

# Krystyna Pawłowska, Teresa Mądry

---

## Nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacji systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków

---

Problemy Rozwoju Miast 3/1-4, 78-89

---

2006

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

**Krystyna Pawłowska  
Teresa Mądry**

## **NAKŁADY INWESTYCYJNE I KOSZTY EKSPLOATACJI SYSTEMÓW ODPROWADZANIA I OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW**

**Abstrakt.** W artykule podano na podstawie literatury i własnych badań ankietowych szacunkowe koszty budowy i eksploatacji oczyszczalni ścieków w funkcji średniodobowej ilości ścieków oraz orientacyjne koszty budowy kanałów wraz z obliczonymi wskaźnikami i kosztami jednostkowymi. Przedstawiono również podstawowe problemy i uwarunkowania, a także nowe tendencje i kierunki rozwoju systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków.

**Słowa kluczowe:** gospodarka ściekowa, oczyszczalnie ścieków, kanalizacja, nakłady inwestycyjne, koszty eksploatacyjne, koszty jednostkowe

### **Wprowadzenie**

Prawidłowe kształtowanie obszarów urbanizujących się wymaga wyjątkowej dbałości o jakość środowiska i poziom życia mieszkańców. Wymagane jest między innymi zapewnienie odpowiednich standardów w zakresie odprowadzania i oczyszczania ścieków, jak i wprowadzanie nowych tendencji zgodnych z wymogami Unii Europejskiej i krajów wysoko-rozwinętych. Decyzje dotyczące rozwiązań w zakresie kanalizacji i oczyszczalni ścieków muszą być podjęte na podstawie rzetelnych analiz, a wybór wariantu rozwiązania winien uwzględniać kryteria ekonomiczne, techniczno-technologiczne, przyrodnicze i społeczne. Należy zaznaczyć, że sieć kanalizacyjna należy po sieci centralnego ogrzewania do najdroższych w infrastrukturze technicznej, a bardzo wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne odprowadzania i oczyszczania ścieków są poważną barierą w ich rozwoju.

Problemem bardzo aktualnym i ważnym, często dyskutowanym i kontrowersyjnym w wielu miastach jest wybór systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków oraz ostateczny zasięg układów centralnych i lokalnych. Dotyczy to w szczególności nowej zabudowy na terenach silnie urbanizujących się obrzeży miast, a także gmin podmiejskich i terenów wiejskich. W celu ułatwienia wyboru właściwych rozwiązań w opracowaniach koncepcyjnych i projektowych na etapie planowania przestrzennego, a w szczególności dla potrzeb studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, w niniejszym artykule przedstawiono szacunkowe koszty inwestycyjne i eksploatacyjne oczyszczalni ścieków o zróżnicowanej przepustowości oraz koszty budowy kanałów wraz z obliczonymi wskaźnikami i kosztami jednostkowymi.

Przedstawiona w artykule problematyka stanowiła część tematu pt. „Nowe tendencje w rozwoju miast w zakresie gospodarki ściekowej” realizowanego w Instytucie Rozwoju Miast.

### **Nakłady inwestycyjne na oczyszczalnię ścieków wraz z kosztami jednostkowymi**

W opracowaniach koncepcyjnych i projektowych na etapie planowania przestrzennego przy porównywaniu możliwych wariantów rozwiązań należy brać pod uwagę przede wszystkim:

- nakłady inwestycyjne,
- koszty eksploatacyjne,
- lokalizację inwestycji,
- rozwiązania techniczno-technologiczne,
- potencjalne odbiorniki oczyszczonych ścieków,
- stopień oddziaływania na środowisko.

Główne kryteria, które powinny być uwzględniane w analizie to:

- kryteria ekonomiczne, w tym głównie nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne (np. ujęte w postaci kosztów jednostkowych),
- kryteria technologiczne i techniczne,
- kryteria przyrodnicze (pozytywne i negatywne skutki dla środowiska),
- kryteria społeczne (np. stopień akceptacji przez społeczność lokalną).

Przeprowadzona analiza, w szczególności dotycząca wymaganej wielkości oczyszczalni, określonej za pomocą przepustowości i równoważnej liczby mieszkańców (RLM), oraz oceny szacunkowych kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych wraz z możliwością lokalizacji inwestycji (dostępność terenu, wymagana wielkość działki, odbiorniki ścieków itd.) powinna pozwolić na wybór optymalnych rozwiązań.

Należy podkreślić, że nie jest możliwe określenie uniwersalnych kosztów budowy i eksploatacji systemów, w tym jednostkowych kosztów przypadających na 1 mieszkańca czy na 1 m<sup>3</sup> oczyszczanych ścieków, bowiem są one bardzo zróżnicowane w zależności od warunków lokalnych i zależą od wielu czynników. Należą do nich głównie uwarunkowania środowiskowe, urbanistyczne i infrastrukturalne, m.in. typ i gęstość zabudowy, odległość od systemów centralnych i ich przepustowość hydrauliczna, rzeźba terenu i możliwe systemy kanalizacyjne, warunki gruntowo-wodne, odległość od potencjalnych odbiorników ścieków, dostępność terenu pod oczyszczalnię, ceny gruntów, dotychczasowe uzbrojenie terenu w instalacje elektryczne, gazowe itp.

Oczywiste jest, że nakłady inwestycyjne zależą przede wszystkim od przepustowości oczyszczalni ścieków i RLM, jakości dopływających ścieków, wymaganej przepisami efektywności oczyszczalni, metody i technologii oczyszczania, rozwiązań techniczno-

technologicznych oraz w znacznej mierze od przyjętej metody utylizacji i unieszkodliwiania osadów ściekowych, a także od dostępności i kosztu wykupu terenów.

Osobny problem stanowi często, szczególnie na obrzeżach miast i terenach wiejskich, brak zgody właścicieli na przebieg kanalizacji przez grunty prywatne, oprostowanie lokalizacji oczyszczalni ścieków przez społeczność lokalną, a także często brak zainteresowania mieszkańców podłączeniem do zbiorczej kanalizacji sanitarnej.

Nakłady inwestycyjne na oczyszczalnie ścieków obejmują przede wszystkim koszty projektu i nadzoru, budynków, urządzeń i maszyn, instalacji, wykupu i przygotowania terenu, doprowadzenia mediów, budowy dróg dojazdowych, prac budowlano-montażowych, rozruchu oczyszczalni, szkolenia obsługi, ograniczenia uciążliwości dla otoczenia itd.

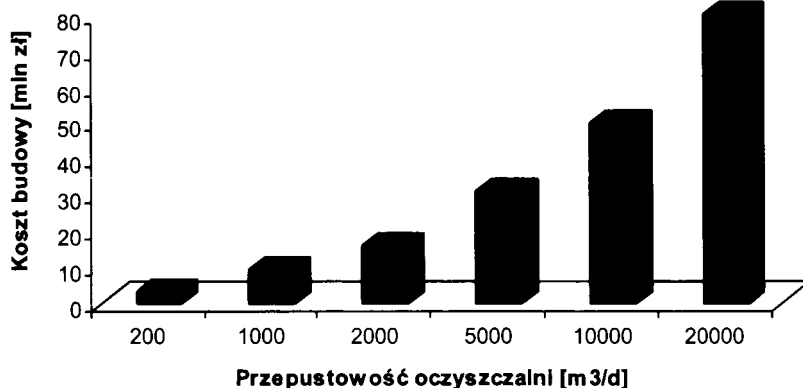
Szczególnie koszty realizacji małych oczyszczalni ścieków mogą znacznie różnić się między innymi w zależności od metody oczyszczania i przyjętych rozwiązań, od tego, czy są one umieszczone w budynku lub częściowo obudowane, czy pracują automatycznie, z wizualizacją komputerową, z dodatkowym chemicznym strącaniem, z odwadnianiem w filtrze workowym itd.

Na nakłady inwestycyjne na oczyszczalnie ścieków wpływa w znacznym stopniu zróżnicowanie wynikające:

- z poziomu płac i kosztów organizacji budowy – skrajne różnice pomiędzy najtańszymi rejonami południowo-wschodniej Polski a rejonem Warszawy czy Gdańska dochodzą do około 20%,
- z cen gruntów – uzyskanie terenów potrzebnych do zlokalizowania oczyszczalni stanowić może nawet 10% ogólnych kosztów inwestycyjnych,
- z warunków gruntowo-wodnych na terenie lokalizacji oczyszczalni – występowanie wysokiego poziomu wód gruntowych oraz gruntów słabonośnych lub nienośnych może w istotny sposób podnieść koszt realizacji inwestycji,
- z innych kosztów, jak np. zewnętrznego zasilania w energię elektryczną, doprowadzenia wody, gazu, dróg dojazdowych, związanych z ograniczeniem uciążliwości obiektu dla otoczenia itp.

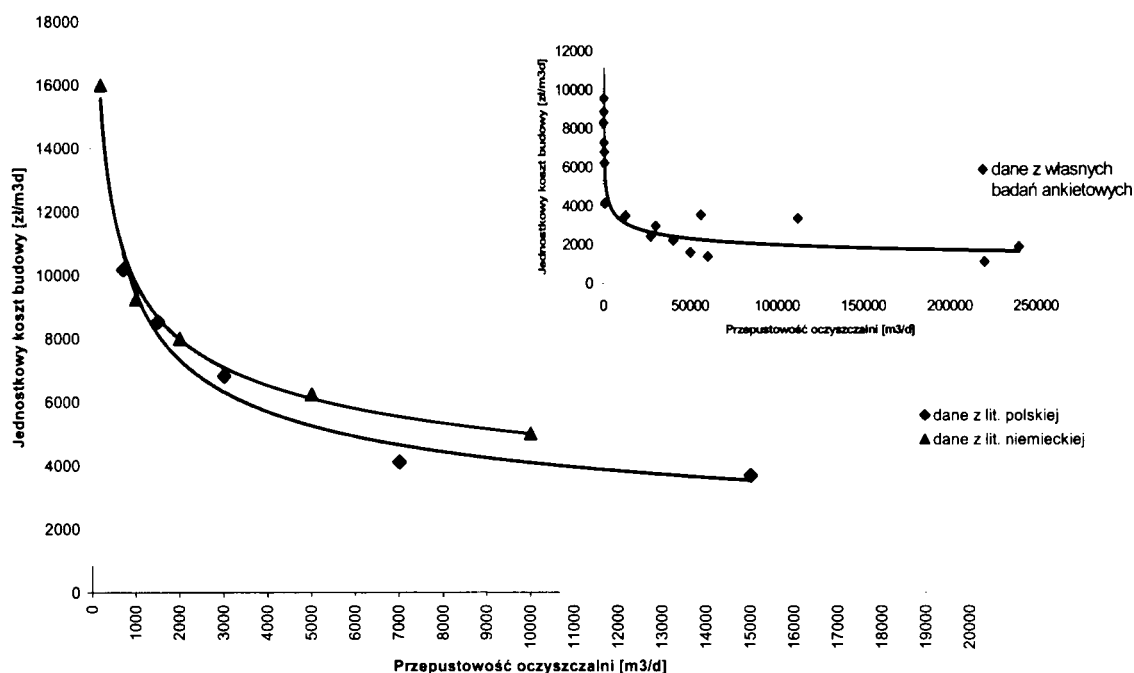
Przeciętne koszty budowy oczyszczalni ścieków o przepustowości od 200 do 20 000 m<sup>3</sup>/d według danych z literatury niemieckiej [4] przedstawiono na ryc. 1. Zostały one przeliczone zgodnie z tabelami NBP średnich kursów walut.

Do oszacowania nakładów inwestycyjnych na oczyszczalnie ścieków szczególnie przydatne są wskaźnikowe koszty ich budowy. Należą do nich przede wszystkim koszty jednostkowe odniesione do przepustowości oczyszczalni i podawane w zł/m<sup>3</sup>-d oraz przeliczone na 1 mieszkańca równoważnego (zł/RM).



Ryc. 1. Przeciętne koszty budowy oczyszczalni ścieków w zależności od przepustowości (dane z literatury niemieckiej [4])

Jednostkowe koszty budowy oczyszczalni ścieków w funkcji średniodobowej ilości ścieków wraz z liniami trendów przedstawiono na ryc. 2. Porównano na niej dane z literatury polskiej i niemieckiej [4] oraz przedstawiono własne dane zebrane w ankiecie, którą objęto miasta liczące powyżej 100 tys. mieszkańców oraz 10 miast wybranych losowo z grupy 49 miast o liczbie ludności od 50 tys. do 99,9 tys. Głównym celem przeprowadzonych badań ankietowych było określenie w miastach zasięgu obsługi przez systemy lokalne oraz oszacowanie ekonomiczności rozwiązań lokalnych w stosunku do systemów centralnych.



Ryc. 2. Jednostkowe koszty budowy oczyszczalni ścieków w zależności od przepustowości wraz z liniami trendów

Przedstawione wykresy pokazują, jak wyraźna jest tendencja malejąca wskaźnikowych kosztów budowy oczyszczalni w miarę wzrostu ich przepustowości.

Według danych literatury [6] średnie jednostkowe koszty budowy małych oczyszczalni ścieków z osadem czynnym wynoszą od 11,7 tys. zł/m<sup>3</sup>·d dla zakresu przepustowości 5-50 m<sup>3</sup>/d i maleją do 6,5 tys. zł/m<sup>3</sup>/d dla zakresu od 300 do 450 m<sup>3</sup>/d oraz od 2,07 tys. zł/RM dla wielkości od 30 do 350 RM do 0,92 tys. zł/RM dla 2000 < RLM < 5000.

Oczywiste jest, że na koszty budowy oczyszczalni istotny wpływ ma zastosowana technologia oczyszczania ścieków, a w szczególności stopień jej nowoczesności, zapewniający utrzymanie w ściekach oczyszczonych dopuszczalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń lub wymaganych procentów redukcji zanieczyszczeń, zgodnie z polskimi przepisami prawnymi i wymaganiami Unii Europejskiej. Dotyczy to również gospodarki osadami ściekowymi, tj. właściwej utylizacji i unieszkodliwiania osadów pod kątem ich przyszłego zagospodarowania. Zwraca się uwagę na fakt, że koszty związane z gospodarką osadami ściekowymi i ich zagospodarowaniem są bardzo wysokie i dochodzą w obecnie budowanych, wysokoefektywnych, centralnych oczyszczalniach ścieków w miastach aż do ok. 40% ogółu nakładów inwestycyjnych. Osady ściekowe zawierają znaczne ilości usuniętych ze ścieków substancji chemicznych (w tym również toksycznych), metali ciężkich oraz organizmów chorobotwórczych. Zagospodarowanie osadów ściekowych, obok gospodarki odpadami komunalnymi i przemysłowymi staje się w Polsce najważniejszym problemem ekologicznym, który musi być rozwiązany. Decyzja o wyborze metody utylizacji i unieszkodliwiania osadów ściekowych zależy głównie od parametrów ekonomicznych, tj. kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

To samo dotyczy różnych technologii oczyszczania ścieków. Obecnie w oczyszczalniach największe problemy stwarza usuwanie ze ścieków związków azotu i fosforu, które wymaga często usprawnienia procesów nityfikacji, denityfikacji i defosfatacji biologicznej, wspomaganej dodatkowo strącaniem symultanicznym. Powoduje to wzrost nakładów finansowych na budowę lub modernizację oczyszczalni ścieków komunalnych. Z kolei konsekwencją wzrostu ilości oczyszczonych ścieków jest znaczny wzrost ilości powstających osadów ściekowych i problemy z możliwością ich rolniczego wykorzystania zgodnie z warunkami określonymi w przepisach prawnych.

### **Porównanie kosztów eksploatacji oczyszczalni ścieków o różnej przepustowości**

Eksploatacja oczyszczalni ścieków polega na użytkowaniu obiektów i urządzeń, z zachowaniem ich odpowiedniego stanu technicznego w założonym okresie (najczęściej 25-letnim) oraz odpowiedniego efektu działania, zgodnie z przepisami szczególnymi i pozwoleniem wodnoprawnym.

Koszty eksploatacji systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków zależą głównie od ich energochłonności, niezawodności działania oraz wymaganej obsługi. Przeciętny koszt eksploatacji oczyszczalni ścieków (bez amortyzacji kosztów kapitałowych) przedstawia się następująco [5]:

- remonty bieżące, materiały eksploatacyjne, części zapasowe 20-25%,
- energia elektryczna 30-40%,
- chemikalia 15-20%,
- obsługa oczyszczalni 10-15%,
- wywóz osadów i inne 5-8%.

Wyżej podane proporcje kosztów operacyjnych obejmują przeciętne oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne z usuwaniem biogenów o przepustowości ponad 2000 m<sup>3</sup>/d. Dla porównania, według danych z literatury niemieckiej [4], w kosztach rocznych ok. 40% stanowią koszty osobowe (płace), a 25% koszty energii elektrycznej. Pozostałe nakłady idą na pokrycie kosztów usuwania osadów, na remont, konserwację oraz materiały.

Do oszacowania kosztów eksploatacji oczyszczalni ścieków szczególnie przydatne są wskaźniki w postaci jednostkowych kosztów operacyjnych eksploatacji oczyszczalni ścieków, a przede wszystkim jednostkowy koszt oczyszczania 1 m<sup>3</sup> ścieków. Przeciętne jednostkowe koszty eksploatacji oczyszczalni ścieków o zróżnicowanej przepustowości w granicach od 200 do 20 000 m<sup>3</sup>/d według danych literatury niemieckiej zestawiono w tab. 1 [4].

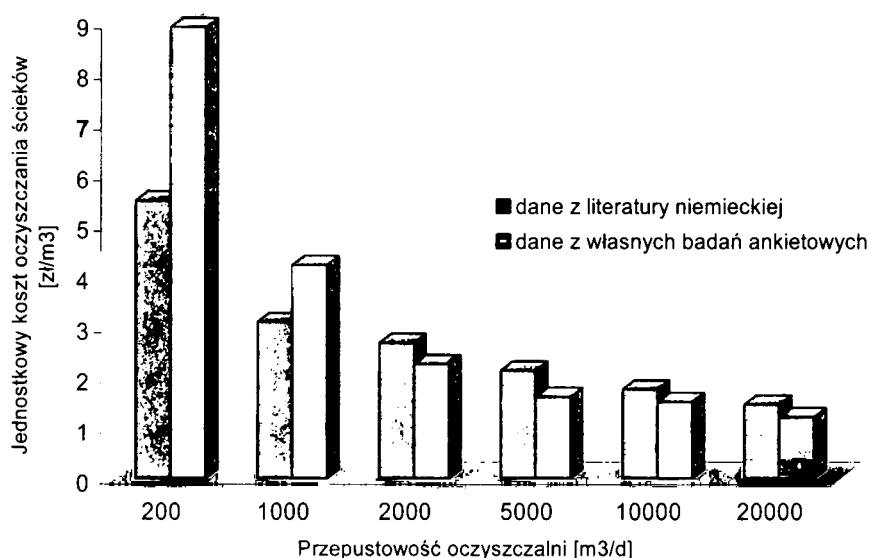
Tabela 1

Przeciętne jednostkowe koszty oczyszczania ścieków w obiektach o przepustowości 200-20 000 m<sup>3</sup>/d [4]

Przepustowość (m <sup>3</sup> /d)	Równoważna liczba mieszkańców	Jednostkowy koszt oczyszczania ścieków (zł / m <sup>3</sup> )
200	1 000	5,48
1 000	5 000	3,08
2 000	10 000	2,67
5 000	25 000	2,12
10 000	50 000	1,75
20 000	100 000	1,45

Na ryc. 3 przedstawiono porównanie jednostkowych kosztów oczyszczania ścieków w zależności od przepustowości na podstawie danych [4] oraz własnych wyników badań ankietowych.

Widoczne bardzo wyraźne zmniejszanie się jednostkowych kosztów eksploatacji w miarę wzrostu przepustowości oczyszczalni stanowi potwierdzenie ogólnego prawa większej efektywności ekonomicznej inwestycji dużych w porównaniu z obiektami małymi. Dotyczy to wszystkich rodzajów oczyszczalni, zarówno mechaniczno-biologicznych jak i mechaniczno-biologiczno-chemicznych oraz z podwyższonym usuwaniem biogenów.



Ryc. 3. Porównanie jednostkowego kosztu oczyszczania ścieków w zależności od przepustowości oczyszczalni

Szczególnie zwracają uwagę wysokie koszty eksploatacyjne małych oczyszczalni ścieków. Wynika to w dużej mierze również z niedociążenia hydraulicznego większości oczyszczalni. Problem jest szczególnie ważny, bowiem w Polsce oczyszczalnie ścieków o przepustowości do 500 m<sup>3</sup>/d stanowią aż około 66% ogółu oczyszczalni. Korzystne jest to, że od 2004 r. obniżono wymagania w stosunku do małych oczyszczalni i mogą być w nich teraz stosowane rozwiązania technologiczne np. ze złożami biologicznymi (w nowoczesnej wersji), co obniży koszty ich budowy i eksploatacji.

Z przeprowadzonych własnych badań ankietowych wynika, że podstawowym problemem jest przewymiarowanie urządzeń oczyszczalni, co ma bezpośredni wpływ na koszty eksploatacji. Na koszt końcowy prócz uwarunkowań lokalnych wpływają przede wszystkim:

- nowoczesność inwestycji (stosowane rozwiązania techniczno-technologiczne, wyposażenie, opomiarowanie, stopień automatyzacji),
- jakość ścieków (stężenia i rodzaj zanieczyszczeń),
- zużycie energii elektrycznej i innych mediów, substancji chemicznych i in.,
- wielkość zatrudnienia i wynagrodzeń,
- koszty remontów, usługi obce i in.,
- koszty wynikające ze specyfiki działalności przedsiębiorstwa (forma prawna, zakres działalności, struktura organizacyjna),
- poziom opłat za korzystanie ze środowiska i in.



Należy zaznaczyć, że przedstawione jednostkowe koszty oczyszczania ścieków są jedynie kosztami operacyjnymi bez obciążeń wynikających z:

- kosztów utrzymania i eksploatacji miejskiej sieci kanalizacyjnej,
- kwot odkładanych na amortyzację oczyszczalni,
- kosztów ewentualnych spłat kredytów i obsługi zadłużenia.

Ze względu na sygnalizowane wcześniej częste przewymiarowanie urządzeń bardzo ważne jest etapowanie rozwoju systemu ściśle związane z rozwojem jednostki osadniczej, a w szczególności dostosowanie programu finansowania do harmonogramu realizacji poszczególnych zadań inwestycyjnych. Szczególnie ważne jest dopasowanie wielkości oczyszczalni ścieków realizowanej najczęściej w ciągu jednego do dwóch lat do inwestycji liniowej, jaką jest kanalizacja, budowana z reguły przez kilka do kilkunastu nawet lat.

### **Koszty budowy kanałów**

Budowa, rozbudowa i modernizacja systemów kanalizacyjnych jest jednym z najważniejszych, a zarazem najdroższych zadań związanych z rozwojem i modernizacją infrastruktury technicznej. Chcąc uniknąć wielu problemów eksploatacyjnych, należy na etapie koncepcji i projektowania wnikliwie przeanalizować przede wszystkim:

- istniejące rozwiązania w zakresie gospodarki wodno-ściekowej,
- istniejący stan zagospodarowania przestrzennego oraz perspektywy rozwoju jednostki,
- warunki miejscowe (ukształtowanie terenu, rodzaj zabudowy, warunki gruntowo-wodne),
- rodzaj i wielkość odbiornika oczyszczonych ścieków.

W największym stopniu na nakłady inwestycyjne związane z budową sieci kanalizacyjnych wpływają:

- zagłębienie kanałów,
- warunki hydrogeologiczne i geotechniczne (głównie nawodnienie gruntu i poziom wód podziemnych),
- lokalne trudności realizacyjne (np. bardzo wąskie ulice, konieczność prowadzenia robót bez naruszenia nawierzchni ulic, liczne kolizje z innymi sieciami infrastruktury technicznej, drogami, ciekami czy wręcz dużymi rzekami, duże rozczłonkowanie terenu),
- wymiary i rodzaj kanałów.

Niekorzystne uwarunkowania lokalne mają bezpośredni wpływ na wysokie koszty budowy kanalizacji sanitarnej, które w rozległych systemach lokalnych mogą być dominujące. Osobny problem stanowi często brak zgody właścicieli na przebieg kanalizacji przez grunty prywatne i konieczność przeprojektowywania tras.

W zależności od systemu kanalizacyjnego (grawitacyjny, ciśnieniowy, podciśnieniowy, mieszany) różny jest udział procentowy poszczególnych rodzajów kosztów budowy kanałów głównych i sieci rozdzielczej, przyłączy, pompowni, studzienek, zbiorników, pompowni próż-

niowo-tłocznych itd. Do budowy sieci kanalizacyjnych stosowane są coraz nowsze materiały, obok rur betonowych, żeliwnych, żelbetowych, kamionkowych, z polichlorku winylu (PVC), polietylenu (PE), polipropylenu (PP) stosuje się rury kompozytowe z żywic poliestrowych, rury profilowe (PEHD/PP) i inne.

Przykładowe ceny sieci kanalizacyjnych zewnętrznych (według poziomu cen z roku 2004), z uwzględnieniem głównych czynników wpływających na ich koszty, tj. w zależności od rodzaju rur, ich średnicy, głębokości montażu i rodzaju wykopów przedstawiono w tab. 2 i 3 [11].

Tabela 2

Ceny sieci kanalizacyjnych w zł/1 mb w zależności od rodzaju rur i ich średnicy [11]

Rodzaj rur	Średnica rur (m)	W wykopach	
		umocnionych, głębokości do 3,0 m (w zł)	nieumocnionych, głębokości do 3,0 m (w zł)
Kamionkowe	0,20	545	150
	0,30	645	177
	0,40	797	202
Kamionkowe HEPWORTH	0,20	568	171
	0,30	860	341
	0,40	1018	490
	0,50	1261	687
	0,60	1628	1004
Betonowe WIPRO	0,20	535	121
	0,30	630	160
	0,40	730	192
	0,50	830	242
	0,60	973	266
	0,80	1213	403
	1,00	1595	524
Żelbetowe WIPRO	1,20	1643	622
	0,50	880	292
	0,60	1017	310
	0,80	1272	462
	1,00	1636	583
PVC firmy Wavin	1,20	1852	831
	0,20	519	442
	0,315	653	537
	0,40	782	640
	0,50	977	795

Z danych przedstawionych w tabelach widać, jak duży wpływ na koszty budowy sieci kanalizacyjnych ma głębokość ułożenia kanałów oraz konieczność umocnienia wykopów. Należy zwrócić uwagę, że ceny nie uwzględniają kosztów odwodnienia wykopów, które przy płytce zalegających wodach gruntowych stanowią poważną pozycję.

Podstawowym, bardzo przydatnym wskaźnikiem dla planowania przestrzennego jest długość sieci kanalizacyjnej przypadająca na 1 mieszkańca. Wartość tego wskaźnika dla kanalizacji ogólnospławnej i sanitarnej w miastach, obliczona dla Polski na podstawie danych GUS-u, wyniosła w 2002 r. średnio 3,0 m na mieszkańca i wahała się od 2,18 m na mieszkańca w woj. mazowieckim i śląskim do 8,4 m na mieszkańca w woj. podkarpackim. W miastach Małopolski wskaźnik ten wyniósł średnio 3,9 m na mieszkańca.

Obliczona na podstawie własnych badań ankietowych oraz danych z kilkunastu miast wartość analizowanego wskaźnika przedstawia się następująco:

- 3,5-4,0 m na mieszkańca przy systemie ogólnospławnym,
  - 4,5-6,0 m na mieszkańca przy systemie rozdzielczym,
- w ujęciu szczegółowym dla:
- budownictwa wielorodzinnego średnio ok. 2,3 m na mieszkańca (1,2-3,2),
  - budownictwa jednorodzinnego:
  - zabudowa skupiona ok. 8,0 m/mieszkańca,
  - zabudowa wolnostojąca ok. 16,0 m/mieszkańca.

Tabela 3

Ceny sieci kanalizacyjnych w zł/1 mb w zależności od głębokości montażu i rodzaju wykopów [11]

Rodzaj rur	Średnica (m)	W wykopach umocnionych montaż na głębokości (w m)				W wykopach nieumocnionych montaż na głębokości (w m)			
		3,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Betonowe WIPRO	0,20	535	794	978	1163	121	175	232	301
	0,30	630	922	1131	1340	160	214	272	342
	0,40	730	1066	1306	1546	192	248	307	379
	0,50	830	1200	1463	1686	242	299	359	431
	0,60	973	1423	1741	2059	266	324	385	458
	0,80	1213	1737	2107	2477	403	464	527	602
	1,00	1595	2064	2495	2926	524	586	652	728
	1,20	1643	2324	2808	3292	622	686	753	831
Żelbetowe WIPRO	0,50	880	1250	1513	1737	292	349	410	482
	0,60	1017	1467	1784	2102	310	367	429	501
	0,80	1272	1795	2166	2536	462	522	586	661
	1,00	1636	2122	2553	2985	583	645	710	787
	1,20	1852	2533	3017	3501	831	895	962	1040

Dla porównania, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. [12] przy wyznaczaniu obszaru aglomeracji wskaźnik długości sieci kanalizacyjnej obliczany jako stosunek przewidywanej do obsłużenia przez system kanalizacji zbiorczej liczby mieszkańców aglomeracji i niezbędnej do zrealizowania długości sieci (łącznie z kolektorami i przewodami tłocznymi doprowadzającymi ścieki do oczyszczalni) nie może być mniejszy niż 120 mieszkańców na 1 km sieci (tj. nie więcej niż ok. 8,3 m na mieszkańca).

### Uwagi końcowe

Na zakończenie należy podkreślić, że obliczone i przedstawione w artykule koszty i wskaźniki należy traktować jako orientacyjne. Są one bowiem, jak zwracano wcześniej uwagę, bardzo zróżnicowane w zależności od warunków lokalnych i zależą od wielu czynników. Mogą być one wykorzystywane przede wszystkim w opracowaniach koncepcyjnych i projektowych dla potrzeb planowania przestrzennego oraz być pomocne szczególnie w negocjacjach z gminami odnośnie do rozwiązań w zakresie odprowadzania i oczyszczania

ścieków, mogą też służyć do weryfikowania polityki i kierunków rozwoju analizowanego systemu infrastruktury technicznej.

## Literatura

Wydawnictwa zwarte i artykuły

1. Bernacka J., Pawłowska K., Krobski A., 2001, *Wysokoefektywne oczyszczalnie ścieków w Polsce w świetle procesów dostosowawczych do przepisów Unii Europejskiej*, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
2. Denczew S., Królikowski A., 2002, *Podstawy nowoczesnej eksploatacji układów wodociągowych i kanalizacyjnych*, Warszawa, Arkady.
3. Heidrich Z., Stańko G., 2002, *Dane wyjściowe do projektowania miejskich oczyszczalni ścieków*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 7.
4. Imhoff K. i K. R., 1996, *Kanalizacja miast i oczyszczalnie ścieków*. Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO, Bydgoszcz.
5. *Inwestycje komunalne w ochronie środowiska. Poradnik inwestora*, 1995, cz. II. *Ochrona wód*, PROEKO Sp. z o.o., Warszawa.
6. Mucha Z., 2005, *Jednostkowe koszty inwestycyjne małych oczyszczalni ścieków*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 9.
7. Pawłowska K., Mądry T., 2005, *Nowe tendencje w rozwoju miast w zakresie gospodarki ściekowej*. Instytut Rozwoju Miast, Kraków.
8. Pawłowska K., 2003, *Zagadnienie jakości i ochrony wód w świetle standardów Unii Europejskiej oraz przepisów polskich*. maszynopis Instytut Rozwoju Miast, Kraków.
9. Pęczek R., 2004, *Analiza możliwości zmniejszenia globalnych kosztów funkcjonowania oczyszczalni Gdańsk-Wschód*, SNG, Biuro Studiów, Gdańsk.
10. *Wodociągi i kanalizacja w Polsce. Tradycja i współczesność*. red. Dymaczewski Z., Sozański M. M., 2002, Poznań-Bydgoszcz.
11. *Zbiór jednostkowych wskaźników cenowych z zakresu budownictwa ogólnego, mieszkaniowego oraz przemysłowego na roboty inwestycyjne*. BISTYP CONSULTING Sp. z o.o., 2004.

Akty prawne

12. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. *Prawo wodne* Dz. U. 01.115.1229 z późniejszymi zmianami.
13. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004 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. 04.168.1763.
14. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie sposobu wyznaczania obszaru i granic aglomeracji*, Dz. U. 04.283.2841.

## Streszczenie

Nadal bardzo aktualny i ważny, często dyskutowany i kontrowersyjny w wielu miastach jest wybór systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków oraz ostateczny zasięg układów centralnych i lokalnych. Dotyczy to w szczególności nowej zabudowy na terenach silnie urbanizujących się obrzeży miast, a także gmin podmiejskich i terenów wiejskich. W celu ułatwienia na etapie planowania przestrzennego wyboru właściwych rozwiązań przedstawiono dane z literatury krajowej i zagranicznej oraz wyniki i obliczenia z własnych badań ankietowych dotyczących szacunkowych nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacji oczyszczalni ścieków. Przedstawiono je dla obiektów różnej wielkości w funkcji średniobowej ilości ścieków. Należy podkreślić, że nie jest możliwe określenie uniwersalnych kosztów budowy i eksploatacji systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków, bowiem bardzo się one różnią zależnie od wielu czynników (uwarunkowania środowiskowe, urbanistyczne, infrastrukturalne). Jest oczywiste, że nakłady inwestycyjne zależą przede wszystkim od wiel-

kości oczyszczalni ścieków (określonej za pomocą przepustowości i równoważnej liczby mieszkańców), jakości dopływających ścieków, efektywności oczyszczalni, metody i technologii oczyszczania, rozwiązań techniczno-technologicznych, metody utylizacji i unieszkodliwiania osadów ściekowych, nowoczesności inwestycji, dostępności i kosztu wykupu terenu, warunków gruntowo-wodnych, kosztów doprowadzenia mediów, dróg dojazdowych itd.

Koszty realizacji małych oczyszczalni ścieków mogą się znacznie różnić m.in. w zależności od metody oczyszczania i przyjętych rozwiązań, od tego czy są one umieszczone w budynku lub częściowo obudowane, pracują automatycznie, z wizualizacją komputerową, z dodatkowym chemicznym strącaniem, odwadnianiem w filtrze workowym itd.

Do oszacowania nakładów inwestycyjnych szczególnie przydatne są wskaźnikowe koszty ich budowy. Należą do nich przede wszystkim koszty jednostkowe w funkcji średniodobowej ilości ścieków (w zł/m<sup>3</sup>·d) oraz w przeliczeniu na 1 mieszkańca równoważnego (w zł/RM). Jednostkowe koszty budowy oczyszczalni ścieków w funkcji średniodobowej ilości ścieków wraz z liniami trendów przedstawiono na ryc. 2. Na ryc. 3 porównano jednostkowe koszty oczyszczania ścieków również w funkcji średniodobowej ilości ścieków.

Bardzo wyraźne zmniejszanie się jednostkowych kosztów budowy i eksploatacji w miarę wzrostu przepustowości oczyszczalni ścieków stanowi potwierdzenie ogólnego prawa większej efektywności ekonomicznej inwestycji dużych w porównaniu z małymi. Dotyczy to wszystkich rodzajów oczyszczalni, zarówno mechaniczno-biologicznych jak i mechaniczno-biologiczno-chemicznych oraz z podwyższonym usuwaniem biogenów. Problem ten jest istotny, bowiem w Polsce zdecydowanie przeważają małe i średnie oczyszczalnie, a obiekty o przepustowości do 500 m<sup>3</sup>/d stanowią aż około 66% ogółu oczyszczalni w kraju.

W artykule podano również ceny sieci kanalizacyjnej oraz zwrócono szczególną uwagę na czynniki, które decydują o kosztach jej budowy, tj. głębokość ułożenia kanałów i warunki gruntowo-wodne. Podano obliczone na podstawie własnych badań ankietowych wskaźniki długości sieci kanalizacyjnej przypadające na 1 mieszkańca dla różnych systemów kanalizacji oraz rodzaju i stopnia intensywności zabudowy.

Przedstawione w artykule szacunkowe wskaźniki i koszty, w tym jednostkowe, mogą być szczególnie przydatne dla potrzeb projektowania systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków w planowaniu przestrzennym, w negocjacjach z gminami oraz w weryfikacji polityki rozwoju analizowanego systemu infrastruktury technicznej.

## **CAPITAL EXPENSES AND OPERATING COSTS OF THE SEWAGE DISPOSAL AND TREATMENT SYSTEMS**

**Abstract.** This article specifies, based on literature and own surveys, the estimated construction and operation costs of a sewage treatment plant for the average daily sewage quantity, as well as the general construction costs of canals, supplemented with specific cost indicators and unit costs. The authors also present basic problems and conditions, as well as new trends and directions of the development of sewage disposal and treatment.

**Key words:** sewage management, sewage treatment plants, sewage systems, capital expenditures, operating costs, unit costs

mgr Krystyna Pawłowska  
Instytut Rozwoju Miast, Kraków  
mgr inż. Teresa Mądry  
Instytut Rozwoju Miast, Kraków