

# Poziom strat wody – wskaźnik oceny efektywności przedsiębiorstw wodociągowych

tekst i zdjęcia: **dr inż. TOMASZ CICHON**, MPWiK SA w Krakowie

Zjawisko strat wody występuje w każdym systemie zaopatrzenia w wodę. Nie da się zlikwidować strat wody, a mówienie o ich wyeliminowaniu może być tylko rozważaniem czysto teoretycznym. Z drugiej jednak strony w każdym przedsiębiorstwie wodociągowym konieczne jest podejmowanie stałych wysiłków zmierzających do zmniejszenia strat. W praktyce mówi się o ekonomicznym poziomie wycieków, czyli o redukcji strat wody do takiego poziomu, jaki jest ekonomicznie uzasadniony do osiągnięcia. Jaki jednak przyjąć wskaźnik strat wody, aby obiektywnie ocenić przedsiębiorstwo wodociągowe?

## Bilans wody

Dla dokładnej analizy wskaźników strat wody na początek warto się przyjrzeć poszczególnym składnikom bilansu wody w systemie dystrybucji i temu, czym są straty wody. Zgodnie z metodyką Międzynarodowego Stowarzyszenia na rzecz Wody (International Water Association – IWA), na całkowite straty wody składają się straty pozorne, czyli nieautoryzowane zużycie wody (np. kradzieże wody) i niedokładności pomiaru, oraz straty rzeczywiste, tzn. wszelkiego rodzaju wycieki. Bilans wody według IWA przedstawiono w tabeli 1.

Składniki strat wody, tj. straty rzeczywiste i straty pozorne, zależą bezpośrednio od wielkości eksploatowanej infrastruktury. Straty rzeczywiste to głównie przecieki na sieci, natomiast straty pozorne mogą powstawać na każdym wodomierzu. Straty pozorne oznaczają w praktyce ilość wody, która została dostarczona do odbiorców, ale nie została zmierzona ze względu na własności metrologiczne wodomierza (np. przepływ poniżej progu rozruchu). Zatem z przedstawionych składników

strat wody wnioskować można, że wolumen strat wody zależy przede wszystkim od wielkości eksploatowanej infrastruktury.

## Procentowy wskaźnik strat wody

W Polsce najczęściej stosowanym wskaźnikiem oceny strat wody w przedsiębiorstwach wodociągowych jest procentowy wskaźnik strat. Wskaźnik ten w uproszczeniu wyraża stosunek wolumenu strat do wolumenu produkcji. Wolumen strat do tego wskaźnika jest obliczany jako różnica wolumenu ilości wyprodukowanej, tj. wody wtłoczonej do sieci, i wolumenu wody sprzedanej oraz ilości wody zużytej do celów technologicznych.

$$\%strat = \frac{(V_{prod} - V_{sp} - V_{pw})}{V_{prod}} * 100\%$$

gdzie:

$V_{prod}$  – wolumen produkcji wody [ $m^3/r.$ ],

$V_{sp}$  – wolumen sprzedaży wody [ $m^3/r.$ ],

$V_{pw}$  – objętość wody dostarczonej do sieci i zużytej na potrzeby własne [ $m^3/r.$ ].

Tab. 1. Bilans wody według IWA

Woda wtłaczana do systemu dystrybucji (w tym import)	Autoryzowana konsumpcja	Zafakturowana autoryzowana konsumpcja	Zafakturowana zmierzona konsumpcja (zawierająca wodę eksportowaną)	Woda przynosząca dochód
		Niezafakturowana autoryzowana konsumpcja, np. woda zużyta do płukania sieci	Zafakturowane i niezmierzone zużycie wody (np. klienci ryczałtowi)	
	Straty wody	Straty pozorne	Niezafakturowana zmierzona konsumpcja	Woda nieprzynosząca dochodu
			Niezafakturowana i niezmierzona konsumpcja	
		Nieautoryzowana konsumpcja (np. kradzieże)		
		Błąd pomiaru i odczytu wodomierzy		
Straty rzeczywiste	Straty na sieci przesyłowej i rozdzielczej			
	Straty na przyłącach			

Procentowy wskaźnik strat wody nie jest miarodajny przede wszystkim ze względu na brak odniesienia do wielkości eksploatowanej przez przedsiębiorstwo infrastruktury: długości sieci, liczby przyłączy, liczby wodomierzy itd. Przykładem braku obiektywizmu tego wskaźnika jest porównanie danych z dwóch polskich systemów wodociągowych o podobnej długości sieci wodociągowej. Do porównania przedstawiono dane z wodociągu A i wodociągu B za 2015 r. (tab. 2).

Tab. 2. Porównanie strat wody z dwóch systemów wodociągowych o podobnej długości sieci

	Wodociąg A*	Wodociąg B*
Sprzedaż wody	48 941 tys. m <sup>3</sup>	14 230 tys. m <sup>3</sup>
Długość sieci wodociągowej	2167 km	1987 km
<b>Straty wody [%]</b>	<b>12,92</b>	<b>36,05</b>
Wolumen strat	7367 tys. m <sup>3</sup>	5130 tys. m <sup>3</sup>

\* dane z dostępnych raportów

Wskaźnik ten również nie jest miarodajny do oceny trendu strat wody w czasie, zwłaszcza wobec przyrostu długości sieci przy jednoczesnym spadku wolumenu sprzedaży, które występują w większości systemów dystrybucji wody w Polsce.

### Podstawowy wskaźnik strat wody w sieci – RLB

Według IWA, podstawowym wskaźnikiem strat wody jest wskaźnik RLB (Real Loss Basic). Jest on także wykorzystywany w benchmarkingu EBC (European Benchmarking Cooperation). Wskaźnik ten jest wyrażony jako stosunek średniodobowego wolumenu strat wody do sumarycznej długości sieci wodociągowej wszystkich średnic:

$$RLB = \frac{V_{strat}}{L_{sw}}$$

gdzie:

$V_{strat}$  – wolumen strat wody na dobę [m<sup>3</sup>/d],

$L_{sw}$  – sumaryczna długość sieci wodociągowej [km].

W przypadku benchmarkingu wielkość strat jest wyliczana przez EBC na podstawie bilansu wody wtłoczonej do sieci i sprzedanej oraz podawanej długości sieci wodociągowej. Wskaźnik strat wody RLB nie uwzględnia średnic sieci wodociągowej, liczby przyłączy i liczby wodomierzy. Wielkości te są istotne dla rzeczywistej oceny np. strat pozornych.

### Infrastrukturalny wskaźnik wycieków

Najdokładniejszym wskaźnikiem dla porównań sytuacji eksploatacyjnej systemów dystrybucji wody w zakresie strat wody i oceny działań podejmowanych w celu zmniejszenia strat wody w sieci wodociągowej jest wskaźnik przecieków infrastruktury ILI (Infrastructure Leakage Index). Wskaźnik ten jest ilorazem wolumenu strat wody do obliczonego wolumenu strat nieuniknionych. Oblicza się go z następującego wzoru:

$$ILI = \frac{V_{strat}}{U_{ARL}}$$

gdzie:

ILI – infrastrukturalny wskaźnik wycieków [-],

$V_{strat}$  – rzeczywiste straty wody [m<sup>3</sup>/d],

$U_{ARL}$  – nieuniknione straty wody [m<sup>3</sup>/d].

Obliczenie pierwszego parametru polega na zbilansowaniu wody, tj.:

$$V_{Strat} = V_{Prodd} - V_{SPd} - V_{PWd}$$

gdzie:

$V_{Strat}$  – objętość całkowitych strat wody [m<sup>3</sup>/d],

$V_{Prodd}$  – objętość wody dostarczonej do sieci [m<sup>3</sup>/d],

$V_{SPd}$  – objętość wody sprzedanej (zafakturowanej) odbiorcom [m<sup>3</sup>/d],

$V_{PWd}$  – objętość wody dostarczonej do sieci i zużytej na potrzeby własne [m<sup>3</sup>/d].

Objętość nieuniknionych strat rzeczywistych  $U_{ARL}$  (Unavoidable Annual Real Losses) stanowi wynik obliczeń strat nieuniknionych, technicznie możliwych do osiągnięcia w systemie.



Wodomierz podłączony do rejestratora chwilowych natężeń przepływu, za pomocą którego bada się, czy w instalacji lub sieci występują wycieki



Wodomierz z urządzeniem do przekazu danych, wykorzystywany w systemach bilansowania przepływu w strefach sieci

Objętość strat nieuniknionych oblicza się jako sumę trzech składników:

- przecieków nieuniknionych na przewodach sieci (magistralne oraz rozdzielcze), gdzie przyjęto 18 dm<sup>3</sup>/km/dobę/metr ciśnienia;
- przecieków nieuniknionych na przyłączach (do granicy nieruchomości), gdzie przyjęto 0,8 dm<sup>3</sup>/przyłącze/dobę/metr ciśnienia;
- przecieków nieuniknionych na przyłączach (od granicy nieruchomości do wodomierza głównego), gdzie przyjęto 25 dm<sup>3</sup>/km/dobę/metr ciśnienia.

Należy zatem zapisać, że wielkość strat nieuniknionych oblicza się na podstawie wzoru:

$$U_{ARL} = [18 \cdot (M + R) + 0,8 \cdot L_p + 25 \cdot D_p] \cdot P / 1000$$

gdzie:

U<sub>ARL</sub> – wolumen nieuniknionych straty wody [m<sup>3</sup>/d],

M – długość sieci magistralnej [km],

R – długość sieci rozdzielczej [km],

L<sub>p</sub> – liczba podłączeń wodociągowych [szt.],

D<sub>p</sub> – długość podłączeń wodociągowych [km],

P – średnie ciśnienie wody w sieci [mH<sub>2</sub>O].

Interpretacja wyliczonego wskaźnika ILI polega na porównaniu z wartościami referencyjnymi według IWA albo według World Bank Institute Banding System (WBI; tab. 3).

Tab. 3. Kategorie wartości wskaźnika ILI

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

### Podsumowanie

Ocena efektywności przedsiębiorstwa wodociągowego w aspekcie strat wody wymaga uwzględnienia wielu czynników mających istotny wpływ na wielkość strat. Nieuniknione straty wody są proporcjonalne do długości sieci i liczby przyłączy oraz do ciśnienia występującego w sieci. Dla dokładnego określenia wskaźnika strat nieuniknionych celowe jest podzielenie sieci na opomiarowane obszary (strefy), gdzie można wskazać wartość ciśnienia i parametry dotyczące bilansu wody w danej strefie. Badania infrastrukturalnego poziomu wycieków w kilku wydzielonych strefach krakowskiej sieci wodociągowej wskazały na bardzo dobry stan sieci.

