

dr inż. Janusz Łomotowski
prof. dr hab. inż. Adam Szpindor

Instytut Budownictwa Rolniczego Akademii Rolniczej
we Wrocławiu

ROZDZIELCZE KANALIZACJE WEWNĄTRZZAGRODOWE

W ostatnich 20 latach obserwuje się stały rozwój wodociągów zbiorowych i indywidualnych na wsi. W roku 1962 z wodociągów korzystało 7,2% całkowitej ilości gospodarstw wiejskich, zaś w roku 1968 udział ten wzrósł do 10,6% [1]. W końcu 1982 roku eksploatowanych było 3500 miejskich wodociągów zbiorowych i 454 tys. wodociągów zagrodowych, zaopatrujących w wodę około 30,3% ogółu gospodarstw na wsi, w tym 23,5% indywidualnych gospodarstw rolnych [2, 3]. W roku 1990 przewiduje się w programie rozwoju zaopatrzenia w wodę wsi Ministerstwa Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej liczbę zbiorowych wodociągów wiejskich na poziomie około 615 tys. [3]. Program ten obejmuje okres lat 1983—1990. Pierwsze lata wykazują wyraźne zagrożenie jego realizacji, co ilustruje poniższe zestawienie:

Wyszczególnienie	Liczba nowo budowanych wodociągów wiejskich (zbiorczych) w latach				
	1983	1984	1985	1983—1985	1986—1990
według programu	268	270	280	818	2000
wykonanie (1983) względnie wg planów urzędów wojewódzkich	228	241	218	687	—

Rozwój wodociągów wiejskich jest związany nie tylko z wzrastającym zapotrzebowaniem na wodę ludności, m. in. związanym z podnoszeniem standardu wyposażenia mieszkań w wodociągowe urządzenia odbioru, ale także z intensyfikacją produkcji rolnej. Na obszarach ubogich w wodę, woda stanowi swoistą barierę w rozwoju hodowli.

Rozwojowi zaopatrzenia rolniczego i wsi w wodę nie towarzyszy równoległy rozwój obiektów dla unieszkodliwiania powstających ścieków poprodukcyjnych i bytowo-gospodarczych. Sytuacja ta stwarza realne zagrożenia dla jakości wód podziemnych i powierzchniowych. Wystarczy wspomnieć, że wraz z podłączeniem indywidualnego gospodarstwa rolnego do wodociągu wzrasta 8-krotnie ilość pobieranej wody na cele bytowo-gospodarcze, przy równoczesnym wzroście ilości wody pobieranej na cele produkcyjne [4]. Wzrost ilości użytej wody powoduje rozcieńczenie powstających zanieczyszczeń. Przy braku jakiegokolwiek kanalizacji ścieki te najczęściej kierowane są do rowów melioracyjnych, cieków powierzchniowych, a często nawet do nieeksploatowanych studni kopanych, zamienianych na studnie chłonne.

Nie uregulowany zrzut wód ściekowych na wsi wywołuje rzeczywiste zagrożenie sanitarne w obrębie bliskiego otoczenia siedlisk ludzkich.

Zanieczyszczenia z tego tytułu nakładają się też niekorzystnie na stan czystości wód powierzchniowych w Polsce, których degradacja w obecnym okresie określana być musi jako katastrofalna. Długość rzek I klasy czystości zmniejszyła się z 48% (z 17 700 km analizowanych długości rzek) w 1960 r. do 9,6% w roku 1980 [5]. Kwalifikacja ta opiera się na fizykochemicznych zanieczyszczeniach rzek, przy czym dla obecnego i planowanego wykorzystania wód udział długości rzek o I klasie czystości powinien wynosić 53%. Krytyczny poziom czystości naszych rzek uwiadamia się bardziej dramatycznie, jeśli obok zanieczyszczeń fizykochemicznych uwzględniamy także zanieczyszczenia hydrobiologiczne. Wody I klasy czystości występują wtedy tylko na 1 % długości naszych rzek [6].

Unieszkodliwianie ścieków w warunkach wiejskich wymaga odmiennego podejścia niż w przypadku ścieków miejskich. Jest to związane ściśle ze strukturą osadniczą wsi, a także z odmiennym sposobem korzystania z wody.

Na wsi możliwe są dwa systemy odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków:

- kanalizacja zbiorcza z centralną oczyszczalnią ścieków,
- kanalizacje przyzagrodowe, lokalne.

Kanalizacje zbiorcze są korzystniejsze ze względu na ochronę środowiska, jednakże w przypadku wsi względy natury organizacyjnej i ekonomicznej mogą decydować o niecelowości ich realizacji jako systemu powszechnie obowiązującego.

Przeprowadzona analiza struktury osadniczej wsi w Polsce [7] wykazała, że w kraju jest około 59 tys. jednostek osadniczych, z których:

- zabudowę zwartą (odległość pomiędzy zagrodami nie przekracza 45 m) posiada około 35% wsi,
- zabudowę skupioną (odległość pomiędzy zagrodami średnio od 45—70 m) posiada około 41% wsi,
- zabudowę rozproszoną (odległość między zagrodami powyżej 100 m) posiada około 27% wsi.

Badania wykazały, że przy zabudowie rozproszonej (jednostkowa długość sieci kanalizacyjnej powyżej 12 m/M) oraz przy możliwości wywołania ścieków na niezbyt odległe wylewiska (do 10 km), kanalizacje przyzagrodowe są bardziej ekonomiczne od kanalizacji zbiorczych [8]. Z powyższych danych wynika, że większość wsi powinna posiadać kanalizacje przyzagrodowe i taki model kanalizacji należy wypracować w najbliższym czasie.

Stosowane kanalizacje przyzagrodowe

Dotychczas stosowane kanalizacje przyzagrodowe niczym nie różnią się od kanalizacji stosowanej w domkach jednorodzinnych w dzielnicach peryferyjnych miast.

Do odbioru i wstępnego oczyszczania ścieków stosuje się powszechnie gnilne osadniki bezodpływowe. Koszty eksploatacji osadników gnilnych są wysokie, a o poziomie tych kosztów decyduje przede wszystkim wywóz ścieków na wylewiska. Na poziomie cen z 1978 roku koszt wywozu ścieków taborem asenizacyjnym wynosił 40–200 zł/m³ i uzależniony był od kosztu transportu ścieków [8].

Przyjmując jednostkową ilość ścieków równą 120 dm³/Md, koszt wywozu ścieków z osadnika gnilnego wynosił w 1978 roku od 1750 do 8760 zł/M rok. Obecnie koszty wywozu ścieków, wskutek wzrostu cen, są znacznie wyższe i dochodzą do 50 000 zł/M rok.

Oczyszczanie ścieków w gruncie jest drugim powszechnie stosowanym sposobem unieszkodliwiania ścieków na wsi. O możliwości zastosowania drenażu rozsączającego, czy studni chłonnej decydują warunki wodno-gruntowe. Drenaż rozsączający lub studnie chłonne można stosować na gruntach piaszczystych, piaszczystych z domieszką części gliniastych i czarnoziemach zalegających na lessach.

Głębokość zalegania zwierciadła wód gruntowych przy wprowadzaniu ścieków do gruntu — powinna być nie mniejsza od 2,5 m licząc od powierzchni terenu w przypadku drenażu rozsączającego, lub 2,5 m licząc od dna studni chłonnej. Oczyszczanie ścieków w gruncie wymaga zastosowania większej strefy sanitarnej, niż w przypadku szczelnych osadników gnilnych. Szczelne osadniki gnilne powinny być zlokalizowane co najmniej 15 m od studni, a drenaż rozsączający co najmniej 70 m.

Unieszkodliwianie ścieków w gruncie, przy prawidłowej eksploatacji urządzeń, daje dobre efekty oczyszczania. W zakresie zanieczyszczeń organicznych można osiągnąć 98% obniżenia BZT₅ i całkowite usunięcie zawiesin.

Z sanitarnego punktu widzenia najbardziej istotne jest usuwanie ze ścieków (w czasie filtracji przez grunt) bakterii i wirusów. Mechanizm zatrzymywania bakterii i wirusów w w gruncie zależy od wielu procesów. Do najważniejszych należą: filtracja, adsorpcja, obumieranie bakterii, rozcieńczanie ścieków wodami gruntowymi, zmiana środowiska oraz przede wszystkim temperatury. Bakterie patogenne w odróżnieniu od bakterii saprofitycznych mają małe szanse na przeżycie w przypadku rozdeszczowywania lub nawadniania powierzchniowego ściekami użytków zielonych. Najważniejszym czynnikiem, który eliminuje bakterie chorobotwórcze jest antagonizm z mikroflorą glebową. Mikroorganizmy glebowe (jak bakterie rodzaju *Pseudomonas*, *Bacillus*, promieniowce oraz niektóre gatunki pleśni z rodzaju *Penicillium*, *Aspergillus* i *Fusarium*) wytwarzają substancje antybiotyczne lub bakteriostatyczne

w stosunku do bakterii chorobotwórczych [9]. W przypadku wprowadzania ścieków surowych, lub po mechanicznym oczyszczeniu, bezpośrednio do warstwy wodonośnej, z ominięciem wierzchniej warstwy gleby, przeżywalność bakterii chorobotwórczych jest znacznie wyższa i dochodzić może do kilkuset dni (tabela 1), przez co wzrasta możliwość migracji mikroorganizmów z infiltrującymi ściekami do wód podziemnych.

Tabela 1
PRZEŻYWALNOŚĆ MIKROORGANIZMÓW W GRUNCIE [9]

Organizm	Rodzaj gruntu	Czas przeżycia (dni)
Bakterie grupy coli	warstwa powierzchniowa	38
	piaszczysty	175
Bakterie grupy coli	gliniasty	195
<i>Escherichia coli</i>	piasek	205
<i>Salmonella</i> sp.	gleba	15–280
<i>Salmonella typhosa</i>	piaszczysty	4–7
	głina, torf	42
<i>Shigella flexneri</i>	gleba	47
Paleczki gruźlicy	gleba	180
Wirus Cocksackie	gliniasty	170
Wirus Polio 3	suchy	150–170
	wilgotny	170
Wirus Polio	piasek suchy	77
	piasek wilgotny	91
Enterowirusy	gleba	8

Dotychczas stosowane ograniczenia sanitarne przy oczyszczaniu ścieków w środowisku gruntowym, jak wynika z badań krajowych i zagranicznych, są wystarczające dla ochrony ujęć wody pod względem bakteriologicznym [10], jednakże strefy te nie zabezpieczają jakości wód podziemnych przed zanieczyszczeniami chemicznymi, szczególnie w zakresie domieszek mineralnych. Miara zanieczyszczenia wód podziemnych może być stężenie chlorków i związków azotowych w wodach podziemnych. W czystych czwartorzędowych wodach stężenie chlorków wynosi od 10 do 50 mg Cl⁻/dm³, jednocześnie brak jest związków azotowych. W zanieczyszczonych wodach stężenie chlorków dochodzić może do kilkuset miligramów w dm³, obecny jest również amoniak oraz azotyny i azotany.

Przesłanki stosowania kanalizacji rozdzielczych

W dotychczasowych opracowaniach, poświęconych kanalizacji ośrodków wiejskich uwzględniano jedynie ścieki bytowo-gospodarcze, uzasadniając to tym, że ładunki ścieków pochodzących z hodowli zwierząt i przygotowania pasz są tak duże, że jedynym racjonalnym ich sposobem unieszkodliwiania jest ich rolnicze wykorzystanie. W tabeli 2 przedstawiono ładunki zanieczyszczeń pochodzących od zwierząt hodowlanych, w porównaniu z ładunkami od mieszkańców równoważnych (MR).

Tabela 2

**DZIENNY ŁADUNEK ZANIECZYSZCZEN W PRZELICZENIU
NA DJP (DJP—500 kg) OD ZWIERZĄT HODOWLANÝCH
ORAZ OD MIESZKANCA RÓWNOWAŻNEGO (MR) [11]**

Wskaźnik	Jednostka	Bydło	Trzoda chlewna	Drób	MR
Ilość ścieków	dm ³ /d	38*	33*	20—25*	120—180
Sucha masa	kg	3,8	4,3	6,5—7,5	0,180
BZT ₅	kg	0,9	1,3	1,5—2	0,060
Azot					
ogólny	g	190	265	250—400	13
Fosfor	g	34	85	125—150	4,9
Potas	g	200	100	125—150	5,0

* — dotyczy gnojowicy odprowadzanej z przemysłowej produkcji zwierząt.

Z zestawienia tego wynika, że dzienne BZT₅ pochodzące od krowy o masie 500 kg odpowiada BZT₅ pochodzącemu od 15 mieszkańców równoważnych. Ładunek BZT₅ od dużej jednostki produkcyjnej dla trzody chlewnej odpowiada 22 MR, dla drobiu — 28 MR. Odmienne jest z ilością powstających ścieków. Ilość ścieków bytowo-gospodarczych jest prawie 4-krotnie większa od ilości ścieków z hodowli bydła i trzody chlewnej (w przeliczeniu na DJP) oraz 5-krotnie większa od ilości ścieków pochodzących z hodowli drobiu.

Ściekami o dużym ładunku zanieczyszczeń są również odcieki powstające w czasie silosowania roślin. Skład niektórych soków kiszonkowych został podany w tabeli 3.

Tabela 3

CHEMICZNA CHARAKTERYSTYKA SOKÓW KISZONKOWYCH [15]

Kiszonka	Sucha masa (%)	Sub- stancje organi- czne	Pozo- stałość po pra- żeniu	Popiół	N _{ORG} (%)	pH
Obrzyny buraków	3,1	86,1	32,3	13,9	0,03	4,3
Obrzyny buraków + krajanka (przewaga obrzynów)	4,0	90,4	26,8	9,6	0,11	4,7
Krajanka buracz. + obrzyny (prze- waga krajanki)	6,7	81,3	32,3	18,7	0,23	4,9
Krajanka buraków	9,1	89,0	29,2	11,0	0,28	4,3
Kiszonka	2,1	70,1	33,2	29,9	0,23	5,2
Lucerna	8,7	89,9	40,0	10,1	0,88	6,3

Cechą charakterystyczną tych ścieków jest niski odczyn, duża zawartość kwasów organicznych i związków azotowych. Wprowadzenie tych ścieków bezpośrednio do gruntu może spowodować nadmierną mineralizację wód podziemnych i pogorszenie ich jakości, dlatego przed rolniczym ich wykorzystaniem muszą być one poddane neutralizacji.

Rozdzielenie ścieków na bytowo-gospodarcze i poprodukcyjne (hodowla, przygotowanie pasz) jest uzasadnione w przypadku budowy zbiorczej kanalizacji ścieków bytowo-gospodarczych. W przypadku, gdy ze względu na strukturę wsi budowa kanalizacji zbiorczej jest ekonomicznie nieuzasadniona, w gospodarstwach rolnych o rozwiniętej hodowli można rozpatry-

wać utylizację połączonych ze sobą ścieków bytowo-gospodarczych i pochodowlanych.

W celu ograniczenia ilości magazynowanych ścieków bytowo-gospodarczych w dołach bezodpływowych można zastosować rozdzielcze kanalizacje w budynku mieszkalnym. Ścieki bytowo-gospodarcze można podzielić w zależności od źródła ich powstawania na trzy rodzaje:

- ścieki pochodzące z czynności fizjologicznych człowieka, które w tradycyjnych gospodarstwach rolnych gromadzono w usępach suchych i wykorzystywano rolniczo,
- ścieki z mycia naczyń kuchennych, które z resztkami pokarmowymi wykorzystywano w hodowli zwierząt,
- ścieki z kąpeli i prania (rolniczo i gospodarczo bezużyteczne) trafiające najczęściej do gruntu lub do rowów melioracyjnych.

W ściekach bytowo-gospodarczych kał i moczwg Viehla stanowi 45% całkowitego ładunku związków organicznych, wg Zunheru 83%, a wg Sierpa i na podstawie badań amerykańskich 64% [11].

Według badań prowadzonych w RFN struktura zużycia wody w gospodarstwach domowych jest następująca: na kąpiel i mycie zużywa się od 30—40% wody, na pranie od 8—14%, do spłukiwania WC 30—40%, a pozostała ilość wody jest przeznaczona na cele konsumpcyjne [12]. W badaniach krajowych określono, że około 25—30% wody dostarczanej do mieszkań wykorzystywane jest w kuchniach, natomiast 75—70% wody zużytkowuje się w łazienkach i toaletach [13].

Struktura zużycia wody oraz ilość związków organicznych wprowadzanych z poszczególnych przyborów sanitarnych pozwala na stwierdzenie, że celowe jest w przypadku indywidualnych zagród — rozdzielenie ścieków z kąpeli, prania i mycia naczyń od ścieków powstających w usępach.

Tak ukształtowana dualna kanalizacja może być realizowana w następujący sposób:

- budynek mieszkalny wyposażony jest w przybory sanitarne w kuchni i łazience, a ścieki odprowadzane są jedną kanalizacją, natomiast ubikację stanowi tradycyjny usęp suchy,
- w budynku istnieją dwie kanalizacje: odprowadzająca ścieki z kuchni i łazienki oraz odprowadzająca ścieki z WC.

Zastosowanie usępu suchego zamiast WC w radykalny sposób zmniejsza ilość powstających ścieków. Przyjmując, że na spłukiwanie WC zużywa się 30% całkowitego zapotrzebowania wody (które założono w ilości 120 dm³/M), objętość powstających ścieków z ubikacji wynosi około 11 m³/M rok, podczas gdy w szczelnym usępie suchym objętość ta wynosi około 0,6 m³/M rok [11].

Kanalizacje rozdzielcze w budynkach mieszkalnych do tej pory nie były przedmiotem badań, dlatego też nie ma wypracowa-

nych technologii unieszkodliwiania tych ścieków.

W Zakładzie Techniki Sanitarnej Wsi AR we Wrocławiu, podjęto ostatnio badania nad tym zagadnieniem. Badania te prowadzone będą w kierunku oczyszczania tych ścieków na złożach biologicznych i filtrach gruntowych, w celu określenia wpływu tak oczyszczonych ścieków na jakość wód podziemnych.

Ścieki z prania i kąpeli (mycia) powinny być oczyszczone na urządzeniach przepływowych, co wyeliminuje konieczność wywozu tych ścieków taborem asenizacyjnym. W wypadku spełnienia tego warunku, zachodzić będzie potrzeba rolniczego wykorzystania jedynie ścieków z ustępów suchych tj. około 0,6 m³/M rok. Koszt wywozu tej ilości ścieków, według obecnych cen, wynosić będzie około 1000 zł/M rok i jest znacznie niższy niż w przypadku zastosowania typowej kanalizacji bytowo-gospodarczej z dołem bezodpływowym.

Rozdzielcza kanalizacja w budynku mieszkalnym, w wypadku zastosowania WC również spowoduje obniżenie kosztów utylizacji ścieków. W tym wypadku zachodzi potrzeba instalowania dwóch niezależnych kanalizacji, jednakże ze względu na niską zabudowę stosowaną na wsi, nakłady inwestycyjne są porównywalne z klasycznym sposobem odprowadzania ścieków. Potwierdza to przeprowadzona analiza porównawcza kosztów budowy i eksploatacji kanalizacji typowego jednorodzinnego budynku „Zofia” (KB 4-1.1.1.1.) z zastosowaniem klasycznej kanalizacji, zbierającej wszystkie wody zużyte w gospodarstwie i kanalizacji rozdzielczej [14]. W opracowaniu tym założono, że ścieki powstające w czasie kąpieli, mycia i prania będą oczyszczone w sposób przepływowy na złożach torfowych i filtrze gruntowym, natomiast ścieki z toalety będą gromadzone w zbiorniku bezodpływowym i wykorzystywane rolniczo. Założono ponadto, że budynek zamieszkiwać będzie 4-osobowa rodzina. Przeprowadzone obliczenia nakładów inwestycyjnych na poziomie cen 1978 wykazały, że koszt budowy kanalizacji typowej, ze szczelnym zbiornikiem bezodpływowym wynosić będzie 69 902 zł, a kanalizacji rozdzielczej 75 526 zł, przy czym roczne koszty wywozu ścieków dla kanalizacji typowej wynosić będą bez amortyzacji 30 177 zł, a dla kanalizacji rozdzielczej 13 546 zł. Oznacza to, że dla analizowanego przykładu przy wzroście nakładów inwestycyjnych o około 10%, roczne koszty eksploatacyjne są niższe o około 55%. Wskaźnik efektywności inwestycji dla kanalizacji typowej wyniósł 163,20 zł/m³ ścieków, a dla kanalizacji rozdzielczej 94,80 zł/m³.

Dla gospodarstw z rozwiniętą hodowlą bardziej ekonomiczna jest budowa jednego zbiornika magazynującego ścieki powstające w hodowli i ścieki z WC.

Wnioski

1. Kanalizacje przyzagrodowe będą podstawowym sposobem unieszkodliwiania ścieków w co najmniej 1/3 wiejskich jednostek osadniczych.

2. Kanalizacja rozdzielcza w budynkach mieszkalnych pozwala na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych utylizacji ścieków bytowo-gospodarczych w porównaniu z klasycznym sposobem unieszkodliwiania tych ścieków, przy porównywalnych nakładach inwestycyjnych.

3. Należy podjąć badania nad ustaleniem składu i ilości ścieków powstających w czasie mycia, kąpieli i prania oraz sposobów oczyszczania tych ścieków w układach przepływowych.

4. Kanalizację rozdzielczą w budynkach mieszkalnych należy w najbliższej przyszłości zastosować w modelowych zagrodach, celem ustalenia szczegółowych parametrów jej trasy i określenia rzeczywistych kosztów eksploatacji.

LITERATURA

1. M. TUPALSKI: Aktualny stan rozwoju systemu indywidualnego zaopatrzenia wsi w wodę. Materiały na Konf. Nauk.-Techn. SITWM „Zagrodowe urządzenia wodociągowe i kanalizacyjne w gospodarstwach indywidualnych na wsi”, Białystok 1979.
2. H. BOGUSKI, M. RYTELEWSKI: Resortowy program zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę do 1990 r. Materiały na Konf. Nauk.-Techn. SITWM Aktualne problemy zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę, Zielona Góra, 1984.
3. A. SZPINDOR: Rozwój zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę w okresie zmniejszenia się możliwości ekonomicznych państwa. Materiały na Konferencję SITWM, Warszawa 1983.
4. M. SIKORSKI, J. SIMONI: Stan i aktualne potrzeby w zakresie kanalizacji ośrodków wiejskich. Materiały na Seminarium „Podstawy rozwoju kanalizacji ośrodków wiejskich” IMUZ Warszawa 1981.
5. **Projekt opinii Komitetu Gospodarki Wodnej PAN**, 1984.
6. D. J. STANISZEWSKI: Uwarunkowania gospodarowania wodą w Polsce. Maszynopis, 1983 r.
7. M. CHILCZUK: Osadnictwo wiejskie w Polsce. PWN Warszawa 1975.
8. Z. HEIDRICH i inni: Niekonwencjonalne systemy kanalizacji — Materiały na I Zjazd Kanalizatorów Polskich „Polkan-81”.
9. K. OLENCZUK-NEYMAN: Zagadnienia zatrzymywania mikroorganizmów w glebach w aspekcie zanieczyszczenia wód podziemnych. *Gospodarka Wodna*, nr 7, 1980.
10. J. SIMONI: Unieszkodliwianie ścieków wiejskich w środowisku gruntowym; Materiały na konferencję „Podstawy i kierunki rozwoju kanalizacji wiejskich w Polsce”. Szczecin 1983.
11. K. IMHOFF, K. R. IMHOFF: Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków Arkady, Warszawa 1982.
12. J. STANISŁAWSKI: Stochastyczny model zapotrzebowania na wodę w aglomeracji wiejsko-przemysłowej dla potrzeb sterowania systemem dystrybucji wody. Maszynopis Inst. Inż. Ochrony Środowiska Pol. Wrocławskiej Wrocław 1984 (praca doktorska).
13. E. W. MIELCARZEWICZ, J. JANCZEWSKI: Wyniki badań struktury zużycia wody w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych. Materiały na Sympozjum „Zużycie wody wodociągowej, wielkość, zmienność i racjonalizacja”, Białystok 1984.
14. K. ŁAWIK: Rozdzielna kanalizacja wewnątrzzagrodowa — Maszynopis AR we Wrocławiu (praca dyplomowa).