

Patrycja MICHALIK¹
Janusz RAK²

ANALIZA STRAT WODY WODOCIĄGU MIASTA BIECZ

W przedsiębiorstwach wodociągowych powinna być prowadzona analiza strat wody, która w dużym stopniu ułatwia podejmowanie działań renowacyjnych czy naprawczych, przyczyniających się do obniżenia kosztów związanych z produkcją i dystrybucją wody. Praca zawiera analizę zużycia wody oraz strat wody wodociągowej dla Biecza, sporządzonej na podstawie materiałów z Miejskiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Bieczu. Przedstawiono bilans produkcji i sprzedaży wody wodociągowej w latach 2010-2016 roku. Obliczone zostały podstawowe wskaźniki strat wody, które odniesiono do wskaźników zaproponowanych przez International Water Association (IWA). Mianowicie wyznaczono: procentowy wskaźnik strat wody (WS), wskaźnik jednostkowy strat rzeczywistych (RLB), wskaźnik objętości wody niedochodowej (NRWB), wskaźnik strat nieuniknionych (UARL) oraz infrastrukturalny indeks wycieków (ILI). Otrzymaną wartość wskaźnika ILI porównano z zakresem oraz oceniono stan sieci wodociągowej według kategorii zaproponowanych przez IWA, Amerykańskie Stowarzyszenie Wodne (AWWA) oraz WBI Banding System dla krajów rozwijających się i rozwiniętych. Analizę strat wody wykonano również na podstawie jednostkowych wskaźników ilości wody, którymi są: jednostkowa ilość wody wtłoczonej do sieci, jednostkowa ilość wody sprzedanej ogółem, jednostkowa ilość wody sprzedana gospodarstwom domowym, jednostkowa ilość strat wody, jednostkowa ilość wody niedochodowej. Ponadto wyznaczone zostały jednostkowy wskaźnik obciążenia sieci wodociągowej oraz jednostkowy wskaźnik strat wody w odniesieniu do całej długości sieci wodociągowej.

Słowa kluczowe: system zaopatrzenia w wodę, sieć wodociągowa, zużycie wody, straty wody

1. Wprowadzenie

Biecz, to miasto położone w południowo-wschodniej części Polski, w województwie małopolskim, w powiecie gorlickim. Miasto leży na terenie Pogórza Karpackiego nad rzeką Ropą, na wysokości około 281 m n.p.m.. Biecz

¹ Autor do korespondencji / corresponding author: Patrycja Michalik, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów; 133337@stud.prz.edu.pl

² Janusz Rak, Politechnika Rzeszowska, Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 17 8651408; rakjan@prz.rzeszow.pl

posiada bogatą historię i liczne zabytki, z tego względu często nazywany jest małym Krakowem.

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 22 lipca 2016 roku, miasto Biecz posiada powierzchnię 17,71 km². Jego obszar stanowi około 18% powierzchni całej gminy Biecz. Aktualnie miasto zamieszkuje 4663 mieszkańców. Gęstość zaludnienia wynosi 263 os./km² [3].

Biecz położony jest w niewielkiej odległości od Słowacji i Ukrainy. Miasto znajduje się ok. 35 km od granicy ze Słowacją oraz ponad 100 km od granicy z Ukrainą. Wokół Biecza zlokalizowane są wsie: Binarowa, Głęboka, Grudna Kępska, Korczyzna, Libusza oraz Strzeszyn. Natomiast najbliższymi miastami są Gorlice i Jasło, zlokalizowane kolejno 8 km oraz 21 km od Biecza.

Miasto Biecz zaopatrywane jest ze studni kopanych i wierconych zlokalizowanych w pięciu jego częściach. Woda, pobierana ze wszystkich 22 studni na ujęciu „Wapniska” odprowadzana jest grawitacyjnie do trzech zbiorników wyrównawczych o łącznej pojemności równiej 140 m³. Woda z otworów S-1’, S-2’ i S-3’ jest uzdatniana w stacji uzdatniania wody, natomiast woda z pozostałych ujęć trafia bezpośrednio do sieci wodociągowej. Pobierana woda podziemna, z wyjątkiem jednego ujęcia, nie wymaga uzdatniania, lecz z uwagi na możliwość wtórnego zanieczyszczenia w sieci wodociągowej jest poddawana procesowi chlorowania. Ujęcie „Załawie”, znajdujące się na terenie Miejskiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej posiada Stację Uzdatniania Wody, do której trafia woda z trzech studni wierconych. Proces uzdatniania składa się z napowietrzania, filtracji pospiesznej oraz chlorowania. Ze względu na przekroczone wartości manganu i żelaza w wodzie podziemnej prowadzone jest jej odżelazianie i odmanganianie. Szereg procesów odbywa się w kompletnym urządzeniu zbiornikowym, którym jest Hydrofiltr, składający się z trzech części: technologicznej, którą tworzą komora wody surowej, czystej i odpowietrzania; zbiornika ciśnieniowego o pojemności 16,5 m³ oraz chloratora typu C-53. Sieć wodociągowa w Bieczu jest siecią rozgałęźną, ma długość łącznie 14,6 km oraz posiada 538 przyłączy wodociągowych do budynków mieszkalnych i zbiorowego zamieszkania. Wykonana jest w 60% z PE, w 30% ze stali i 10% z żeliwa. Sieć wyposażona jest w 20 hydrantów. Dystrybucja wody odbywa głównie w sposób grawitacyjny [4].

Celem pracy jest analiza i ocena strat wody w sieci wodociągowej miasta Biecz oraz porównanie wyznaczonych wskaźników strat wody z wartościami zaproponowanymi przez IWA, AWWA oraz WBI.

2. Analiza zużycia wody w Bieczu

W tabeli 1. został przedstawiony bilans produkcji wody dla miasta Biecz w latach 2010-2016, w którym szczegółowo przedstawiono ilość wody wtłoczonej do sieci, sprzedanej ogółem, sprzedanej gospodarstwom domowym, zużytej na cele własne sieci oraz straty wody.

Tabela 1. Zestawienie bilansu produkcji wody dla Biecza w roku 2016

Table 1. Summary of water sold in 2016

Rok	Woda włączona do sieci	Woda sprzedana ogółem	Woda sprzedana gospodarstwom domowym	Zużycie wody na cele własne sieci	Straty wody w sieci
	V_{wt}	V_{sp}	V_{spgd}	V_{wt}	V_{str}
	m ³ /rok	m ³ /rok	m ³ /rok	m ³ /rok	m ³ /rok
2010	75988,0	64741,0	36511,00	1332,0	9915,0
2011	75527,0	64477,0	36768,00	1300,0	9750,0
2012	70400,0	60098,0	45084,50	1212,0	9090,0
2013	69531,0	59314,0	43629,00	1202,0	9015,0
2014	66995,0	57,0152	41776,00	1158,0	8685,0
2015	69278,0	59095,0	42112,00	1198,0	8985,0
2016	71893,0	60373,0	41629,0	1410,0	10110,0

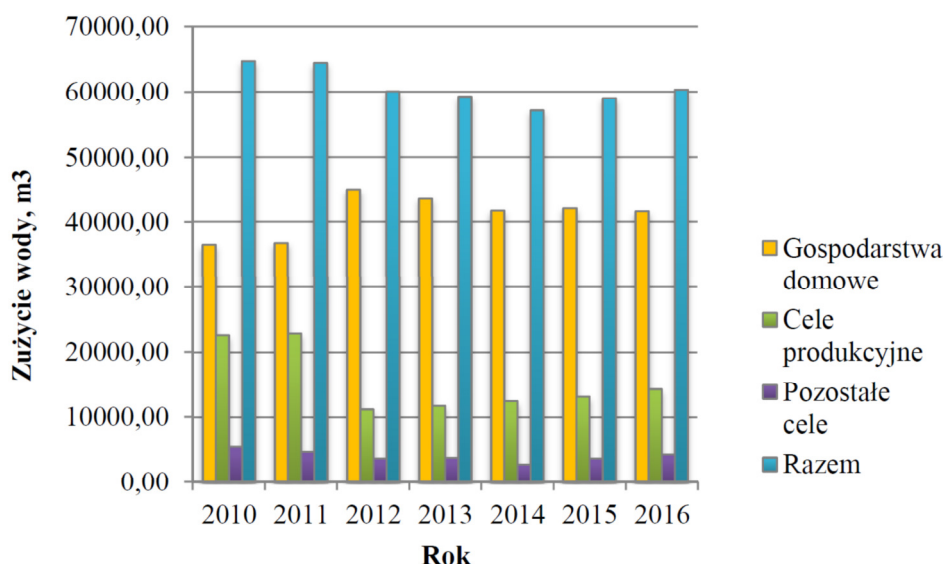
Analizując dane zamieszczone w tabeli 1 można zauważyć, iż ilość wody włączonej do sieci w latach 2010-2014 ma tendencję spadkową. 2014 rok charakteryzował się najmniejszą ilością wody dostarczonej do sieci, wynoszącą 66,995 tys. m³/rok, co jest wartością niższą od roku 2010 o prawie 9 tys. m³/rok. Ostatnie dwa lata przedstawiają nieznaczny wzrost poboru wody. W roku 2016 łącznie została włączona do sieci woda w ilości 71,893 tys. m³/rok, co w porównaniu z rokiem 2010 daje wartość o 5% mniejszą.

W tabeli 2 zestawiono ilości wody sprzedanej z podziałem na wodę sprzedaną poszczególnym grupom odbiorców. Roczna analiza zużycia wody w Bieczu została przedstawiona na przestrzeni siedmiu lat od 2010 do 2016. Szczegółowo w zużyciu wody w mieście wyróżnione są trzy cele: gospodarstwa domowe, cele usługowe oraz inne cele, uwzględniające m.in. wodę zużytą na cele przeciwpożarowe.

Tabela 2. Zestawienie bilansu wody sprzedanej w roku 2016

Table 2. Summary of water sold in 2016

Rok	Woda sprzedana ogółem	Woda sprzedana gospodarstwom domowym	Woda sprzedana jednostkom usługowym	Woda sprzedana pozostałym jednostkom
	V_{sp}			
	m ³ /rok	m ³ /rok	m ³ /rok	m ³ /rok
2010	64741,00	36511,00	22655,00	5575,00
2011	64477,00	36768,00	22910,00	4799,00
2012	60097,50	45084,50	11257,00	3756,00
2013	59314,00	43629,00	11816,00	3869,00
2014	57152,00	41776,00	12518,00	2858,00
2015	59095,00	42112,00	13198,00	3785,00
2016	60373,00	41629,00	14347,00	4397,00



Rysunek 1. Zużycie wody w Bieczu, uwzględniające poszczególne cele w latach 2010-2016

Figure 1. Water consumption in Biecz, taking into account individual objectives in 2010-2016

Roczne zmiany zużycia wody na poszczególne cele w Bieczu w latach 2010-2016 przedstawia rysunek 1. Zużycie wody w latach 2010-2016 ogółem miało charakter malejący. Od 2010 do 2014 roku można zaobserwować niewielki spadek zużycia wody, następnie wartości te zwiększają się w ostatnich dwóch latach. Ponadto, w 2012 roku obserwuje się wyraźny wzrost zużycia wody w gospodarstwach domowych o 8316,5 m³ oraz nagły, prawie 100% spadek zużycia wody na cele produkcyjne wynoszący 11653 m³. Od roku 2012 wykorzystanie wody w gospodarstwach domowych nieznacznie spada, natomiast obserwuje się przyrost wody używanej na cele produkcyjne. Najwyższe zużycie wody w gospodarstwach domowych miało miejsce w 2012 roku i wynosiło 45084,5 m³, przy czym w tym samym roku wystąpiło najmniejsze zużycie wody na cele produkcyjne, wynoszące 11257 m³. Natomiast najmniej wody w gospodarstwach domowych zużyto w 2010 roku – 36511 m³, co jest wartością niższą o 19% w stosunku do największego zużycia. Najwięcej wody na cele produkcyjne zostało zużyte w 2011 roku i wyniosło 22910 m³. Na pozostałe cele używana była niewielka ilość wody, która w latach 2010-2014 miała tendencję spadkową. Lata 2015 i 2016 charakteryzują się nieznacznym wzrostem zużycia wody na te cele. Ogółem najwyższe zużycie wody wystąpiło w 2010 roku – 64741 m³, natomiast najniższe w 2014 roku – 57152 m³.

3. Analiza strat wody w wodociągu miasta Biecz

Jednym z podstawowych problemów, związanych z eksploatacją systemów wodociągowych są straty wody [8, 9]. Wiele przedsiębiorstw wodociągowych w dzisiejszych czasach boryka się z nim. Większość z nich nie wykonuje żadnego bilansu strat wody, bądź ich wielkość jest świadomie zaniżana lub ukrywana. Ze względu na to, że w wielu przypadkach straty wody stanowią wysoki procent, tak ważna jest ich prawidłowa analiza, ułatwiająca podejmowanie decyzji w sprawach modernizacyjnych i eksploatacyjnych sieci wodociągowej [2]. Wskaźniki strat wody według IWA, które pozwalają na wyznaczenie prawidłowej oceny strat wody wodociągowej są następujące [7]:

- procentowy wskaźnik strat wody – WS

Wskaźnik ten mówi nam o tym jaki jest udział strat wody do ilości wody wtłoczonej do sieci wodociągowej. Wyraża go zależność (1):

$$WS = \frac{V_{str}}{V_{wtł}} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

gdzie:

V_{str} – straty wody, [m³/rok],

$V_{wtł}$ – objętość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej, [m³/rok].

- wskaźnik jednostkowy strat rzeczywistych – RLB

Wskaźnik ten określa ilość rzeczywistych strat wody ze względu na liczbę przyłączy wodociągowych. Może on być obliczony według dwóch metod wyrażonych wzorami (2) i (3):

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

gdzie:

M – długość sieci magistralnej (w Bieczu nie występuje), [km],

R – długość sieci rozdzielczej, [km].

Wskaźnik RLB_1 stosowany jest w przypadku, gdy liczba podłączeń wodociągowych ($M+R$) na jeden kilometr sieci nie przekracza 20.

$$RLB_2 = \frac{V_{str} \cdot 1000}{L_{pw} \cdot 365} [dm^3/podłączenie\ wodociągowe \cdot d] \quad (3)$$

gdzie:

L_{pw} – liczba podłączeń wodociągowych, [-].

Wskaźnik RLB_2 stosowany jest w przypadku, gdy liczba połączeń wodociągowych (M+R) na jeden kilometr sieci jest większa lub równa 20.

- wskaźnik objętości wody niedochodowej – NRWB

Wskaźnik ten pozwala na obliczenie objętości wody niesprzedanej, która jest różnicą objętości wody wyprodukowanej i objętości wody sprzedanej. Wyznacza go zależność (4):

$$NRWB = \frac{V_{wtł} - V_{sp}}{V_{wtł}} [\%] \quad (4)$$

gdzie:

V_{sp} – objętość wody sprzedanej, [m^3/rok].

- wskaźnik strat nieuniknionych - UARL

Wskaźnik ten wyznacza wielkość tzw. strat nieuniknionych, czyli niedużych wycieków, zwykle mniejszych od $0,5 m^3/h$, które trudno wykryć i zlokalizować. Objętość strat nieuniknionych określana jest na podstawie przyjętych składników:

- dla przewodów magistralnych i rozdzielczych – $18 dm^3/km \cdot d \cdot 1m H_2O$ ciśnienia,
- dla przewodów połączeń wodociągowych – $25 dm^3/1m$ połączeń $\cdot d \cdot 1m H_2O$ ciśnienia,
- związane z liczbą połączeń wodociągowych – $0,8 dm^3/1$ połączenie $\cdot d \cdot 1m H_2O$ ciśnienia.

Wskaźnik UARL wyznacza zależność (5):

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

gdzie:

PW – długość połączeń wodociągowych, [km],

p – średnie ciśnienie w rozpatrywanej strefie pomiarowej, [mH_2O],

$p = 30 mH_2O$,

0,365 – współczynnik przeliczający wartość na rok i m^3 .

- infrastrukturalny indeks wycieków – ILI

Wielkość ta to stosunek objętości strat wody do strat nieuniknionych. W sposób pośredni pozwala określić stan techniczny sieci wodociągowej na podstawie zakresów oraz kategorii podanych w tabeli 3. Indeks ILI wyraża zależność (6):

$$ILI = \frac{V_{str}}{UARL} [-] \quad (6)$$

Tabela 3. Zakres i kategorie klasyfikacji wskaźnika ILI, na podstawie [6]

Table 3. Coefficient values of ILI, based on [6]

Zakres i kategorie ILI wg IWA	Kategorie ILI	Zakres ILI wg WBI Banding System		Zakres ILI wg AWWA
		Kraje rozwijające się	Kraje rozwinięte	
ILI ≤ 1,5 – stan bardzo dobry	stan bardzo dobry	ILI ≤ 4,0	ILI ≤ 2,0	ILI ≤ 3,0
1,5 < ILI ≤ 2,0 – stan dobry				
2,0 < ILI ≤ 2,5 – stan średni	stan dobry	4,0 < ILI ≤ 8,0	2,0 < ILI ≤ 4,0	3,0 < ILI ≤ 5,0
2,5 < ILI ≤ 3,0 – stan słaby	stan słaby	8,0 < ILI ≤ 16,0	4,0 < ILI ≤ 8,0	5,0 < ILI ≤ 8,0
3,0 < ILI ≤ 3,5 – stan bardzo słaby				
ILI > 3,5 – stan niedopuszczalny	stan niedopuszczalny	ILI > 16,0	ILI > 8,0	ILI > 8,0

W tabeli 4 zestawiono długości sieci wodociągowej w Bieczu aktualnych na 2016 rok.

Tabela 5 ukazuje zestawienie obliczonych dla wodociągu bieckiego wskaźników strat wody w 2016 roku.

Udział strat wody do ilości wody wtłoczonej do sieci wodociągowej, wyrażony wskaźnikiem WS wynosi 14,06%. Wskaźnik objętości wody niesprzedanej występuje na poziomie 16,02%. Starty nieuniknione kształtują się na poziomie 9357,87 m³ rocznie. Wartość ta pozwala na wyznaczenie infrastrukturalnego indeksu wycieków ILI, który wynosi 1,08. Według kategorii i zakresu określonych przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Wodne (IWA) dla wskaźnika ILI, można stwierdzić, iż stan sieci wodociągowej jest bardzo dobry, ponieważ wy-

Tabela 4. Zestawienie długości sieci wodociągowej w Bieczu w 2016 roku

Table 4. Summary of the water supply system length in Biecz in 2016

Rok	Długość sieci rozdzielczej R	Długość połączeń wodociągowych PW	Całkowita długość L	Liczba połączeń wodociągowych L _{PW}
	km	km	km	-
2016	14,6	6,456	21,056	538

Tabela 5. Zestawienie wskaźników strat wody w 2016 roku

Table 5. The list of water loss indicators in 2016

Rok	WS	RLB ₁	RLB ₂	NRWB	UARL	ILI
	%	m ³ /km·d	dm ³ /podł.wod.·d	%	m ³ /rok	-
2016	14,06	1,90	51,48	16,02	9357,87	1,08

stępuje na poziomie mniejszym niż 1,5. Przeciętne wartości indeksu ILI w Polsce dla miast wysokorozwiniętych występują w granicach 3,16-16,62 [1]. Według zakresu WBI Banding System otrzymany indeks ILI również ocenia stan sieci wodociągowej jako bardzo dobry, zarówno dla krajów rozwijających się jak i rozwiniętych. Podobny wniosek można wysunąć porównując wartość ILI z wartościami Amerykańskiego Stowarzyszenia Wodnego (AWWA). Należy jednak zauważyć, iż dosyć niski infrastrukturalny indeks wycieków ILI dla Biecza jest związany z wysoką wartością wskaźnika UARL, dla którego przyjęte składniki strat nieuniknionych mogą wydawać się zawyżone w przypadku małych miasteczek, jakim jest Biecz.

4. Jednostkowe wskaźniki strat wody dla systemu bieckiego

Analiza strat wody przedstawiana jest również na podstawie jednostkowych wskaźników ilości wody, które opisują wzory (7)-(11) [7]:

- jednostkowa ilość wody wtłoczonej do sieci

$$q_{wtł} = \frac{V_{wtł} \cdot 1000}{LM \cdot 365} \text{ [dm}^3/\text{M} \cdot \text{d}] \quad (7)$$

- jednostkowa ilość wody sprzedanej ogółem

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

- jednostkowa ilość wody sprzedana gospodarstwom domowym

$$q_{spgp} = \frac{V_{spgp} \cdot 1000}{LM \cdot 365} \text{ [dm}^3/\text{M} \cdot \text{d}] \quad (9)$$

- jednostkowa ilość strat wody

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

- jednostkowa ilość wody niedochodowej

$$q_{nd} = \frac{(V_{wtł} - V_{sp}) \cdot 1000}{LM \cdot 365} \text{ [dm}^3/\text{M} \cdot \text{d}] \quad (11)$$

W tabeli 6. zestawiono jednostkowe wskaźniki ilości wody dla 2016 roku.

Tabela 6. Jednostkowe wskaźniki ilości wody w 2016 roku

Table 6. Specific indicators of the water amount in 2016

Rok	Jednostkowy wskaźnik ilości wody						LM
	$q_{wtł}$	q_{sp}	q_{spgd}	q_{str}	q_{wt}	q_{nd}	
	dm ³ /M·d	dm ³ /M·d	dm ³ /M·d	dm ³ /M·d	dm ³ /M·d	dm ³ /M·d	
2016	91,53	76,86	53,00	12,87	1,80	14,67	2152

Jednostkowa ilość wody wtłoczonej do sieci wynosi 91,53 dm³/M·d, a jednostkowy wskaźnik wody sprzedanej ogółem to 76,86 dm³/M·d, co jest wartością niższą od średniej wartości sprzedaży wody w Polsce. Jednostkowa ilość wody wyznaczona dla gospodarstw domowych w 2016 roku wyniosła 53,00 dm³/M·d, jest to zatem wartość dużo niższa od przeciętnego zapotrzebowania na wodę w Bieczu, wynoszącego 80-100 dm³/M·d [5]. Takie zużycie wody przez gospodarstwa domowe może wynikać z oszczędności, ceny wody lub korzystania z prywatnych studni. Jednostkowa ilość strat wody w badanym roku wyniosła 12,87 dm³/M·d.

Ponadto wyznaczone zostały jednostkowy wskaźnik obciążenia sieci wodociągowej oraz jednostkowy wskaźnik strat wody w odniesieniu do całej długości sieci wodociągowej, obliczone na podstawie wzorów (12)-(15) [7]:

- jednostkowy wskaźnik obciążenia hydraulicznego sieci wodociągowej

$$q_o = \frac{V_{wtł}}{L_{M+R} \cdot 365} \text{ [m}^3\text{/km} \cdot \text{d]} \quad (12)$$

- jednostkowy wskaźnik strat wody w odniesieniu do całkowitej długości sieci wodociągowej

$$q_{strL} = \frac{V_{wtł}}{L \cdot 365} \text{ [m}^3\text{/km} \cdot \text{d]} \quad (13)$$

$$V'_{str} = V_{str} - UARL \text{ [m}^3\text{/rok]} \quad (14)$$

$$q'_{strL} = \frac{V'_{str}}{L \cdot 365} \text{ [m}^3\text{/km} \cdot \text{d]} \quad (15)$$

Tabela 7 przedstawia wyliczone wskaźniki jednostkowych obciążeń hydraulicznych sieci wodociągowej w Bieczu na rok 2016.

Tabela 7. Zestawienie wskaźników jednostkowych obciążeń hydraulicznych sieci wodociągowej w Bieczu w 2016 roku

Table 7. The list of individual indicators hydraulics loads of water in Biecz in 2016

Rok	q_0	q_{strL}	V'_{str}	q'_{strL}
	$m^3/km \cdot d$	$m^3/km \cdot d$	m^3/rok	$m^3/km \cdot d$
2016	13,49	9,35	752,13	0,10

Według danych zamieszczonych w tabeli 7 jednostkowy wskaźnik obciążeń hydraulicznych w 2016 roku w Bieczu wyniósł 13,49 $m^3/km \cdot d$, natomiast jednostkowy wskaźnik strat wody wyliczony na 1 km całkowitej długości sieci wodociągowej wyniósł 9,35 $m^3/km \cdot d$.

5. Wnioski

Ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej w Bieczu w latach 2010-2014 ma tendencję spadkową. 2014 rok charakteryzował się najmniejszą ilością wody dostarczonej do sieci, wynoszącą 66,995 tys. m^3/rok , co jest wartością niższą od roku 2010 o prawie 9 tys. m^3/rok . Ostatnie dwa lata przedstawiają nieznaczny wzrost poboru wody. W roku 2016 łącznie została wtłoczona do sieci woda w ilości 71,893 tys. m^3/rok , co w porównaniu z rokiem 2010 daje wartość o 5% mniejszą.

Zużycie wody w latach 2010-2016 ogółem miało charakter malejący. Nastąpił spadek z wartości 64741,00 m^3 w 2010 roku do 60373,00 m^3 w 2016 roku. W roku 2014 sumaryczne zużycie wody było najmniejsze, a wyniosło 54152,00 m^3 , jest to wartość niższa od zużycia z 2010 roku o prawie 12%. Natomiast kolejne dwa lata charakteryzowały się nieznacznym wzrostem zużycia na poziomie 2-3% w każdym roku.

Starty wody w bieckim wodociągu w 2016 roku wyniosły 10110,0 m^3/rok . Analiza strat wody według IWA wykazała, że wartość procentowego wskaźnika strat wody w 2016 roku wynosi 14,06%, wskaźnik objętości wody niesprzedanej występuje na poziomie 16,02%, a starty nieuniknione kształtują się na poziomie 9357,87 m^3 rocznie. Wyznaczony infrastrukturalny indeks wycieków ILI, wynoszący 1,08 pozwala wysunąć wniosek, iż stan sieci wodociągowej w Bieczu według kategorii IWA jest bardzo dobry. Porównując tę wartość z zakresami współczynnika ILI według AWWA i WBI Banding System również dochodzi się do tego samego wniosku. Należy jednak zauważyć, iż dosyć niski infrastrukturalny indeks wycieków ILI dla Biecza jest związany z wysoką wartością wskaźnika UARL, dla którego przyjęte składniki strat nieuniknionych mogą wydawać się zawyżone w przypadku małych miasteczek, jakim jest Biecz.

Jednostkowa ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej w Bieczu wynosi 91,53 $dm^3/M \cdot d$, a jednostkowy wskaźnik wody sprzedanej ogółem to 76,86 $dm^3/M \cdot d$, co jest wartością niższą od średniej wartości sprzedaży wody

w Polsce. Jednostkowa ilość wody wyznaczona dla gospodarstw domowych w 2016 roku wyniosła 53,00 dm³/M·d, jest to zatem wartość dużo niższa od przeciętnego zapotrzebowania na wodę w Bieczu, wynoszącego 80-100 dm³/M·d. Takie zużycie wody przez gospodarstwa domowe może wynikać z oszczędności, ceny wody lub korzystania z prywatnych studni. Jednostkowa ilość strat wody w badanym roku wyniosła 12,87 dm³/M·d.

Literatura

- [1] Dohnalik P.: Straty wody w miejskich sieciach wodociągowych, Wydawnictwo Polskiej Fundacji Ochrony Zasobów Wodnych, Bydgoszcz 2000.
- [2] Hotło H.: Analiza strat wody w systemach wodociągowych, Ochrona Środowiska, nr 1, 2003, s. 17-24.
- [3] Główny Urząd Statystyczny: Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2016r., Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2016.
- [4] Jareniowski J.: Operat wodnoprawny na szczegółowe korzystanie wody obejmujące pobór wody z komunalnych ujęć wód podziemnych na potrzeby wodociągu miejskiego przez Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Bieczu Sp. z o.o., Jasło 2015.
- [5] Materiały z Miejskiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej w Bieczu, Sp. z o.o.
- [6] Pietrucha-Urbanik K., Studziński A.: Analiza strat wody wodociągu krośnieńskiego, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr 10, 2012, s. 452-454.
- [7] Rak J., Sypień Ł.: Analiza strat wody w wodociągu miasta Jasła, Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury – Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, JCEEA, t. XXX, z. 60 (3/13), lipiec-wrzesień 2013, s. 5-18, DOI:10.7862/rb.2013.33.
- [8] Rak J., Tchórzewska-Cieślak B., Studziński A., Pietrucha-Urbanik K., Boryczko K.: Niezawodność i bezpieczeństwo systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2012.
- [9] Studziński A., Pietrucha-Urbanik K., Mędrala A.: Analiza strat wody oraz awaryjności w wybranych systemach zaopatrzenia w wodę, Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury – Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, JCEEA; 2014 z. 61, nr 4, s. 193-201; DOI:10.7862/rb.2014.137.

ANALYSIS OF THE WATER LOSSES IN THE BIECZ CITY

Summary

Water companies should carry out a water loss analysis, which greatly facilitates rehabilitation or renovation actions, contributing to reducing the costs associated with the production and distribution of water. The work includes the analysis of water consumption and water loss for Biecz, prepared on the basis of materials from the Municipal Enterprise of Municipal Utility in Biecz. The production and sale of tap water in 2010-2016 is presented. The basic water loss indicators have been calculated, referenced to the indicators proposed by the International Water Association (IWA). Namely, the percentages indicator of water loss (WS), real

indicator of losses (RLB), volume index of unprofitable water (NRWB), loss index unavoidable (UARL) and infrastructure leakage index (ILI) were determined. The ILI value has been compared to the range and water supply network rating by IWA, American Water Association (AWWA) and WBI Banding System for developing and developed countries. Water loss analysis was also done on the basis of unit water indicators, which are: unit water quantity injected into the grid, unit quantity of water sold in total, unit quantity of water sold to households, Profit water. In addition, the unit load index of the water supply network and the unit of water loss index for the entire length of the water supply network were determined.

Keywords: water supply system, water supply network, water consumption, water loss

Przesłano do redakcji: 22.10.2017 r.

Przyjęto do druku: 29.12.2017 r.