnych [Laak 1986, Salvato 1992, Osnulska-Mróz 1996].

Wskaźnik zanieczyszczenia (tabela 1) BZT₅ w odpływie z badań amerykańskich, francuskich i polskich jest porównywalny. Natomiast zawiesina ogólna w odpływie według badań polskich znacznie odbiega od badań amerykańskich i francuskich. Jest zdecydowanie za duża. Należy usprawnić konstrukcję polskich osadników, żeby więcej zatrzymywały zawiesin, ponieważ zbyt duża zawartość zawiesiny w ściekach rozsączanych, powoduje przyspieszenie kolmatacji gruntu pod drenażem rozsączającym a przez to zmniejsza się okres prawidłowego funkcjonowania urządzenia.

Porównując wskaźniki zanieczyszczeń na odpływie osadnika gnilnego z polską normą [Rozp. 1991] (tabela 1) wszystkie wartości są przekroczone kilka razy.

Złoże rozsączające [Błażejewski 1996, Grabarczyk 1996, Heidrich, Tabernacki, Sikorski 1984, Heidrich 1995, Laak 1986, Salvato 1992, Poradnik 1990] składa się z tłucznia kamiennego lub płukanego żwiru o średnicy 15-40 mm. Grubość jego przyjmuje się 30-35 cm, szerokość 50-120 cm. Warstwa oddzielająca (-8) chroniąca złoże rozsączające przed zamuleniem może być wykonana z włókniny filtracyjnej lub 5 cm warstwy słomy.

Przewody rozsączające wykonywane są ze sztywnych rur PCV o średnicy 8-10 cm, w których nawierca się okrągłe otwory o średnicy 8-10 mm w odstępach co 20 cm. Spadek przewodu rozsączającego wynosi 5-10‰. Rozstaw przewodów rozsączających przyjmuje się 2-3 m, a głębokość ułożenia przewodów rozsączających zależy od głębokości przemarzania gruntu, ale nie może przekroczyć 1-1,2 m. W celu zapewnienia wentylacji złoża rozsączającego i odpowietrzenia drenażu na końcach ciągów rozsączających należy zainstalować rury wywiewne z otworami wywiewnymi wyniesionymi min. 0,5 m nad poziom terenu.

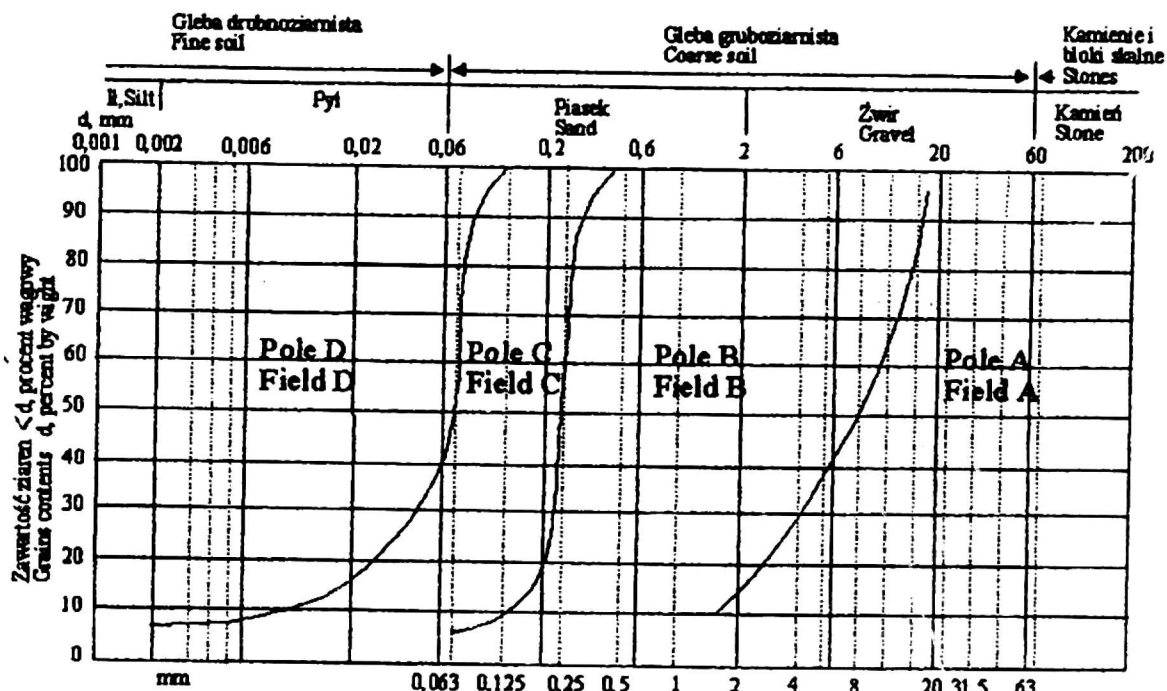


Rys.1. Schemat drenażu rozsączającego

1-przewód doprowadzający, 2-osadnik gnilny, 3-dozownik, 4-rury wywiewne, 5-przewód rozsączający, 6-grunt rodzimy, 7-złoże rozsączające, 8-warstwa oddzielająca, 9-warstwa wspomagająca, 10-powierzchnia infiltracji ścieków.

Fig.1 Scheme subsurface sewage disposal system

1-pipe, 2-septic tank, 2-volume feeder, 4-aeration, 5- drainage, 6-filling, 7-seepage bed, 8-separate layer, 9-assist layer, 10- infiltration sewage surface.



Rys. 2. Diagram rozkładu wielkości ziaren wg. wymagań dla pól A i B [12]
Fig. 2 Diagram distribution quantity greins

Tabela 1\Table 1

Efekty oczyszczania ścieków w osadnikach gnilnych i dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do ziemi wg Rozp 1991 [Laak 1986, Salvato 1992, Osnulska-Mróż 1996]

Effects sewage treatment in septic tank [Laak 1986, Salvato 1992, Osnulska-Mróż 1996]

Wskaźnik zanieczyszczenia Index pollutants	Wartości średnie na podstawie wyników badań Average value of results						
	USA		francuskich French		polskich Polish		
	dopływ inflow	odpływ outflow	dopływ inflow	odpływ outflow	dopływ inflow	odpływ outflow	wg rozp. acc norm
BZT ₅ [mg O ₂ /l] BOD ₅	210-530	120-200	270-400	140-175	240	184	30
ChZT [mg O ₂ /l] COD	680-780	200-320	b.d.	b.d	660	460	150
Zawiesiny ogólne [mg/l] General suspensions	300-600	39-90	300-400	45-65	557	304	50
Azot: Nitrogen							
• ogólny [mg N/l] general	35-100	25-60	100-150	50-60	86	44	30
• amonowy [mg NH ₄ /l] ammonia	7-40	20-60	60-120	30-60	38,8	36,5	6
• azotanowy [mg NO ₃ /l] nitrate	< 1	< 1	1	1	b.d	b.d	30
Fosfor ogólny [mg P/l] General phosphor	10-27	10-30	10-40	10-30	15,4	14,5	5
Liczba bakterii coli typu kałowego [100ml] Fecal coliform	10 ⁶ -10 ¹⁰	10 ³ -10 ⁶	10 ⁶ -10 ⁸	10 ³ -10 ⁶	b.d.	b.d.	b.d

Drenaż rozsączający może być stosowany tylko tam gdzie zwierciadło wody gruntowej w najwyższym położeniu znajduje się na głębokości $\geq 1,5$ m mierząc od dna wykopu drenażu rozsączającego (Rozp 1991) i gdy krzywa uziarnienia gruntu znajduje się w polu B lub C (rys.2 wg zaleceń szwedzkich). W przypadku gdy grunt jest zbyt gruboziarnisty to znaczy, część krzywej uziarnienia gruntu znajduje się w polu A a część krzywej uziarnienia w polu B lub gdy grunt jest zbyt drobnoziarnisty to znaczy, część krzywej uziarnienia gruntu znajduje się w polu C a część krzywej uziarnienia w polu D to w drenażu rozsączającym należy zastosować warstwę wspomagającą (- 9). Natomiast gdy krzywa uziarnienia gruntu znajduje się w polu C lub w polu D to grunt nie nadaje się do zastosowania drenażu rozsączającego.

Tabela 2\Table 2

Dopuszczalne obciążenie hydrauliczne gruntu odbierającego wstępnie oczyszczone ścieki bytowo-gospodarcze [Poradnik 1990]
The permitted of hydraulic load soil waste water [Handbook 1990]

Położenie krzywej uziarnienia gruntu względem pól B i C na rys.2. The position curve of grain size distribution relative field B and C in fig.2.	Dopuszczalne obciążenie hydrauliczne [$\text{dm}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$] The permitted of hydraulic load
Krzywa uziarnienia przebiega w polu B. The curve of grain size distribution is run in field B.	50-60
Krzywa uziarnienia przebiega głównie przez pole B, lecz jej niewielka część przez pole C ($d_{50} > 0,25$, $d_{10} > 0,06$) The curve of grain size distribution is run main thruogh field A but it little part is run through field C.	≤ 40
Krzywa uziarnienia przebiega głównie lub całkowicie przez pole C The curve of grain size distribution is run main through field C.	≤ 30

Do określenia przydatności gruntu do infiltracji ścieków i dopuszczalnego obciążenia stosuje się test przesiąkliwości i krzywą uziarnienia gruntu. W tabeli 2 podano zalecenia szwedzkie odnośnie dopuszczalnych obciążeń hydraulicznych gruntu i jego rodzaju. Natomiast tabela 3 zawiera zestawienie zaleceń amerykańskich. W tabelach 4 i 5 zostały przedstawione zalecenia polskie.

Dopuszczalne obciążenia hydrauliczne (tabela 2, 3, 4, 5) dla piasków średnich i drobnych według zaleceń amerykańskich i szwedzkich są zbliżone. Natomiast według zaleceń amerykańskich w żwirach i piaskach grubych drenaż nie jest stosowany a według zaleceń szwedzkich i polskich to w piaskach grubych i żwirach stosowane są największe dopuszczalne obciążenia hydrauliczne. W polskich

zaleceniach obciążenia hydrauliczne przyjmuje się dla danej kategorii gruntu a nie dla danego rodzaju gruntu jak to jest w zaleceniach amerykańskich.

Obciążenia hydrauliczne drenażu rozsączającego według zaleceń polskich określa się w odniesieniu do 1m długości drenu [Album 1990, Heidrich, Tabetnacki, Sikorski 1984]. Natomiast w zaleceniach szwedzkich i amerykańskich w odniesieniu do 1m² obliczonej powierzchni infiltracji ścieków [Laak 1986, Salvato 1992, Poradnik 1990, Osmulska-Mróż 1996].

Według zaleceń polskich łączną długość drenażu ustala się ze wzoru (1) [Album 1990, Heidrich, Tabetnacki, Sikorski 1984]:

$$L = \frac{Q}{q_d} \quad (1)$$

gdzie:

L - łączna długość drenów [m]

Q - maksymalny dopływ ścieków [m³/d]

q_d - obciążenie hydrauliczne drenów [m³/d·m]

W zaleceniach zagranicznych podstawowym parametrem do projektowania drenażu rozsączających jest powierzchnia infiltracji ścieków [Heidrich, Tichończuk 1995, Laak 1986, Salvato 1992, Poradnik 1990, Osmulska-Mróż 1961], a nie długość drenażu. Powierzchnię infiltracji ścieków określa się za pomocą wzoru (2) [Laak, Osmulska-Mróż 1996]:

$$F = \frac{Q}{q_F} \quad (2)$$

gdzie:

F - powierzchnia dna drenażu rozsączającego [m²]

Q - dopływ ścieków do drenażu [m³/d]

q_F - dopuszczalne obciążenie hydrauliczne [m³/m²·d]

Tabela 3\Table 3

Zalecane obciążenia hydrauliczne drenaży rozsączających i hydrauliczna charakterystyka gruntu wg danych amerykańskich [Błażejowski 1996 Osmulska-Mróż 1996]

Recommend hydraulic load for subsurface sewage disposal system and hydraulic characteristic of soil according to USA data [Błażejowski 1996 Osmulska-Mróż 1996]

Rodzaj gruntu Soil kind	Prześlakliwość [min/cm] Percolation	Prędkość filtracji [cm/h] Filtration speed	Dopuszczalne obciążenie hydrauliczne [dm ³ /m ² ·d] The permitted of hydraulic load
1	2	3	4
Żwir i gruby piasek Gravel and coarse sand	< 0,4	> 150	-
Piasek gruby do średniego Coarse sand to average	0,4-2	150-30	48
Piasek drobny i gliniasty Faine sand and clayey	2,5-6	24-10	32
Gлина piaszczysta i glina Sandy clay and clay	6,5-12	9-5	24
Glina i glina pylasta Clay and dusty clay	12,5-24	4,5-2,5	18
Glina pylasta ciężka i bardzo ciężka Dusty clay heavy and very heavy	24,5-48	2,4-1,25	8
II Silt	> 48	< 1,25	-

Tabela 4\Table 4

Klasyfikacja gruntów ze względu na przesiąkliwość określona na podstawie testu przesiąkliwości wg zaleceń polskich [Album 1990]
 Classification soils of aperculation defined by test percolation according to Polish recommendations [Album 1990]

Kategoria gruntu Soil class	Rodzaj gruntu Soil kind	Czas wsiąkania 12,5 dm ³ wody w min Percolate tim 12,5 dm ³ water in minute	Przesiākliwość [min/cm] Perco- lation
A - grunt o bardzo dobrej przepuszczalności A- soil very good permeability	pospółki, żwiry, grube piaski gravel, coarse sand	< 20	< 1,4
B - grunt o dobrej przepuszczalności B - soil good permeability	średnie i drobne piaski oraz piaski gliniaste medium sand , fine sand, clay sand	20-30	1,4-2,1
C - grunt o umiarkowanej przepuszczalności C - soil moderate permeability	gliny piaszczyste sandy clay	30-180	2,1-12,8
D - grunt o zlej przepuszczalności D - soil low permeability	gliny, ily z domieszką piasku, żwiru itp. clay, silt with admixture sand, gravel	> 180	> 12,8

Tabela 5\Table 5

Obciążenia hydrauliczne drenażu rozsączającego wg zaleceń polskich [Album 1990, Grabarczyk 1996]

The hydraulic load for subsurface sewage disposal system according to Polish recommendations [Album 1990, Grabarczyk 1996]

Rodzaj drenażu rozsączającego Subsurface sewage disposal system kind (wg. rys1) (according to fig. 1)	Głębokość zalegania wody gruntowej poniżej drenażu [m] Depth deposition underground water under drainage [m]	Obciążenie hydrauliczne sieci ciągów rozsączających [dm ³ /m-d] Hydraulic load of drainge		
		Rodzaj gruntu z tab. 4 Soil kind with table 4		
		A	B	C
Bez warstwy wspomagającej Without assist layer	1,0-1,5	12-16	6-12	4-8
	>1,5	15-25	12-20	6-10
Z warstwą wspomagającą With assist layer	1,0-1,5	-	< 25	< 17
	1,5-2,0	-	< 25	< 19
	>2,0	-	< 25	< 21

Przykład obliczeniowy

Wykorzystując zalecenia polskie (wzór 1 i tabela 5, 4) i amerykańskie (wzór 2 i tabela 3) przeprowadzono obliczenia dla trzech rodzajów gruntów: piasku grubego, piasku średniego i gliny piaszczystej.

Przyjęto następujące założenia do przykładu obliczeniowego:

- dopływ ścieków do drenażu rozsączającego wynosi $150 \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{d}$ (Heidrich, Tichończuk 1995) a w domu mieszka 5 osób,
- długość jednego ciągu wynosi 15 m,
- szerokość warstwy rozsączającej $\approx 0,90 \text{ m}$

Przy takich założeniach przeprowadzono obliczenia, a wyniki zestawiono w tabeli 6.

Tabela 6\Table 6

Obliczona ilość ciągów rozsączających wg zaleceń polskich i amerykańskich
Calculation quantity path filtration according to Polish and USA recommendations.

Rodzaj gruntu Soil kind	Ilość ciągów rozsączających. Quantity path filtration.	
	Wg zaleceń polskich According to Polish	Wg zaleceń amerykańskich According to USA
Piasek gruby Coarse sand	3	1
Piasek drobny Faine sand	4	2
Gлина piaszczysta Sandy clay	6	3

Według wyżej przedstawionych zaleceń amerykańskich ilość ciągów rozsączających dla tych samych rodzajów gruntów i tej samej ilości dostarczanych ścieków jest dwa razy mniejsza.

Podsumowanie

Po przanalizowaniu zasad wymiarowania drenażu rozsączającego według zaleceń polskich i zagranicznych widzimy znaczące rozbieżności. W drenażu rozsączającym należy bardziej sprecyzować wymiarowanie szerokości warstwy rozsączającej i rozstawę przewodów rozsączających. Należy usprawnić rozwiązania konstrukcyjne osadników gnilnych, ponieważ na odpływie wskaźniki zanieczyszczeń nie są zgodne z polskimi zaleceniami (Rozp. 1991) i skuteczności zatrzymywania

zawiesiny ogólnej jest mała, a która powoduje przyspieszenie kolmatacji warstwy filtracyjnej w urządzeniu rozsączającym. Przeprowadzony przykład obliczeniowy pokazuje, że przy stosowaniu zaleceń amerykańskich ilość ciągów rozsączających jest o połowę mniejsza niż przy zaleceniach polskich. Biorąc pod uwagę koszty budowy urządzenia to metoda amerykańska jest lepsza.

Literatura

- [1] *Album wzorcowych rozwiązań odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków bytowo - gospodarczych z wiejskich gospodarstw zagrodowych*. Falenty IMUZ, 1990.
- [2] BŁAŻEJEWSKI R.: *Przydomowe oczyszczalnie ścieków*. Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Zarzewie, Włocławek 1996.
- [3] BŁAŻEJEWSKI R., 1995: *Lokalne uwarunkowania budowy przydomowych oczyszczalni ścieków*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 1.
- [4] BŁAŻEJEWSKI R.: *Przegląd technologii i technik indywidualnego oczyszczania ścieków - zasady projektowania , budowy i eksploatacji*. Poradnik inwestora i użytkownika. Małe, indywidualne systemy oczyszczania ścieków bytowo - gospodarczych. Poznań - Kiekrz 1996.
- [5] BŁAŻEJEWSKI R., ŻYTYŃSKI W.: *Ocena przydatności terenów do podziemnego rozsączania ścieków*. Poradnik inwestora i użytkownika. Małe, indywidualne systemy oczyszczania ścieków bytowo - gospodarczych. Poznań - Kiekrz 1996.
- [6] GRABARCZYK C.: *Urządzenia kanalizacji zagrodowej. Ochrona i zrównoważony rozwój środowiska wiejskiego*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1996.
- [7] HEIDRICH Z. 1982: *Ekonomiczna efektywność kanalizacji bezodpływowej na terenach wiejskich*. Wiadomości IMUZ, tom 14, z. 4.
- [8] HEIDRICH Z., TABERNACKI J., SIKORSKI M. : *Wiejskie oczyszczalnie ścieków*. Arkady, Warszawa 1984.
- [9] HEIDRICH Z., TICHONCZUK P.: *Wstępne zasady projektowania przydomowych oczyszczalni ścieków*. PZiITS, Warszawa - Poznań 1995.
- [10] LAAK R.: *Wastewater engineering design for unsewered areas*. Technomic Publishing Company. Lancaster - Basel. 1986.
- [11] SALVATO J. A.: *Environmental engineering and sanitation*. John Wiley & Sons, Inc. 1992.
- [12] *Małe oczyszczalnie ścieków*. Szwedzki Urząd ochrony Przyrody. Poradnik 1990. Tłumaczenie.

- [13] OSMULSKA - MRÓZ B. *Lokalne systemy unieszkodliwiania ścieków*. Poradnik. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1996.
- [14] SIKORSKI M.: *Uregulowania prawne i kierunki rozwiązań technicznych w zakresie zagrodowych oczyszczalni ścieków*. Ochrona i zrównoważony rozwój środowiska wiejskiego. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1996.
- [15] Katalogi firmy SOTRALENTZ.
- [16] Rozporządzenie MOŚZNiL w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dz. U. Nr 116, poz 503, 1991.

Summary

Design instalation to subsurface sewage disposal system after septic tank. Polish and foreign design and construction instructions for subsurface sewage disposal system after septic tank are presented in this paper. The permitted quantity of hydraulic loads, permeability of soil and pollution loads are included. Divergence between Polish and foreign design instractions as one as changes proposed to be introduce some instractions are mentioned.

Marek Kalenik
Zakład Wodociągów i Kanalizacji Wiejskich
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW
ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa