



PROBLEMY OGRANICZANIA STRAT WODY W SIECIACH WODOCIĄGOWYCH – poradnik

Jak stwierdzać nieszczelności rurociągów oraz lokalizować miejsca wycieków wody, których nie widać na powierzchni terenu?

Zawartość:

I. Obliczanie procentowych strat wody w sieci wodociągowej, straty pozorne i faktyczne	str. 2
II. Przyczyny strat pozornych	str. 3
III. Straty faktyczne, ilości wyciekającej wody, metody ograniczania wycieków	str. 4
IV. Sposoby obserwacji i lokalizacji wycieków z nieszczelnych wodociągów	str. 5
V. Pomiary przepływów na fragmentach wodociągu	str. 6
VI. Lokalizacja nieszczelności specjalistycznymi przyrządami pomiarowymi	str. 7
Parametry metrologiczne wodomierzy sprzężonych – Tabela	str. 9

Wstęp

Eliminowanie wycieków wody z nieszczelnych rurociągów przynosi wymierne korzyści ekonomiczne zarówno dostawcom jak i odbiorcom wody. Straty wody w rurociągach wpływają niekorzystnie na wyniki finansowe przedsiębiorstw wodociągowych oraz większych odbiorców wody wyposażonych w rozległe przyłącza lub wewnętrzne sieci wodociągowe.

Jeżeli wycieki wody z nieszczelnych rurociągów wykazywane są u odbiorców wody na lokalnych sieciach lub instalacjach to ma to przełożenie, dodatkowo w opłatach za zrzut ścieków do kanalizacji odbiorców ścieków, ponieważ ilość odprowadzanych ścieków wynika z ilości wody zmierzonej przez przepływomierze rozliczeniowe.

W takich przypadkach odbiorca wody płaci za pewną ilość ścieków, które faktycznie nie docierają do kanalizacji, gdyż wody z nieszczelnego rurociągu wyciekają wprost do ziemi, kanalizacji lub innego naturalnego odbiornika.

Wyflęwy wody w zależności od ciśnienia wody i wielkości otworu w nieszczelnym rurociągu przedstawiono w poniższej tabeli, którą opracowano na podstawie danych firmy HONEYWELL.

Ciśnienie wody (bar)	Powierzchnia otworu (mm ²)	Wyflęw (l/s)	Wyflęw (m ³ /m-c)	Wyflęw (m ³ /rok)
5	0,5	0,006	15,8	189
	1,0	0,016	42,0	504
	5,0	0,372	977,1	11 725
	10,0	1,406	3 692,9	44 315
10	0,5	0,008	21,0	252
	1,0	0,023	60,4	725
	5,0	0,497	1 305,4	15 665
	10,0	1,989	5 224,2	62 691
16	0,5	0,010	26,3	315
	1,0	0,029	76,2	914
	5,0	0,629	1 652,1	19 825
	10,0	2,515	6 605,8	79 270

I. Obliczanie procentowych strat wody w sieci wodociągowej, straty pozorne i faktyczne

Najbardziej typową metodą obliczania strat wody jest porównanie ilości wody dostarczonej do sieci i sumy ilości wody dostarczonej (rozliczonej) do odbiorców.

Straty wody, wyrażone procentowo, oblicza się według wzoru:

$$\frac{\text{Ilość wody dostarczonej do sieci} - \text{suma ilości wody dostarczonej do odbiorców}}{\text{Ilość wody dostarczonej do sieci}} \times 100 \%$$

- Obliczane straty nie dają pełnego obrazu stanu technicznego sieci i instalacji wodociągowej, gdyż różnice bilansowe mogą wynikać z różnych powodów:
- błędów wskazań przepływomierzy („straty pozorne”)
 - wycieków wody z nieszczelnego rurociągu na trasie: od dostawcy wody do poszczególnych odbiorców („straty faktyczne”)
 - nielegalnych poborów wody (w tym pobierania wody z hydrantów terenowych)

II. Przyczyny strat pozornych

Przyczynami różnic bilansowych wynikających z błędów wskazań przepływomierzy („straty pozorne”) są następujące czynniki:

1. Niewłaściwy dobór zakresu pomiarowego (a dokładniej: średnicy wodomierza)

Ma to miejsce wtedy gdy przepływomierz jest zbyt dużej średnicy w stosunku do występujących rzeczywistych lub minimalnych przepływów.

Ogólnie wyjaśniając: wodomierze o wyższych średnicach nie są „czułe” na niskie lub minimalne przepływy wody a więc nie są w stanie zmierzyć te przepływy.

W przypadku różnic bilansowych między ilością wody podaną do rurociągu a ilością wody pobranej z rurociągu należy w pierwszej kolejności skontrolować doборы średnic wodomierzy (tj. ich zakresy pomiarowe) w stosunku do chwilowych, rzeczywistych zmonitorowanych przepływów wody u odbiorcy.

Praktyka eksploatacyjna pokazuje, że nieodpowiedni dobór wodomierza to zwykle zbyt duża średnica wodomierza po stronie odbiorcy wody, a więc wstępna weryfikacja strat pozornych sprowadza się do wymiany wodomierzy na „mniejsze”.

W skrócie można stwierdzić, że właściwie dobrany wodomierz to taki, który zapewni chwilowy maksymalny rozbiór wody i jednocześnie wykaże najwięcej przepływającej wody spośród innych wodomierzy.

Niekiedy w pewnych sytuacjach, zachodzi konieczność zabudowy wodomierza sprzężonego w miejsce dotychczasowego wodomierza o dużej średnicy, gdy trzeba np. bardzo dużą zmienność poborów wody lub uwzględnić zapotrzebowanie wody również dla hydrantów na ochronę przeciwpożarową.

2. Dobór określonej klasy metrologicznej przepływomierza danej średnicy

W praktyce ma to przełożenie w możliwości występowania przepływów wody poniżej dolnego zakresu lub powyżej górnego zakresu dla prawidłowo dobranego wodomierza.

W pewnych niekorzystnych ekstremalnych przepływach licznik nie jest w stanie zmierzyć całości przepływającej wody.

Zwykle mamy tu do czynienia z przepływami wody poniżej dolnego zakresu pomiarowego przyrzędu.

Oznacza to, że wodomierze nie mierzą całości pobieranej wody tj. od „zera”.

Przedstawiając to bardziej obrazowo: można „wykapać” z zaworu czerpalnego ilości wody, które nie zarejestruje nawet licznik wodomierza o najmniejszej średnicy.

Należy optymalnie dobierać klasy przepływomierzy (obecnie mamy klasy: B, C, D), gdyż wodomierze z wyższą klasą tj. z większym przedziałem pomiarowym „w dół i w górę” - odznaczające się większą „czułością” kosztują więcej, wyższe są też późniejsze koszty naprawy i legalizacji.

3. Błędy wskazań przepływomierza zaniżające przepływ

Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 20 lutego 2004 r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać wodomierze (Dz. Ustaw nr 40 – Poz. 360) określa min. dopuszczalne błędy graniczne dla wodomierzy mechanicznych do wody zimnej (0 – 30 ° C) „przy zatwierdzeniu typu i legalizacji”, które wynoszą:

- w przedziale dolnym zakresu obciążeń ($Q_{\min} \leq Q < Q_t$) : $\pm 5 \%$
- w przedziale górnym zakresu obciążeń ($Q_t \leq Q < Q_{\max}$) : $\pm 2 \%$

gdzie:

Q_t – pośredni strumień objętości (wartość strumienia objętości występująca pomiędzy ciągłym a minimalnym strumieniem objętości przy którym zakres strumienia objętości jest podzielony na dwa przedziały: „górnym” i „dolnym”)

4. Niewłaściwa zabudowa przepływomierza.

Dotyczy to: pozycji montażu, długości wymaganych odcinków prostych przed i za wodomierzem.

Warunki zabudowy określa producent przepływomierzy lub dostawca wody.

Wodomierze zabudowane w pozycji pionowej tracą klasę dokładności o 1 klasę.

Oznacza to, że wodomierz o klasie C zabudowany w pozycji pionowej staje się mniej dokładny w zakresie minimalnych przepływów wody i przyjmuje w związku z tym klasę B.

O tym producent informuje na tarczy wodomierza.

5. Okresowa trwałość pomiarowa przepływomierza

Trwałość wodomierza określona jest wymaganiami eksploatacyjnymi ujętymi w przepisach Urzędu Miar o przestrzeganiu okresów **ważności legalizacji** wodomierzy.

Brak laboratoryjnego uwierzytelnienia poprawności wskazań wodomierzy, po określonym okresie eksploatacji, może mieć wpływ na powiększanie się błędów pomiarowych wodomierzy.

Należy zwrócić tu uwagę na dochowanie ważności cechy legalizacyjnej (a ściślej okresu legalizacji) liczników wody, które zgodnie z Zarządzeniem nr 50 Prezesa Urzędu Miar z dnia 15 listopada, 1999 r. wynoszą odpowiednio dla wodomierzy do wody zimnej:

a) 61 miesięcy dla wodomierzy o nominalnym strumieniu objętości $q_p \leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$ (średnicy : od 15 mm do 40 mm)

b) 49 miesięcy dla wodomierzy o nominalnym strumieniu objętości $q_p \geq 10 \text{ m}^3/\text{h}$ (średnicy : 50 mm i powyżej tej średnicy)

Rok legalizacji wodomierza, od którego liczy się okres legalizacji, jest odcisnięty na plombie przy wodomierzu.

6. Niewłaściwe środowisko klimatyczne i mechaniczne w miejscu zabudowy przepływomierza.

Na wskazania mają wpływ: niskie i wysokie temperatury, wibracje, wstrząsy.

7. Zamierzona ingerencja w układ pomiarowy osób zainteresowanych zafalszowaniem wskazań przepływomierza.

III. Straty faktyczne, ilości wyciekającej wody, metody ograniczania wycieków

Można z bardzo dużym przybliżeniem stwierdzić, że w przypadku rozległych sieci wodociągowych i przy poprawnym doborze wodomierzy, kompletnym zinwentaryzowaniu wszystkich odbiorów wody (również z hydrantów) występujące różnice bilansowe dopiero powyżej 10 % świadczą o nieszczelnościach rurociągów.

W krajach europejskich przeciętne, obliczone straty wody w sieciach wodociągowych wynoszą około 25 %.

Jeżeli rurociąg jest nieszczelny to bardzo duże wycieki wody zwykle ujawniają się na powierzchni terenu, można je eliminować na bieżąco.

W sytuacjach wycieków niewidocznych w terenie awaria rurociągu może trwać latami, aż do przypadkowego znalezienia awarii wodociągu.

Ograniczanie trudno wykrywalnych strat wody w sieci wodociągowej można realizować poprzez zarządzanie ciśnieniem wody oraz aktywne zarządzanie siecią wodociagową.

Zarządzanie ciśnieniem

- polega na dobraniu odpowiedniego współczynnika obniżenia ciśnienia wody w okresie całej doby, które realizuje się zabudowując zawory regulacyjne w wybranych fragmentach sieci wodociągowej.

Według HONEYWELL obniżenie średniego ciśnienia w strefie o 20 % redukuje wycieki o około 20 %.

HONEYWELL specjalizujący się min. w produkcji/dystrybucji tego typu urządzeniach oferuje duży zestaw zaworów regulacyjnych przeponowych.

Zarządzanie siecią wodociagową

- polega na aktywnym monitorowaniu przepływów wody w sieci wodociągowej, kontroli wodociągu (oraz kanalizacji), lokalizacji i eliminacji nieszczelności sieci wodociągowej co zmniejsza nieplanowane przerwy w dostawie wody, zwiększa zyski po stronie dostawcy lub większego odbiorcy wody.

IV. Sposoby obserwacji i lokalizacji wycieków z nieszczelnych wodociągów

Wycieki obserwujemy wizualnie w terenie lub stwierdzamy metodami technicznymi.

Niektóre działania lokalizujące wycieki, nie wymagające użycia specjalistycznego sprzętu, mogą być podejmowane przez pracowników obchodzących sieci.

Poniżej przedstawiamy metody obserwacji i lokalizacji wycieków.

1. Obserwacje terenu

Obserwacje polegają na:

- 1.1 Obserwacji budowli podziemnych: dostępnych sieci, instalacji, podpiwniczonych obiektów znajdujących się w pobliżu tras wodociągu.
W czasie poszukiwań przecieków należy oglądać instalacje i budowle na trasie wodociągu przez obserwację ewentualnych zawilgoceń, wycieków/przepływów wody/ścieków w:
 - a) studzienkach kanalizacyjnych
 - b) studzienkach sieci wodociągowej
 - c) studzienkach i kanalikach energetycznych

- d) obiektach budowlanych z pomieszczeniami zagłębionymi poniżej poziomu terenu
- 1.2 Obserwacji terenu, przy trasie rurociągu, zawilgocenia gruntu, poziomu wód gruntowych, zapadnięć powierzchni terenu (szczególnie w rejonie kanalizacji). Kontrola polega na obserwowaniu:
- miejscowego zawilgocenia ziemi
 - wszelkich kałuż wody o temperaturze niższej niż temperatura otoczenia (nie dotyczy okresu zimowego)
 - rowów odwadniających i drenażowych
 - zboczy, skarp
 - punktów piezometrycznych z odnotowywanymi poziomami wód gruntowych
 - miejscowych zapadnięć drogi, chodnika lub powierzchni ziemi, które znajdują się przy trasie wodociągu i kanalizacji

Należy zwrócić szczególną uwagę na sieć kanalizacyjną w rejonie przebiegu wodociągu, ponieważ woda prędzej znajdzie ujście do nieuszczelnionej kanalizacji niż wypłynie na powierzchnię terenu, szczególnie dotyczy to niewielkich przepływów wody.

Z powyższego stwierdzenia wynika, że dość często nie ujawniające się nieuszczelnności na fragmentach wodociągu są związane z obecnością, w tych rejonach, kanalizacji, rowów, tunelików energetycznych lub teletechnicznych. **Pomiary temperatury podejrzanych wód/ścieków wyraźnie wspomagają poszukiwania wycieków wody wodociągowej, kiedy temperatury wód/ścieków są zróżnicowane.**

2. Pomiary ciśnienia i przepływów wody

Metody realizowane są przez:

- 2.1 Pomiar ciśnienia na odpowiednich fragmentach rurociągu i analizę spadków ciśnień wody
- 2.2 Rejestrowanie przepływów wody podawanej do sieci oraz odnotowywanie nieuzasadnionych, nadmiernych rozbiorów wody z sieci wodociągowych.
- Powyższe obserwacje oraz analiza uzyskanych niekorzystnych wyników są zwykle pierwszymi sygnałami do podjęcia akcji poszukiwania awarii w terenie na sieci wodociągowej.
- 2.3 Pomiary przepływów na wydzielonych fragmentach sieci oraz analizę zapotrzebowania/zużycia wody z badanego rurociągu

V. Pomiary przepływów na fragmentach wodociągu

Pomiary te pozwalają określić pobór wody z rurociągu i przeanalizować rozbiory wody. W przybliżeniu lokalizują miejsce występowania wycieków wody z rurociągu.

Pomiary kontrolne realizuje się poprzez pomiar przepływu wody w rurociągu i odpowiednie wyłączenia sieci na trasie.

Pomiar przepływu wody wykonuje się, alternatywnie, za pomocą:

- a) wodomierza stacjonarnego zabudowanego na rurociągu
- b) przenośnego wodomierza, dwóch istniejących sąsiednich hydrantów i wyłączeń na trasie wodociągu (tzw. metoda dwóch hydrantów).

Jeżeli rurociąg nie jest wyposażony w hydranty to można zabudować złączki hydrantowe na rurociągu w studziencie: przed i za armaturą odcinającą rurociąg. Za przepływomierz przenośny może posłużyć zestaw wodomierzowy transportowany w samochodzie lub na nosilkach.

Uwaga:

W przypadku rurociągów o średnicy 50 mm i powyżej tej średnicy do dokładnych pomiarów kontrolnych powinno się używać wodomierze sprzężone, których zawór zmiennego obciążenia reguluje dopływ do mniejszego lub większego wodomierza w zależności od natężenia przepływu wody. Najbardziej charakterystyczną cechą i zarazem zaletą tych wodomierzy specjalnych jest niski - tzw. próg rozruchu.

Takie wodomierze dają możliwość wychwycenia minimalnych wycieków wody z nieszczelnego wodociągu.

Na końcu niniejszego materiału zestawiono w tabeli podstawowe parametry metrologiczne produkowanych w Polsce, przez POWOGAZ w Poznaniu, wodomierzy specjalnych (sprzężonych).

Należy bezwzględnie zapewnić czystość węży połączeniowych i wypłukać sieć po badaniu rurociągu.

Obserwacje pomiarów przepływów

- polegają na planowym próbnym zamknięciu wybranych fragmentów sieci i kontroli wskazań przyrządów pomiarowych:

- a) przed wyłączeniem odcinków sieci
- b) w trakcie wyłączania
- c) po zamknięciu fragmentów wodociągu

Można rozpocząć od wyłączeń wybranych, większych fragmentów wodociągu. Przed rozpoczęciem kontroli sieci należy sporządzić plan (rysunki) wyłączeń wodociągu, przyłączy.

Wyłączenia muszą być harmonogramowo zaplanowane i uzgodnione z odbiorcami wody.

VI. Lokalizacja nieszczelności specjalistycznymi przyrządami pomiarowymi

Po zaobserwowaniu wycieków wody na wybranym fragmencie wodociągu należy dokładnie zlokalizować awarię sieci.

Lokalizacja nieszczelności może być wykonana przez:

- wspomnianą powyżej obserwację terenu, obiektów budowlanych,
- analizę fizykochemiczną wody
- wartości przepływu wody za pomocą specjalistycznych przyrządów pomiarowych.

Aktualnie, przyrządy pomiarowe stosowane do precyzyjnej lokalizacji wycieków wody w rurociągach posługują się dwoma metodami:

1. Metodą akustyczną
 - za pomocą stetofonów, geofonów, loggerów szumów, korelatorów

Wodoserwis specjalizuje się w wykrywaniu nieszczelności wodociągów wykorzystując metodę nasłuchu wycieków profesjonalnymi przyrządami .
2. Metodą rezystorową, rzadko spotykaną, wyłącznie na bardzo dużych średnicach rurociągów, po odpowiednim przygotowaniu instalacji.
Metoda stosowana jest zwykle na sieciach wody gorącej (c.o., cwu.)

W metodzie akustycznej wykorzystuje się przyrządy i czujniki prowadzące nasłuch szumu dźwięków, jakie powstają w wyniku wypływu kawitującej wody pod ciśnieniem przez nieszczelności wodociągu do otoczenia o niższym ciśnieniu.

Zjawisko to jest źródłem drgań rurociągu i w wodzie.

Należy tu przy okazji zaznaczyć, że w przypadku rur stalowych, kawitacji towarzyszy miejscowy, intensywny proces korozji rurociągu.

Urządzenia pomiarowe wyposażone w czujniki – akcelerometry, prowadzące nasłuch, wyposażone są w układy filtrujące niepożądane hałasy, wzmacniające szумы charakterystyczne dla wycieków wody.

Obecnie stosuje się:

1. Stetofony (mikrofony prętowe)

- osłuchujące dostępne elementy wodociągu (np. rurociągi i armaturę w studzienkach, dostępne trzpienie zasuw ziemnych, hydranty, konstrukcje budowlane, itp.

2. Geofony (mikrofony ziemne)

- osłuchujące powierzchnię terenu i odbierające szумы poprzez warstwę gruntu lub z innego podłoża.

3. Loggery szumów

- badające i rejestrujące natężenia szumów rozchodzące się w sieci w dłuższym okresie czasu.

Wykorzystuje się stetofony, urządzenia zapamiętujące szумы w rurociągu, niekiedy nadające bieżące informację o stanie sieci na odległość.

Stosowany jest komputer z oprogramowaniem analizującym

4. Korelatory

- metoda polega na korelacji hałasu z wycieków za pomocą dwóch stetofonów lub hydrofonów - mikrofonów podłączonych bezpośrednio do wody rurociągu/instalacji np. na otwartych hydrantach.

Korelator z oprogramowaniem analizującym wyznacza miejsca wycieku między mikrofonami korelatora lub hydrofonami.

Opracował:

inż. Marian Szczygieł

FUPH WODOSERWIS

Parametry metrologiczne wodomierzy sprzężonych

Średn. nom. mm/mm	Typ	Nominalny strumień objętości			Maksymalny strumień objętości			Maksymalny roboczy strumień objętości			Pośredni strumień objętości			Minimalny strumień objętości			Próg rozruchu			Długość zabudowy wodomierza mm	Uwagi
		m ³ /h	m ³ /m-c	l/s	m ³ /h	m ³ /m-c	l/s	m ³ /h	m ³ /m-c	l/s	m ³ /h	m ³ /m-c	l/s	m ³ /h	m ³ /m-c	l/s	m ³ /h	m ³ /m-c	l/s		
50/20	MW/JS 50/2,5	15			50			35			3			0,05			0,015			waga: 19 kg	
		10 944			36 480			25 536			2 189			36			11				
		4,2			13,9			9,7			0,8			0,014			0,004				
80/20	MW/JS 80/2,5	40			120			90			6			0,05			0,015			waga: 24 kg	
		29 184			87 552			65 664			4 378			36			11				
		11,1			33,3			25,0			1,7			0,014			0,004				
100/20	MW/JS 100/2,5	60			180			125			6			0,05			0,015			waga: 30 kg	
		43 776			131 328			91 200			4 378			36			11				
		16,7			50,0			34,7			1,7			0,014			0,004				
150/40	MW/JS 150/10	150			350			250			12			0,3			0,1			waga: 75 kg	
		109 440			255 360			182 400			8 755			219			73				
		41,7			97,2			69,4			3,3			0,083			0,028				

FUPH WODOSERWIS

Internet: www.wodoserwis.pl

e-mail: wodoserwis1@wodoserwis.pl