

Zbigniew Heidrich, Grzegorz Stańko

KIERUNKI ROZWIĄZAŃ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW DLA WIEJSKICH JEDNOSTEK OSADNICZYCH

DIRECTIONS OF SOLUTIONS OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS FOR RURAL SETTLEMENT UNITS

Streszczenie

Charakter zabudowy wiejskich jednostek osadniczych zmusza za każdym razem do poszukiwania najwłaściwszych rozwiązań systemów kanalizacyjnych, a w tym i oczyszczalni ścieków. Pod uwagę mogą być brane zarówno przydomowe (lokalne) oczyszczalnie ścieków, jak też oczyszczalnie ścieków obsługujące kilka gospodarstw położonych blisko siebie w zabudowie zwartej, bliźniaczej lub wolno stojącej. Nie można przy tym pominąć budowy zbiorczych oczyszczalni ścieków, które stanowią jeden z elementów zbiorczego systemu kanalizacyjnego.

W artykule przedstawiono aspekty technologiczne, techniczne i ekonomiczne oczyszczania ścieków, które pozwolą na wybór optymalnych rozwiązań systemu kanalizacji do określonej wielkości i zagospodarowania wiejskich jednostek osadniczych. Treść artykułu oprócz charakteru naukowego ma również charakter użytkowy, pozwalający na podejmowanie decyzji co do wyboru najwłaściwszych rozwiązań systemów kanalizacyjnych na wsi.

Słowa kluczowe: kanalizacja, oczyszczalnie przydomowe, oczyszczalnie zbiorcze

Summary

The character of development of rural settlement units imposes the need for searching each time for optimal solutions with regard to sewage systems, including wastewater treatment plants. One may take into account household (local) treatment plants as well as the treatment plants that serve several or dozen households located close to one another within the compact, dispersed or open development. During this process one should not overlook the necessity for building collective wastewater treatment plants which consist one of the elements of collective sewerage system.

The article presents technological, technical and economical aspects of the above-mentioned solutions which allow to choose optimal solutions for specified size and development of rural settlement units. Apart from its scientific character, the paper has also applicable value as it enhances decisions about choosing proper solutions of wastewater sewage systems at rural areas.

Key words: *sewage system, household treatment plants, wastewater treatments*

WSTĘP

W zdecydowanej większości wiejskie jednostki osadnicze charakteryzują się rozproszoną zabudową, co stwarza istotne problemy w rozwiązaniu praktycznie wszystkich elementów infrastruktury technicznej. Dotyczy to w szczególności odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków, a zatem systemów kanalizacyjnych. Charakter zabudowy narzuca konieczność wyboru pomiędzy centralnym i decentralnym systemem kanalizacyjnym. Wybór powinien być dokonany przy uwzględnieniu aspektów technologicznych, technicznych i ekonomicznych.

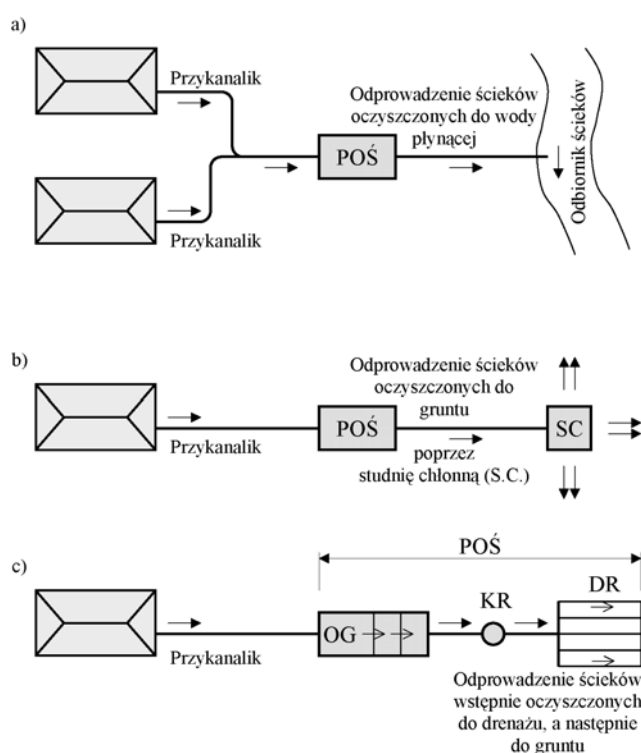
Zgodnie z Krajowym Programem Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK) zastosowanie scentralizowanego (zbiorczego) systemu kanalizacyjnego jest uzasadnione wówczas, gdy na jeden kilometr sieci kanalizacyjnej (z wyłączeniem przykanalików) przypada nie mniej niż 120 mieszkańców. Oznacza to, że jednostkowa długość sieci kanalizacyjnej nie powinna być większa od około 8 m/M. Przy założeniu wskaźnika 4 mieszkańców na jedno gospodarstwo jednostkowa długość sieci kanalizacyjnej nie powinna przekraczać 32 m/gospodarstwo (G). Graniczne jednostkowe długości sieci kanalizacyjnej będą też zależne od rodzaju zabudowy mieszkaniowej. Jeżeli będzie to zabudowa jednostronna to spełnione powinny być podane wyżej wymagania, natomiast przy zabudowie dwustronnej, wzdłuż ulicy jeden kilometr sieci będzie mógł obsługiwać nie więcej niż 240 mieszkańców. Utrzymanie wskaźnika na poziomie nie wyższym od 8 m/M wskazuje, że przy zabudowie dwustronnej długość sieci kanalizacyjnej obsługującej 240 mieszkańców (ok. 60 gospodarstw) nie powinna przekraczać 2 km. Przekroczenie podanych wskaźników długości sieci kanalizacyjnej wskazuje na konieczność stosowania zdecentralizowanego systemu kanalizacyjnego polegającego na budowie przydomowych (indywidualnych) oczyszczalni ścieków.

Każdorazowo wybór systemu kanalizacyjnego powinien być poprzedzony koncepcją, która powinna uwzględniać nie tylko aspekty technologiczne i techniczne, ale również aspekty ekonomiczne obejmujące zarówno nakłady inwestycyjne, jak i koszty eksploatacji. Należy także wziąć pod uwagę warunki miejscowe, a przede wszystkim warunki gruntowo-wodne oraz istnienie i możliwość wykorzystania odbiornika ścieków oczyszczonych.

UKŁADY KANALIZACYJNE

Rozważania na temat wyboru najwłaściwszego rozwiązania systemu kanalizacyjnego można prowadzić z wykorzystaniem jednego z następujących rozwiązań technicznych:

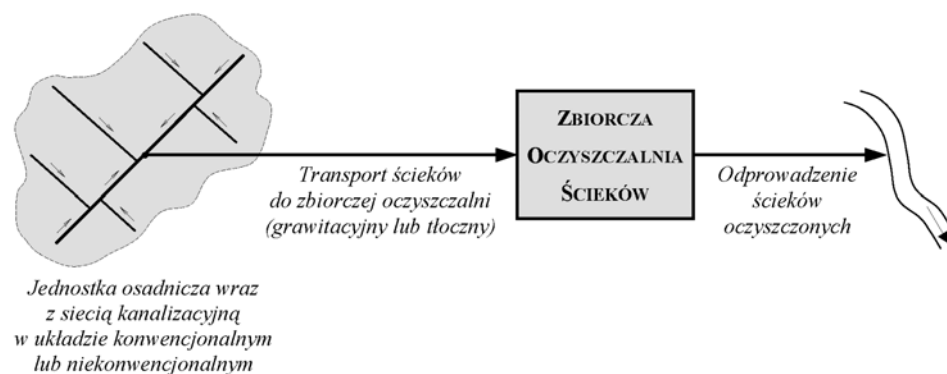
– **Przydomowe (indywidualne) oczyszczalnie ścieków**, obsługujące jedno gospodarstwo domowe, lub też w ramach tzw. małej centralizacji, kilka gospodarstw położonych blisko siebie, co będzie się zawsze wiązało z koniecznością budowy odcinka przewodu kanalizacyjnego (rys. 1).



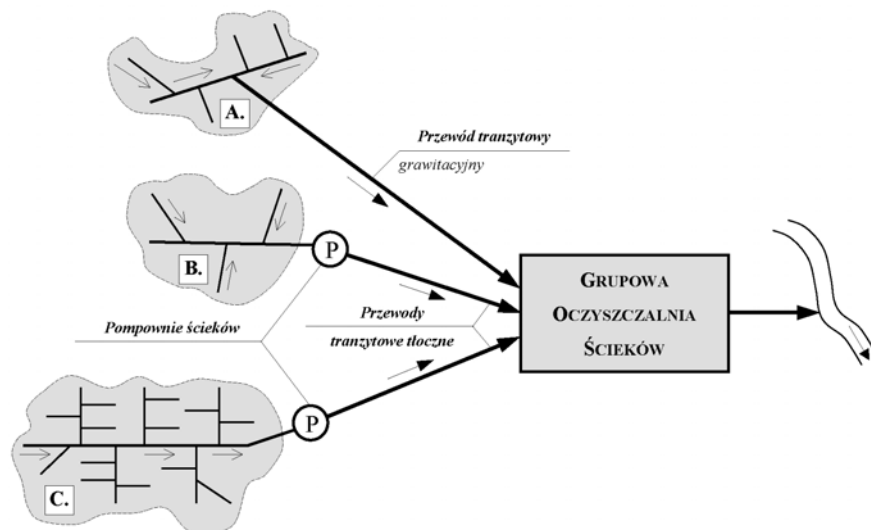
Rysunek 1. Unieszkodliwianie ścieków z zastosowaniem przydomowych oczyszczalni ścieków (POŚ): a) z odprowadzeniem ścieków oczyszczonych do wody płynącej, b) i c) z odprowadzeniem ścieków oczyszczonych do gruntu [Heidrich i in. 2008]
 POŚ – przydomowa oczyszczalnia ścieków, SC – studnia chłonna, OG – osadnik gnilny, KR – komora rozdziału, DR – drenaż rozsączający

Figure 1. Sewage disposal with use of household treatment plants (POŚ): a) with treated sewage disposed to lotic waters, b) and c) with treated sewage disposed to soil [Heidrich i in. 2008] POŚ – household treatment plant, SC – absorbing well, OG – putrid settling tank, KR – distribute chamber, DR – filtering drainage

– **Zbiorczy system odprowadzania i oczyszczania ścieków** obejmujący całą jednostkę osadniczą bądź jej część, składający się z sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków, ze wskazaniem wody płynącej jako odbiornika ścieków (rys. 2).



Rysunek 2. Schemat zbiorczego systemu odprowadzania i oczyszczania ścieków pochodzących z wiejskich jednostek osadniczych
Figure 2. A scheme of collective disposal and treatment system of sewage from rural settlement units



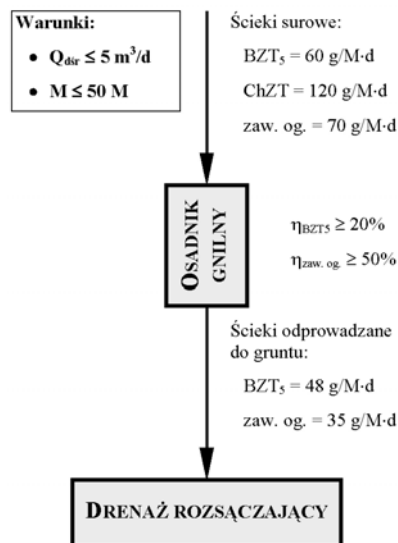
Rysunek 3. Schemat grupowego systemu odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków dla wiejskich jednostek osadniczych A, B i C
Figure 3. A scheme of group disposal and treatment system of sewage from rural settlement units A, B and C

– **Grupowy system odprowadzania i oczyszczania ścieków** obejmujący kilka pobliskich jednostek osadniczych i składający się z sieci kanalizacyjnych, przewodów tranzytowych (grawitacyjnych lub tłocznych) transportujących ścieki do grupowej oczyszczalni ścieków (rys. 3).

Trudne warunki gruntowe (wysoki poziom wód gruntowych i grunt słabo przepuszczalny), jak też brak odpowiedniego odbiornika ścieków może wskazywać na konieczność budowy **kanalizacji bezodpływowej**. Jest to system kanalizacyjny, gdzie ścieki gromadzone są w zbiornikach bezodpływowych i co pewien czas wywożone do stacji zlewczej, położonej na terenie najbliższej oczyszczalni ścieków która przygotowana jest do przyjęcia takich ścieków.

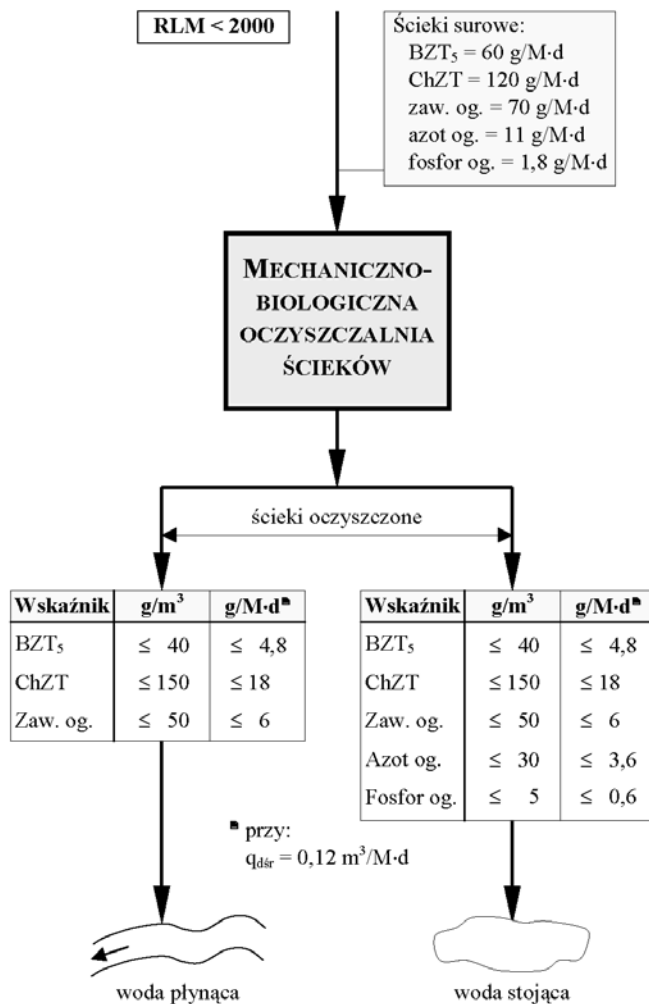
WYMAGANA JAKOŚĆ ŚCIEKÓW OCZYSZCZONYCH

Wymagania dotyczące jakości ścieków odprowadzanych do gruntu lub do wód stojących bądź płynących określone są w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku [Rozporządzenie... 2006]. Warunki, które muszą być bezwzględnie spełnione przedstawiono na rysunku 4 – w odniesieniu do przypadku, gdy odbiornikiem ścieków jest grunt oraz na rysunku 5 – gdy odbiornikiem ścieków są wody płynące lub wody stojące a liczba mieszkańców nie przekracza 2000.



Rysunek 4. Warunki odprowadzania ścieków do gruntu według rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 24.07.2006 roku [Rozporządzenie... 2006]

Figure 4. Conditions of transferring sewage to soil according to the Delegation of Minister of Environment of 24.07.2006 [Rozporządzenie... 2006]



Rysunek 5. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do wód powierzchniowych, dla RLM < 2000

Figure 5. Requirements respecting quality of treated sewage transferred to surface waters, for PE < 2000

W tej ostatniej wielkości mieszczą się zarówno przydomowe oczyszczalnie ścieków obsługujące jeden dom mieszkalny, jak też i takie oczyszczalnie, które obsługują kilka lub kilkanaście domów w ramach tzw. małej centralizacji. Na obu rysunkach podane zostały wymagania odniesione nie tylko do stężeń zanieczyszczeń (jak to jest podane w cytowanym rozporządzeniu), ale również w odniesieniu do jednostkowych ładunków zanieczyszczeń (przy założeniu jednostkowej ilości ścieków na poziomie 0,12 m³/M·d).

ASPEKTY EKONOMICZNE WYBORU SYSTEMU KANALIZACYJNEGO

Jak już wspomniano we wstępie wybór systemu kanalizacyjnego powinien być dokonany przy uwzględnieniu aspektów technologicznych, technicznych i ekonomicznych. O ile czynniki technologiczne i związane z tym aspekty techniczne są dość jednoznacznie określone (poprzez ilości ścieków i ładunki zanieczyszczeń w ściekach poddawanych oczyszczaniu oraz stężenia i ładunki zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych), to czynniki ekonomiczne muszą być przedmiotem odrębnej analizy obejmującej nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacji. W niniejszym artykule rozważania ograniczono do oceny nakładów inwestycyjnych, odniesionych do przydomowych oczyszczalni ścieków (system indywidualny) i zbiorczego systemu odprowadzania i oczyszczania ścieków.

Generalnie można przyjąć, że wybór rozwiązania bazującego na przydomowych oczyszczalniach ścieków będzie uzasadniony tylko wtedy gdy spełniona będzie nierówność:

$$\Sigma I_{\text{POŚ}} \leq I_{\text{ZOŚ}} + I_{\text{SK}} \quad (1)$$

gdzie:

- $\Sigma I_{\text{POŚ}}$ – sumaryczne nakłady inwestycyjne ponoszone przy budowie przydomowych oczyszczalni ścieków, zł,
- $I_{\text{ZOŚ}}$ – nakłady inwestycyjne ponoszone przy budowie zbiorczej oczyszczalni ścieków obsługującej tę samą liczbę mieszkańców co przydomowe oczyszczalnie ścieków, zł,
- I_{SK} – nakłady inwestycyjne ponoszone przy realizacji sieci kanalizacyjnej obsługującej tę samą liczbę mieszkańców co przydomowe oczyszczanie ścieków i zbiorcza oczyszczalnia ścieków, zł.

Przyjęto tu założenie, że albo wszyscy mieszkańcy danej jednostki osadniczej podłączeni są do przydomowych (indywidualnych) oczyszczalni ścieków albo też korzystają ze zbiorczego systemu kanalizacyjnego. Bardzo często sytuacja jest zgoła odmienna bowiem część domów wyposażonych jest w przydomowe oczyszczalnie ścieków, a część jest podłączona do oczyszczalni zbiorczej. Część domów może też mieć swoje indywidualne oczyszczalnie ścieków, a część może być włączona do większej przydomowej oczyszczalni w ramach tzw. małej centralizacji.

Przyjmując, że każde gospodarstwo będzie korzystało ze swojej oczyszczalni o identycznym układzie technologicznym, to lewą stronę nierówności (1) można wyrazić jako iloczyn:

$$\Sigma I_{\text{POŚ}} = n \cdot i_{\text{POŚ}} \quad [\text{zł}] \quad (2)$$

gdzie:

- n – liczba przydomowych oczyszczalni ścieków,
- $i_{\text{POŚ}}$ – nakłady inwestycyjne charakteryzujące przydomową oczyszczalnię ścieków, zł.

Jeżeli na terenie jednostki osadniczej znajdować się będą przydomowe oczyszczalnie ścieków o różnych układach technologicznych to wzór (2) przybiera postać:

$$\Sigma I_{PO\acute{S}} = n_1 \cdot i_{PO\acute{S}}^1 + n_2 \cdot i_{PO\acute{S}}^2 + \dots + n_i \cdot i_{PO\acute{S}}^i \quad [z\acute{L}] \quad (3)$$

We wzorze tym, i jako „wykładnik potęgi”, oznacza liczbę różnych przydomowych oczyszczalni ścieków.

Nakłady inwestycyjne ponoszone przy budowie zbiorczych oczyszczalni ścieków można wyznaczyć ze wzoru [5]:

$$I_{ZO\acute{S}} = 4967 M^{0,731} \quad [z\acute{L}] \quad (4)$$

gdzie:

M – liczba mieszkańców korzystających ze zbiorczej oczyszczalni ścieków.

Wartość I_{SK} występująca we wzorze (1) można wyznaczyć z równania:

$$I_{SK} = M \cdot l_M \cdot i_{SK} \quad [z\acute{L}] \quad (5)$$

gdzie:

l_M – jednostkowa długość sieci kanalizacyjnej, m/M,

i_{SK} – jednostkowe koszty budowy sieci kanalizacyjnej wraz z uzbrojeniem, zł/m; dla jednostek osadniczych o $M \leq 2000$ mieszkańców można przyjąć $i_{SK} = 250$ zł/m.

Biorąc pod uwagę powyższe zależności można przyjąć, że stosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków będzie uzasadnione wówczas gdy będzie spełniony warunek:

$$i_{PO\acute{S}} \geq \frac{4967 M^{0,731}}{n} \geq \frac{250 M l_M}{n} \quad (6)$$

Przykładowo można podać, że dla $M = 500$, przewidywanej liczbie przydomowych oczyszczalni ścieków $n = 125$ oraz jednostkowej długości sieci kanalizacyjnej $l_M = 8$ m/M, jednostkowy koszt realizacji przydomowej oczyszczalni ścieków nie powinien być wyższy od:

$$i_{PO\acute{S}} \geq \frac{4967 \cdot 500^{0,731}}{125} \geq \frac{250 \cdot 500 \cdot 8}{125} = 11735 \text{ zł,}$$

Natomiast dla $M = 1000$, $n = 250$ oraz $l_M = 2$ m/M, wartość ta wynosi $i_{PO\acute{S}} \cong 5100$ zł.

Pierwsza z wartości $i_{PO\acute{S}}$ wskazuje na uzasadnione podjęcie decyzji o budowie przydomowych oczyszczalni ścieków natomiast druga, że uzasadniona byłaby budowa zbiorczego systemu kanalizacyjnego.

BIBLIOGRAFIA

- Błażejowski R. *Kanalizacja wsi*. Wyd. PZITS, Oddz. w Poznaniu. Poznań 2003.
- Heidrich Z., Stańko G. *Leksykon przydomowych oczyszczalni ścieków*. Wyd. „Seidel-Przywecki”. Warszawa 2007.
- Heidrich Z., Kalenik M., Podedworna J., Stańko G. *Sanitacja wsi*. Wyd. „Seidel-Przywecki”. Warszawa 2008.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 24.07.2006 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dz.U. Nr 137, Poz. 984.
- Heidrich Z., Stańko G. *Przy budowie oczyszczalni ścieków należy pogodzić technikę z ekonomią*. Gazeta Samorządu i Administracji. Wyd. INFOR, nr 13 (213), 2006 r., s. 34–37.

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Heidrich
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Środowiska
Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków, (Kierownik Zakładu)
ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa
tel. (0-22) 234 78 32, 825 09 54, 621 59 95, faks (0-22) 625 43 05
zbigniew.heidrich@is.pw.edu.pl

Dr inż. Grzegorz Stańko
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska
Zakład Wodociągów i Kanalizacji
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa,
tel. (0-22) 59 35 157, sekr. (0-22) 59 35 101, faks (0-22) 59 35 103
grzegorz_stanko@wp.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Stanisław Krzanowski*