

Ewa RAUBA, Rafał MIŁASZEWSKI

Katedra Zarządzania Produkcją
Politechnika Białostocka
Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska
Politechnika Białostocka

KOSZTY FUNKCJONOWANIA SYSTEMÓW ZAOPATRZENIA W WODĘ

CAPITAL AND OPERATING COSTS OF WATER SUPPLY SYSTEMS

The cost systems used in water supply and sewage utilities and their legal organizational structures are discussed in the initial part of the paper. Next, total and unit indices of investment outlays and operational costs of elements of the water supply system are reviewed. They include water intakes, water treatment plants and water transmission mains. Cost indices are presented in table and graphic form. Examples of operational costs of the water supply and sewage utility located in the town of Giżycko, in the Masurian lake district, are also discussed.

1. Wprowadzenie

Zbiorowe zaopatrzenie w wodę i zbiorowe oczyszczanie ścieków odbywa się przy pomocy systemów wodociągowych i kanalizacyjnych. Określenia „wodociągi” używa się w szerszym kontekście niż tylko w znaczeniu przewodów przesyłających wodę. Obejmuje ono także urządzenia, które służą do poboru wody oraz poprawy jakości wody, aby spełniała ona określone wymagania, czyli urządzenia do uzdatniania wody.

Mimo rozwoju sieci wodociągowych w ciągu ostatnich lat można zauważyć w Polsce stały spadek zużycia wody w gospodarstwach domowych. W 1995 roku 1 osoba korzystająca z sieci wodociągowej zużyła w ciągu roku 61,7 m³ wody, a w 2010 roku już tylko 35,2 m³. Taka sytuacja ma wpływ na wzrost jednostkowych kosztów produkcji wody.

Usługi zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego oczyszczania ścieków realizowane są przez przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne. Zgodnie z polskim prawem wysokość cen za wodę i ścieki należy ustalać tak, aby zapewnić eliminację subsydiowania skrośnego. Oznacza to zatem, że koszty obu usług należy rozpatrywać osobno [9].

Istotny wpływ na strukturę kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa ma jego forma organizacyjno-prawna. Spośród przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych realizujących w Polsce zbiorowe zaopatrzenie w wodę i zbiorowe odprowadzanie ścieków, 61,3% funkcjonowało w formie spółek prawa handlowego, 31,2% – zakładów budżetowych, 2,2% – jednostek budżetowych oraz 5,3% w pozostałych formach organizacyjno-prawnych.

Zasadniczy udział w kosztach usług wodociągowo-kanalizacyjnych stanowią koszty:

- wynikające z inwestycji modernizacyjno-rozwojowych i ochrony środowiska;
- eksploatacji i utrzymania, w tym koszty związane z zatrudnieniem pracowników.

Świadczenie usług wodociągowych i kanalizacyjnych charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem wartości majątku trwałego jednostki wodociągowo-kanalizacyjnej do rocznych kosztów eksploatacji tzw. kapitałochłonnością. Kapitałochłonność jest ściśle powiązana z możliwością prowadzenia przez jednostkę wodociągowo-kanalizacyjną samodzielnej polityki rozwojowej i modernizacyjnej posiadanej infrastruktury [5].

2. Klasyfikacja kosztów funkcjonowania przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych

Przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne mogą stosować różne sposoby grupowania i klasyfikacji kosztów własnych. Można wyróżnić trzy podstawowe układy klasyfikacyjne:

- układ rodzajowy,
- układ stanowiskowo-kalkulacyjny,
- układ ekonomiczny.

Koszty własne przedstawione w układzie rodzajowym, zgrupowane są w takiej postaci, w jakiej ponoszą je przedsiębiorstwa. Układ kosztów może być następujący:

1. Koszty materialne:
 - zużycie materiałów i środków nietrwiałych,
 - energia,
 - amortyzacja,
 - usługi transportowe,
 - usługi remontowe,
 - inne usługi
2. Koszty niematerialne:
 - wynagrodzenia,
 - narzuty na płace,
 - odpisy na fundusze,
 - podatki, usługi bankowe,
 - inne usługi niematerialne.

Głównym zadaniem klasyfikacji kosztów w układzie rodzajowym jest stworzenie podstawy do poznania struktury kosztów.

Udział poszczególnych kosztów w kosztach ogółem w układzie rodzajowym dla różnych form organizacyjno-prawnych przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Struktura kosztów funkcjonowania przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych w Polsce w układzie rodzajowym

Tab. 1. The structure of costs for operating water supply and sewage utilities in Poland in the generic pattern

Rodzaj kosztów	Udział poszczególnych rodzajów kosztów %		
	przedsiębiorstwo S.A.	przedsiębiorstwo spółka z o.o.	zakład budżetowy
amortyzacja	25,54	19,09	-
materiały	6,78	11,92	18,0
energia	4,46	7,88	8,8
wynagrodzenia z narzutami	23,04	41,32	31,30
usługi transportowe	0,16	0,57	0,7
usługi remontowe	13,63	1,11	13,4
inne usługi	3,70	8,81	8,9
podatki i opłaty w tym opłaty za pobór wody i odprowadzanie ścieków	13,63	8,51	16,9
pozostałe koszty	7,09	0,79	2,0

Źródło: [7]

Source: [7]

Według danych zawartych w tabeli 1 w przypadku wszystkich form przedsiębiorstw najistotniejszą pozycję w kosztach stanowią płace wraz z narzutami oraz amortyzacja.

Układ rodzajowy kosztów, stosowany powszechnie w przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych, nie daje jednak obrazu kosztów świadczenia usług wodnych w odniesieniu do poszczególnych grup odbiorców usług. Układ rodzajowy kosztów może być wykorzystany do ogólnej oceny charakteru działalności eksploatacyjnej przedsiębiorstwa wodociągów i kanalizacji. Jest on również pomocny w planowaniu płac, zaopatrzenia i finansów [10].

Natomiast, jeżeli chcemy grupować koszty w zależności od miejsca ich powstawania należy przedstawić je w układzie stanowiskowo-kalkulacyjnym. Można wówczas wyodrębnić następujące stanowiska i odpowiadające im koszty:

- ujęcie wody,
- uzdatnianie wody,
- tłoczenie wody,
- sieć wodociągowa,
- wodomierze.

W obrębie poszczególnych miejsc powstawania kosztów można przeprowadzić dalszy podział kosztów na koszty bezpośrednie i pośrednie. Do kosztów bezpośrednich zalicza się koszty technologiczne obejmujące czynniki biorące bezpośredni udział w eksploatacji wodociągów. Koszty pośrednie wiążą się natomiast z kosztami ogólnymi obejmującymi koszty kierowania i organizacji pracy, koszty utrzymania budynków, ogrzewania, oświetlenia, czystości, BHP itp.

Zadaniem kalkulacyjnego układu kosztów jest określenie jednostkowego kosztu poszczególnych rodzajów kosztów, a także jednostkowych kosztów działań składających się na daną usługę, np.:

- jednostkowy koszt poboru wody z ujęcia wyrażony w $\text{zł}/\text{m}^3$,
- jednostkowy koszt eksploatacji stacji uzdatniania wody w $\text{zł}/\text{m}^3$,
- jednostkowy koszt gospodarki wodomierzowej w $\text{zł}/\text{wodomierz}$ lub w $\text{zł}/\text{m}^3$ wody,
- jednostkowy koszt eksploatacji sieci wodociągowej wyrażony w $\text{zł}/\text{m}$ sieci.

W układzie ekonomicznym koszty dzieli się na koszty stałe i koszty zmienne. Koszty stałe obejmują te koszty, które w pewnych granicach zmian w ilości dostarczanej wody lub przyjmowanych ścieków, są niezmiennie. Natomiast koszty zmienne zależą od wzrostu lub spadku wielkości świadczonych usług. Do kosztów stałych zalicza się:

- płace z narzutami,
- amortyzację,
- koszty remontów,
- koszty ogólnozakładowe i wydziałowe.

Koszty zmienne obejmują zaś:

- koszty energii elektrycznej,
- koszty materiałów,
- opłaty ekologiczne,
- koszty wywozu i składowania osadów ściekowych [7].

Badania kosztów świadczenia usług wodociągowych i kanalizacyjnych przeprowadziło w 2004 roku Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych na zlecenie Ministerstwa Infrastruktury [1]. Analizy kosztów zostały opracowane na podstawie ankiet wypełnionych przez 110 przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych. Badane jednostki miały następującą formę organizacyjno-prawną:

- 88 spółek z o.o.,
- 6 spółek S.A.,
- 11 zakładów budżetowych,
- 3 jednostki budżetowe,
- 2 przedsiębiorstwa państwowe.

Koszty funkcjonowania przedsiębiorstw zostały przeanalizowane w układzie wymaganym przez rozporządzenie Ministra Budownictwa z 2006 roku [9]. Jest to układ rodzajowy. Nie odzwierciedla on jednak kosztów świadczenia usług wodnych. Bardziej przydatne byłoby przedstawienie kosztów w układzie kalkulacyjnym. Przedsiębiorstwa nie prowadzą jednak ewidencji kosztów w tym układzie, a cena wody i ścieków często nie odzwierciedla kosztów wytworzenia usługi. Jednakże mimo to, układ kalkulacyjny daje obraz kosztów w odniesieniu do 1m^3 ścieków lub wody, to jednak nie mówi nic o udziale poszczególnych grup odbiorców usług w generowaniu przez nie kosztów przedsiębiorstwa.

Analizując koszty świadczenia usługi wodociągowej, wśród badanych przedsiębiorstw, stwierdzono, że odpisy amortyzacyjne nie zostały uwzględnione w 4 spółkach z o.o., 7 zakładach budżetowych oraz 2 jednostkach budżetowych. Ustalały one niezbędne przychody tylko na podstawie kosztów eksploatacji. Spłaty rat kapitałowych ponad wartość amortyzacji uwzględnione zostały tylko w 4 spółkach z o.o.

Odsetki od zaciągniętych kredytów i pożyczek nie były wykazywane w 67 spółkach z o.o., 2 jednostkach budżetowych oraz wszystkich spółkach S.A., przedsiębiorstwach państwowych i zakładach budżetowych. W wielu przedsiębiorstwach nie są także tworzone rezerwy na należności nieregularne (49 spółek z o.o., 3 spółki S.A., 7 zakładów budżetowych, 2 jednostki budżetowe) [1].

W przypadku wszystkich badanych przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych podstawę ustalania przychodów stanowiły przede wszystkim koszty eksploatacji i utrzymania.

3. Nakłady inwestycyjne na realizację systemów wodociągowych

Na system wodociągowy składają się trzy podstawowe elementy: ujęcie wody, stacja uzdatniania wody oraz przewody przesyłowe. Całkowite oraz jednostkowe koszty budowy urządzeń stanowiących system zbiorowego zaopatrzenia w wodę przedstawiono w tabelach 2 - 8 oraz na rysunkach 1-5.

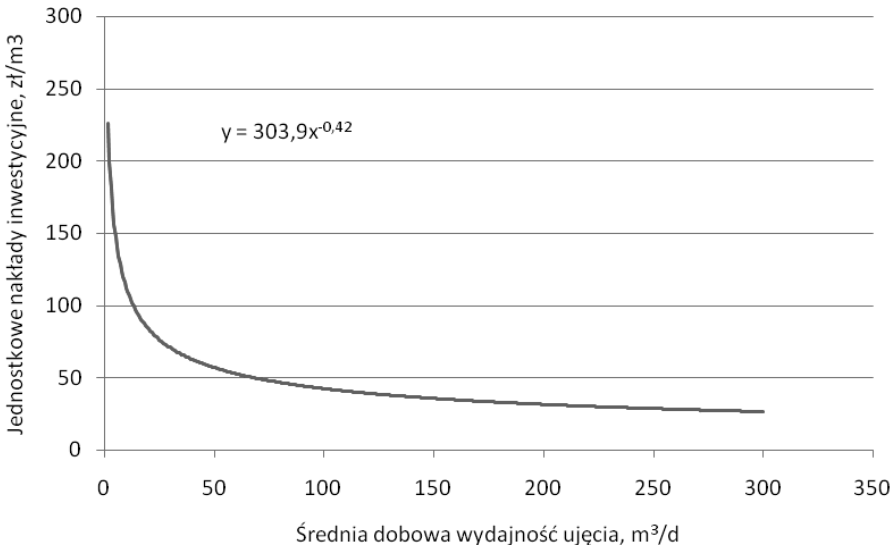
Tab. 2. *Orientacyjne nakłady inwestycyjne na budowę ujęć wody powierzchniowej (poziom cen 2011 roku)*

Tab. 2. *Approximate investment outlays on the construction of surface water intakes (level of prices for 2011)*

Srednia dobowa wydajność ujęcia tys. m ³ /d	Całkowite nakłady inwestycyjne tys. zł
2	558,00
5	792,69
10	1001,05
20	1379,43
50	2586,43
100	4143,07
200	6897,14
300	9311,15

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.



Rys. 1. Zależność jednostkowych nakładów inwestycyjnych na budowę ujęć wody powierzchniowej od ich wydajności.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 1. Relationship between unit investment outlays on construction of surface water intakes and their capacity

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Na rysunku 1. widać wyraźną zależność pomiędzy wydajnością ujęcia wody a nakładami inwestycyjnymi na każdy m³ pobieranej wody. Zależność tę można przedstawić za pomocą zamieszczonego na rysunku wzoru zależności potęgowej.

Tab. 3. Nakłady inwestycyjne na budowę ujęć wody podziemnej (poziom cen 2011 roku)

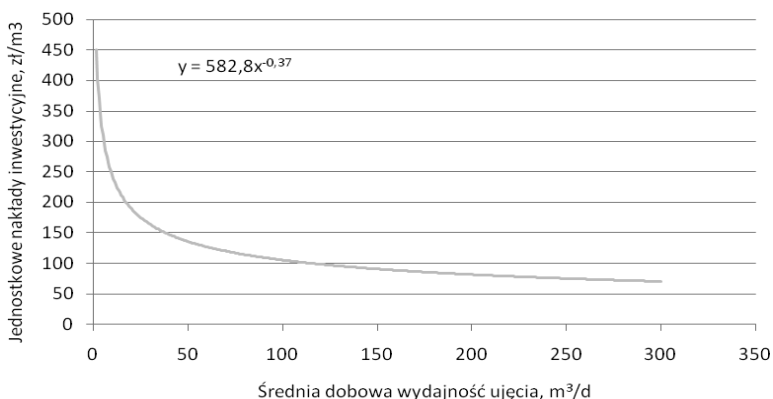
Tab. 3. Investment outlays on construction of ground water intakes (level of prices for 2011)

Średnia dobowa wydajność ujęcia tys. m ³ /d	Całkowite nakłady inwestycyjne tys. zł
2	900,38
5	1599,74
10	2471,13
20	3817,03
50	6782,03
100	10476,33
200	16182,85
300	20868,79

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8] oraz danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study based on [8] and own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Na rysunku 2 zilustrowano zależność jednostkowych nakładów inwestycyjnych na budowę ujęć wody podziemnej od ich wydajności.



Rys. 2. Zależność jednostkowych nakładów inwestycyjnych na budowę ujęć wody podziemnej od ich wydajności

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8] oraz danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 2. Relationship between unit investment outlays on construction of ground water intakes and their capacity

Source: own study based on [8] and own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

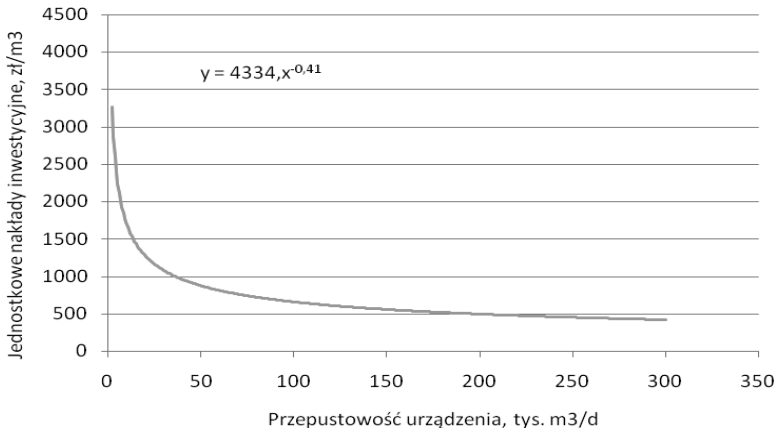
Tab. 4. Orientacyjne nakłady inwestycyjne na budowę stacji uzdatniania wody powierzchniowej wraz ze zbiornikami wody czystej (poziom cen 2011 roku)

Tab. 4. Approximate investment outlays on construction of a surface water treatment plants with clean water tanks (level of prices for 2011)

Przepustowość urządzenia tys. m ³ /d	Całkowite nakłady inwestycyjne tys. zł
2	7900,58
5	10051,16
10	15509,00
20	23730,49
50	42144,44
100	65302,57
200	101716,14
300	134956,55

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.



Rys. 3. Zależność jednostkowych nakładów inwestycyjnych na budowę stacji uzdatniania wody powierzchniowej wraz ze zbiornikami wody czystej od jej przepustowości

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 3. Relationship between unit investment outlays on construction of surface water treatment plants with clean water tanks and their capacity

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Wyraźna zależność pomiędzy przepustowością stacji uzdatniania wody a jednostkowymi kosztami jej budowy pozwala na określenie wzoru, który może posłużyć do określania wielkości nakładów przy znanej nam wydajności urządzenia.

Kilkunastokrotnie niższe nakłady inwestycyjne ponoszone są na stacje uzdatniania wody podziemnej niż na stacje uzdatniania wody powierzchniowej. Jest to związane z lepszą jakością wody podziemnej. Uzdatnianie wody podziemnej polega głównie na odżelazianiu i odmanganianiu. Niepotrzebne są to tego celu kosztowne urządzenia. Uzdatnianie takie odbywa się przy wykorzystaniu filtrów z piasku kwarcowego. Koszty budowy stacji wzrastają przy konieczności zastosowania uzdatniania chemicznego. Są one jednak nadal znacznie niższe niż w przypadku stacji uzdatniania wody powierzchniowej. Całkowite i jednostkowe nakłady na budowę stacji uzdatniania wody podziemnej przedstawiono w tabelach 5 i 6 oraz na rysunku 4.

Tab. 5. *Orientacyjne nakłady inwestycyjne na budowę stacji uzdatniania wody podziemnej – uzdatnianie fizyko-mechaniczne (poziom cen 2011 roku)*

Tab. 5. *Approximate investment outlays on construction of a ground water treatment plant – physicommechanical treatment (level of prices for 2011)*

Przepustowość urządzenia tys. m ³ /d	Całkowite nakłady inwestycyjne tys. zł
2	391,37
5	809,67
10	1389,95
20	2425,77
50	4990,11
100	91297,25
200	14859,87
300	20447,09

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8] oraz danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study based on [8] and on the basis of data from design offices and water and sewage utilities companies.

Tab. 6. Orientacyjne nakłady inwestycyjne na budowę stacji uzdatniania wody podziemnej – uzdatnianie fizyko-chemiczne (poziom cen 2011 roku)

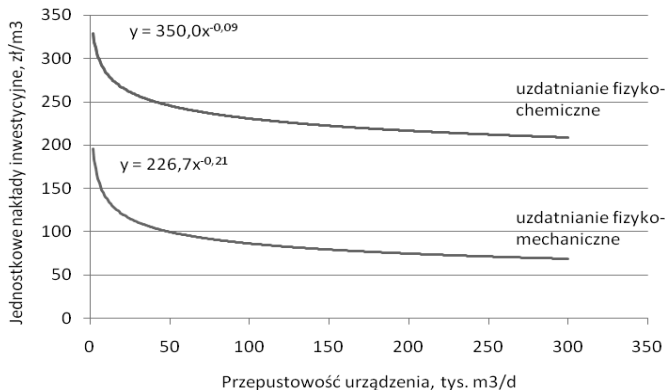
Tab. 6. Approximate investment outlays on construction of a ground water treatment plants – physicochemical treatment (level of prices for 2011)

Przepustowość stacji uzdatniania tys. m ³ /d	Całkowite nakłady inwestycyjne tys. zł
2	653,15
5	1518,18
10	2860,94
20	5338,92
50	12281,84
100	23065,87
200	43318,06
300	62627,62

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8] oraz danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study based on [8] and on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Zależność pomiędzy przepustowością stacji uzdatniania wody podziemnej a jednostkowymi nakładami inwestycyjnymi można przedstawić za pomocą funkcji potęgowej (rys. 4).



Rys. 4. Zależność jednostkowych nakładów na budowę stacji uzdatniania wody podziemnej od jej przepustowości

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8] oraz danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 4. Relationship between unit investment outlays on construction of surface water treatment plant with its capacity

Source: own study based on [8] and own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities companies.

Kolejnym elementem systemu wodociągowego jest pompownia wody. Nakłady inwestycyjne w zależności od przepustowości urządzenia prezentują tabela 7 i rysunek 5.

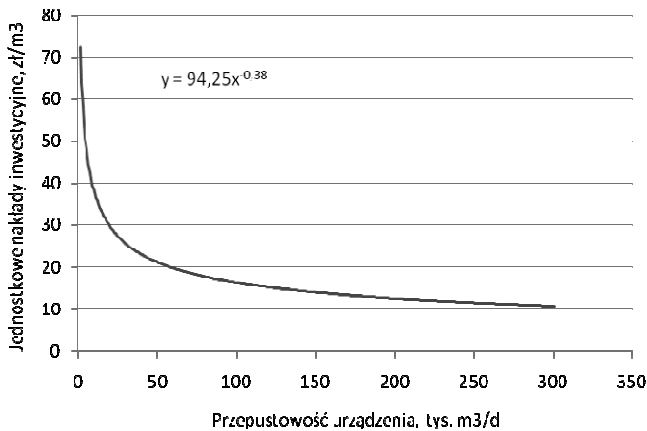
Tab. 7. Orientacyjne nakłady inwestycyjne na budowę pompowni wody (poziom cen 2011 roku)

Tab. 7. Approximate investment outlays on construction of a water pumping stations (level of prices for 2011)

Przepustowość stacji uzdatniania tys. m3/d	Całkowite nakłady inwestycyjne tys. zł
2	150,88
5	275,40
10	378,38
20	550,81
50	1034,57
100	1382,41
200	2552,90
300	3621,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study based on data from design offices and water and sewage utilities.



Rys. 5. Zależność jednostkowych kosztów budowy pompowni wody od przepustowości

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 5. Relationship between unit costs of constructing a water pumping station and its capacity

Source: own study based on data from design offices and water and sewage utilities.

Z danych przedstawionych na rysunkach 1-5 wynika, że jednostkowe koszty budowy podstawowych urządzeń do uzdatniania wody maleją wraz ze wzrostem ich przepustowości.

Znaczną część nakładów finansowych przeznaczonych na budowę i rozbudowę systemów zaopatrzenia w wodę stanowią koszty budowy układów rozprowadzających wodę. Wielkość nakładów zależy od lokalizacji odbiorców wody. Znajomość przestrzennego rozkładu kosztów dostawy wody może mieć zastosowanie do różnicowania opłat za jednostkę objętości wody dostarczanej do określonych dzielnic miasta lub części regionu. Zróżnicowanie cen wody może stać się instrumentem polityki lokalizacyjnej w trakcie realizacji planów zagospodarowania przestrzennego [2].

W tabeli 8 przedstawiono nakłady inwestycyjne na budowę przewodów wodociągowych.

Tab. 8. *Orientacyjne nakłady inwestycyjne na budowę przewodów przesyłowych (poziom cen 2011 roku)*

Tab. 8. *Approximate investment outlays on construction of water transmission mains (level of prices for 2011)*

Przepustowość tys. m³/d	Nakłady inwestycyjne tys. zł/1000 m
2	689,72
5	996,25
10	1386,61
20	1994,90
50	2672,64
100	4076,02
200	4981,27
300	4981,27

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych

Source: own study based on data from design offices and water and sewage utilities.

Nakłady związane z realizacją przewodów wodociągowych wzrastają wraz z ilością dostarczanej wody. Wzrost kosztów związany jest z koniecznością zastosowania przewodów przesyłowych o większej średnicy.

4. Koszty eksploatacji urządzeń do uzdatniania i dystrybucji wody

Przedsiębiorstwa dostarczając odbiorcom wodę o określonej jakości ponoszą koszty operacyjne, których wysokość zależy bezpośrednio od wielkości świadczonych usług. Orientacyjne koszty eksploatacji poszczególnych elementów systemu wodociągowego przedstawiono w tabelach 9-15 oraz na rysunkach 5-10.

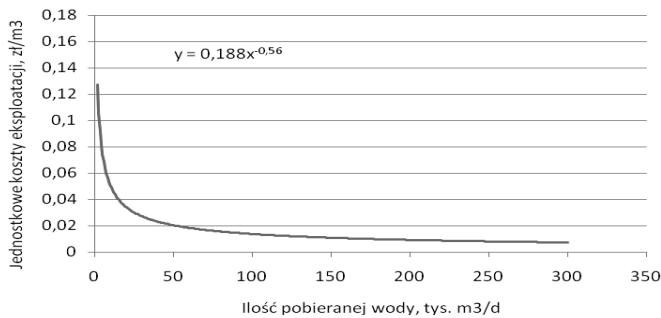
Tab. 9. Orientacyjne koszty eksploatacji ujęć wody powierzchniowej (poziom cen 2011 roku)

Tab. 9. Approximate costs of operating surface water intakes (level of prices for 2011)

Ilość pobieranej wody tys. m ³ /d	Roczne koszty eksploatacji tys. zł/rok
2	117,34
5	129,32
10	172,42
20	191,58
50	289,78
100	464,60
200	728,03
300	922,01

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study based on data from design offices and water and sewage utilities.



Rys. 6. Zależność jednostkowych kosztów eksploatacji ujęć wody powierzchniowej od wydajności źródła

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 6. Relationship of unit costs of operating surface water intakes and the source capacity

Source: own study based on data from design offices and water and sewage utilities.

Podobnie, jak w przypadku nakładów inwestycyjnych, zależność pomiędzy jednostkowymi kosztami eksploatacji a ilością pobieranej wody można przedstawić za pomocą funkcji potęgowej.

Tab. 10. Koszty eksploatacji ujęć wody podziemnej (poziom cen 2011 roku)

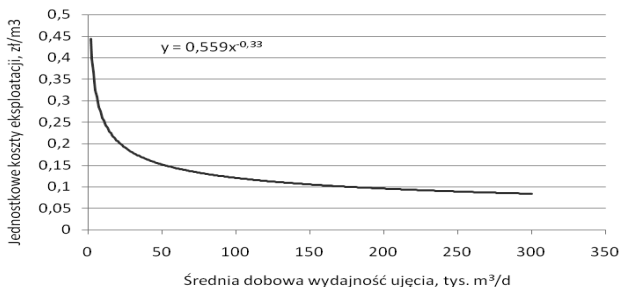
Tab. 10. Costs of operating ground water intakes (level of prices for 2011)

Średnia dobowa wydajność ujęcia tys. m ³ /d	Roczne koszty eksploatacji ujęcia tys. zł/rok
2	324,22
5	597,14
10	948,53
20	1509,02
50	2780,91
100	4397,72
200	6984,61
300	9183,47

Źródło: pracowanie własne na podstawie [8] oraz danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study based on [8] and on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Na rysunku 7 przedstawiono zależność jednostkowych kosztów eksploatacji ujęć wody podziemnej od ilości pobieranej wody.



Rys. 7. Zależność jednostkowych nakładów inwestycyjnych na budowę ujęć wody podziemnej od ich wydajności

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8] oraz danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 7. Relationship of unit investment outlays on construction of ground water intakes and their capacity

Source: own study based on [8] and on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Najwyższe koszty eksploatacji systemów wodociągowych wiążą się z uzdatnianiem wody. Wynika to z kosztów obsługi urządzeń mających zapewnić odpowiednią jakość wody oraz, zwłaszcza w przypadku wód powierzchniowych, konieczności stosowania odczynników chemicznych.

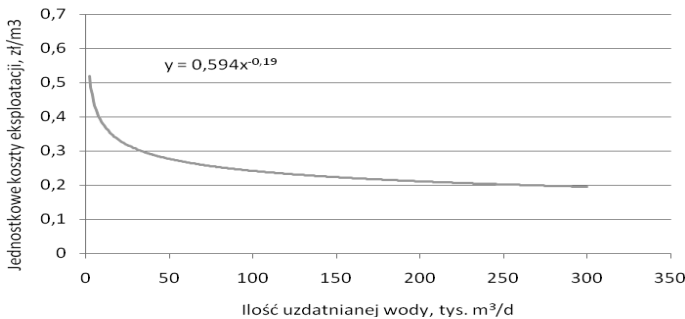
Tab. 11. Orientacyjne koszty eksploatacji stacji uzdatniania wody powierzchniowej (poziom cen 2011 roku)

Tab. 11. Approximate operational costs of a surface water treatment plant (level of prices for 2011)

Ilość uzdatnianej wody tys. m ³ /d	Roczne koszty eksploatacji stacji uzdatniania tys. zł/rok
2	476,579
5	713,664
10	1240,528
20	2229,595
50	4660,365
100	8597,487
200	16225,054
300	23802,336

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.



Rys. 8. Zależność jednostkowych kosztów eksploatacji stacji uzdatniania wody powierzchniowej od ilości uzdatnianej wody

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 8. Relationship of unit costs of operating a surface water treatment plant and the quantity of treated water

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Koszty eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej są niższe niż w przypadku uzdatniania wody powierzchniowej. Wynika to z lepszej jakości wody pochodzącej z ujęć podziemnych.

Tab. 12. *Orientacyjne koszty eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej – uzdatnianie fizyko-mechaniczne (poziom cen 2011 roku)*

Tab. 12. *Approximate costs of operating ground water treatment stations – physico-mechanical treatment (level of prices for 2011)*

Ilość uzdatnianej wody tys. m ³ /d	Roczne koszty eksploatacji tys. zł/rok
2	129,345
5	237,132
10	388,034
20	655,346
50	1271,889
100	2069,515
200	3449,191
300	4527,063

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities companies.

W przypadku wody podziemnej zawierającej zanieczyszczenia rozpuszczone, których nie można usunąć prostymi metodami mechanicznymi, konieczne jest zastosowanie środków chemicznych. Powoduje to konieczność instalacji urządzeń generujących dodatkowe koszty.

Tab. 13. Orientacyjne koszty eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej – uzdatnianie fizyko-chemiczne (poziom cen 2011 roku)

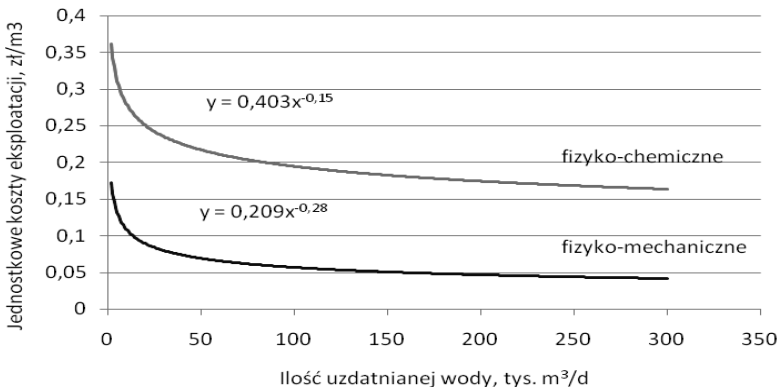
Tab. 13. Approximate costs of operating ground water treatment station – physicochemical treatment (level of prices for 2011)

Ilość uzdatnianej wody tys. m ³ /d	Roczne koszty eksploatacji tys. zł/rok
2	258,689
5	582,051
10	1034,757
20	1836,694
50	3966,570
100	7113,957
200	12675,777
300	17849,564

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities companies.

Funkcję obrazującą zmianę jednostkowych kosztów funkcjonowania stacji uzdatniania wody wraz ze zmianą ilości uzdatnianej wody zaprezentowano na rysunku 9.



Rys. 9. Zależność jednostkowych kosztów eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej od jej przepustowości

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 9. Relationship between unit costs of operating a ground water treatment plant and its output

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Najniższe koszty operacyjne w systemie uzdatniania i rozprowadzania wody wodociągowej wynikają z eksploatacji pompowni wody. Składają się na nie przede wszystkim, obok kosztów płac z narzutami, koszty energii elektrycznej.

Tab. 14. Orientacyjne koszty eksploatacji pompowni wody (poziom cen 2011 roku)

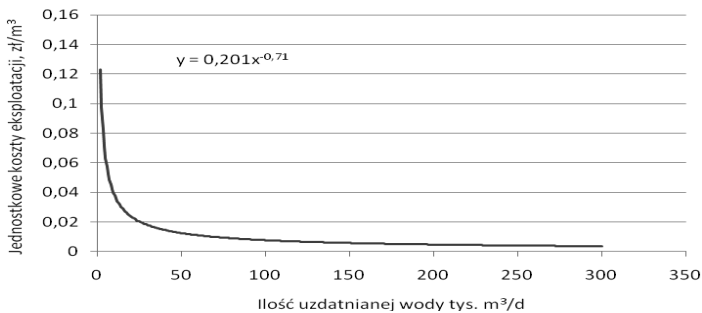
Tab. 14. Approximate operating costs of water pumping stations (price level for 2011)

Ilość wody tys. m ³ /d	Roczne koszty eksploatacji tys. zł/rok
2	107,764
5	110,161
10	146,083
20	148,481
50	189,186
100	268,222
200	349,644
300	364,020

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities companies.

Rysunek 10 pokazuje silną zależność pomiędzy jednostkowymi kosztami eksploatacji pompowni wody a ilością wody.



Rys. 10. Zależność jednostkowych kosztów eksploatacji pompowni wody od ilości wody

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.

Fig. 10. Relationship between operating unit costs of a water pumping station and water quantity

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Koszty eksploatacji przewodów przesyłowych przedstawiono w przeliczeniu na 1000 m długości sieci wodociągowej. Rosną one wraz ze wzrostem ilości wody przesyłanej przewodami. Podobnie jak w przypadku nakładów inwestycyjnych wynika to ze wzrostu średnicy przewodów przesyłowych, która umożliwia przesyłanie większej ilości wody.

Tab. 15. Orientacyjne roczne koszty eksploatacji przewodów przesyłowych (poziom cen 2011 roku)

Tab. 15. Approximate annual operating costs of transmission mains (price level for 2011)

Przepustowość tys. m ³ /d	Roczne koszty eksploatacji tys. zł/1000m/rok
2	16,289
5	23,471
10	32,330
20	45,028
50	66,102
100	97,227
200	137,944
300	228,710

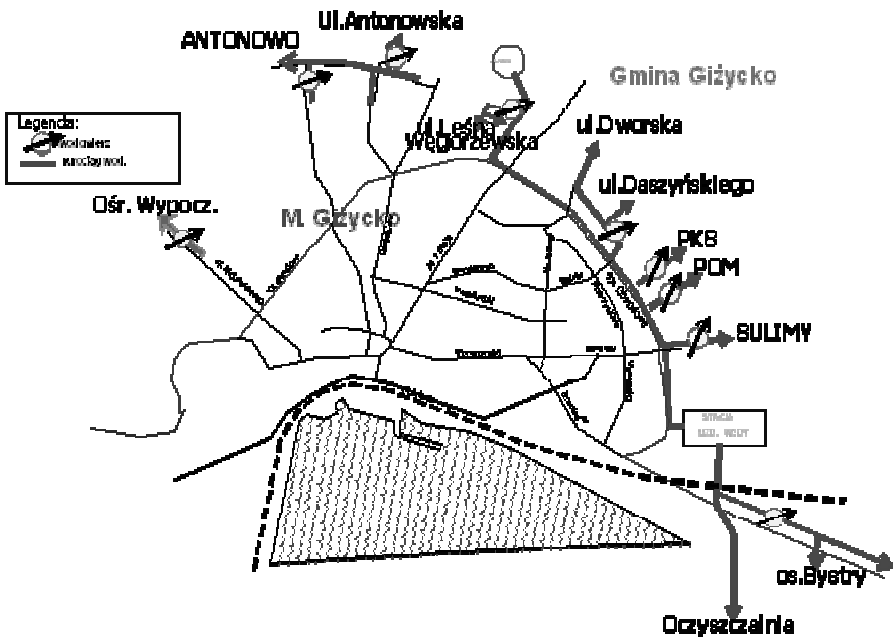
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z biur projektowych i przedsiębiorstw wodociągo-wo-kanalizacyjnych

Source: own study on the basis of data from design offices and water and sewage utilities.

Podobnie jak w przypadku nakładów inwestycyjnych także jednostkowe koszty eksploatacji maleją wraz ze wzrostem ilości uzdatnianej wody dostarczanej odbiorcom.

5. Koszty uzdatniania i dystrybucji wody na przykładzie Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Giżycku

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Giżycku obsługuje mieszkańców miasta i części gminy Giżycko (rys. 11). Przedsiębiorstwo pobiera wodę z trzynastu studni głębinowych. Z tych ujęć pobierane jest co roku ok. 2mln m³ wody. Uzdatnianie wody opiera się na procesach redukcji ilości żelaza i manganu. Woda nie jest poddawana procesom dezynfekcji.

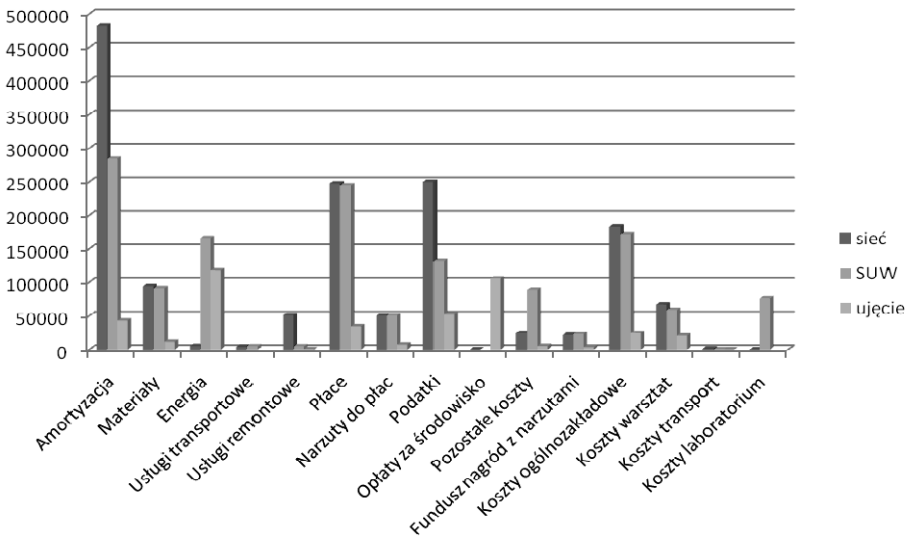


Rys. 11. Schemat sieci wodociągowej PWiK w Giżycku
 Źródło: [4]

Fig. 11. Diagram of the water supply network in Giżycko
 Source: [4]

Długość sieci wodociągowej wynosi 97,5 km sieci wodociągowej, w tym magistralnej - 13,7 km, rozdzielczej 52,7 km, przyłącza wodociągowe -31,1 km. Bieżąca eksploatacja sieci polega na systematycznym płukaniu rurociągów w celu usunięcia nagromadzonych związków żelaza, manganu i innych osadów, odkładających się na ściankach rurociągów.

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Giżycku prowadzi ewidencję kosztów w układzie stanowiskowo-kalkulacyjnym. Przedsiębiorstwo w ramach wyróżnionych stanowisk przedstawia koszty w układzie rodzajowym. Koszty związane z poborem, uzdatnianiem i dystrybucją wody przedstawiono na rysunku 12.



Rys. 12. Wysokości poszczególnych rodzajów kosztów funkcjonowania PWiK w Giżycku w 2010 roku

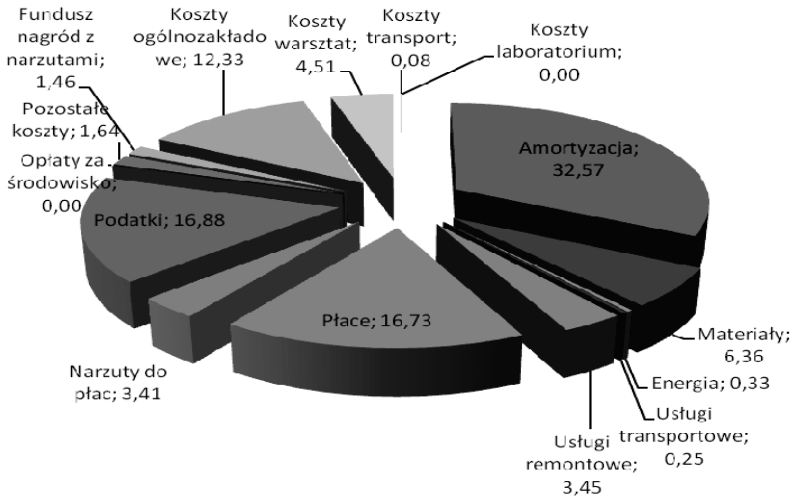
Źródło: opracowanie własne na podstawie [3].

Fig. 12. Level of individual types of costs for operating the water supply and sewage utility in Giżycko in 2010

Source: own study based on [3]

Zestawienie poszczególnych rodzajów kosztów powstających na trzech etapach produkcji wody (rys.12), pokazuje, że najwyższa amortyzacja występuje na sieci (481949,25 zł), najniższa zaś na ujęciu (43147,71 zł). Także koszty związane z materiałami są najwyższe w odniesieniu do przewodów przesyłowych (94138,91 zł). Zbliżone koszty ponoszone są na stacji uzdatniania wody. Zużycie energii jest natomiast najwyższe na stacji uzdatniania wody (165991,46 zł). Istotną pozycję w kosztach wszystkich etapów uzdatniania i dystrybucji wody stanowią płace. Podobną wysokość stanowią płace na sieci oraz na stacji uzdatniania wody (ok. 250 tys. zł). Najniższe natomiast, w odniesieniu do wszystkich miejsc generowania kosztów, są koszty transportu, stanowiące jeden ze składników kosztów pośrednich.

Strukturę kosztów eksploatacji sieci wodociągowej, stacji uzdatniania wody oraz ujęcia wody prezentują rysunki 13-15.



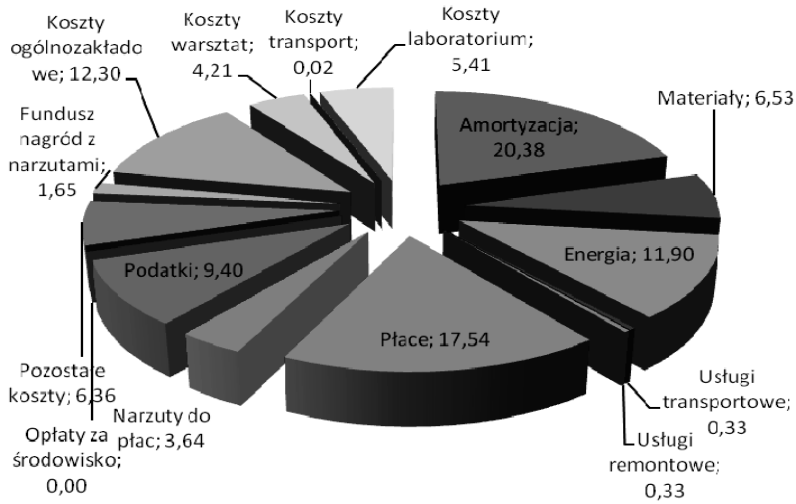
Rys. 13. Procentowy udział poszczególnych rodzajów kosztów w kosztach eksploatacji sieci wodociągowej przez PWiK w Giżycku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3].

Fig. 13. Percentage share of individual types of costs in the outlays on the water supply network operated by the Giżycko water supply and sewage utility

Source: own study based on [3].

Najwyższe koszty na sieci związane są z amortyzacją (32,57%). Drugą pozycję zajmują płace wraz z narzutami (20,14%). Istotną pozycję stanowią także podatki (16,88%). Pomijając koszty laboratorium, które na tym etapie uzdatniania i dystrybucji wody nie występują, najniższe koszty związane są z transportem (0,08%).



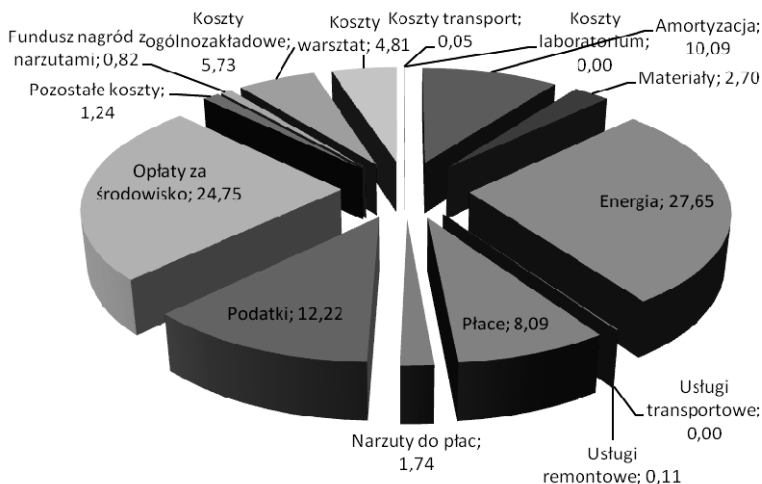
Rys. 14. Procentowy udział poszczególnych rodzajów kosztów w kosztach uzdatniania wody ponoszonych przez PWiK w Giżycku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3].

Fig. 14. Percentage share of individual types of costs in the expenses of water treatment incurred by the Giżycko water supply and sewage utility

Source: own study based on [3].

W przypadku stacji uzdatniania wody najwyższym udziałem charakteryzują się płace wraz z narzutami (21,18%). Niewiele niższy jest udział amortyzacji (20,38%). Znaczący jest także udział kosztów ogólnozakładowych (12,3%) oraz kosztów energii (11,9%). Również i tutaj najniższy jest udział kosztów transportu (wyluczając opłaty za środowisko, które na stacji uzdatniania wody nie występują). W kosztach stacji uzdatniania pojawiają się koszty związane z laboratorium, które nie są generowane na innych etapach produkcji wody.



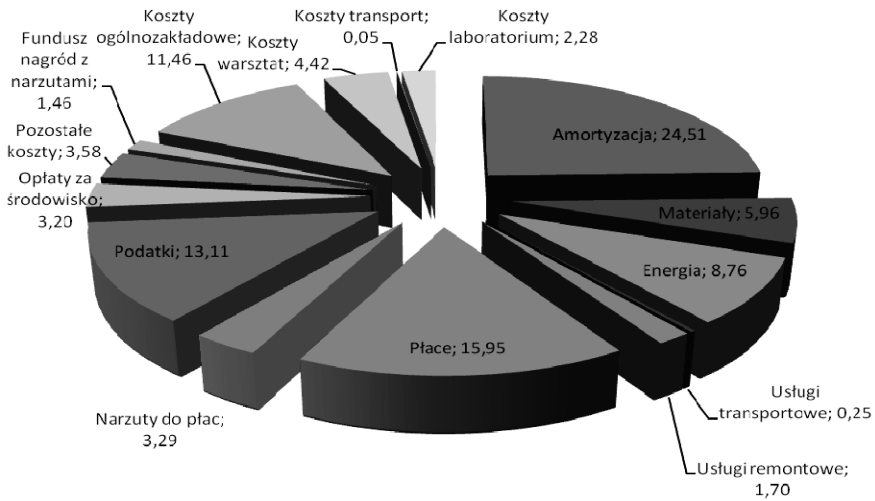
Rys. 15. Procentowy udział poszczególnych rodzajów kosztów w kosztach eksploatacji ujęcia wody ponoszone przez PWiK w Giżycku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3].

Fig. 15. Percentage share of individual types of costs in the expenses of operating water intakes incurred by the Giżycko water supply and sewage utility

Source: own study based on [3].

Zupełnie inną strukturą kosztów charakteryzuje się ujęcie wody. Najwyższe koszty związane są bowiem ze zużyciem energii elektrycznej (27,65%). Drugą pozycję zajmują opłaty ekologiczne, związane z poborem wód podziemnych (24,75%). Pozycja ta nie występowała ani na stacji uzdatniania wody, ani na sieci wodociągowej. Tak jak na poprzednio omówionych etapach produkcji wody, także na ujęciu najniższe są koszty transportu (0,05%).



Rys. 16. Procentowy udział poszczególnych rodzajów kosztów w całkowitych kosztach uzdatniania i dostawy wody przez PWiK w Giżycku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3].

Fig. 16. Percentage share of individual types of costs in the total costs of water treatment and supply incurred by the Giżycko water supply and sewage utility

Source: own study based on [3].

W kosztach usług wodociągowych dominuje amortyzacja – 24,51%. Drugą pozycję zajmują koszty związane z wynagrodzeniami pracowników, czyli płace wraz z narzutami – 19,85%. Najniższy jest udział kosztów pośrednich związanych z transportem (0,05%). Najwyższe koszty związane są z eksploatacją sieci wodociągowej (1479753,81 zł). O około 85 tys. niższe są koszty ponoszone na stacji uzdatniania wody (1394963,7 zł). Natomiast najniższe koszty, ponad trzykrotnie niższe niż na stacji uzdatniania wody, wynikają z eksploatacji ujęcia wody (427689,99 zł).

Jednostkowe koszty związane z funkcjonowaniem systemu wodociągowego zaprezentowano w tabeli 16. Koszty te odnoszą się do ilości wody sprzedanej w 2010 roku przez PWiK - 1463543 m³.

Tab. 16. Jednostkowe koszty uzdatniania i dystrybucji wody – 2010 rok

Tab. 16. Unit costs of water treatment and supply (price levels for 2010)

Miejsce generowania kosztów	Koszt jednostkowy	Jednostkowy koszt poboru, uzdatniania i dystrybucji wody
Sieć	15,18 zł/m długości sieci	2,26 zł/m³ wody
Stacja uzdatniania wody	0,95 zł/m ³ wody	
Ujęcie	0,29 zł/m ³ wody	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3].
Source: own study based on [3].

Najwyższe jednostkowe koszty wynikają z utrzymania przewodów przesyłowych wody. Niższe są koszty generowane na stacji uzdatniania wody, a najniższe powstają w związku z eksploatacją ujęcia wody.

6. Podsumowanie

Przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne, dostarczające ludności wodę do picia oraz odprowadzające ścieki w systemie zbiorowym, należą do tak zwanego monopolu naturalnego. Monopol ten uwarunkowany jest specyfiką świadczonych usług oraz warunkami techniczno-eksploatacyjnymi [6]. Ma on charakter lokalny. Koszty transportu wody są wysokie, dlatego nie istnieją ogólnopństwowe sieci przesyłające wodę z obszarów, gdzie występuje ona w nadmiarze do rejonów o niedoborze wody. Ze względów ekonomicznych najbardziej efektywne jest istnienie na danym rynku jednego usługodawcy.

Jednostkowe nakłady i koszty eksploatacji maleją wraz z ilością produkowanej wody. Zależność pomiędzy jednostkowymi nakładami i kosztami a ilością wody przybiera postać funkcji potęgowej.

Przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne mogą przedstawiać koszty funkcjonowania w trzech podstawowych układach: rodzajowym, stanowiskowo-kalkulacyjnym oraz ekonomicznym. Najczęściej stosowanym układem jest układ rodzajowy. Taki układ kosztów jest wymagany przez rozporządzenie Ministra Budownictwa z 2006 roku. Analizując strukturę kosztów w tym układzie można stwierdzić, że najwyższe koszty wynikają z konieczności ponoszenia ciągłych nakładów inwestycyjnych. Nakłady te uwidaczniają się w układzie rodzajowym kosztów w postaci amortyzacji. Istotny udział w kosztach bezpośrednich funkcjonowania przedsiębiorstwa mają także płace wraz z narzutami oraz koszty energii elektrycznej.

Bibliografia

- [1] *Analiza kosztów świadczenia usług wodociągowo-kanalizacyjnych*, praca zbiorowa pod kierunkiem H. Kłoss-Trębaczkiwicz i E. Osuch-Pajdzińskiej, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych- Zarząd Główny, Warszawa, październik 2004.
- [2] Bylka H., *Przestrenny rozkład kosztów układów rozprowadzających wodę*, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” 1991, nr 10, s.230.
- [3] Dane z PWiK w Giżycku
- [4] <http://www.pwikgizycko.pl/woda.html>
- [5] *Informacja o wynikach kontroli prowadzenie przez gminy zbiorowego zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków*, Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa, sierpień 2011.
- [6] Jeżowski P., *Regulacja monopolu naturalnego w gospodarce komunalnej*, „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” 1993, nr 2, s. 37.
- [7] Kłoss-Trębaczkiwicz H., E. Osuch-Pajdzińska, M. Roman M., *Oplaty za usługi wodociągowe i kanalizacyjne*, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Wodociągi i Kanalizacja, nr 5, 1999.
- [8] Łojewski S., *Ekonomika melioracji i ochrony środowiska*, Katedra Ekonomiki Zasobów Naturalnych Wydziału Budownictwa Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 1991, s. 197.
- [9] Rozporządzenie Ministra Budownictwa z dnia 28 czerwca 2006 r. w sprawie określania taryf, wzoru wniosku o zatwierdzenie taryf oraz warunków rozliczeń za zbiorowe zaopatrzenie w wodę i zbiorowe odprowadzanie ścieków (Dz. U. z 2006 nr 127 poz. 886).
- [10] *Zasady doboru rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych do budowy przewodów wodociągowych*, red. M. Kwietniewski, Izba Gospodarcza "Wodociągi Polskie", Bydgoszcz 2011.

