

Wiesław KĘDZIA*, **Ewa OCIEPA****

Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii
Instytut Inżynierii Środowiska
ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa
*wieslaw.kedzia@is.pcz.czest.pl, **eociepa@is.pcz.czest.pl

Straty wody w miejskiej sieci wodociągowej Myszkowa

Od kilku lat przedsiębiorstwa wodociągowe obserwują systematyczny spadek zapotrzebowania na wodę. Wobec systematycznego spadku produkcji i sprzedaży wody kwestia poziomu strat staje się jeszcze bardziej istotna. Analiza strat wody staje się podstawą do podejmowania działań modernizacyjnych w celu ograniczenia kosztów związanych z produkcją wody i jej dystrybucją. W pracy przedstawiono analizę zużycia i strat wody w wodociągu w mieście Myszków, wykonaną na podstawie danych uzyskanych z Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Myszkowie, badań własnych i sprawozdań statystycznych. Ustalono podstawowe wskaźniki strat wody oraz odniesiono je do wskaźników zaproponowanych przez The International Water Association (IWA).

Słowa kluczowe: system zaopatrzenia w wodę, straty wody, awarie wodociągowe

Wstęp

Zmiany wielkości zużycia wody w wieloleciu wynikają przede wszystkim ze zmian demograficznych, rozwoju miast i wsi, podnoszenia się poziomu życia ludzi, a także rozwoju systemu wodociągowego. Od czasu urynkwienia cen wody i opomiarowania odbiorców w Polsce obserwuje się wyraźny spadek całkowitego zużycia wody. Wynika to z racjonalizacji zużycia wody w gospodarstwach domowych, przedsiębiorstwach i innych podmiotach gospodarczych, a także zmniejszenia się liczby mieszkańców w części miast czy wsi.

Obecnie na całym świecie jednym z podstawowych problemów eksploatacyjnych wodociągów są straty wody [1]. Faktem jest, że niekiedy stanowią one bardzo wysoki procent wody włączanej do sieci. Analiza strat wody powinna być podstawą do podejmowania działań modernizacyjnych i naprawczych w celu ograniczenia kosztów związanych z produkcją wody i jej dystrybucją [2-5].

Ograniczanie strat pozwala przede wszystkim na obniżenie kosztów sprzedaży wody. Dlatego też bilansowanie wody w sieciach wodociągowych stanowi podstawę oceny pracy całego układu dystrybucji wody w aspekcie jej zużycia i strat [6-10].

W artykule przeanalizowano wysokość strat wody w sieci wodociągowej miasta Myszków. Wskazano podejmowane działania, które prowadzą do ograniczania strat wody w systemach dystrybucji eksploatowanych przez analizowany zakład.

1. Ogólna charakterystyka strat wody

Całkowite straty wody stanowią sumę strat rzeczywistych i pozornych oraz wody zużywanej na własne potrzeby systemu wodociągowo-kanalizacyjnego [11]. Do przyczyn powstawania rzeczywistych strat wody należą przecieki zarówno z sieci przewodów i armatury, jak i z nieszczelnych instalacji wewnętrznych (poniżej progu rozruchu wodomierzy) oraz przelewy wody ze zbiorników wyrównawczych, a także nasilające się w ostatnim czasie jej kradzieże. Przecieki powstają na skutek uszkodzeń złączy, rurociągów, kształtek. Według niemieckich badań, stanowią one od 80 do 100% rzeczywistych strat wody z zewnętrznej sieci wodociągowej [1]. Pozorne straty wody nie stanowią natomiast faktycznego jej wycieku z systemu. Wynikają one jedynie z niedokładności i niejednoczesności pomiaru dostawy i zużycia wody [12].

Podstawowym elementem oceny efektywności pracy oraz stanu technicznego systemu wodociągu w aspekcie zużycia i strat wody jest jej prawidłowe zbilansowanie. Niejednokrotnie przedsiębiorstwa wodociągowe nie dokonują takiego bilansu, a wielkość strat jest nieraz świadomie ukrywana lub zaniżana. Zdarza się, że całkowita objętość wody nie jest dokładnie mierzona przez przedsiębiorstwo, aby nie wykazywać rzeczywistych strat występujących w sieci. Rzetelne i dokładne ocenienie strat wody często jest trudne lub niemożliwe z uwagi na ograniczoną ilość i wiarygodność danych uzyskanych z zakładów, np. w zakresie ilości wody zużywanej na potrzeby własne wodociągu. Ilość wody zużytej na cele własne wodociągu jest na ogół trudna do dokładnego określenia i w związku z tym często jest określana szacunkowo, a przez część zakładów celowo zawyżana dla zmniejszenia wskaźników strat wody [13, 14].

2. Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Myszkowie

2.1. Ogólna charakterystyka Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Myszkowie

Zakład Wodociągów i Kanalizacji (ZWİK) w Myszkowie jako spółka prawa handlowego rozpoczął działalność 1.11.1999 r. Działający przy Rejonowym Przedsiębiorstwie Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Myszkowie Zakład Wodociągów został z dniem 1.01.1980 r. włączony w struktury Wojewódzkiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Częstochowie. Prowadził wówczas działalność na terenie miast: Myszków, Żarki, Woźniki Śląskie. Po skomunalizowaniu mienia z dniem 1.01.1995 r. powstał Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji na prawach zakładu budżetowego. Obszar działania Zakładu obejmował tylko teren miasta Myszkowa. Po rejestracji w Sądzie Gospodarczym w Częstochowie MZWİK przekształcił się w spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością, której właścicielem w 100% jest gmina Myszków - siedziba spółki - Myszków, ul. Okrzei 140.

Spółka obsługuje 5616 klientów. Na dzień 20.11.2015 r. zakład eksploatuje:

- 7 studni głębinowych,
- 5 ujęć wody podziemnej,
- 2 zbiorniki wody pitnej,
- sieć wodociągową o długości 128,4 km, która dostarcza wodę pitną do odbiorców,
- 1 oczyszczalnię ścieków,
- sieć kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej i tłocznej z przepompowniami o łącznej długości 49,7 km,
- 10 przepompowni ścieków.

2.2. Działalność podstawowa

Zakład Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o.o. w Myszkowie prowadzi działalność w zakresie eksploatacji:

1) Gospodarki wodnej:

- ujęcia wody,
- stacje uzdatniania wody,
- zbiornik magazynowy wody czystej,
- sieci wodociągowe wody pitnej,

2) Gospodarki kanalizacyjnej:

- oczyszczalnia ścieków,
- przepompownie ścieków,
- stacja zlewna ścieków dowożonych,
- sieci kanalizacji sanitarnej.

Na obszarze miasta zakład świadczy także usługi w zakresie: projektów przyłączy wodno-kanalizacyjnych, czyszczenia przyłączy sieci kanalizacyjnej, wykonywania remontów i budowy sieci wodociągowo-kanalizacyjnej.

2.3. Zaopatrzenie w wodę

Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Myszkowie zaopatruje mieszkańców gminy Myszków w wodę z pięciu ujęć głębinowych, zlokalizowanych w różnych punktach miasta. Jego główne zadania statutowe to: produkcja, uzdatnianie i dostarczanie wody do odbiorców. Dane przedstawione w tabelach 1-3 zostały udostępnione przez Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Myszkowie. W tabeli 1 zestawiono długość sieci rozdzielczej oraz długość i liczbę podłączeń wodociągowych eksploatowanych w kolejnych latach.

Ponadto zakład eksploatuje 6,7 km sieci magistralnej. Rok 2014 był kolejnym pełnym rokiem, w którym działający w zakładzie system SEGAP-2000 pozwolił na prowadzenie rzetelnych pomiarów związanych z dystrybucją ilości wody w systemie wodociągowym Myszkowa (tab. 2).

Tabela 1. Zestawienie długości sieci wodociągowej w Myszkowie

Table 1. Summary of the water supply system length in Myszkow

Rok	Długość sieci rozdzielczej R km	Długość połączeń wodociągowych PW km	Długość sieci razem L km	Liczba połączeń wodociągowych Lpw
2010	119,4	42,2	161,6	5532
2011	119,8	42,2	162,0	5537
2012	120,3	47,6	169,9	5568
2013	120,8	48,4	169,2	5618
2014	121,7	48,6	170,3	5718

Tabela 2. Zestawienie bilansu wody ZWiK Myszków w latach 2010-2014

Table 2. Summary of the waterbalance production ZWiK Myszkow in years 2010-2014

Rok	Woda wtłoczona do sieci V_{wtl} tys. m ³ /rok	Zakup wody tys. m ³ /rok	Woda sprzedana V_{sp} tys. m ³ /rok	Woda sprzedana gosp. dom. tys. m ³ /rok	Zużycie wody na cele techniczne tys. m ³ /rok	Straty wody V_{str} tys. m ³ /rok
2010	1654,3	52,1	1049,7	926,1	122,8	533,9
2011	1386,9	60,0	1037,0	910,6	107,9	302,0
2012	1397,6	60,8	1023,8	903,1	116,5	318,1
2013	1292,1	49,5	987,3	881,4	100,3	254,0
2014	1305,7	61,6	988,8	875,4	159,5	219,0

3. Analiza strat wody

W celu wyznaczenia oraz prawidłowej i wiarygodnej oceny strat wody stosuje się różne wskaźniki strat wody. Do najczęściej wyznaczanych należy **procentowy wskaźnik strat wody (WS)**. Wskaźnik ten pozwala na określenie udziału strat wody (V_{str}) w stosunku do objętości wody wtłoczonej (V_{wtl}) do sieci wodociągowej. Obliczany jest na podstawie wzoru [7]:

$$WS = (V_{str}/V_{wtl}) \cdot 100, \% \quad (1)$$

gdzie:

V_{str} - objętość strat wody w systemie dystrybucji (m³/rok),

V_{wtl} - objętość wody dostarczonej do sieci (wtłoczonej) (m³/rok).

International Water Association (IWA) zaleca obliczanie strat wody metodami ujednoliconymi i proponuje określanie następujących wskaźników:

- jednostkowego wskaźnika strat rzeczywistych (RLB),
- wskaźnika objętości wody niedochodowej (NRWB),
- wskaźnika strat nieuniknionych (UARL),
- infrastrukturalnego indeksu wycieków.

Jednostkowy wskaźnik strat rzeczywistych (RLB)

Wskaźnik ten inaczej zwany indeksem strat rzeczywistych, jest zakwalifikowany do wskaźników operacyjnych przez International Water Association (IWA) [7]. Opisuje on ilość rzeczywistych strat wody w zależności od liczby przyłączy wodociągowych, co zwiększa dokładność oceny efektywnej pracy wodociągu. Faktem jest, że awaryjność sieci wzrasta wraz z liczbą obecnej na sieci armatury, która z pewnością występuje najobficiej na przyłączach wodociągowych. Możliwe są dwie wersje tego wskaźnika:

$$RLB_1 = V_{str} / [(M+R) \cdot 365], \text{ m}^3/\text{km}\cdot\text{d} \quad (2)$$

gdzie:

M - długość sieci magistralnej, km,

R - długość sieci rozdzielczej, km.

Stosowanie tego wskaźnika zaleca się, gdy liczba podłączeń wodociągowych na kilometr sieci wodociągowej (M+R) jest mniejsza od 20.

$$RLB_2 = (V_{str} \cdot 1000) / (L_{pw} \cdot 365), \text{ dm}^3/\text{d} \cdot \text{podł. wodociągowe} \quad (3)$$

gdzie L_{pw} - liczba podłączeń wodociągowych.

Stosowanie tego wskaźnika zaleca się, gdy liczba podłączeń wodociągowych przypadających na kilometr sieci wodociągowej (M+R) wynosi co najmniej 20.

Wskaźnik objętości wody niedochodowej (NRWB)

Wskaźnik ten określa objętość wody niesprzedanej, wyznaczoną z różnicy pomiędzy objętością wody wyprodukowanej a objętością wody sprzedanej. Pozwala on na uniknięcie przekłamań podczas analiz porównawczych, powstałych na skutek zawyżania objętości wody zużywanej na potrzeby własne przez przedsiębiorstwa wodociągowe w celu zniżenia procentowego wskaźnika strat wody. Wyznaczany jest z zależności:

$$NRWB = [(V_{wtl} - V_{sp}) / V_{wtl}] \cdot 100, \% \quad (4)$$

gdzie:

V_{wtl} - woda wtłoczona do sieci, m^3/rok ,

V_{sp} - woda sprzedana, m^3/rok .

Wskaźnik strat nieuniknionych (UARL)

Biorąc pod uwagę skomplikowany system dystrybucji wody, wynikający z mnogości elementów tworzących jego strukturę, należy zdawać sobie sprawę z tego, że w każdym wodociągu będą występować pewne nieuniknione straty wody. Ich wielkość wyznaczana jest przez wskaźnik UARL. Straty nieuniknione tolerowane są przez przedsiębiorstwa wodociągowe, gdyż wycieki o wielkości poniżej $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ są często trudne do wykrycia i zlokalizowania. Do obliczania tego wskaźnika potrzebna jest znajomość średniego ciśnienia wody panującego w sieci, dłu-

gości zarówno przewodów rozdzielczych, jak i magistralnych, oraz długości i liczby przyłączy. Wyznaczając wskaźnik strat nieuniknionych, przyjmuje się [15]:

- wycieki nieuniknione na przewodach sieci magistralnej i rozdzielczej - $18 \text{ dm}^3/\text{km} \cdot \text{d} \cdot 1 \text{ m H}_2\text{O}$ ciśnienia,
- wycieki nieuniknione na przewodach podłączeń wodociągowych - $25 \text{ dm}^3/1 \text{ m podłączeń} \cdot \text{d} \cdot 1 \text{ m H}_2\text{O}$ ciśnienia,
- wycieki nieuniknione związane z liczbą podłączeń wodociągowych - $0,8 \text{ dm}^3/1 \text{ podłączenie} \cdot \text{d} \cdot 1 \text{ m H}_2\text{O}$ ciśnienia.

Zależność ta wyrażona jest wzorem:

$$\text{UARL} = [18 \cdot (M+R) + 25 \cdot \text{PW} + 0,8 \cdot L_{\text{pw}}] \cdot 0,365 \cdot p, \text{ m}^3/\text{rok} \quad (5)$$

gdzie:

M - długość sieci magistralnej, km,

R - długość sieci rozdzielczej, km,

PW - długość podłączeń wodociągowych, km,

L_{pw} - liczba podłączeń wodociągowych,

p - średnie ciśnienie w rozpatrywanej strefie pomiarowej, m H_2O ,

$p = 50 \text{ m H}_2\text{O}$,

0,365 - współczynnik przeliczeniowy na rok i m^3 .

Infrastrukturalny indeks wycieków

Jest to wielkość bezwymiarowa zdefiniowana jako stosunek objętości rzeczywistych strat wody do strat nieuniknionych. Indeks ten pozwala zobrazować krotność rzeczywistych strat wody w stosunku do poziomu strat nieuniknionych, jaki może być osiągnięty przy dobrze działającym i utrzymywanym w dobrej kondycji systemie. Straty nieuniknione ze względów ekonomicznych są nieopłacalne do usunięcia, a wyciek nieunikniony zależy od długości, ciśnienia i awaryjności sieci oraz liczby odbiorców [16]. Współczynnik ten uwzględnia aktualny stan sieci wodociągowej oraz opisuje straty w sieci w bardziej wymierny sposób niż wskaźnik procentowy [15]. Umożliwia pośrednią ocenę stanu technicznego wodociągu, co jest możliwe dzięki uwzględnieniu aktualnego stanu sieci oraz bardziej wymiernemu opisowi strat [15, 17, 18].

Wyznaczany jest z zależności:

$$\text{ILI} = V_{\text{str}}/\text{UARL} \quad (6)$$

gdzie:

V_{str} - roczna objętość wody niesprzedanej, m^3/rok ,

UARL - wskaźnik strat nieuniknionych, m^3/rok .

W tabeli 4 zestawiono wskaźniki strat wody dla analizowanego systemu wodociągowego obliczone na podstawie wzorów (1)-(6).

Infrastrukturalny wskaźnik wycieków ILI przyjmuje wartości od 3,77 w roku 2010 do 1,48 w roku 2014. Według Amerykańskiego Stowarzyszenia Wodociągowego (AWWA – American Water Works Association), stan sieci wodociągowej

oceniany jest jako dobry dla wartości niższych niż 3,0 lub słaby dla wartości większych niż 5,0. Przeciętne wartości infrastrukturalnego indeksu wycieków ILI w miastach Polski wynoszą od 3,16 do 16,62 [2], z czego można wywnioskować, że stan analizowanej sieci jest obecnie bardzo dobry. Również analiza uzyskanych wartości wskaźnika ILI w oparciu o kryteria wyznaczone przez WBI (World Bank Institute) Banding System wskazuje, że stan eksploatowanej sieci jest bardzo dobry. Spadek wartości ILI w ostatnich latach świadczy o skuteczności przyjętej strategii ograniczania przecieków wody w wodociągu Myszków.

Tabela 4. Zestawienie wskaźników strat wody w latach 2010-2014

Table 4. The list of water loss indicators in years 2010-2014

Rok	WS %	NRWB %	RLB ₁ m ³ /km·d	RLB ₂ dm ³ /d·pw	UARL m ³ /rok	ILI
2010	32,3	36,5	11,5	264,4	141444,8	3,77
2011	21,7	25,3	6,5	149,4	141649,2	2,13
2012	22,7	26,7	6,8	156,4	145186,1	2,19
2013	19,6	23,5	8,6	123,8	146080,3	1,73
2014	16,7	24,2	4,7	104,9	147835,9	1,48

W tabeli 5 przedstawiono wartości współczynnika ILI według AWWA i World Bank Institute.

Tabela 5. Kategorie wartości współczynnika ILI [12]

Table 5. Coefficient values of ILI [12]

Kategorie ILI	Zakres ILI wg WBI Banding System		Zakres ILI wg AWWA
	Kraje rozwijające się	Kraje rozwinięte	
stan bardzo dobry	ILI ≤ 4,0	ILI ≤ 2,0	ILI ≤ 3,0
stan dobry	4,0 < ILI ≤ 8	2,0 < ILI ≤ 4,0	3,0 < ILI ≤ 5,0
stan słaby	8,0 < ILI ≤ 16,0	4,0 < ILI ≤ 8,0	5,0 < ILI ≤ 8,0
stan niedopuszczalny	ILI > 16,0	ILI > 8,0	ILI > 8,0

4. Jednostkowe wskaźniki strat wody dla analizowanego systemu

Dobrą charakterystyką eksploatacyjną analizy strat wody są jednostkowe wskaźniki [8]:

Ilości wody wtłoczonej:

$$q_{wtl} = (V_{wtl} \cdot 1000) / (LM \cdot 365), \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{d} \quad (7)$$

Ilości wody sprzedanej ogółem:

$$q_{sp} = (V_{sp} \cdot 1000) / (LM \cdot 365), \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{d} \quad (8)$$

Jednostkowej ilość wody sprzedanej gospodarstwom domowym:

$$q_{\text{spgd}} = (V_{\text{spgd}} \cdot 1000) / (LM \cdot 365), \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{d} \quad (9)$$

Ilości strat wody:

$$q_{\text{str}} = (V_{\text{str}} \cdot 1000) / (LM \cdot 365), \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{d} \quad (10)$$

Ilości wody zużytej na potrzeby własne:

$$q_{\text{wtl}} = (V_{\text{wtl}} \cdot 1000) / (LM \cdot 365), \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{d} \quad (11)$$

Ilości wody niedochodowej:

$$q_{\text{nd}} = (V_{\text{wtl}} - V_{\text{sp}}) \cdot 1000 / (LM \cdot 365), \text{ dm}^3/\text{M} \cdot \text{d} \quad (12)$$

W tabeli 6 zestawiono jednostkowe wskaźniki strat wody obliczone na podstawie wzorów (7)-(12).

Tabela 6. **Jednostkowe wskaźniki ilości wody w latach 2010-2014**Table 6. **Specific indicators of the water amount in 2010-2014**

Jednostkowy wskaźnik ilości wody dm ³ /M·d	Rok				
	2010	2011	2012	2013	2014
q_{wtl}	137,93	116,22	108,52	108,70	110,06
q_{sp}	87,52	86,89	85,99	83,06	83,34
q_{spgd}	77,21	76,30	75,85	74,75	73,79
q_{str}	44,51	25,30	26,71	21,36	18,46
q_{wtl}	10,23	9,04	9,78	8,43	13,40
q_{nd}	50,41	29,32	31,39	25,64	26,71
Liczba mieszkańców korzystających z wodociągu	32 858	32 694	32 619	32565	31 502

Z danych zamieszczonych w tabeli 6 wynika, że jednostkowy wskaźnik wody wtłoczonej do sieci zmniejszył się od 137,93 dm³/(M·d) w 2010 r. do 110,6 dm³/(M·d) w 2014 r. Natomiast jednostkowa ilość wody sprzedanej ogółem wynosi od 87,52 dm³/(M·d) w 2010 r. do 83,34 dm³/(M·d) w 2014 r., co odpowiada dobrym wartościom sprzedaży wody w Polsce [8]. Bardzo istotna jest malejąca tendencja jednostkowego wskaźnika strat wody oraz bardzo poważne ograniczenie w ostatnich latach jednostkowego wskaźnika wody niedochodowej.

5. Przedsięwzięcia racjonalizujące zużycie wody oraz ograniczające straty wody

Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Myszkowie każdego roku realizuje inwestycje mające na celu racjonalizowanie i zmniejszanie kosztów eksploatacji. Inwe-

stycje te obejmują przebudowę sieci wodociągowych z zastosowaniem nowych rur i armatury wysokiej jakości, które przedłużają okres eksploatacji i znacznie ograniczają awaryjność. Ponadto na terenie ujęć wody i w przepompowniach ścieków montowane są urządzenia powodujące obniżenie zużycia energii elektrycznej.

Podejmowane są też działania w celu ograniczenia strat wody, tj.:

- szybkie reagowanie w przypadku awarii,
- planowe prowadzenie remontów sieci wodociągowej,
- kontrolowanie odcinków wodociągów, na których istnieje podejrzenie wystąpienia awarii,
- prowadzenie wymian wodomierzy z zachowaniem terminów ważności cech legalizacyjnych,
- wymiany wodomierzy na wodomierze z mniejszym progiem rozruchowym i w wyższej klasie pomiarowej,

Na terenie działalności przedsiębiorstwa corocznie rozbudowywana jest sieć bezprzewodowej transmisji danych, pozwalająca w sposób racjonalny na eksploatację poszczególnych ujęć, studni, przepompowni wody i ścieków oraz oczyszczalni ścieków. Wizualizacja pracy urządzeń umożliwia stałą ich kontrolę, zapewnia natychmiastowe reagowanie na awarie i usterki, jak również tworzy ścisłą bazę danych funkcjonowania sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. System wizualizacji jest ciągle doskonalony i dostosowywany do potrzeb nadzoru. Dane uzyskane z monitoringu pozwalają na ciągłą analizę pracy urządzeń i jej optymalizację.

Podsumowanie

W przeciągu ostatnich pięciu lat w Myszkowie obserwujemy spadek sprzedaży wody, od 1049,7 tys. m³ w 2010 roku do 987,3 tys. m³ w 2013 roku. Niewielka poprawa nastąpiła w 2014 r. dzięki uruchomieniu nowych przedsięwzięć. Analiza strat wody w przedstawionym zakładzie została przeprowadzona w oparciu o liczne wskaźniki pozwalające na obiektywną ocenę zmienności strat wody w dłuższym okresie czasu w systemie dystrybucji. Klasyczna metoda polegająca na wyznaczeniu procentowego wskaźnika strat została poszerzona o metodykę określania strat proponowaną przez IWA. Pozwoliło to na uzyskanie pełniejszych informacji o ilości wody traconej bezpowrotnie z sieci. Ponadto połączenie kilku metod wyznaczania strat wody pozwoliło na dokładniejszą ich ocenę. Niewątpliwie w ciągu ostatnich pięciu lat dzięki wszechstronnym, systematycznym działaniom zakład zdecydowanie ograniczył straty wody. Spadek wartości procentowego wskaźnika strat, wskaźnika ILI czy jednostkowych wskaźników strat wody świadczy o skuteczności przyjętej strategii ograniczania przecieków wodociągowych w wodociągu ZWiK Myszków. Obecnie większość wskaźników jest na dobrym lub zadowalającym poziomie, ale istnieje potrzeba dalszych działań na rzecz ograniczania strat wody. Świadczy o tym chociażby nadal dosyć wysoki wskaźnik wody niedochodowej czy procentowy wskaźnik strat wody. W tym celu zakład musi podejmować lub kontynuować działania prowadzące do intensywnego poszukiwania przecie-

ków, w możliwych obszarach ograniczenia wysokości ciśnienia, wymiany lub renowacji zużytych przewodów wodociągowych oraz montażu odpowiedniej ilości i jakości wodomierzy.

Podziękowania

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

Literatura

- [1] Bergel T., Ways M., Poszukiwanie przecieków sieci wodociągowych, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2003.
- [2] Dohnalik P., Straty wody w miejskich sieciach wodociągowych, Wydawnictwo Polskiej Fundacji Zasobów Ochrony Zasobów Wodnych, Bydgoszcz 2000.
- [3] Kuliński E., Cierpiat Z., Awaryjność przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych eksploatowanych w Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji Okręgu Częstochowskiego S.A. Straty wody w systemie dystrybucji, VII Konferencja Techniczna pt. Sieci kanalizacyjne i wodociągowe z tworzyw sztucznych, 27-28 listopada 2014.
- [4] Bergel T., Pawelek J., Straty wody w systemach wodociągowych - charakterystyka, wielkość, wykrywanie i ograniczanie, III Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Błękitny San, Dubiecko, 21-22 kwietnia 2006.
- [5] Kwietniewski M., Gębski W., Wronowski N., Monitorowanie sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, PZIITS, Warszawa 2007.
- [6] Piechurski F., Wykorzystanie monitoringu sieci wodociągowej do obniżenia poziomu strat wody, Napędy i Sterowanie 2013, 2, 66-71.
- [7] Piechurski F., Działania zmierzające do ograniczania strat wody w systemach jej dystrybucji, Napędy i Sterowanie 2014, 1, 68-79.
- [8] Ogiółda E., Dębicki B., Straty wody w systemie wodociągowym w Nowej Soli, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego 2011, nr 144, Inżynieria Środowiska 24, 92-102.
- [9] 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.
- [10] Hotłoś H., Ilościowa ocena wpływu wybranych czynników na parametry i koszty eksploatacji sieci wodociągowych, Monografia 49, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.
- [11] Hotłoś H., Analiza strat wody w systemach wodociągowych, Ochrona Środowiska 2003, 1, 17-24.
- [12] Pietrucha-Urbanik K., Studziński A., Analiza strat wody wodociągu krośnieńskiego, Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2012, 10, 452-454.
- [13] Dohnalik P., Jędrzejewski Z., Efektywna eksploatacja wodociągów, Wyd. LEMTECH Konsulting Sp. z o.o., Kraków 2004.
- [14] Ociepa E., Kędzia W., Analiza strat wody w wybranych wodociągach województwa śląskiego, Inżynieria i Ochrona Środowiska 2015, 18, 3, 277-288.
- [15] Lambert A., Hibner W., Losses from water supply systems: Standard terminology and recommended performance measures; The BluPages, Copyright by IWA, no. 10/2000, 320-338.
- [16] Speruda S., Radecki R., Ekonomiczny poziom wycieków, Wydawnictwo Translator s.c., Warszawa 2003.

- [17] Mendaza F.M., Verdu C.S., Use of permanent noise monitoring for leakage detection, Kongres IWA. Berlin 2001.
- [18] Rak J.R., Sypień Ł., Analiza strat wody w wodociągu miasta Jasła, Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury, lipiec-wrzesień 2013, 30, 60, 3/13, 5-18.

Analysis of the Water Losses in the Myszkow City

The paper presents analysis of water usage and losses in the waterworks in the Myszkow city. The analysis was made on the basis of the data obtained from Central Statistical Office and the ZWiK Myszkow Sp. z o. o. The results showed a trend of almost 10 percent reduction of water consumption by residents and business entities. During normal operation the balance of water production in 2010-2014 was carried out. The basic indicators of water loss were established and referenced to the proposed indicators by the International Water Association. (IWA), as: percentage (WS), Infrastructure Leakage Index (ILI), the water volume-profit (MRWB), Unavoidable Annual Real Losses (UARL), infrastructure leakage index (ILI). Average values of the infrastructure index of ILI leaks in Polish cities are taking out from 3.16 to 16.62, what it is possible to conclude that Myszków waterworks are currently in a very good condition. Decline in value of the ILI value, Myszków is attesting to the effectiveness of the adopted strategy of limiting waterworks leakages in the ZWiK water supply system.

Keywords: system of the water supply, losses of water, water pipe failure