

Rafał Milaszewski, Damian Panasiuk

Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

e-mails: r.milaszewski@uksw.edu.pl, d.panasiuk@uksw.edu.pl

ANALIZA KOSZTÓW STACJI UZDATNIANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH W POLSCE

ANALYSIS OF THE COSTS OF SURFACE WATER TREATMENT PLANTS IN POLAND

DOI: 10.15611/pn.2017.491.27

JEL Classification: L95, Q25

Streszczenie: Analiza jednostkowych kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych stacji uzdatniania wód powierzchniowych pokazuje, że koszty te maleją wraz z wydajnością stacji. Wyższe koszty występują dla stacji pobierających wody kategorii A2 i A3, a niższe pobierające wodę kategorii A1. Jednostkowe koszty inwestycyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych są wielokrotnie wyższe niż w przypadku stacji uzdatniania wód podziemnych. Jednostkowe koszty eksploatacyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych są natomiast nieznacznie niższe niż w stacjach uzdatniania wód podziemnych stosujących procesy fizyczno-chemiczne. Analiza struktury kosztów pokazała, że amortyzacja i zużycie energii są dominującymi składnikami kosztów stacji uzdatniania wód powierzchniowych. Kolejne miejsca zajmują wynagrodzenia oraz zużycie materiałów, a koszty remontów zależą od stanu technicznego stacji.

Słowa kluczowe: stacja uzdatniania wód, wody powierzchniowe, analiza kosztów, efektywność ekonomiczna.

Summary: Analysis of the unit investment and operating costs of surface water treatment plants shows that these costs decrease together with the growth of the station capacity. Higher costs are incurred for the A2 and A3 category water intakes and lower costs are sustained for the A1 category. The unit investment costs of surface water treatment plants are many times higher than for underground water treatment plants. At the same time the unit operating costs are slightly lower than for underground water treatment plants using physico-chemical processes. The cost structure analysis has shown that depreciation and electricity consumption are the dominant cost components of surface water treatment plants. Salaries and material usage follow and the level of repair costs depends on the technical condition of the station.

Keywords: water treatment plant, surface waters, cost analysis, economic effectiveness.

1. Wstęp

W projektowaniu i eksploatacji stacji uzdatniania wód powierzchniowych ważną rolę odgrywają analizy ekonomiczne. Obejmują one badanie różnych wskaźników ekonomicznych na podstawie informacji uzyskanych od inwestorów i właścicieli stacji. Do najważniejszych wskaźników można zaliczyć jednostkowe koszty inwestycyjne ponoszone na budowę stacji uzdatniania wód oraz jednostkowe koszty eksploatacyjne. Ustalenie wartości tych wskaźników, w zależności od stosowanych technologii, umożliwi określenie analitycznych zależności jednostkowych wskaźników od wydajności stacji. Ważnym zadaniem wykonywanym w ramach analiz ekonomicznych jest także badanie struktury kosztów eksploatacji stacji uzdatniania wody. Pozwala to na wskazanie tych elementów kosztów, które mogą być nadmiernie zawyżone, oraz podjęcie, wspólnie z technologami, działań prowadzących do ewentualnego obniżenia tych kosztów [Miłaszewski 2015a].

W artykule przedstawiono przykłady zastosowania analiz ekonomicznych dla stacji uzdatniania wody powierzchniowej w Polsce, przeprowadzonych przez Zespół Badawczy Ekonomiki Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Wód, działający w ramach Katedry Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska Politechniki Białostockiej oraz zespół NILU Polska Sp. z o.o., skąd wywodzą się autorzy. Zakład Ekonomii i Zarządzania Środowiskiem na Wydziale Biologii i Nauk o Środowisku UKSW planuje dalsze prowadzenie badań dotyczących tej tematyki.

2. Analiza jednostkowych kosztów inwestycyjnych

Dla potrzeb analizy kosztów stacji uzdatniania wód powierzchniowych można je podzielić na trzy grupy w zależności od kategorii jakości ujmowanej wody [Rozporządzenie z 27 listopada 2002], bowiem wpływa ona na technologię uzdatniania, czyli:

- wody kategorii A1, wymagające prostego uzdatniania fizycznego, w szczególności filtracji oraz dezynfekcji,
- wody kategorii A2, wymagające typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania wstępnego, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji i dezynfekcji,
- wody kategorii A3, wymagające wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym i dezynfekcji (ozonowanie, chlorowanie końcowe).

W tabeli 1 zaprezentowano wskaźniki jednostkowych kosztów inwestycyjnych ustalone dla 5 stacji uzdatniania wód powierzchniowych ujmujących wody kategorii A2, o wydajności 0,1-300 tys. m³/d. Dane do określenia wielkości tych kosztów uzyskano z przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych. Jednostkowe koszty

inwestycyjne (i), ponoszone na budowę tego typu stacji uzdatniania wód powierzchniowych, obliczono jako iloraz całkowitych kosztów inwestycyjnych wg poziomu cen z 2011 r. (I) oraz wydajności stacji (Q). Koszty jednostkowe wahają się w granicach od 0,5 do 14,3 tys. zł/m³/d wg poziomu cen z 2011 r. [Miłaszewski 2015b].

Tabela 1. Całkowite i jednostkowe koszty inwestycyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A2 (poziom cen z 2011 r.)

Numer stacji	Wydajność stacji uzdatniania, Q (m ³ /d)	Całkowite koszty inwestycyjne, I (tys. zł)	Jednostkowe koszty inwestycyjne, i (zł/m ³ /d)
1.	100	1 430	14 303
2.	276	2 604	9 433
3.	365	3 070	8 412
4.	17 200	29 812	1 733
5.	300 000	161 043	537

Źródło: [Miłaszewski i in. 2013].

Zebrane dane wykorzystano do budowy modelu matematycznego. Na podstawie tendencji układania się na wykresach $i = f(Q)$, $k = f(Q)$ smugi punktów empirycznych przyjęto ogólne równanie regresji potęgowej postaci $i = a/Q^b$, $k = a/Q^b$. Obliczenia współczynników regresji potęgowej (a , b) dokonano z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Excel.

Na podstawie danych z tabeli 1 określono analityczne zależności pomiędzy jednostkowymi kosztami inwestycyjnymi (i) a wydajnością (Q) dla tego rodzaju stacji uzdatniania wód powierzchniowych:

$$i = \frac{94501}{Q^{0,41}} \text{ (zł/m}^3\text{/d)}.$$

W tabeli 2 zaprezentowano jednostkowe koszty inwestycyjne obliczone dla 5 stacji uzdatniania ujmujących wody kategorii A3, o wydajności 0,4-54 tys. m³/d. Koszty jednostkowe wahają się w granicach od 1,2 do 9,6 tys. zł/m³/d wg poziomu cen z 2011 r. [Miłaszewski, Panasiuk 2017].

Tabela 2. Całkowite i jednostkowe koszty inwestycyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A3 (poziom cen z 2011 r.)

Numer stacji	Wydajność stacji uzdatniania, Q (m ³ /d)	Całkowite koszty inwestycyjne, I (tys. zł)	Jednostkowe koszty inwestycyjne, i (zł/m ³ /d)
1.	350	3 368	9 622
2.	2 500	10 749	4 300
3.	5 000	16 166	3 233
4.	10 000	24 332	2 433
5.	54 000	65 782	1 218

Źródło: [Miłaszewski i in. 2013].

Podobnie określono zależności pomiędzy jednostkowymi kosztami inwestycyjnymi a wydajnością stacji uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A3:

$$i = \frac{106310}{Q^{0,41}} \text{ (zł/m}^3\text{/d)}.$$

W przypadku 5 stacji uzdatniania wód kategorii A1, o wydajności 0,8-30,4 tys. m³/d, jednostkowe koszty inwestycyjne wahają się w granicach od 1,1 do 5,1 tys. zł/m³/d wg poziomu cen z 2011 r. Są one najniższe spośród wszystkich typów stacji uzdatniania. Wody kategorii jakości A1 to wody czyste, przez to nie wymagają skomplikowanego i złożonego procesu uzdatniania, jak ma to miejsce w przypadku wód kategorii jakości A2 lub A3.

Zależność jednostkowych kosztów inwestycyjnych od wydajności stacji wygląda następująco [Miłaszewski i in. 2013]:

$$i = \frac{78749}{Q^{0,41}} \text{ (zł/m}^3\text{/d)}.$$

Dla wszystkich rodzajów stacji uzdatniania wód ich jednostkowe koszty inwestycyjne maleją wraz ze wzrostem wydajności. Wcześniejsze analizy kosztów inwestycyjnych na budowę stacji uzdatniania wód powierzchniowych o wydajności 2-300 tys. m³/d, wraz ze zbiornikami wody czystej [Rauba 2008], wykazały, że jednostkowe koszty inwestycyjne wahały się w granicach od 0,4 do 3,3 tys. zł/m³/d wg poziomu cen z 2003 r. Zależność od wydajności stacji przyjmowała wówczas postać:

$$i = \frac{62372}{Q^{0,41}} \text{ (zł/m}^3\text{/d)}.$$

Porównując stacje uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A2 ze stacjami uzdatniania wód podziemnych grupy drugiej (stosujące odżelazianie i dezynfekcję) o wydajności do 3,2 tys. m³/d [Miłaszewski 2015b], można zauważyć, że jednostkowe koszty inwestycyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych są 4-5 razy wyższe niż dla stacji uzdatniania wód podziemnych o podobnej wydajności.

Wcześniejsze analizy Rauby [2008] wykazały, że w przypadku stacji o wydajności do 10 tys. m³/d jednostkowe koszty inwestycyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych były 5-12 razy wyższe niż dla stacji uzdatniania wody podziemnej stosujących uzdatnianie fizyczno-chemiczne i aż 11-20 razy wyższe dla stacji stosujących uzdatnianie fizyczno-mechaniczne. W przypadku największych stacji, o wydajności 300 tys. m³/d, koszty dla stacji uzdatniania wód powierzchniowych były odpowiednio 2 i 7 razy wyższe.

3. Analiza jednostkowych kosztów eksploatacyjnych

Dla stacji uzdatniania wód powierzchniowych wymienionych w poprzednim punkcie przeanalizowano także jednostkowe koszty eksploatacyjne (k). Do ich oblicze-

nia wykorzystano całkowite koszty eksploatacji z 2011 r. (K) podzielone przez wydajność stacji uzdatniania (Q). Dla stacji uzdatniania wód kategorii A2 jednostkowe koszty eksploatacyjne kształtują się w zakresie od 0,15 do 1,19 zł/m³ wg poziomu cen z 2011 r. [Miłaszewski 2015b], patrz tabela 3.

Tabela 3. Roczne i jednostkowe koszty eksploatacyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A2 (poziom cen z 2011 r.)

Numer stacji	Wydajność stacji uzdatniania, Q m ³ /d	Roczne koszty eksploatacyjne, K zł/rok	Jednostkowe koszty eksploatacyjne, k zł/m ³
1.	100	43 435	1,19
2.	276	101 747	1,01
3.	365	122 567	0,92
4.	17 200	2 762 320	0,44
5.	300 000	16 425 000	0,15

Źródło: [Miłaszewski i in. 2013].

Na podstawie danych z tabeli 3 określono analityczne zależności pomiędzy jednostkowymi kosztami inwestycyjnymi (k) a wydajnością (Q) dla tego rodzaju stacji uzdatniania wód powierzchniowych:

$$k = \frac{3,895}{Q^{0,24}} \text{ (zł/m}^3\text{)}.$$

W tabeli 4 zaprezentowano jednostkowe koszty inwestycyjne obliczone dla stacji uzdatniania wód kategorii A3. Kształtują się one w zakresie od 0,42 do 1,06 zł/m³ wg poziomu cen z 2011 r. [Miłaszewski, Panasiuk 2017].

Tabela 4. Roczne i jednostkowe koszty eksploatacyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A3 (poziom cen z 2011 r.)

Numer stacji	Wydajność stacji uzdatniania, Q m ³ /d	Roczne koszty eksploatacyjne, K zł/rok	Jednostkowe koszty eksploatacyjne, k zł/m ³
1.	350	135 415	1,06
2.	2 500	711 750	0,78
3.	5 000	1 241 000	0,68
4.	10 000	2 190 000	0,60
5.	54 000	8 278 200	0,42

Źródło: [Miłaszewski i in. 2013].

Podobnie określono zależności pomiędzy jednostkowymi kosztami eksploatacyjnymi a wydajnością stacji uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A3:

$$k = \frac{3,717}{Q^{0,20}} \text{ (zł/m}^3\text{)}.$$

W przypadku stacji uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A1 jednostkowe koszty eksploatacyjne kształtują się w zakresie od 0,33 do 0,75 zł/m³ wg poziomu cen z 2011 r., a zależność od wydajności wygląda następująco [Miłaszewski i in. 2013]:

$$k = \frac{2,459}{Q^{0,19}} \text{ (zł/m}^3\text{)}.$$

Dla wszystkich rodzajów stacji uzdatniania wód ich jednostkowe koszty eksploatacyjne maleją wraz ze wzrostem wydajności. Wcześniejsze analizy kosztów eksploatacji stacji uzdatniania wód powierzchniowych o wydajności 2-300 tys. m³/d [Rauba 2008] wykazały, że jednostkowe koszty eksploatacyjne wahały się w granicach 0,18-0,55 zł/m³ wg poziomu cen z 2003 r. Zależność od wydajności stacji przyjmowała wówczas postać:

$$k = \frac{1,948}{Q^{0,20}} \text{ (zł/m}^3\text{)}.$$

Porównując stacje uzdatniania wód powierzchniowych kategorii A2 ze stacjami uzdatniania wód podziemnych grupy drugiej, o wydajności do 3,2 tys. m³/d [Miłaszewski 2015b], można zauważyć, że jednostkowe koszty eksploatacyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych są o 20-30% niższe niż dla stacji uzdatniania wód podziemnych o podobnej wydajności.

Wcześniejsze analizy Rauby [2008] wykazały, że jednostkowe koszty eksploatacyjne stacji uzdatniania wód powierzchniowych były nieznacznie wyższe niż dla stacji uzdatniania wody podziemnej stosujących uzdatnianie fizyczno-chemiczne. Były one jednak 3-6 razy wyższe niż dla stacji stosujących tylko uzdatnianie fizyczno-mechaniczne.

4. Analiza struktury kosztów

Przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne stosują różne sposoby grupowania kosztów: układ rodzajowy, układ stanowiskowo-kalkulacyjny oraz układ ekonomiczny [Rauba 2008]. W układzie rodzajowym koszty dzieli się na:

- materialne (energia, zużycie materiałów, amortyzacja, remonty, usługi transportowe i inne usługi),
- niematerialne (wynagrodzenia, ZUS i inne świadczenia, podatki, usługi bankowe i inne usługi niematerialne).

Zadaniem kalkulacyjnego układu kosztów jest określenie jednostkowych kosztów poszczególnych działań, np. jednostkowego kosztu eksploatacji stacji uzdatniania wody (zł/m³). W układzie ekonomicznym koszty dzieli się na:

- stałe (amortyzacja, remonty, wynagrodzenia, ZUS i inne świadczenia, usługi transportowe, podatki, koszty wydziałowe),
- zmienne (energia elektryczna, zużycie materiałów, opłaty za pobór wody).

W przypadku Zakładu Uzdatniania Wody (ZUW) Goczałkowice, zaopatrującego aglomerację katowicką w wodę z Małej Wisły i Soły, o wydajności 298 tys. m³/d, główny element struktury kosztów stanowi amortyzacja [Panasiuk, Nowacka 2011]. Koszty amortyzacji wynikają ze zużycia środków trwałych, a także wartości prawnych i niematerialnych. Udział amortyzacji w kosztach zakładu wahał się w granicach 25-49% w latach 2000-2009 [Kowalczyk 2010]. W polskich wodociągach, w stosunku do konkurencji z innych krajów unijnych, występuje wysoki udział kosztów majątku [Kania 2013].

Drugie miejsce zajmują koszty zużycia energii elektrycznej. Są one uzależnione od indywidualnych parametrów układu technologicznego oraz sprawności mechanizmów pompowych, poprawności doboru i obsługi pomp, a także odpowiedniego doboru taryf [Kuś, Rożałowska 2004]. Koszty energii elektrycznej w ZUW Goczałkowice wahały się w latach 2000-2009 w granicach 14-28%. Zużycie energii elektrycznej w tej stacji zależne jest od wykorzystania spadku grawitacyjnego wody z Soły. Przy pobieraniu na potrzeby zakładu wody ze zbiornika Czaniec na Sole wykorzystywana jest tylko jedna pompa o mocy 630 kW, a przy pobieraniu wody z bliższego zbiornika Goczałkowice pracują 2 pompy po 1 MW. Zużycie energii elektrycznej wzrosło także po modernizacji zakładu zakończonej w 2004 r., w związku z uruchomieniem ozonowni, filtrów węglowych oraz nowej pompowni międzyobiektowej [Panasiuk, Nowacka 2011].

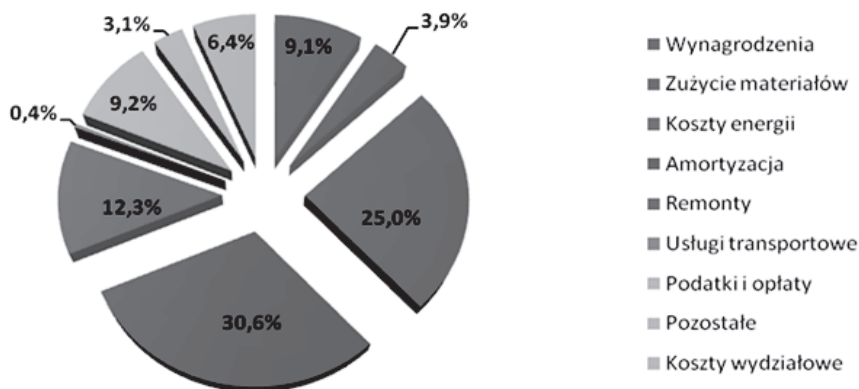
Trzecie miejsce zajmują wynagrodzenia, które stanowiły 8-10% kosztów zakładu w latach 2000-2009. Dodatkowo trzeba uwzględnić ZUS i inne świadczenia (ok. 1,5% kosztów). Koszt zużycia materiałów zależny jest przede wszystkim od ilości reagentów stosowanych w procesie technologicznym uzdatniania wody. W ZUW Goczałkowice wykorzystywane są głównie siarczan glinu, chlor i podchloryn sodu [Kowalczyk 2010]. Udział kosztów zużycia materiałów w ZUW Goczałkowice sukcesywnie rósł z 2,4% w 2005 r. do 4,9% w 2009 r. Zużycie materiałów jest ściśle związane z jakością wody pobieranej przez zakład uzdatniania. Im gorsza jest jej jakość, tym większe zużycie reagentów, co przekłada się na koszty. Niemniej jednak zużycie materiałów nie odgrywa aż tak znaczącej roli w strukturze kosztów, jak np. amortyzacja czy zużycie energii.

Do kosztów remontów zalicza się koszty wynikające z modernizacji obiektów oraz remontów bieżących. Udział remontów zmalał z 12% w 2000 r. do zera w 2009 r. Jest to efekt dobrego stanu układów technologicznych ZUW, modernizowanych głównie do 2004 r. Istotną pozycję kosztów stanowiły także podatki i opłaty, wynagrodzenia z ZUS oraz koszty wydziałowe – funkcjonowania magazynów, laboratoriów i biurowców na terenie stacji. Dodatkowe koszty (tzw. pozostałe koszty) wynikają z eksploatacji zbiornika Goczałkowice. W 2005 r. stanowiły one znaczącą pozycję – 11% kosztów ZUW Goczałkowice [Kowalczyk 2010].

W podanej strukturze nie występują koszty związane z zakupem wody. ZUW Goczałkowice jest własnością Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A., które osobno liczy koszty ujęć wodnych zaopatrujących różne stacje uzdatniania.

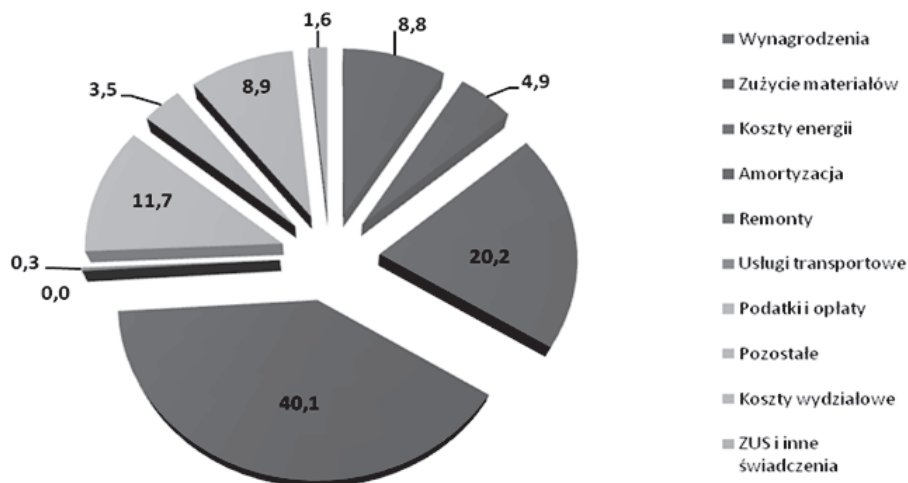
W przypadku wody wykorzystywanej na potrzeby własne jedynymi kosztami są opłaty za pobór wody ze środowiska (za wodę płynącą do zakładu z ujęcia Kobiernice na zbiorniku Czaniec i pompowaną z ujęcia Łąka na zbiorniku Goczałkowice).

Porównując strukturę kosztów ZUW Goczałkowice w latach 2000 i 2009 (patrz rys. 1 i 2), stwierdzono wzrost udziału kosztów zużycia materiałów, amortyzacji, podatków i opłat oraz kosztów wydziałowych, spadek udziału kosztów energii i remontów oraz stały poziom udziału kosztów wynagrodzeń i usług transportowych.



Rys. 1. Struktura kosztów w ZUW Goczałkowice w 2000 r.

Źródło: [Panasiuk, Nowacka 2011].



Rys. 2. Struktura kosztów w ZUW Goczałkowice w 2009 r.

Źródło: [Panasiuk, Nowacka 2011].

W 2009 r. koszty stałe stanowiły 70% kosztów ZUW Goczalkowice, a koszty zmienne – pozostałe 30% [Panasiuk 2013]. Wpływ kosztów stałych na cenę wody – analizę kosztów nieużytkowania lub ograniczenia wielkości poboru wody z tej stacji uzdatniania wód – przeprowadził Panasiuk [2016].

W przypadku stacji uzdatniania wód podziemnych w Suwałkach największy udział w kosztach w latach 2010-2012 miała amortyzacja (45%) i wynagrodzenia (20%), a udział zużycia energii i materiałów kształtował się w granicach 4-7% [Miłaszewski 2015a]. Inną strukturę miały koszty stacji uzdatniania wód podziemnych, należącej do PWiK w Giżycku, gdzie amortyzacja stanowiła 16% kosztów, energia – 10%, zużycie materiałów – 5%, natomiast wynagrodzenia z narzutami aż 30% [Rauba 2008].

5. Wnioski

Analizowano kształtowanie się wartości trzech wskaźników ekonomicznych, czyli jednostkowych nakładów inwestycyjnych na budowę stacji uzdatniania wód powierzchniowych, jednostkowych kosztów eksploatacji tych stacji oraz strukturę tych kosztów. Stwierdzono, że jednostkowe nakłady inwestycyjne i jednostkowe koszty eksploatacji maleją wraz ze wzrostem wydajności stacji uzdatniania wody. Jednostkowe koszty eksploatacji stacji uzdatniania wód powierzchniowych okazały się wyższe niż jednostkowe koszty uzdatniania wód podziemnych. Jest to spowodowane lepszą jakością ujmowanych wód podziemnych. W strukturze kosztów eksploatacji stacji uzdatniania wód powierzchniowych najwyższy udział mają koszty amortyzacji i zużycia energii.

Literatura

- Kania J., 2013, *Zwiększenie efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw wodociągowych i kanalizacyjnych*, V Europejski Kongres Gospodarczy, 14.05.2013 Katowice.
- Kowalczyk J., 2010, *Analiza kosztów produkcji wody w Górnośląskim Przedsiębiorstwie Wodociągów S.A. na przykładzie ZUW Goczalkowice*, praca magisterska, Politechnika Śląska, Gliwice.
- Kuś K., Rożałowska R., 2004, *Wpływ kosztów produkcji i dystrybucji wody na cenę jej sprzedaży dla miast zaopatrywanych przez wodociąg grupowy GPW S.A. w Katowicach*, Ochrona Środowiska, nr 1.
- Miłaszewski R., 2015a, *Analiza kosztów stacji uzdatniania wód podziemnych i powierzchniowych*, [w:] Dudziak M., Zimoch I. (red.), *Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody*, vol. 4, Politechnika Śląska, Gliwice, s. 59-68.
- Miłaszewski R., 2015b, *Analiza kosztów stacji uzdatniania wód podziemnych i powierzchniowych*, Instal, nr 7/8, s. 74-76.
- Miłaszewski R., Ciborowska E., Skoczko I., 2013, *Koszty uzdatniania wód powierzchniowych*, [w:] Zimoch I., Sawiniak W. (red.), *Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody*, vol. 3, Politechnika Śląska, Gliwice, s. 245-254.

- Miłaszewski R., Panasiuk D., 2017, *Application of economic analyses for evaluation of water treatment plants*, *Ekonomia i Środowisko*, nr 1 (60), s. 148-160.
- Panasiuk D., 2013, *Analiza kosztów nieużytkowania lub ograniczenia wielkości poboru wody z ZUW Goczalkowice*, raport ZiZOZap, NILU Polska, Częstochowa.
- Panasiuk D., 2016, *Analiza kosztów nieużytkowania lub ograniczenia wielkości poboru wody z Zakładu Uzdatniania Wody Goczalkowice*, *Gospodarka w Praktyce i Teorii*, nr 3 (44), s. 47-60.
- Panasiuk D., Nowacka A., 2011, *Produkcja oraz koszty uzdatniania wody w ZUW Goczalkowice*, raport ZiZOZap, NILU Polska, Katowice.
- Rauba E., 2008, *Koszty operatorów usług wodnych w Polsce*, [w:] Cygler M., Miłaszewski R. (red.), *Materiały do studiowania ekonomiki zaopatrzenia w wodę i ochrony wód*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok, s. 49-69.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia, Dz.U., nr 204, poz. 1728.