

Ewa OCIEPA, Wiesław KĘDZIA

Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Środowiska
ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa
e-mail: eociepa@is.pcz.czyst.pl, wieslaw.kedzia@is.pcz.czyst.pl

Analiza strat wody w wybranych wodociągach województwa śląskiego

Straty wody w sieciach i instalacjach wodociągowych stanowią często bardzo wysoki procent wody włączanej do sieci. Analiza strat wody powinna być podstawą do podejmowania działań modernizacyjnych w celu ograniczenia kosztów związanych z produkcją wody i jej dystrybucją. W artykule przedstawiono i przeanalizowano na podstawie danych z czterech miejskich zakładów wodociągowych działających na terenie województwa śląskiego straty wody w poszczególnych zakładach w ostatnich kilku latach. Obliczone procentowe straty wody w ostatnich latach w zależności od zakładu stanowiły od 9 do ok. 27% wody włączonej do sieci. Wskazano wielokierunkowe działania zakładów doprowadzające do ograniczenia strat. Podstawą działań jest przede wszystkim wdrożenie monitoringu przepływów i ciśnień w sieciach wodociągowych. Jeden z przedstawionych w artykule zakładów wodociągowych dzięki innowacyjnym działaniom organizacyjnym i technicznym zredukował straty wody w okresie ostatnich pięciu lat nawet o 10%.

Słowa kluczowe: bilans wody, straty wody, monitoring sieci wodociągowych

Wprowadzenie

Problemy wynikające z powstawania wycieków w sieci wodociągowej dotyczą każdego przedsiębiorstwa wodociągowego. Straty wody są najczęściej efektem awarii przewodów wodociągowych i armatury sieci oraz przyłączy wodociągowych wykonanych przede wszystkim z tradycyjnych materiałów, takich jak żeliwo szare i stal, które stanowią około 50% długości przewodów wodociągowych w Polsce [1]. Z uwagi na fakt, iż woda stracona stanowi często wysoki procent wody włączanej do sieci wodociągowej, istotne dla kondycji i oceny ekonomicznej przedsiębiorstw jest ciągle działanie na rzecz ograniczania strat wody. Wysokość strat wody wskazuje, czy dystrybucja wody prowadzona jest w prawidłowy sposób, pozwala ocenić stan techniczny sieci, przyłączy, armatury, opomiarowanie oraz rozliczanie z odbiorcami. Ograniczanie strat pozwala przede wszystkim na obniżenie kosztów sprzedaży wody. Dlatego też liczni autorzy podkreślają, że bilansowanie wody w sieci stanowi podstawę oceny pracy układu dystrybucji wody w aspekcie zużycia i strat wody [2-7].

Podstawowym zadaniem przedsiębiorstw wodociągowych jest również ustalenie akceptowalnego poziomu strat wody. Straty nieuniknione ze względów ekonomicznych są nieopłacalne do usunięcia, a wyciek nieunikniony zależny jest od

długości, ciśnienia i awaryjności sieci oraz liczby odbiorców. Coraz częściej w literaturze podkreśla się, że analiza strat wody powinna być oparta na tak zwanym optymalnym poziomie strat wody w sieci [8-11].

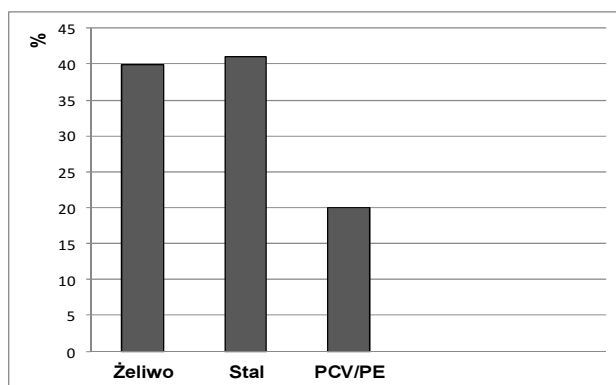
W artykule przeanalizowano wysokość strat wody w czterech zakładach wodociągowych województwa śląskiego. Wskazano działania, które doprowadziły do ograniczania strat wody w systemach dystrybucji eksploatowanych przez analizowane zakłady.

1. Straty wody na przykładzie wybranych przedsiębiorstw

Poniżej przedstawiono i przeanalizowano na podstawie danych z czterech różnej wielkości miejskich przedsiębiorstw wodociągowych (I, II, III, IV), działających na terenie województwa śląskiego, bilans wody i procentowe wskaźniki, pozwalające na ocenę strat wody w poszczególnych zakładach w ostatnich kilku latach. Procentowy wskaźnik strat wskazuje poziom strat wody w systemie wodociągowym przez porównanie objętości wody wtłoczonej i straconej w określonym czasie. W celu zobrazowania eksploatowanych sieci wodociągowych scharakteryzowano zakłady pod względem długości, materiału i wieku sieci wodociągowej.

Przedsiębiorstwo I - długość, materiał i wiek analizowanej sieci wodociągowej

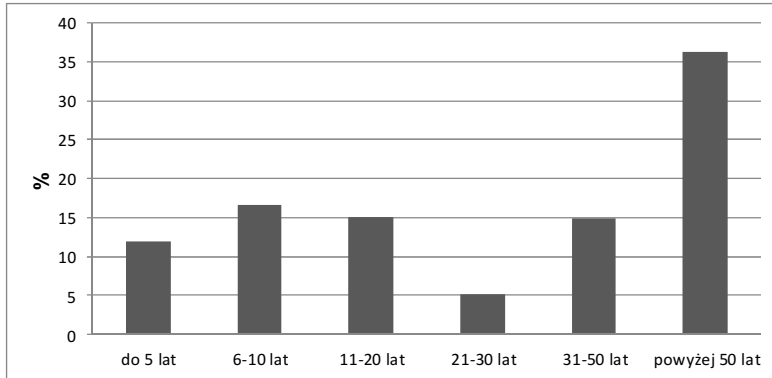
Analizowane Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji (I) eksploatuje sieć wodociągową o łącznej długości 811,00 km, z czego 102,7 km to sieć magistralna, 472,7 km sieć rozdzielcza, a 235,6 km stanowią podłączenia wodociągowe. Średnice rurociągów w sieci wodociągowej wykonanych z żeliwa wynoszą od 80 do 600 mm, ze stali od 15 do 600 mm, z PCV/PE od 32 do 400 mm. Analizując sieć wodociągową pod względem materiałowym, w 2014 roku zakład eksploatował: 323,2 km przewodów żeliwnych, co stanowi około 40% długości całej sieci, 333,7 km przewodów stalowych, co stanowi około 41% długości całej sieci, i 154,2 km przewodów PCV/PEHD, co stanowi około 19% długości całej sieci (rys. 1).



Rys. 1. Struktura materiałowa sieci

Fig. 1. Network material composition

Na rysunku 2 przedstawiono strukturę wiekową przewodów, ponad 35% całej sieci ma powyżej 50 lat, natomiast 15% od 31 do 50 lat. Sieci wybudowanych w ostatnim dziesięcioleciu Zakład eksploatuje tylko ok. 30%.



Rys. 2. Okres eksploatacji sieci wodociągowej

Fig. 2. The period of the water supply system exploitation

Straty wody w systemie dystrybucji przedsiębiorstwa I

Tabela 1 przedstawia dane dotyczące ilości wody wprowadzanej do sieci, sprzedaży, zużycia własnego przez zakład oraz łącznej objętości traconej i procentowego udziału w stosunku do objętości wody wtłoczonej w analizowanym okresie 2008-2014. Straty procentowe wody obliczono jako stosunek różnicy wody wtłoczonej do sieci i sprzedanej oraz zużytej na potrzeby własne systemu do ilości wody wtłoczonej.

Tabela 1. Bilans produkcji, sprzedaży i strat wody

Table 1. The balance of the production, sale and loss of water

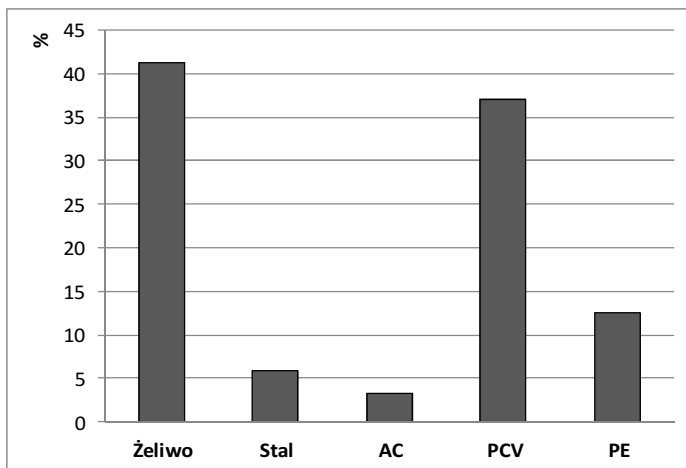
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Woda wtłoczona do sieci (produkcja + zakup)	tys. m ³	12 121,3	12 119,9	12 100,3	11 657,4	11 452,0	11 072,5	10 363,7
Zużycie własne	tys. m ³	108,5	101,9	115,2	128,1	113,7	153,5	125,3
Sprzedaż	tys. m ³	9951,3	9704,0	9700,3	9730,3	9626,0	9417,7	9304,4
Strata	tys. m ³	2061,5	2314,0	2284,8	1799,0	1712,3	1501,3	934,0
Strata	%	17,0	19,1	18,9	15,4	15,0	13,6	9,0

Analiza danych z tabeli 1 pozwala stwierdzić, że zakład I obniżył w okresie kilku lat straty o ok. 10%, osiągając w 2014 r. straty na poziomie 9%. Należy podkreślić, że straty wody stopniowo, systematycznie malały; między 2008 a 2014 rokiem różnica ta wyniosła aż 1118,5 tys. m³, co daje przedsiębiorstwu ogromne korzyści finansowe. Na skalę poprawy sytuacji wskazuje fakt zmniejszenia ilości traconej

wody w 2014 roku o ok. 50% w stosunku do roku 2008. Uzyskane bardzo korzystne efekty wiązały się z szeregiem działań, m.in. wprowadzeniem monitoringu, stosowaniem nowoczesnych urządzeń, takich jak loggery i korelatory. Zakład przeprowadził modernizację sieci wodociągowej i SUW, prowadzi stałą kontrolę w celu szybkiej lokalizacji wycieków w ramach „Aktywnej Kontroli Wycieków” Do najistotniejszych prac, które wykonano na rzecz ograniczania wycieków, należą: podział sieci na opomiarowane sektory (opomiarowanie poprzez przepływomierze), systematyczna wymiana starych, skorodowanych sieci i przyłączy wodociągowych oraz wyłączanie z eksploatacji „zbędnych” odcinków sieci. Wprowadzany monitoring w przypadku redukcji strat wody ma szczególne znaczenie. Umożliwia on szybką reakcję brygad diagnostycznych na pojawiające się awarie oraz na bieżącą analizę pracy systemu dystrybucji wody.

Przedsiębiorstwo II - długość i struktura materiałowa analizowanej sieci wodociągowej

Analizowane Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji (II) eksploatuje sieć wodociągową o łącznej długości ok. 2300 km, w tym ok. 140 km to sieć magistralna, ok. 1300 km to sieć rozdzielcza, ponad 800 km stanowią podłączenia wodociągowe. Analizując sieć wodociągową pod względem materiałowym, przewody żeliwne stanowią około 41% długości całej sieci, stalowe ok. 6,0%, przewody AC ponad 3%, przewody PCV - 37% i PE ok. 12% długości całej sieci (rys. 3). Materiałami dominującym w przypadku tej sieci wodociągowej są żeliwo oraz PCV.



Rys. 3. Struktura materiałowa sieci

Fig. 3. Network material composition

Straty wody w systemie dystrybucji przedsiębiorstwa II

Tabela 2 przedstawia dane dotyczące ilości wody wyprodukowanej, sprzedanej, zużytej na potrzeby własne przez zakład oraz łącznej objętości traconej i procent-

towego udziału w stosunku do objętości wody wtłoczonej w analizowanym okresie 2007-2013.

Tabela 2. **Bilans produkcji, sprzedaży i strat wody**Table 2 **he balance of the production, sale and loss of water**

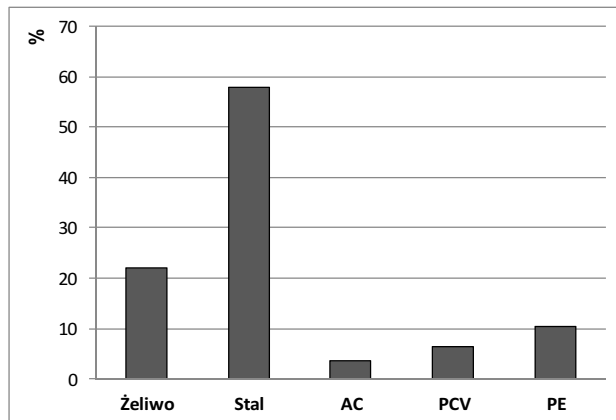
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Produkcja wody	tys. m ³	18 072,3	17 177,2	16 824,5	16 300,0	15 424,6	15 719,9	14 973,2
Zużycie własne	tys. m ³	321,6	240,7	165,6	236,2	260,1	229,4	146,6
Sprzedaż	tys. m ³	14 395,5	13 935,9	13 659,8	13 582,7	13 369,2	13 640,3	13 085,9
Strata	tys. m ³	3355,2	3000,6	2999,1	2481,1	1795,3	1850,2	1740,7
Strata	%	18,6	17,5	17,8	15,2	11,6	11,8	11,6

W ostatnich latach procentowy udział strat zmniejszył się o ok. 7%, osiągając w 2013 roku 11,6% (tab. 2). Można zauważyć, że straty wody stopniowo malały, między 2007 a 2013 rokiem różnica ta wyniosła aż 1614,5 tys. m³. Podobnie jak w zakładzie I, na skalę sukcesu wskazuje fakt zmniejszenia ilości traconej wody w 2013 roku o ok. 50% w stosunku do 2007 roku. Uzyskane wyniki są efektem przede wszystkim wprowadzenia i skojarzenia wyników monitoringu i pracy diagnostów wyposażonych w specjalistyczne urządzenia akustyczne, co zaowocowało wykryciem licznych nieszczelności, nieujawniających się na powierzchni gruntu, a w konsekwencji zredukowało znacznie poziom strat wody w przedsiębiorstwie. Zakład wyposażony jest w pojazdy ze specjalistycznym sprzętem diagnostycznym (m.in. korelator, loggery, geofon, laska nasłuchowa, traser przewodów). Dzięki danym z monitoringu w trakcie testowania stopniowego sieci diagnozy mogą szybciej dotrzeć do miejsca awarii, co daje przewagę nad aktywną kontrolą wycieków, która stosowana jest w przypadku przewodów niewyposażonych w kompletny system opomiarowania.

Przedsiębiorstwo III - długość, materiał i wiek analizowanej sieci wodociągowej

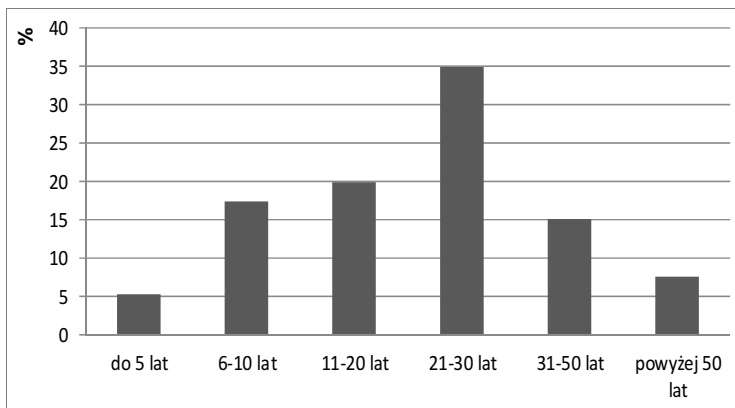
Analizowane Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji (III) eksploatuje sieć wodociągową o łącznej długości ok. 305 km, w tym ok. 14,0 km to sieć magistralna, ok. 203 km to sieć rozdzielcza, ponad 88 km stanowią podłączenia wodociągowe. Analizując sieć wodociągową pod względem materiałowym, przewody żelazne stanowią około 22% długości całej sieci, stalowe ok. 58%, przewody AC ponad 3%, przewody PCV - ok. 7% i PE ok. 10% długości całej sieci (rys. 4). Materiałem dominującym w przypadku tej sieci wodociągowej jest stal.

Na rysunku 5 przedstawiono strukturę wiekową przewodów, ponad 20% całej sieci stanowią przewody powyżej 31 lat, natomiast sieci wybudowanych w ostatnim dziesięcioleciu zakład eksploatuje tylko ok. 23%.



Rys. 4. Struktura materiałowa sieci

Fig. 4. Network material composition



Rys. 5. Okres eksploatacji sieci wodociągowej

Fig. 5. The period of the water supply system exploitation

Straty wody w systemie dystrybucji przedsiębiorstwa III

Tabela 3 przedstawia dane dotyczące ilości wody wyprodukowanej, sprzedanej, zużycia własnego łącznie z objętością wody traconej - zestawienie sumaryczne z uwagi na brak danych szczegółowych. Określono również łączny procentowy udział zużycia własnego i strat wody w stosunku do objętości wody wtłoczonej w badanym okresie 2006-2012.

Należy stwierdzić, że w tym zakładzie na przestrzeni analizowanych lat zużycie własne wody i straty wody utrzymywały się na zbliżonym poziomie z wyjątkiem niewyjaśnionych bardzo wysokich strat w 2011 roku. Analizując jednak stosunkowo niewielkie zużycie własne analogicznych zakładów, można sądzić, że ten zakład posiada wysokie straty spowodowane wyciekami czy kradzieżami wody. Wysoki poziom strat wody w przedsiębiorstwie świadczy o niedostatecznych

działaniach na rzecz prawidłowej eksploatacji, co jest spowodowane przede wszystkim problemami finansowymi, technicznymi i organizacyjnymi.

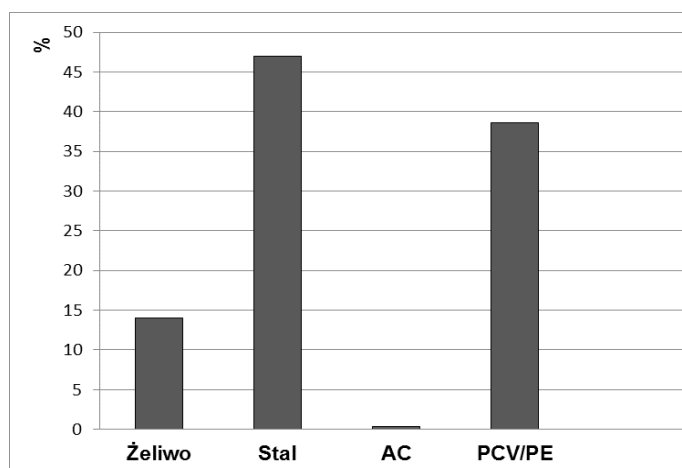
Tabela 3. Bilans produkcji, sprzedaży i strat wody

Table 3. The balance of the production, sale and loss of water

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Produkcja wody	tys. m ³	2818,0	2810,2	2732,8	2782,2	2629,1	3392,2	2640,0
Sprzedaż	tys. m ³	2289,0	2180,6	2034,4	2078,5	2051,6	1944,5	2028,0
Zużycie własne + strata	tys. m ³	529,0	629,6	698,4	703,7	577,5	1447,7	612,0
Zużycie własne + strata	%	18,8	22,4	25,6	25,3	22,0	42,7	23,2

Przedsiębiorstwo IV - długość, materiał i wiek analizowanej sieci wodociągowej

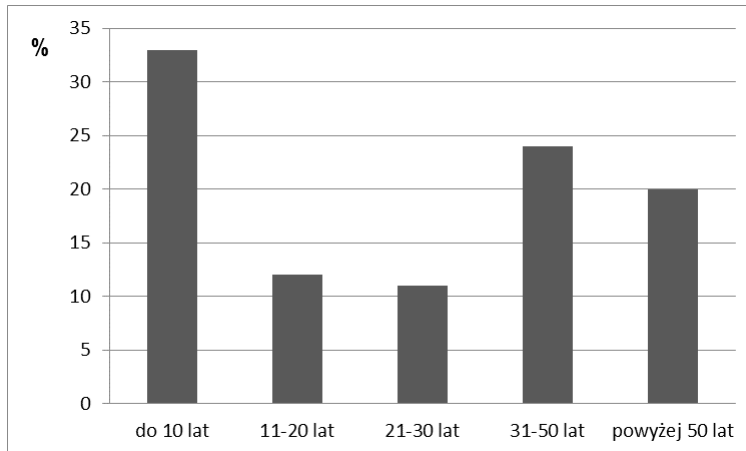
Analizowane Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji (IV) eksploatuje sieć wodociągową rozdzielczą o długości 315 km oraz ponad 190 km przyłączy wodociągowych. Średnice rurociągów w sieci wodociągowej wykonanych z żeliwa wynoszą od 220 do 600 mm, ze stali wynoszą od 110 do 220 mm, z PCV/PE do 110 mm. Analizując sieć wodociągową pod względem materiałowym, w 2014 roku zakład eksploatował około 44,0 km przewodów żeliwnych, co stanowi 14% długości całej sieci, około 148,0 km przewodów stalowych, co stanowi 47% długości całej sieci, 121,7 km przewodów PCV/PEHD, co stanowi około 38,6% i około 1,3 km - 0,4% całej długości sieci stanowią przewody azbestocementowe (rys. 6).



Rys. 6. Struktura materiałowa sieci

Fig. 6. Network material composition

Na rysunku 7 przedstawiono strukturę wiekową przewodów, około 20% całej sieci ma powyżej 50 lat, a około 45% sieci stanowią przewody wodociągowe, których wiek nie przekracza 20 lat, w tym 33% przewodów zostało wybudowanych w ostatnim dziesięcioleciu.



Rys. 7. Okres eksploatacji sieci wodociągowej

Fig. 7. The period of the water supply system exploitation

Straty wody w systemie dystrybucji przedsiębiorstwa IV

Tabela 4 przedstawia dane dotyczące ilości wody wprowadzanej do sieci, sprzedaży, zużycia własnego przez zakład oraz łącznej objętości traconej i procentowego udziału w stosunku do objętości wody wtłoczonej w analizowanym okresie 2009-2014.

Tabela 4. Bilans produkcji, sprzedaży i strat wody

Table 4. The balance of the production, sale and loss of water

		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Woda wtłoczona do sieci (produkcja + zakup)	tys. m ³	2534,0	2412,6	2418,8	2171,1	2239,0	2377,6
Zużycie własne	tys. m ³	7,3	8,3	8,4	8,6	9,9	7,2
Sprzedaż	tys. m ³	1671,1	1694,1	1686,4	1601,4	1642,0	1729,1
Strata	tys. m ³	855,6	710,2	724,0	561,1	587,1	641,3
Strata	%	33,7	29,4	29,9	25,8	26,2	26,9

W ostatnich latach procentowy udział strat zmniejszył się o ok. 7%, osiągając w 2014 roku 26,9% (tab. 4). Różnica strat wody między 2009 a 2014 rokiem wyniosła 214,3 tys. m³ przy wzroście sprzedaży o 58,0 tys. m³, co dało przedsiębior-

stwu korzyści finansowe. Jednak straty wody nadal są dość wysokie, w związku z czym w 2015 r. zakład podjął się wdrożenia systemu monitorowania sieci. Ponadto zakład pozyskał krajowe i unijne środki finansowe na realizację programu, którego celem jest zapewnienie poprawy w zakresie gospodarki wodno-ściekowej. Za jedno z najważniejszych przedsięwzięć należy uznać „odmłodzenie wieku” sieci wodociągowej. W ostatnim okresie wymieniono wodomierze klasyczne na wodomierze z nakładką radiową. Za pomocą tych urządzeń można otrzymać informację o zużyciu wody w czasie rzeczywistym.

Niewątpliwie podjęte działania organizacyjne i techniczne powinny wpłynąć znacząco na obniżenie strat wody.

2. Dyskusja wyników

Systematyczna analiza przez przedsiębiorstwa wodociągowe takich wskaźników, jak: ilość wody wtłoczonej do sieci, zużytej na potrzeby własne zakładu oraz sprzedanej, pozwala na ogólne określenie strat wody. Sporządzenie rzetelnego bilansu wody, obliczenie opisanych w pracy wskaźników pozwala na porównywanie i monitorowanie strat wody w poszczególnych latach. Porównanie wyników z poprzednimi okresami rozliczeniowymi umożliwia wykrywanie pewnych nieprawidłowości, związanych z błędami pomiarów lub nadmiernymi wyciekami wody spowodowanymi awariami czy kradzieżami wody.

W pracy przeanalizowano straty wody na podstawie procentowego wskaźnika strat wody, który mimo pewnej krytyki jest nadal powszechnie stosowany. Błędem byłoby jednoznacznie oceniać działanie przedstawionych zakładów i porównywać prawidłowość prowadzonej przez nie eksploatacji tylko na podstawie procentowych strat wody z uwagi chociażby na zróżnicowane długości eksploatowanych sieci i przyłączy, ich różny wiek i strukturę materiałową. Analiza pracy każdego systemu dystrybucji powinna być prowadzona indywidualnie, a zadaniem każdego zakładu wodociągowego jest na jej podstawie podejmowanie działań uzasadnionych pod względem technicznym i ekonomicznym.

Rzetelne, dokładne i obiektywne ocenienie strat wody często jest niemożliwe z uwagi na ograniczoną wiarygodność danych uzyskanych z zakładów np. w zakresie ilości wody zużywanej na potrzeby własne wodociągu. Ilość wody zużytej na potrzeby własne wodociągu jest na ogół trudna do dokładnego określenia i w związku z tym często jest określana szacunkowo, a przez część przedsiębiorstw celowo zawyżana dla zmniejszenia wskaźnika strat wody. Należy również pamiętać, że na straty całkowite wody składają się straty rzeczywiste i pozorne. Straty rzeczywiste spowodowane są wyciekami wody z sieci i instalacji, natomiast straty pozorne nie stanowią faktycznych ubytków, a jedynie wpływają na wartość obliczeniowego wskaźnika strat, czyli na wynik liczbowy bilansu objętości wody dostarczonej do sieci i sprzedanej odbiorcom. Przyczyną pozornych strat są niedokładności i niejednoczesności pomiaru dostawy i zużycia wody [4, 5].

Liczni autorzy podkreślają, że intensywność uszkodzeń zależy przede wszystkim od wysokości i wahań ciśnienia wody w sieciach, materiału i średnicy przewodów, czasu eksploatacji i okresu budowy przewodów, trasy ich ułożenia oraz pory roku [12, 13]. I tak np. w warunkach niemieckich i austriackich trwałość najdłużej i najczęściej stosowanych rur z żeliwa szarego i stali określono na 60-120 lat dla rur z żeliwa szarego i 60-100 lat dla rur ze stali [14]. Okresy trwałości technicznej przyjmowane w naszym kraju szacowane są dla przewodów stalowych na 50 lat i przewodów z żeliwa szarego na 75-80 lat [15].

We wszystkich analizowanych zakładach dominują sieci żeliwne i stalowe. Zakłady I i III eksploatują ok. 80% przewodów żeliwnych i stalowych, zaś zakłady II i IV ok. 50÷60%. Biorąc pod uwagę również okres eksploatacji tych sieci, który wynosi często powyżej 50 lat, praktycznie wszystkie analizowane zakłady muszą prowadzić działania modernizacyjne i remontowe eksploatowanych sieci. Znaczny odsetek przewodów kwalifikuje się do wymiany. Należy ponadto podkreślić, że zakłady I i IV eksploatują sieci wodociągowe na terenach oddziaływania górnictwa węgla kamiennego.

Analiza kształtowania się strat wody w ciągu kilku ostatnich lat pozwala stwierdzić, że zakłady I i II podjęły z bardzo dobrymi rezultatami działania prowadzące do ograniczania strat wody w eksploatowanych systemach dystrybucji. Zakład I obniżył w okresie kilku lat straty o ok. 10%, osiągając w 2014 r. straty na poziomie 9%, co jest wynikiem bardzo dobrym nie tylko w skali krajowej, ale również w porównaniu z większością krajów europejskich. Na szczególną uwagę zasługuje wysoka redukcja strat wody w zakładzie II ze względu na to, iż zakład ten eksploatuje wyjątkowo długą sieć wodociągową - ok. 2300 km. Ograniczenie strat w ostatnich latach o 7% do poziomu ok. 11% należy uznać za sukces.

Obecnie istnieje wiele skutecznych metod pozwalających na szybkie wykrycie przecieków, m.in.: metody związane z obserwacją tras przebiegu wodociągów, pomiarami ciśnienia, pomiarami przepływów, metody akustyczne i metoda rezystorowa [16].

Należy podkreślić, że analizowane zakłady podjęły i od kilku lat prowadzą wszechstronne, kompleksowe działania zmierzające do ograniczenia wycieków wody, czego efektem jest wysokie ograniczenie strat wody. Są to działania organizacyjne, remontowe, modernizacyjne oraz inwestycyjne. Podstawą działań jest prawidłowy monitoring sieci przede wszystkim przepływów i ciśnień w sieciach wodociągowych. Zakłady prowadzą aktywną kontrolę wycieków na podstawie informacji uzyskanych z monitoringu sieci. Należy podkreślić, że regulacja i redukcja ciśnienia obniżają wycieki z nieszczelności, a tym samym powodują obniżenie strat wody. Do najskuteczniejszych działań należy zaliczyć wczesne wykrywanie awarii polegające na obserwacji i analizie minimalnych przepływów nocnych, które służą do oceny stanu technicznego sieci wodociągowej. Strefowanie sieci z jednoczesnym obserwowaniem minimalnych nocnych przepływów pozwala na wstępną lokalizację awarii. Zakłady wyposażone są w urządzenia umożliwiające wykrycie wycieków specjalistycznym sprzętem nasłuchowym jak geofony, stetofony czy korelatory. Czwarty z przedstawionych zakładów realizuje program, którego celem jest kompleksowe uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej

i wdraża już liczne działania organizacyjne i techniczne, mające na celu ograniczenie strat wody.

Podsumowanie

Systematyczne wykonywanie bilansu i analiz wartości procentowego wskaźnika strat wody jest ważne dla danego zakładu do oceny zmienności strat wody w dłuższym okresie czasu w tym samym systemie dystrybucji. Zmienność wskaźnika na przestrzeni lat pozwala na wstępną ocenę strategicznej działalności przedsiębiorstwa na rzecz redukcji strat wody.

Analiza strat wody w przedstawionych przedsiębiorstwach pozwala stwierdzić, że tylko aktywny sposób zarządzania sieciami polegający na ciągłym monitorowaniu przepływów w sieci prowadzi do obniżenia strat wody. Niewątpliwie wprowadzenie monitoringu wpływa znacząco nie tylko na ograniczenie strat wody, ale poprawia również wskaźniki dotyczące ciągłości dostawy wody, wpływa na zmniejszenie zużycia energii, umożliwia racjonalne planowanie robót na sieci wodociągowej. Dwa pierwsze z przedstawionych w artykule zakładów wodociągowych dzięki wszechstronnym, systematycznym działaniom zdecydowanie ograniczyły straty wody.

Zakłady powinny też ustalić na podstawie analizy pracy eksploatowanego systemu dystrybucji poziom strat nieuniknionych, którego dalsze zmniejszanie ze względów ekonomicznych jest już nieuzasadnione. Znajomość wartości strat rzeczywistych i nieuniknionych pozwoliłaby na określenie infrastrukturalnego indeksu wycieku, który jest obecnie zalecany jako podstawowa informacja dla eksploatatora wodociągu do podejmowania działań ograniczających straty. Zakłady mają jednak często trudności w określeniu strat rzeczywistych oraz strat pozornych, co uniemożliwia oszacowanie strat nieuniknionych [7]. Obecnie uważa się, że większość zakładów wodociągowych, podejmując odpowiednie działania organizacyjne i techniczne, może stosunkowo łatwo obniżyć straty wody do kilkunastu procent. Działania na rzecz bardzo wysokiego obniżania strat są na ogół bardzo kosztowne i często nieuzasadnione ekonomicznie. Wobec powyższego straty na poziomie 8÷10% można uznać za zadowalające. Zakłada się w perspektywie docelowy poziom strat na poziomie 5÷6% [17].

Podziękowania

Praca została wykonana w ramach BS-PB/401/306/11.

Literatura

- [1] Kwietniewski M., Tłoczek M., Wysocki L. (red.), *Zasady doboru rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych do budowy przewodów wodociągowych*, Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, Bydgoszcz 2011.

- [2] Piechurski F., Wykorzystanie monitoringu sieci wodociągowej do obniżenia poziomu strat wody, *Napędy i Sterowanie* 2013, 2, 66-71.
- [3] Piechurski F., Działania zmierzające do ograniczania strat wody w systemach jej dystrybucji, *Napędy i Sterowanie* 2014, 1, 68-79.
- [4] Ogiolda E., Dębicki B., Straty wody w systemie wodociągowym w Nowej Soli, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego nr 144, Inżynieria Środowiska* 2011, 24, 92-102.
- [5] Kępa U., Stępiak L., Stańczyk-Mazanek E., Analiza zużycia wody i zmienność rozborów dla obszaru zasilania Kawie Góry na terenie miasta Częstochowy, *Annual Set The Environment Protection, Rocznik Ochrona Środowiska* 2013, 15, 2546-2562.
- [6] Hotłoś H., Ilościowa ocena wpływu wybranych czynników na parametry i koszty eksploatacji sieci wodociągowych, *Monografia 49, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław* 2007.
- [7] Kwietniewski M., Zastosowanie wskaźników strat wody do oceny efektywności jej dystrybucji w systemach wodociągowych, *Ochrona Środowiska* 2013, 35(4), 9-16.
- [8] Speruda S., Optymalny poziom strat z wycieków w sieci wodociągowej, *Akademia Strat Wody WaterKEY, Warszawa* 2011.
- [9] Speruda S., Radecki R., *Ekonomiczny poziom wycieków*, Wyd. Translator, Warszawa 2006.
- [10] Piechurski F.G., Straty wody w systemie wodociągowym, cz. I-III, *Wodociągi-Kanalizacja* 2008, 3(49), 24-46, 4(50), 21-23, 5(51), 57-62.
- [11] Lambert A., McKenzie R., Practical experience in using the Infrastructure Leakage Index, *Paper to IWA Conference Leakage Management - A Practical Approach*, Cyprus, November 2002.
- [12] Hotłoś H., Analiza strat wody w systemach wodociągowych, *Ochrona Środowiska* 2003, 1, 17-24.
- [13] Hotłoś H., Reliability level of municipal water-pipe network, *Environment Protection Engineering* 2003, 2, 141-151.
- [14] Kwietniewski M., Rak J., *Niezawodność infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej w Polsce*, Wyd. PAN, Warszawa 2010.
- [15] Dohnalik P., Jędrzejewski A., *Efektywna eksploatacja wodociągów*, Wyd. LEMtech Consulting Sp. z o.o., Kraków 2004.
- [16] Rak J.R., Sypień Ł., Analiza strat wody w wodociągu miasta Jasła, *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury*, lipiec-wrzesień 2013, 30, 60, 3/13, 5-18.
- [17] Bergel T., Pawełek J., Straty wody w systemach wodociągowych - charakterystyka, wielkość, wykrywanie i ograniczanie, *Mat. III Konf. Naukowo-Technicznej, Dubiecko* 21-22 kwietnia 2006, 125-137.

Analysis of Water Losses in Selected Water Supply Systems in Silesia Area

Water losses in networks and water supply systems are often very high percentage of water pressed to the network. Analysis of water losses should be the basis for the modernization in order to reduce the costs associated with the production of water and its distribution. The article presents and analyzes water losses in individual plants in the past few years based on data from four municipal water companies operating in the province of Silesia. The calculated percentage losses of water in the last few years, depending on the plant constituted from 9 to ca. 27% water intruded into the network. It was indicated on various activities of establishments leading to curtail losses. The basis for actions is mainly the implementation of monitoring flows and pressures in water networks. One of the waterworks presented in the article thanks to innovative organizational and technical action was able to reduce water loss in the last five years by up to 10%.

Keywords: water balance, water losses, monitoring of water supply