

**Agnieszka KISŁO, Rafał MIŁASZEWSKI,
Iwona SKOCZKO**

*Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska
Politechnika Białostocka*

ANALIZA KOSZTÓW EKSPLOATACJI MIEJSKIEJ STACJI UZDATNIANIA WODY W SUWAŁKACH

ANALYSIS OF THE OPERATION COSTS OF THE MUNICIPAL WATER TREATMENT PLANT IN SUWAŁKI

The objective of the paper is to analyze the operation costs of the municipal underground water treatment plant in Suwałki. The plant has a capacity of 600m³/h. The technology used there is based on the processes of deferrization, removal of manganese and turbidity and disinfection by UV rays. Ten filters manufactured by the Culligan Company, which filter water at a speed of 8.5 m/h are an important component of this station. An analysis of the operation costs of the Suwałki Water Supply and Sewerage Utility was carried out by means of the position system. It was established that, in 2010-2012, the average share of the underground water treatment plant operation costs in the Utility's total operation expenditures was 2.3 %. In turn, an analysis of the groundwater treatment plant operation costs, carried out in 2010-2012, showed the highest share of depreciation (45.2 %) and remuneration costs (19.7 %). An increase of the total annual operation costs of the water treatment plant was caused by growth of employment and salary increase in the Suwałki Water Supply and Sewerage Utility as well as by the growth of energy and chemical prices.

1. Wprowadzenie

Wody podziemne są to wody zalegające pod powierzchnią Ziemi na różnych głębokościach, powstałe na skutek różnych procesów geologicznych. Ich łączna objętość wynosi ok. 60 000 tys. km³, co stanowi ok. 4,12% ogólnej objętości zasobów hydrosfery Ziemi. Strefa nasycenia wodami podziemnymi nosi nazwę strefy saturacji i jest położona poniżej strefy nasycenia powietrzem glebowym i innymi gazami czyli strefy aeracji. W strefie aeracji mogą występować wody, ale tylko jako wody zawieszone albo związane (woda higroskopijna, woda błonkowa, woda kapilarna) [1].

Czynnikiem decydującym o przydatności wody naturalnej do określonego celu jest jej skład fizyko-chemiczny i bakteriologiczny. Skład fizyko-chemiczny i bakteriologiczny wód podziemnych jest zmienny i zależy od wielu czynników,

do których zaliczamy między innymi czas kontaktu z warstwami skalnymi, porę roku, ilość i jakość wód opadowych, zagospodarowanie zlewni, ukształtowanie i pokrycie terenu [5].

Wody podziemne, ze względu na duże zasoby oraz wysoką jakość, są bardzo ważnym źródłem zaopatrzenia w wodę do picia. Duże znaczenie gospodarcze oraz występujące powszechnie zagrożenie wód podziemnych, wymusza prowadzenie stałej kontroli ich jakości poprzez zorganizowanie systemu monitoringu wód podziemnych. Woda, aby być bezpieczną dla zdrowia, musi spełniać parametry określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 20.04.2010r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. nr 72 poz. 466 z dnia 29.04.2010 r.) [10].

Współcześnie cena wody zawiera szereg czynników pośrednich, tj. pokrywa koszty jej ujmowania, uzdatniania i dostarczania do odbiorcy. Wzrost cen wody może być spowodowany ciągłymi modernizacjami i wprowadzaniem nowych technologii uzdatniania. Wiadomym jest, że poprawia to znacząco jakość wody dostarczanej do naszych domów. Należy też zauważyć, że na koszt „wyprodukowania” wody wpływają też inne czynniki, takie jak koszty budowy ujęcia, stacji uzdatniania wody, sieci przesyłowych wodociągowych, a także koszty eksploatacji tych systemów. Ze względu na wzrost cen wody, a co za tym idzie zwiększenie udziału kosztów jej zużycia w budżetach gospodarstw domowych, radykalnie zmieniła się też mentalność społeczeństwa, które zaczyna szanować ten drogocenny dar natury [2,3].

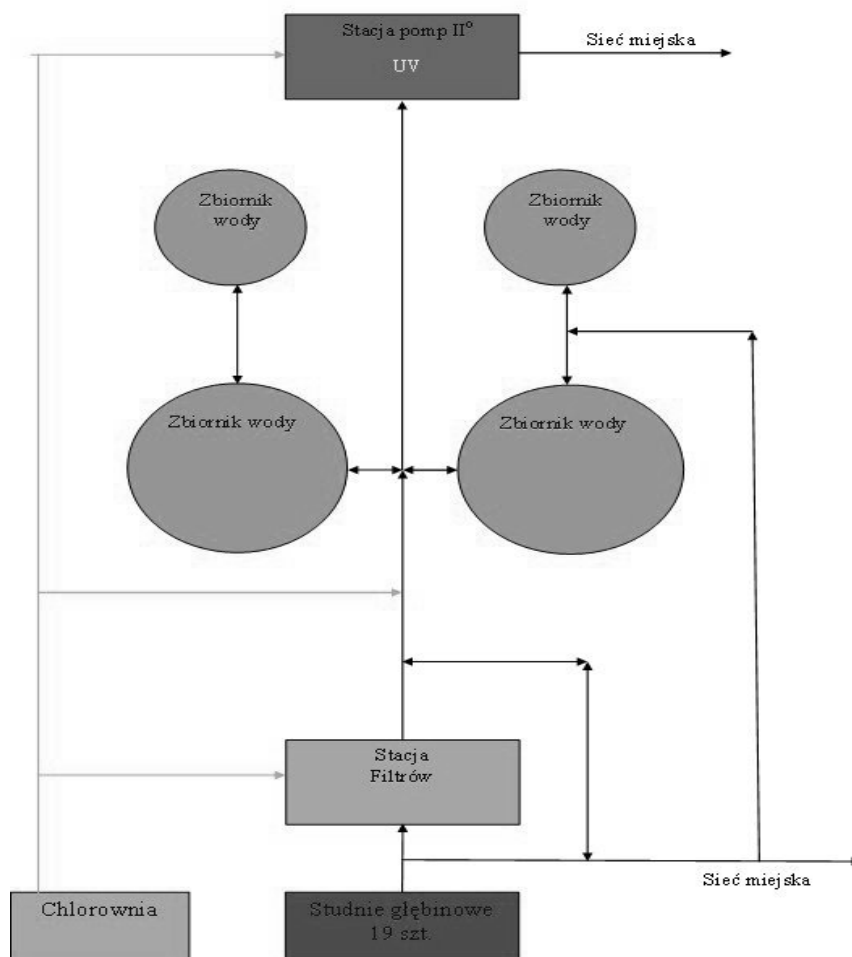
Jakość dostarczanej wody na potrzeby socjalno-bytowe człowieka jest określana przez usługodawcę. Spełnienie szeregu wymagań powoduje, że tylko wody najlepszej jakości mogą być dostarczane bezpośrednio do odbiorców komunalnych: do picia i na cele gospodarcze. Wody niespełniające tych wymagań muszą zostać poddane uzdatnianiu. Poziom zaawansowania technologii i wiedzy technicznej pozwala obecnie na uzdatnianie wód nawet najbardziej zanieczyszczonych. Jest to jednak nieefektywne pod względem ekonomicznym, gdyż w przypadku dużego zanieczyszczenia koszty uzdatniania rosną nieproporcjonalnie wraz ze stopniem zanieczyszczenia wody. Względy ekonomiczne przemawiają więc za ujmowaniem wód najlepszych jakościowo. Dla większości wód głębinowych uzdatnianie ogranicza się do redukcji zawartości związków żelaza i manganu. Takie uzdatnianie jest technicznie stosunkowo proste [4].

2. Charakterystyka miejskiej stacji uzdatniania wody w Suwałkach

Do najważniejszych kosztów eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej można zaliczyć:

- koszty energii,
- wynagrodzenia z narzutami,
- koszty materiałów i remontów,
- koszty montażu wodomierzy,
- koszty ogólnego zarządu,
- pozostałe koszty [5, 8].

W celu poznania rozkładu poszczególnych kosztów poddano analizie stację uzdatniania wody (SUW) podziemnej w Suwałkach o wydajności 600 m³/h. Inwestycja została zrealizowana była przy udziale Instrumentu Przedakcesyjnej Polityki Strukturalnej. Główne problemy jakości wody podziemnej w Suwałkach są związane z ponadnormatywną zawartością związków żelaza i manganu oraz z jej mętnością. W związku z tym procesy uzdatniania wody skupiają się przede wszystkim na odżelazianiu, odmanganianiu i usuwaniu mętności [11,12]. Ogólny schemat uzdatniania wody podziemnej na stacji w Suwałkach przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Ogólny schemat uzdatniania wody w SUW w Suwałkach

Fig. 1. General water treatment scheme at the Water Treatment Plant in Suwałki

Technologia uzdatniania wody na stacji uzdatniania wody w Suwałkach obejmuje różne procesy i urządzenia. Ze studni woda kierowana jest do dwóch ciśnieniowych komór reakcji, w których następuje jej natlenienie za pomocą sprężonego powietrza dostarczanego przez trzy sprężarki bezolejowe. Celem napowietrzania jest wprowadzenie do wody tlenu pozwalającego na częściowe utlenienie związków żelaza i manganu do postaci strącanej oraz jej odkwaszenie. Wyparcie nierozpuszczonych gazów prowadzone jest przez automatyczne zawory odpowietrzające. Z aeratorów woda kierowana jest do dziesięciu filtrów, produkcji firmy Culligan, na których poddawana jest filtracji z prędkością 8,5 m/h. Filtry wypełnione są złożem warstwowym "CULSORB M" i pracują w pełni automatycznie dzięki posiadanym, programowalnym w dowolny sposób, sterownikom a także przepustnicom i kryzom. Woda po filtrach kierowana jest do czterech retencyjnych zbiorników wody czystej o łącznej pojemności 9600 m³. Zbiorniki wody czystej zapewniają zapas wody w celu wyrównania nierównomierności rozbiorów godzinowych. Ze zbiorników wyposażonych w podwójny system filtracji powietrza, woda grawitacyjnie płynie do hali pomp II⁰. Tam poddawana jest ciągłej dezynfekcji promieniami UV i przesyłana do odbiorców za pomocą pomp poziomych.

Stacja uzdatniania wody w Suwałkach dostarcza uzdatnioną wodę do prawie 100% mieszkańców miasta Suwałki (70 tys.). Łączna długość sieci wodociągowej (z przyłączami) wynosi 214,5 km. Rocznie produkuje się około 3 mln m³ wody (ok. 8 tys. m³ dziennie), z czego sprzedaje się ok. 2,5 mln m³. W większości (2 mln m³) woda dostarczana jest gospodarstwom domowym. Na cele produkcyjne przeznaczona jest ok. 60 tys. m³ wody [9,11,12].

Stacja uzdatniania wody pracuje automatycznie w układzie dwustopniowego pompowania wody i jednostopniowej filtracji na wielowarstwowym złożu. Woda ujmowana jest z 19 studni głębinowych z osadów czwartorzędowych, przykrytych naprzemianległymi kompleksami przepuszczalnymi i nieprzepuszczalnymi. Średni czas eksploatacji studni w ciągu doby wynosi 15,5 godziny [9,11,12].

Wydajność urządzeń stacji uzdatniania wody wynosi $Q_{\text{h\text{sr}}}= 600,00 \text{ m}^3/\text{h}$, a średni rozbiór wody - $Q_{\text{h\text{sr}}}= 450,00 \text{ m}^3/\text{h}$.

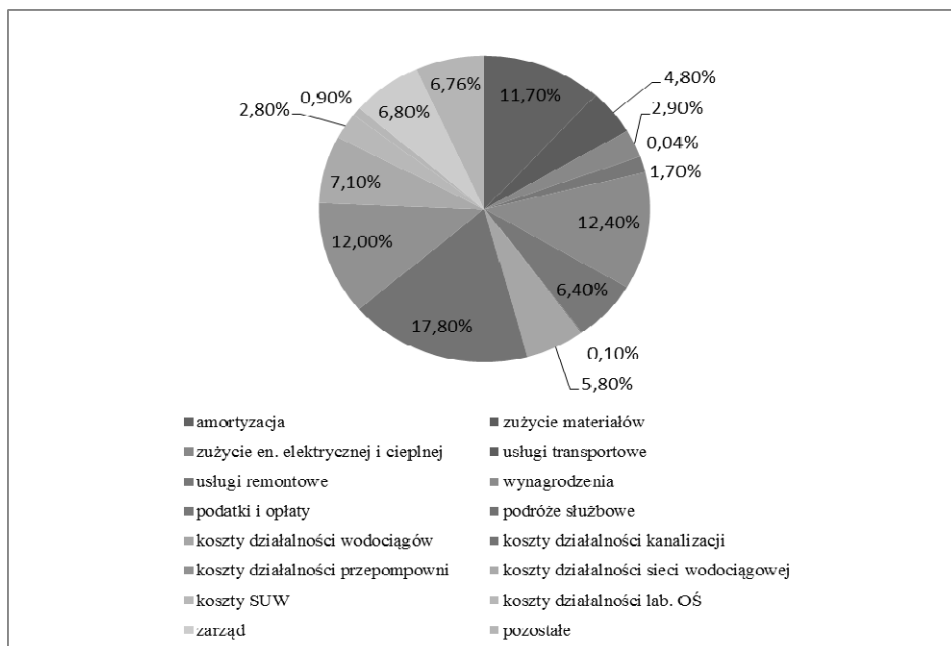
3. Analiza kosztów funkcjonowania Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Suwałkach

W ramach analizy określono poszczególne elementy całkowitych rocznych kosztów funkcjonowania Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Suwałkach w 2012 roku.

Na całkowite koszty Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Suwałkach w roku 2012 składają się:

- koszty amortyzacji,
- koszty zużycia materiałów,
- koszty zużycia energii elektrycznej i ciepłej,
- koszty usług transportowych,

- koszty usług remontowych,
- koszty pozostałych usług obcych,
- koszty wynagrodzeń,
- koszty świadczeń na rzecz pracowników,
- odpisy na ZFŚS,
- ubezpieczenia i inne,
- podatki i opłaty,
- koszty usług bankowych,
- koszty podróży służbowych,
- koszty reprezentacji i reklamy,
- pozostałe koszty,
- rozliczenie kosztów,
- koszty działalności wodociągów,
- koszty działalności kanalizacji,
- koszty działalności przepompowni,
- koszty działalności sieci wodociągowych,
- koszty stacji uzdatniania wody,
- koszty działalności laboratorium oczyszczania ścieków,
- koszty zarządu.



Rys.2. Procentowy udział poszczególnych kosztów w stosunku do kosztów całkowitych PWiK w Suwałkach w 2012r.

Fig.2. Percentage share of individual costs in relation to the total outlays of the Water Supply and Sewerage Utility in Suwałki in 2012

Wykonane zestawienie potwierdza zasadność obliczeń Webera [6,7]. Rozkład kosztów analizowanych w ramach niniejszej pracy jest zbliżony z przykładem literaturowym. Analizując zestawienia stanów i obrotów za okres 2010-2012 w Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji w Suwałkach zauważono stopniowy wzrost całkowitych kosztów eksploatacyjnych wraz z upływem lat. Należy przypuszczać, iż zależność ta wynika z powodu wzrostu cen rynkowych materiałów i kosztów utrzymania obiektów. Obserwowany wzrost kosztów wynagrodzeń w latach 2010-2012 został spowodowany wzrostem wielkości zatrudnienia w PWiK w Suwałkach oraz wzrostem poziomu płac.

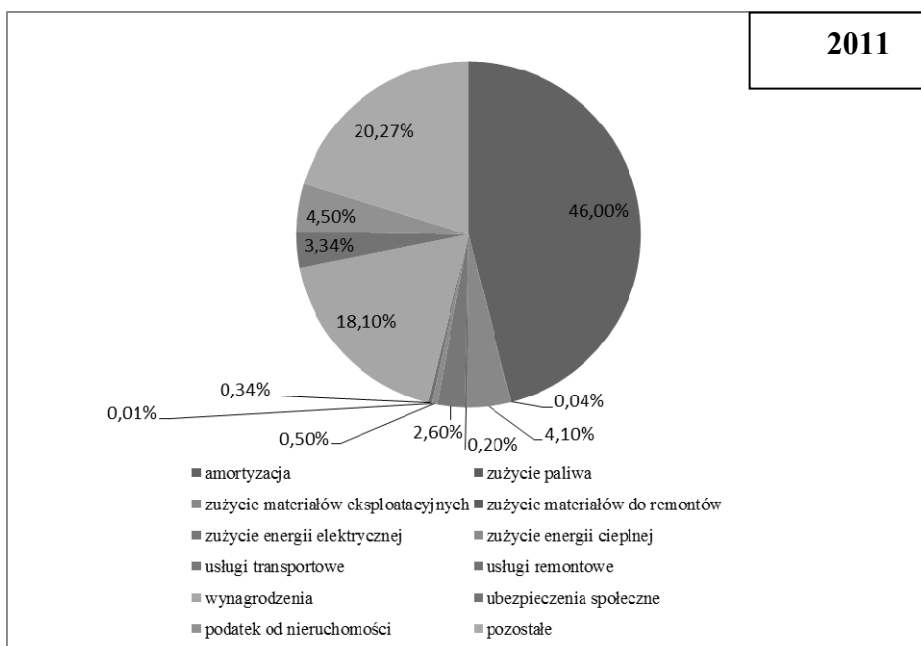
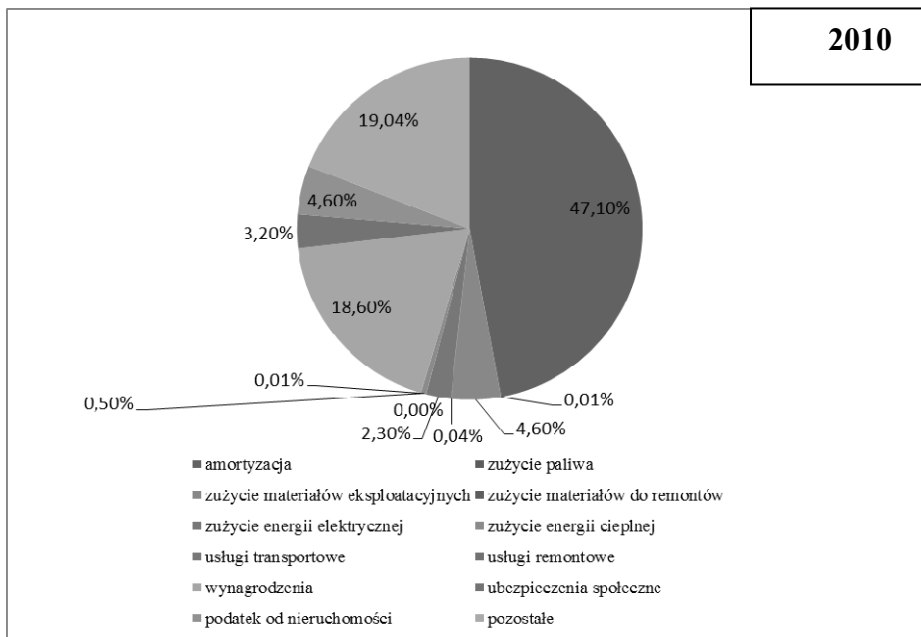
We wszystkich analizowanych latach, najwyższy udział w kosztach przedsiębiorstwa uzyskują koszty amortyzacji, koszty działalności przepompowni, wynagrodzenia oraz koszty funkcjonowania kanalizacji. Z kolei najniższy jest udział kosztów usług transportowych, kosztów podróży służbowych oraz kosztów działalności laboratorium oczyszczalni ścieków.

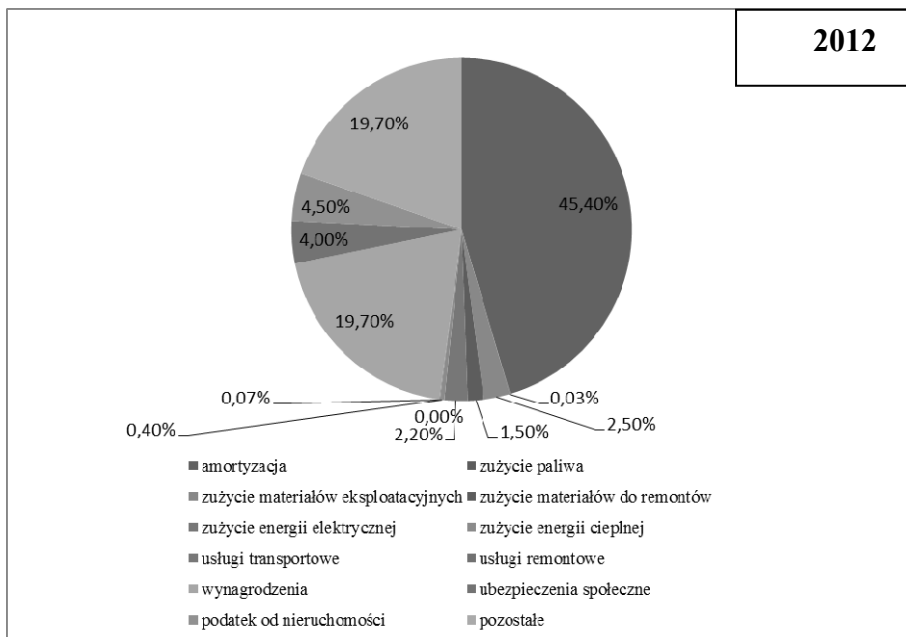
Średnie koszty stacji uzdatniania wody stanowią ok. 2,3% całkowitych kosztów przedsiębiorstwa.

4. Analiza całkowitych rocznych kosztów eksploatacji miejskiej stacji uzdatniania wody w Suwałkach

Całkowite koszty eksploatacji miejskiej stacji uzdatniania wody podziemnej obejmują następujące rodzaje kosztów, czyli:

- amortyzacja,
- koszty zużycia paliwa,
- koszty zużycia oleju opałowego,
- koszty zużycia materiałów eksploatacyjnych,
- koszty zużycia materiałów do remontów,
- koszty zużycia energii elektrycznej,
- koszty zużycia energii cieplnej,
- koszty usług transportowych,
- koszty usług remontowych,
- koszty pozostałych usług,
- koszty wynagrodzeń,
- ubezpieczenia społeczne,
- świadczenia na rzecz pracowników,
- podatki i opłaty,
- koszty krajowych i zagranicznych podróży służbowych,
- koszty usług bankowych,
- koszty reprezentacji i reklamy,
- pozostałe koszty,
- rozliczenie kosztów.

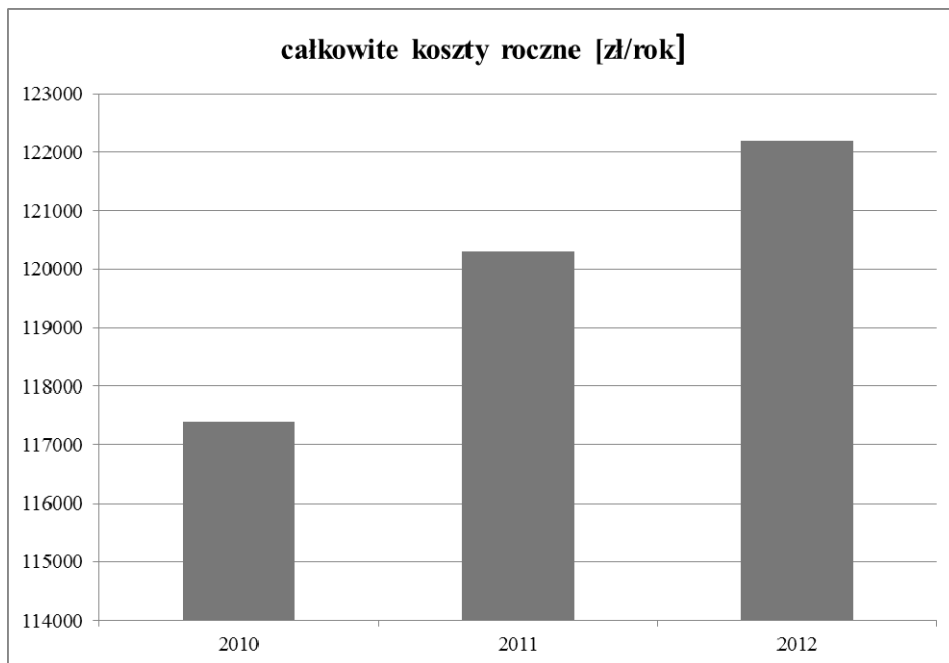




Rys.3. Procentowy udział poszczególnych kosztów w stosunku do kosztów całkowitych SUW w Suwałkach w latach 2010-2012r.

Fig.3. Percentage share of individual costs in relation to the total outlays of the Water Treatment Plant in Suwałki in 2012

Jak wynika z diagramu kołowego, zamieszczonego na rysunku 3, największy udział w całkowitych kosztach eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej w Suwałkach mają koszty amortyzacji (45,4%) oraz koszty wynagrodzeń (19,7%). Z kolei najniższym udziałem charakteryzują się koszty usług transportowych (0,07%) oraz koszty zużycia paliwa (0,03%).



Rys. 4. Wykres zmian całkowitych kosztów rocznych SUW w Suwałkach w latach 2010-2012

Fig.4. Graph of the changes in the total annual outlays of the Water Treatment Plant in Suwałki in 2010-2012

Analizując zestawienia kosztów za okres 2010-2012 stacji uzdatniania wody w Suwałkach, zauważono stopniowy wzrost kosztów eksploatacyjnych wraz z upływem lat. Należy przypuszczać, iż zależność ta jest spowodowana wzrostem cen rynkowych i kosztem utrzymania urządzeń. Rosnące koszty wynagrodzeń są spowodowane wzrostem zatrudnienia w PWiK bądź zmianą poziomu płac pracowników.

W przeciągu analizowanych trzech lat (2010-2012) wykonano tylko jeden niezbyt kosztowny remont. Można zatem wnioskować, że stacja uzdatniania wody podziemnej w Suwałkach charakteryzuje się wysoką niezawodnością działania.

5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych w referacie analiz możliwe było sformułowanie następujących wniosków:

1. Procesy technologiczne, stosowane w miejskiej stacji uzdatniania wody podziemnej w Suwałkach, zapewniają usunięcie związków żelaza, manganu oraz mętności w uzdatnianej wodzie do wymaganego poziomu.

2. Średni udział kosztów eksploatacji miejskiej stacji uzdatniania wody podziemnej w Suwałkach w całkowitych kosztach funkcjonowania Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Suwałkach w latach 2010-2012 kształtował się na poziomie 2,3%.
3. Największy udział w całkowitych kosztach eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej w Suwałkach mają koszty amortyzacji (45,2%) oraz koszty wynagrodzeń (19,7%). Najniższym udziałem charakteryzują się koszty usług transportowych (0,07%) oraz koszty zużycia paliwa (0,03%).
4. Wzrost cen rynkowych energii i materiałów w procesach uzdatniania wody oraz wynagrodzeń pracowników spowodował wzrost całkowitych kosztów eksploatacji stacji uzdatniania wody podziemnej w Suwałkach w latach 2010-2012 około 5 %.

Bibliografia

- [1] Chelmiński W., *Woda: zasoby, degradacja, ochrona*. PWN, Warszawa 2002
- [2] Dąbrowski S., Górski J., *Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2004
- [3] Dziembowski Z., *Ekonomika przedsiębiorstwa komunalnego*. PWE, Warszawa 1983
- [4] Heidrich Z., *Aspekty techniczno- ekonomiczne oczyszczania wód*. Ochrona Środowiska, Wyd. PZITS, Wrocław 1985
- [5] Nawrocki J., Biłozor S., *Uzdatnianie wody. Procesy chemiczne i biologiczne*. PWN, Warszawa- Poznań 2000
- [6] Weber Ł., *Eksploatacja stacji uzdatniania wody podziemnej. Część I. Rodzaje i eksploatacja systemów napowietrzania ciśnieniowego wody podziemne*, Technologia Wody 2010, 1 (3)
- [7] Weber Ł., *Eksploatacja stacji uzdatniania wody podziemnej. Część IV. Kontrola stanu złóż filtracyjnych*, Technologia Wody 2010, 4 (6)
- [8] Zadrożna S., *Ocena technologii uzdatniania wód podziemnych na wybranym przykładzie*. Praca dyplomowa inżynierska. Politechnika Białostocka, Białystok 2011
- [9] Zakład Usług Projektowych "Eko-Geo" M.Tatarata w Suwałkach, *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych rejonu Suwałk*, Suwałki 1993
- [10] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20.04.2010 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. nr 72 poz. 466 z dnia 29.04.2010 roku)
- [11] Materiały udostępnione przez Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Suwałkach.
- [12] Strona internetowa www.pwik.suwalki.pl