

# Ograniczanie strat wody – doświadczenia praktyczne

Piotr Dudek, Dariusz Dzida

**K**ażde przedsiębiorstwo wodociągowe w mniejszym lub większym stopniu ma do czynienia z problemem strat wody. Pod tym pojęciem kryje się wielkość wody, będąca różnicą pomiędzy wodą wtłoczoną do sieci wodociągowej a wodą sprzedaną w analogicznym okresie. Ze względu na rosnące koszty produkcji i dystrybucji wody w dobrze pojętym interesie przedsiębiorstwa jest utrzymanie tej wielkości na właściwym poziomie i stałe dążenie do jej obniżania.

Najważniejsze składniki wielkości wody niesprzedanej to:

1. wycieki z nieszczelności przewodów i armatury wodociągowej;
2. niedokładności pomiarów zużycia wody;
3. woda zużyta na płukanie sieci;
4. kradzieże wody.

Poniżej opisane zostanie każde z tych zagadnień oraz metody jego kontroli stosowane w naszym przedsiębiorstwie.

## 1. Wycieki z nieszczelności przewodów i armatury wodociągowej

Niektóre materiały i technologie używane w przeszłości przy budowie sieci wodociągowych nie przetrwały próby czasu:

- rury z żeliwa szarego są niewrażliwe na korozję, ale są kruche, nieodporne na obciążenia dynamiczne (ruch drogowy) oraz ruchy gruntowe (w wyniku zmian temperatury powietrza i szkód górniczych). Ponadto połączenia tych przewodów za pomocą sznura konopnego i ołowiu po kilkudziesięciu latach tracą szczelność;
- rury stalowe są nieodporne na korozję, co w dłuższym okresie czasu skutkuje wżerami korozyjnymi;
- rury wykonane z PCV są kruche, brak prawidłowej obsypki piaskowej i kontakt z ostrymi kamieniami w gruncie powoduje ich pękanie.

Dodatkowo obserwowane są liczne przecieki na zamontowanej w dawnych latach armaturze: na dławikach zasuw, zaworach odpowietrzających, hydrantach.

Czynnikiem powiększającym straty wody na nieszczelnych przewodach jest nadmierne ciśnienie w sieci wodociągowej. Szczególnie dotkliwie ten problem jest odczuwany w terenach górzystych, gdzie różnice terenu dochodzą do 100 m i więcej. Na takim obszarze w niektórych rejonach ciśnienie statyczne wody dochodzi do wartości 1 MPa i powinno być zredukowane. W wyżej położonych innych rejonach występują braki ciśnienia i, co za tym idzie, dla zasilania odbiorców w wodę niezbędne są pompownie wody.

### Jak radzić sobie z tym problemem?

Najlepszą metodą jest oczywiście wymiana wszystkich nieszczelnych przewodów. Niestety w większości przypadków przekracza to możliwości finansowe i logistyczne przedsiębiorstwa wodociągowe. Nie zmienia to oczywiście faktu, że

**Streszczenie:** Artykuł zawiera opis problemu strat wody. Autorzy charakteryzują poszczególne składniki wielkości wody niesprzedanej: wycieki z nieszczelnych przewodów, niedokładności pomiarów zużycia wody, woda zużyta na płukanie, kradzieże wody. Głównym źródłem strat wody w systemach wodociągowych są nieszczelności przewodów. Autorzy opisują sposoby ograniczania tej wielkości poprzez opomiarowanie, systematyczną kontrolę sieci oraz szybkie usuwanie awarii.

**Abstract:** This article contains a description of water losses problem. The authors describe the size of individual components of unsold water: leakages from pipes, inaccurate measurements of water consumption, water consumed for flushing and theft of water. The main source of water losses in water supply systems are the pipes leak. The authors describe experiences with reducing this size by metering, systematic control and fast network repairing.

należy posiadać wieloletni plan inwestycyjny wymian starych przewodów i sukcesywnie go realizować.

Jednocześnie należy realizować politykę ograniczania strat wody, na którą składa się:

- tworzenie wydzielonych opomiarowanych obszarów;
- aktywna kontrola szczelności sieci;
- wymiana awaryjna najbardziej uszkodzonych odcinków;
- optymalizacja ciśnień;
- zdalne opomiarowanie i sterowanie siecią wodociągową.



Rys. 1. Przykładowy Opomiarowany Obszar Sieci



Rys. 2.  
Szafka  
telemetryczna  
dla OOS-u



Rys. 3.  
Zabudowa  
przepływomierza  
dla OOS-u

### **Tworzenie wydzielonych opomiarowanych obszarów**

Bardzo pomocne w kontroli szczelności sieci wodociągowej jest podzielenie jej na podobszary w taki sposób, aby dopływ do nich odbywał się tylko z jednego kierunku. W miejscu dopływu do obszaru niezbędny jest montaż urządzenia pomiarowego.

Jeśli istnieje taka możliwość techniczna, może to być np. wodomierz w studziencie. Obecnie coraz częściej stosujemy przepływomierze elektromagnetyczne do zabudowy ziemnej ze zdalnym przekazem do dyspozytorni. Jeśli nie ma możliwości zamontowania stałego pomiaru, wykonujemy pomiary bezinwazyjnym przepływomierzem ultradźwiękowym montowanym na rurociągu lub metodą hydrantową. Metoda hydrantowa polega na skierowaniu wody z rurociągu węzłami strażackimi do samochodu pomiarowego z zamontowanym przepływomierzem poprzez przygotowany wcześniej zestaw hydrant–zasawa–hydranty.

Z naszego doświadczenia wynika, że najlepsze efekty w kontroli wycieków można osiągnąć w obszarach obejmujących około 10–15 km sieci wodociągowej.

W każdym takim obszarze, zwanym OOS (Opomiarowany Obszar Sieci), wykonuje się w cyklu tygodniowym bilans wody wtłoczonej i sprzedanej. Znając ilość odbiorców w obszarze oraz długość sieci, obliczamy wskaźnikowe straty w  $m^3/km/d$  i l/przyłącze/dzień.

Są to wskaźniki lepsze niż wielkość procentowa strat, która nie odzwierciedla zjawiska przyrostu sieci i malejących rozbiorów.

### **Aktywna kontrola szczelności sieci**

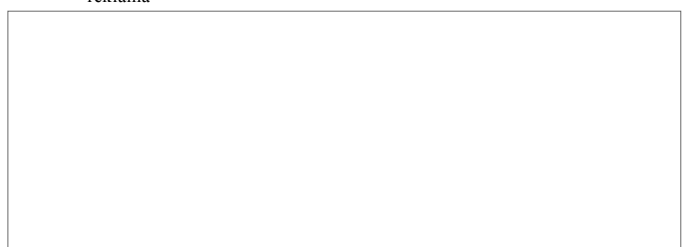
Na początek wskazana jest inwentaryzacja sieci wodociągowej, która jest potencjalnym źródłem wycieków. Zwykle są to wszystkie przewody wykonane ze stali, żeliwa szarego i PCV. Kiedy się ma do dyspozycji mapę numeryczną, wykonanie takiego zestawienia nie stanowi już obecnie problemu. W przypadku naszego przedsiębiorstwa jest to ok. 600 km przewodów wodociągowych wymagających kontroli, co stanowi 30% całej długości sieci wodociągowej. Drugim krokiem będzie zaplanowanie kontroli szczelności całej „podejrzanej” sieci za pomocą dostępnych w firmie urządzeń (korelatory, permalogi) w cyklu kilkuletnim, w zależności od możliwości. Możliwości ludzkie i sprzętowe w naszym przedsiębiorstwie pozwalają na kontrolowanie 300 km sieci w ciągu roku, co oznacza, że w ciągu 2 lat jesteśmy w stanie zbadać szczelność wszystkich wyznaczonych do kontroli rurociągów. Dla lepszego wykorzystania naszego potencjału wszystkie ekipy i sprzęt do kontroli szczelności zostały w 2004 r. wydzielone z wydziałów eksploatacyjnych i połączone w jeden Dział Pomiarów i Kontroli Sieci, który zorganizował swoją pracę w ten sposób, że utworzył 3 ekipy do korelacji: jedna zajmuje się bieżącymi zgłoszeniami, pozostałe dwie systematycznie kontrolują wyznaczone wcześniej rejony.

W Dziale Gospodarki Wodą, zajmującym się m.in. eksploatacją sieci wodociągowej, w 2005 r. została wdrożona praktyka przeglądów 2 razy w roku wszystkich komór wodociągowych na magistralach dla kontroli szczelności zamontowanej w nich armatury. Jednocześnie z przeglądami komór pracownicy wykonują pieszy obchód magistral celem optycznej kontroli szczelności tych przewodów. Magistrale umiejscowione pod nawierzchniami utwardzonymi (jezdnie, place) sprawdza się poprzez kontrolę przepływów w sąsiednich kanałach. Taką optyczną kontrolę wykonuje się w porze suchej na wiosnę i jesienią każdego roku.

Najlepsze trwałe wyniki kontroli szczelności sieci osiągamy w istniejących opomiarowanych obszarach sieci (OOS-ach). Obecnie na sieci wodociągowej AQUA SA funkcjonuje 170 OOS-ów, z których 30% jest włączonych w system zdalnego odczytu. Dzięki stałemu pomiarowi w danym OOS-ie możemy obserwować efekty kontroli szczelności wycieków i utrzymywać jej poziom na optymalnym poziomie. W naszej praktyce stosujemy tzw. „nocne strefowanie”, które polega na planowym wyłączeniu poszczególnych odcinków sieci przy jednoczesnym obserwowaniu wielkości nocnego przepływu. W ten sposób ograniczamy znacznie obszar dalszego precyzyjnego poszukiwania nieszczelności za pomocą korelacji.

Należy pamiętać, że istnieje granica opłacalności obniżania poziomu strat wody. Poniżej tej wartości koszt lokalizacji i usu-

reklama



wania awarii przewyższa koszt traconej w wyniku wycieku wody. Jest to tzw. ekonomiczny poziom wycieków, który zależy od kosztów produkcji i dystrybucji wody. W rejonach, gdzie woda jest dostarczana za pomocą pompowni, ten wskaźnik będzie niższy niż w rejonach zaopatrywanych grawitacyjnie. Średnio nie powinien on przekraczać 4–5 m<sup>3</sup>/km/d.

### **Wymiana awaryjna najbardziej uszkodzonych odcinków**

Usuwanie więcej niż 2 nieszczelności na stalowych przyłączach domowych jest ekonomicznie nieuzasadnione. W takich sytuacjach wskazana jest wymiana całego podłączenia. Jeśli wymiana jest wykonana „po trasie” starego przewodu, zgodnie z prawem budowlanym nie jest wymagany projekt takiego przewodu, natomiast wymagane są oczywiście uzgodnienia z właścicielem terenu i gestorami innych urządzeń podziemnych.

### **Optymalizacja ciśnień**

Na obszarach o zróżnicowanych rzędnych terenowych występuje zjawisko nadmiernych ciśnień w sieci wodociągowej pracującej w systemie grawitacyjnym. Dobrą praktyką jest, aby ciśnienie wody w przewodach nie przekraczało 0,5 MPa. Aby uzyskać takie wartości, musimy wydzielić obszary wysokich ciśnień i obniżyć je do wartości minimalnej dla zapewnienia zasilania wszystkich klientów. Kiedyś ta funkcja była realizowana przez zbiorniki redukcyjne. Obecnie korzystamy z zaworów redukcyjnych lub regulacyjnych.

Dzięki obniżeniu ciśnień (szczególnie w nocy) do wartości optymalnych możemy znacznie obniżyć wielkość wycieków z nieszczelnych przewodów, pamiętając, że przez otwór o stałej średnicy wraz ze wzrostem ciśnienia przepływa większa ilość wody.

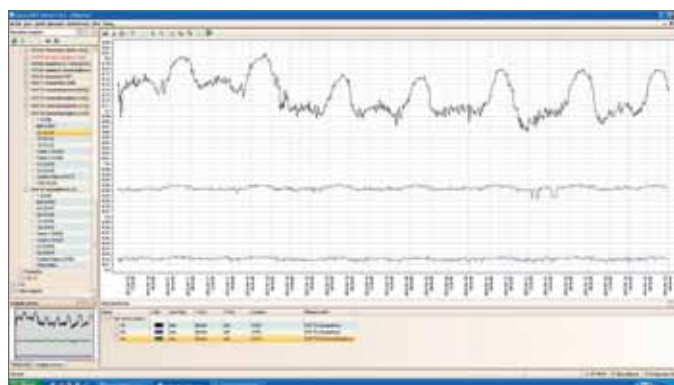
### **Zdalne opomiarowanie i sterowanie siecią wodociągową**

W 2004 r. powstała w naszym przedsiębiorstwie koncepcja automatycznego sterowania monitoringu systemu wodociągowego. Obejmowała ona m.in. wyposażenie armatury regulacyjnej (zawory redukcyjne, przepustnice) w elementy sterujące, pozwalające na automatyczną regulację ciśnień lub przepływów w rurociągach. Dzięki zaprogramowaniu reduktorów na automatyczne obniżenie ciśnień w godzinach nocnych (czyli w godzinach od 23 do 6 następnego dnia, gdy rozbiory są minimalne) znacznie obniżyliśmy wielkość nocnych przepływów, jednocześnie zmniejszając awaryjność sieci. System wodociągowy Bielska-Białej posiada 2 główne niezależne ujęcia wody. System zdalnego sterowania umożliwia bezpieczną i płynną zmianę układu zasilania miasta w wodę.

Jednocześnie koncepcja zakładała zdalne opomiarowanie wszystkich obiektów wodociągowych (ujęcia wody, zbiorniki wyrównawcze, pompownie, magistrale, OOS-y). Dzięki możliwości zdalnego obserwowania i kontrolowania tych obiektów możemy obecnie znacznie szybciej zaobserwować sytuacje awaryjne i zareagować na nie (nieszczelności, spadki ciśnień, brak zasilania w energię elektryczną, przelewy na zbiornikach wyrównawczych).

## **2. Niedokładności pomiarów zużycia wody**

Wynikają one z występowania na wodomierzach u klientów rozbiorów poniżej zakresu pomiarowego wodomierza. W ostatnich 15 latach obserwujemy ciągły spadek zużycia wody. W latach 1991–2005 zmniejszyło się ono o 60%, w tym w gospodar-



Rys. 4. Efekty redukcji ciśnienia w rurociągu



Rys. 5. Zdalnie sterowana przepustnica

stwach domowych o 46%. Spadek był spowodowany obniżeniem kosztów produkcji przez przedsiębiorstwa (w tym kosztów zużytej wody), opomiarowania przez spółdzielnie mieszkaniowe indywidualnych mieszkań w wielorodzinnych budynkach, co wymusza na mieszkańcach większą oszczędność wody oraz stosowanie wodoszczędnych urządzeń domowych. Wodomierze dobrane do zapotrzebowania z dawnych lat obecnie mierzyły tylko część pobranej wody powyżej swojego zakresu pomiarowego.

Począwszy od roku 2005 wszystkie wodomierze od średnicy Dn 32 wzwyż zostały zweryfikowane i wymienione na średnice dostosowane do obecnej krzywej rozbiorów.

Dzięki temu od 2 lat obserwujemy zatrzymanie tendencji spadku sprzedaży wody dla odbiorców.

## **3. Woda zużyta na płukanie sieci**

W większości przedsiębiorstw wodociągowych występuje problem wtórnego zanieczyszczenia wody w przewodach żeliwnych i stalowych. Jest to spowodowane przenikaniem do wody produktów korozji rur, które odkładają się wewnątrz przewodów w wyniku małych (poniżej 0,5 m/s) prędkości przepływu

---

wody. Jedną z metod zapobiegania temu zjawisku są okresowe płukania na hydrantach zamontowanych na końcówkach sieci.

Sporą wielkością jest również ilość wody tracona w wyniku awaryjnych lub planowanych wyłączeń dostawy wody dla celów usuwania awarii lub włączania do systemu nowych odbiorców lub odcinków wodociągu.

Z naszych szacunkowych obliczeń wynika, że wielkość wody utraconej na płukania sieci to ok. 1–2% wody wtłoczonej do systemu wodociągowego.

Dla obniżenia zużycia wody na płukania staramy się łączyć końcówki sieci, aby otrzymać tzw. „pierścieniowy” układ zasilania. Jednocześnie dla zmniejszenia obszaru wyłączenia w przypadku awarii lub robót planowanych rozbudowujemy sieć tak, aby każdy rejon posiadał minimum 2 kierunki zasilania. W ten sposób znacznie zmniejszamy rejon pozbawiony dostawy wody.

reklama

---

#### 4. Kradzieże wody

Zewnętrzne sieci wodociągowe przebiegają często przez prywatne, oddalone od siedzib ludzkich tereny. Przy obecnych technologiach, pozwalających na włączanie się do wodociągu pod ciśnieniem, nadal obserwujemy zjawisko nielegalnych podłączeń. Wewnątrz budynków zaopatrywanych z wodociągu spotykane są nieopomiarowane włączenia przed licznikiem. Dlatego ważne jest, aby przestrzegać lokalizowania wodomierzy w zewnętrznych studzienkach (na przyłączach dłuższych niż 15 m) oraz tuż za pierwszą ścianą w przypadku ich montażu w budynku. Jednocześnie służby eksploatacyjne (odczytywacze, monterzy pogotowia wodociągowego) muszą być przeszkolone w zakresie kontroli poprawności działania wodomierza, stanu plomb lub przebiegu instalacji wewnętrznej w budynku. Kontrole są wykonywane podczas rutynowych wizyt u odbiorcy.

Od kilku lat dosyć popularne stało się również zjawisko ingerowania w pracę wodomierza za pomocą magnesu. Dostępne na rynku (szczególnie w internetowej sprzedaży) magnesy neodymowe potrafiły spowolnić lub zatrzymać pracę wodomierzy suchobieżnych. Z naszych badań wynika, że ok. 10% wodomierzy nosiło ślady namagnesowania. Dla zabezpieczenia się przed tym procederem w ciągu ostatnich kilku lat nasze przedsiębiorstwo wymieniło większość wodomierzy do średnicy Dn 40 (36 tys. z ogólnej liczby 37 tys. sztuk) na wodomierze mokrobieżne, odporne na działanie pola magnetycznego.

---

#### Podsumowanie

W ciągu ostatnich 7 lat co roku ilość wody wtłoczonej do systemu wodociągowego AQUA SA spadała o ok. 1 mln m<sup>3</sup> przy jednoczesnym stałym poziomie sprzedaży wody. Nasze przedsiębiorstwo jest zatem dobrym przykładem na to, że opisana powyżej polityka w zakresie obniżania strat wody w systemie zaopatrzenia w wodę jest możliwa i skuteczna przy konsekwentnym i planowym działaniu. ■