



POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ź Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A

NR

15

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



Struktura kosztów budowy i eksploatacji zewnętrznych przewodów kanalizacyjnych

Jerzy Bykowski

*Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego - Poznań*

1. Wstęp

Przy stosunkowo wysokim stopniu zwodociągowania obszarów wiejskich, szczególnego znaczenia nabierają potrzeby w zakresie budowy kanalizacji i oczyszczania ścieków [1÷6]. Przykładowo w województwie poznańskim, w ramach programu inwestycyjnego w latach 1994÷2010 i po 2010 roku, przewiduje się wykonanie 1553 kilometrów sieci kanalizacji zbiorczej oraz skanalizowanie 314 wsi sołeckich (Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu, 1994) [5]. Odprowadzenie ścieków może odbywać się w systemie kanalizacji grawitacyjnej (konwencjonalnej) oraz w coraz częściej stosowanych systemach niekonwencjonalnych, do których zaliczamy między innymi system kanalizacji ciśnieniowej. System ten ma zastosowanie głównie w miejscach, gdzie ułożenie sieci grawitacyjnej wiązałoby się z koniecznością wykonania głębokich wykopów (Ways 1995) [4]. Z uwagi na dużą kapitałochłonność tak grawitacyjnych jak i ciśnieniowych systemów kanalizacyjnych, istotna jest znajomość struktury kosztów ich budowy oraz eksploatacji (Żuchowicki i zespół) [6].

2. Metodyka badań

Do analizy struktury kosztów wytypowano 16 zadań inwestycyjnych, obejmujących 12 obiektów kanalizacji grawitacyjnej i 4 obiekty kanalizacji ciśnieniowej, realizowanych w ostatnich 5-ciu latach na wiejskich obszarach województwa poznańskiego. Długość analizowanych odcinków zewnętrznych przewodów kanalizacyjnych wynosiła od 125 do 8348 metrów. Projektowane średnice rurociągów wynosiły od 160 do 450 mm (system grawitacyjny) i od 90 do 160 mm (system ciśnieniowy). We wszystkich przypadkach stosowano rury z PCW.

Podstawę analizy struktury kosztów robót stanowią przedmiary zadań inwestycyjnych oraz obliczone dla nich metodą szczegółową kosztorysy inwestorskie. Do obliczeń zastosowano program komputerowy SYKAL firmy „Softbud” z Poznania. Program (wersja v. 9.0 p) umożliwia wykonanie kosztorysów inwestorskich

zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 roku, w sprawie metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego (Dz.U.nr140, poz.793). Szacowanie kosztów robót formułą kosztorysu inwestorskiego zapewnia ujednolicony wynik kalkulacji inwestycji. Obliczenia wykonano według cen i stawek obowiązujących w I kwartale 1998 roku, przyjmując stawkę robocizny w wysokości 5,65 PLN/godz., wskaźnik kosztów zakupu materiałów – 13,3%, wskaźnik kosztów pośrednich – 63,7% oraz wskaźnik zysku – 5%. W obliczeniach nie uwzględniono podatku od towarów i usług (VAT), którego zasady kalkulacji regulują odrębne przepisy prawne.

W kosztach eksploatacji przewodów analizowanych systemów kanalizacyjnych uwzględniono koszt zużycia energii elektrycznej (systemy ciśnieniowe) oraz obliczone wskaźnikowo koszty konserwacji urządzeń, przyjmowane w wysokości 1,5% wartości nakładów inwestycyjnych (Wierzbicki 1997). Istotny udział w kosztach eksploatacji ma też koszt amortyzacji urządzeń przyjmowany w wysokości 4% nakładów inwestycyjnych oraz inne koszty eksploatacji (administracyjne) szacowane na 25% kosztów konserwacji.

3. Wyniki badań

3.1. Struktura ceny kosztorysowej

Analizę struktury ceny kosztorysowej inwestycji przeprowadzono dzieląc wykonywane prace na 3 podstawowe grupy robót: roboty przygotowawcze i odtworzeniowe, roboty ziemne i roboty montażowe.

Roboty przygotowawcze i odtworzeniowe obejmują prace wykonywane przed i po wykonaniu właściwych robót ziemnych. W szczególności zalicza się do nich karczowanie drzew i krzewów, roboty pomiarowe oraz roboty rozbiórkowe nawierzchni drogowych, chodników lub budowli, z ewentualnym ich odtworzeniem. Należy podkreślić, że zarówno zakres jak i koszt omawianych prac nie zależą bezpośrednio od rodzaju układanego przewodu kanalizacyjnego, lecz warunków miejscowych. Analiza przedmiarów wykazała, że roboty przygotowawcze i odtworzeniowe były niezbędne na połowie z badanej liczby 16 zadań inwestycyjnych. Jak wynika z tabeli 1, obliczona wartość kosztorysowa tych robót wynosi od 0,5 do 37,6 tys. PLN (średnio 25 tys. PLN), w przeliczeniu na kilometr układanego rurociągu. Stanowi to odpowiednio od 0,8 do 20% całkowitej ceny inwestycji. Tak istotne zróżnicowanie kosztów jest efektem różnorodności warunków prowadzenia robót, również na obszarach wiejskich. Na dochodzące do 1/5 wartości obliczonej ceny kosztorysowej koszty robót przygotowawczych i odtworzeniowych wpłynęły bowiem głównie kosztowne

prace związane z rozebraniem i ponownym ułożeniem nawierzchni drogowej i chodników.

Tabela 1. Struktura ceny kosztorysowej wykonania zewnętrznych przewodów kanalizacji grawitacyjnej i ciśnieniowej

Table 1. The structure of cost calculation of build gravitation and pressure sewage system outside

Roboty Works	Rodzaj kanalizacji Sewage system	Cena kosztorysowa (tys. PLN/km) Calculation prise		% całk. ceny kosztorysowej Percent of total calculation prise	
		min	max	min	max
Przygotowawcze i odtworzeniowe Preparatory and reconstruction	1-grawitacyjna gravitation	–	37,6	0	11,5
	2-ciśnieniowa pressure	0,5	18,1	0,8	20,0
Ziemne Earthwork	1-grawitacyjna gravitation	28,8	150,8	23,1	52,7
	2-ciśnieniowa pressure	23,1	62,0	32,0	68,5
Montażowe Instalation	1-grawitacyjna gravitation	115,0	198,1	40,2	74,5
	2-ciśnieniowa pressure	6,0	26,4	15,0	36,5

Koszty wykonania robót ziemnych stanowią jedną z głównych pozycji struktury ceny kosztorysowej inwestycji kanalizacyjnych. Dla rurociągów grawitacyjnych obliczona ich wartość wyniosła od 28 do 150 tys. PLN w przeliczeniu na kilometr trasy przewodu (średnio 67 tys. PLN), co stanowi od 23 do 53% wartości kosztorysowej inwestycji (tabela 1). Zdecydowanie niższe koszty wykonania omawianych robót, od 23 do 62 tys. PLN (średnio 37 tys. PLN) na 1 km trasy, odnotowano dla kanalizacji ciśnieniowej. Potwierdza to jedną z podstawowych zalet tego typu rozwiązania, a mianowicie zmniejszenie rozmiaru robót ziemnych, z tytułu mniejszych głębokości układania przewodów, w porównaniu z systemem grawitacyjnym. Ma to miejsce szczególnie w terenach płaskich. Na wysokie koszty wykonania robót ziemnych, przy realizacji systemów kanalizacji grawitacyjnej, wpływają przede wszystkim kosztowne umocnienia głębokich ścian wykopu oraz często konieczność jego odwodnienia.

Na wartość kosztorysową robót montażowych składają się koszty wbudowanych rur i ich montażu, koszt wykonania studni rewizyjnych oraz koszt przeprowadzenia niezbędnych prób szczelności. Obliczona cena kosztorysowa montażu zewnętrznych przewodów kanalizacji grawitacyjnej wynosi od 115 do 198 tys. PLN, średnio 151 tys. PLN w przeliczeniu na kilometr rurociągu. Sta-

nowi to od 40 do 74% wartości kosztorysowej inwestycji. W systemie kanalizacji ciśnieniowej koszt ten jest około 6-krotnie niższy i wynosi od 6 do 26 tys. PLN. Wynika to przede wszystkim z różnic średnicy układanych przewodów i związaną z tym technologią robót. Należy jednak mieć na uwadze, że w analizie kosztów robót montażowych nie uwzględniono kosztów wykonania przepompowni tranzytowych, szacowany na kwotę od 5 do 7 tys. PLN.

Konieczność stosowania przepompowni ścieków w systemach ciśnieniowych jest też związana ze wzrostem kosztów eksploatacji rurociągów.

3.2. Koszty eksploatacji

Zgodnie z przyjętą metodyką, koszty eksploatacji obliczono wskaźnikowo, uwzględniając dla przewodów kanalizacji ciśnieniowej koszt zużycia energii elektrycznej na przepompowanie ścieków.

Tabela 2. Struktura obliczonych rocznych kosztów eksploatacji zewnętrznych przewodów kanalizacji grawitacyjnej i ciśnieniowej

Table 2. The structure of year cost of exploitation of outside sewage gravitation and pressure system

Rodzaj kanalizacji Sewage system	Koszty eksploatacji (tys. PLN/km) Cost of exploitation								
	Energia elektrycz. Electric power	Konservacja Conservation		Amortyzacja Amortization		Inne Other		Razem Total	
		min	max	min	max	min	max	min	max
grawitacyjna gravitation	–	1,9	4,9	5,0	13,1	0,5	1,2	7,4	19,2
ciśnieniowa pressure	0,3	0,9	1,4	2,4	3,6	0,2	0,3	3,8	5,6

Do obliczenia zużycia energii elektrycznej przyjęto pompę z rozdrabniaczem o zapotrzebowaniu mocy 2,0 kW, obsługującej 5-cio osobowe gospodarstwo domowe. Przy ilości odprowadzanych ścieków w ilości 600 litrów (5x120 l/dobę), czas pracy pompy dla gospodarstwa nie przekroczy 6 minut na dobę (Chlipalski 1993). Zakładając średnią rozstawę gospodarstw co 50 metrów (20 gospodarstw na kilometrze przewodu kanalizacyjnego oraz przeciętny czas pracy pompy 23 godziny w roku (Kopacz, Myczka 1994), roczne zużycie energii elektrycznej wynosi 920 kWh. Przyjmując jednostkową cenę energii elektrycznej w wysokości 0,28 PLN/kWh (taryfa C 11 – stawki opłat taryfowych obowiązujących od 1 stycznia 1998 roku w Energetyce S.A), roczny koszt energii elektrycznej wynosi 0,3 tys. PLN.

Jak wynika z tabeli 2, obliczone roczne koszty eksploatacji kilometra przewodu kanalizacji grawitacyjnej wynoszą od 7,4 do 19,2 tys. PLN.

Dla przewodów kanalizacji ciśnieniowej koszty te wynoszą od 3,8 do 5,6 tys. PLN i są od 2 do 4 razy mniejsze niż kanalizacji grawitacyjnej. Należy zauważyć, że głównym składnikiem struktury kosztów eksploatacji (około 60%) zewnętrznych przewodów kanalizacyjnych jest koszt amortyzacji urządzeń, których okres eksploatacji technicznej przyjęto na 25 lat.

4. Wnioski

Analiza struktury ceny kosztorysowej budowy i eksploatacji 16 zadań inwestycyjnych zewnętrznych przewodów kanalizacji grawitacyjnej i ciśnieniowej w terenach wiejskich pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Roboty przygotowawcze i odtworzeniowe, których zakres nie zależy bezpośrednio od rodzaju kanalizacji, były niezbędne na 50% analizowanych zadań inwestycyjnych. Główną pozycję tych kosztów dochodzących do 20% wartości kosztorysowej zadania, stanowią prace związane z rozebraniem i ponownym ułożeniem nawierzchni drogowej i chodników.
2. Koszty robót ziemnych przy wykonywaniu kanalizacji ciśnieniowej są około 2-krotnie niższe, niż w przypadku kanalizacji grawitacyjnej. Wynika to przede wszystkim z możliwości układania przewodów na mniejszych głębokościach, szczególnie w terenach płaskich oraz zmniejszonego zakresu robót związanych z umocnieniem ścian i odwodnienia wykopów.
3. Stwierdzono, że koszty robót montażowych kanalizacji ciśnieniowej mogą być do 6 razy niższe, w porównaniu z kanalizacją grawitacyjną. Różnice są efektem możliwości stosowania mniejszych średnic rurociągów i związanej z tym innej technologii ich układania.
4. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że koszty eksploatacji przewodów kanalizacji ciśnieniowej mogą być od 2 do 4-krotnie mniejsze niż systemów grawitacyjnych. Głównym składnikiem struktury kosztów eksploatacji (do 60%), niezależnie od stosowanego systemu, jest amortyzacja urządzeń.

Literatura

1. **Chlipalski J.:** Projektowanie kanalizacji ciśnieniowej. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 7, 188-191, 1993.
2. **Kopacz T., Myczka J.:** Autonomiczna kanalizacja ciśnieniowa. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 9, 282-284, 1994.

3. **Ways M.:** Kanalizacja ciśnieniowa w świetle dotychczasowych doświadczeń krajowych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 9, 308-309, 1995.
4. **Wierzbicki K.:** Możliwości stosowania nowoczesnych systemów kanalizacji na terenach wiejskich. IBMER, Warszawa, 166, 1997.
5. Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu. Program działań w zakresie poprawy gospodarki wodnej w rolnictwie na terenach województwa poznańskiego. Poznań, 21, 1994.
6. **Żuchowicki W., Twardowska W., Kuczyński W., Hryniewicz T.:** Failure Analysis of Water-pipe Networks in the Towns of Central Pomerania, Poland. International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering, Dubrownik Sep. 14÷18 1998, Volume 2 s. 105÷117, 1998.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki obliczeń kosztów budowy i eksploatacji 12 obiektów kanalizacji grawitacyjnej i 4 obiektów kanalizacji ciśnieniowej. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że w warunkach wiejskich roboty przygotowawcze i wykończeniowe były niezbędne w połowie z analizowanej liczby 16 zadań inwestycyjnych. Koszt robót ziemnych przy wykonaniu kanalizacji ciśnieniowej był około 2-krotnie mniejszy niż w przypadku kanalizacji grawitacyjnej. Głównym składnikiem kosztów eksploatacji (do 60%), niezależnie od stosowanego systemu, jest amortyzacja urządzeń.

Słowa kluczowe: koszty, budowa, eksploatacja, przewody kanalizacyjne

The cost structure of build and exploitation of external sewage system pipes

Abstract

Results of build and exploitation cost calculation of 12 gravitation and 4 pressure sewage systems are presented in the paper. The calculation shows that at rural areas preliminary and final works were necessary in the half of all analyzed objects. The cost of earthworks for gravitation sewage systems was two times higher than the one for pressure systems. The main element in exploitation cost structure was devices amortization (up to 60%), independently of used sewage system.

Key words: cost, building, exploitation, sewage system pipes