

Monitoring strat wody elementem ograniczenia kosztów działalności przedsiębiorstwa

Tadeusz Żaba, Anna Langer

W obecnych czasach trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie dużego przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego bez sprawnie działającego systemu kontroli i monitoringu wszystkich istotnych elementów decydujących o sprawności i niezawodności dostawy wody i odbioru ścieków. Stosowane są różne rozwiązania w tym zakresie, natomiast łączy je wspólny cel, jakim jest zapewnienie możliwości ciągłego zaspokajania potrzeb mieszkańców oraz optymalizacja kosztów prowadzonej działalności.

Sprawnym systemem monitoringu i sterowania nabiera istotnego znaczenia w przypadku wodociągów o skomplikowanej strukturze, zarówno w zakresie produkcji, jak i dystrybucji wody oraz odprowadzania i oczyszczania ścieków.

Przykładem takiego rozbudowanego systemu są wodociągi krakowskie. Woda do miejskiej sieci wodociągowej dostarczana jest z czterech zakładów uzdatniania opartych o wody powierzchniowe i jednego zespołu studni głębinowych poprzez system przewodów wodociągowych o długości ok. 2100 km, z rozmieszczonymi po drodze hydrofoorniami, zbiornikami rencyjnymi i systemem zasuw. Natomiast ścieki odbierane są systemem przewodów kanalizacyjnych o długości 1600 km i następnie kierowane do dwóch centralnych oczyszczalni ścieków oraz sześciu oczyszczalni lokalnych.

Opis krakowskiego systemu dystrybucji wody

Na system dystrybucji składa się złożona sieć wodociągowa z 48 zbiornikami wody, które zgrupowane są w 11 zespołów zbiorników. Miasto podzielone jest na odrębne wodociągowe strefy zasilania z poszczególnych niezależnych źródeł. Lokalizacja i rozwiązania techniczne układów zasilania wraz z zakładami uzdatniania wody zapewniają w warunkach normalnej eksploatacji niezawodne funkcjonowanie podsystemu dostawy wody do miasta. Współczesny system wodociągowy miasta Krakowa zaliczany jest do tzw. systemów z nadmiarem, tzn. że posiada rezerwę niewykorzystanej zdolności produkcyjnej w odniesieniu do aktualnego zapotrzebowania na wodę w mieście. W razie wystąpienia przerwy w dostawie wody z jednego z ujęć (np. na skutek jego skażenia lub awarii energetycznej) istnieje możliwość awaryjnego zasilania pewnej części miasta z wykorzystaniem pozostałych źródeł.

Zadaniem sieci wodociągowej jest przyjęcie wody dostarczonej przez zasilające pompownie i rozprowadzenie jej do odbiorców przy wymaganych przez nich parametrach.

Pomiary na sieci wodociągowej jako element ograniczenia strat

Jednym z ważnych parametrów opisujących system wodociągowy jest poziom strat wody na systemie dystrybucji. W wyni-

Abstract: *Efficient and reliable work of a large water and sewage company is impossible without a proper operational system of monitoring, checking and control of all relevant elements. Different solutions to these problems are applied but all of them have, the possibility of continuous providing for inhabitants' needs and optimizing the costs of the business, in view. One of the important elements in the reduction of maintenance costs of water distribution system is monitoring of losses and a wide range of activities aiming at decreasing them. The article shows the structure of the monitoring system of water supply in waterworks Krakow and its impact on reducing losses.*

ku strat tracimy zwykle kilkanaście procent wody uzdatnionej i wtłoczonej do systemu wodociągowego. Ograniczenie strat nabiera szczególnego znaczenia, gdy pomimo systematycznego przyrostu długości sieci wodociągowej i zwiększającej się liczby odbiorców przyłączonych do systemu wodociągowego z roku na rok objętość wody zafakturowanej maleje.

Wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań w zakresie pomiarów i przesyłu danych jest jednym z elementów skutecznej redukcji poziomu strat, co bezpośrednio przekłada się na zmniejszenie kosztów energii elektrycznej wymaganej dla dostarczenia odbiorcy wody o odpowiednich parametrach. Przekłada się to również na obniżenie efektu cieplarnianego. Aby móc skutecznie zmierzyć się z problemem strat wody, niezbędne jest zabudowanie odpowiednich układów pomiarowych, obejmujących poszczególne wielkości charakteryzujące pracę systemu dystrybucji. Ponadto niezbędny jest rozbudowany system automatyki i sterowania. System budowany w wodociągach krakowskich posiada jednolitą strukturę niezależnie od wielkości obiektu i sposobu transmisji danych. Wszystkie dane zbierane są na poziomie lokalnym poprzez sterowniki obiektowe. Sterowniki te zainstalowane są w węzłowych punktach układu dystrybucji wody. W zależności od wagi obiektu oraz dostępnych środków technicznych stosowane są różne sposoby transmisji danych.

W celu realizacji przedstawionych zamierzeń sieć wodociągowa miasta została podzielona na opomiarowane rejony. Schemat sieci wodociągowej miasta z podziałem na rejony przedstawiono na rys. 1.

Rejony zostały wyznaczone przy uwzględnieniu naturalnych uwarunkowań związanych z pracą poszczególnych stref wodociągowych. Dane pomiarowe z wyznaczonych stref są przesyłane za pośrednictwem systemu transmisji do dyspozytorni, gdzie podlegają archiwizacji i dalszej obróbce.

dotyczą takiej obróbki sygnału sterującego falownika, aby na wyjściu z układu hydroforowego uzyskać maksymalną stabilizację ciśnienia.

Oczywiście wprowadzone progowe wartości ciśnień minimalnych i maksymalnych nie są wartościami sztywnymi. W miarę zbierania doświadczeń wartości te są dopasowywane do celu, jakim jest z jednej strony zapewnienie komfortu odbiorców, a z drugiej ograniczenia nadmiernych wartości ciśnienia, co w konsekwencji doprowadzi do poprawy parametrów pracy sieci oraz do zmniejszenia zużycia energii.

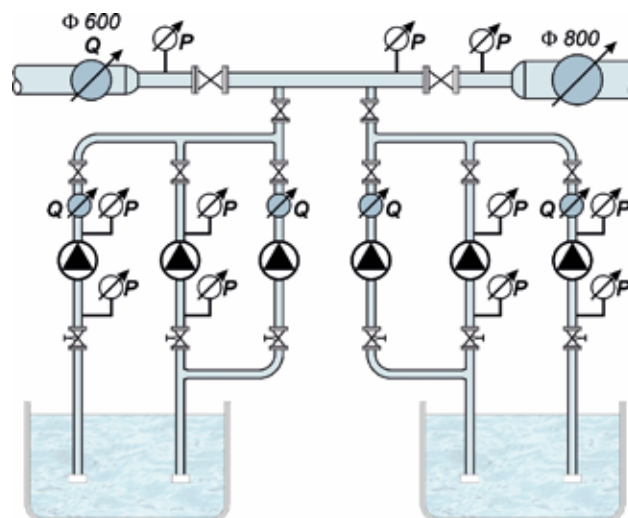
Wykorzystanie danych pomiarowych do oceny pracy sieci

Przy podejmowaniu próby bilansowania sieci wodociągowej bardzo istotnym elementem jest dokładne mierzenie wody włączanej przez zakłady uzdatniania do systemu wodociągowego. Na rys. 2 przedstawiono schemat opomiarowania pompowni wody czystej na ZUW Rudawa.

Jest to przykład rozwiązań pomiarowych dla pompowni, która pracuje bez zbiornika wyrównawczego, włączając wodę bezpośrednio do systemu dystrybucji. Widzimy, iż niezależnie od pomiarów zabudowanych na rurociągach wychodzących z pompowni, każda z pomp posiada własne opomiarowanie, które może być również wykorzystane do oceny sprawności pompy. Bardzo ważnym elementem jest wiarygodność wyników uzyskiwanych z systemu pomiarowego. Z racji posiadanego przez przedsiębiorstwo systemu zapewnienia jakości ISO 9000 wszystkie przyrządy pomiarowe podlegają procedurom okresowego sprawdzenia i wzorcowania. Gwarantuje to pełną wiarygodność uzyskiwanych danych.

Z danych pomiarowych sporządzany jest dobowy raport produkcji i przepływów wody, który jest codziennie analizowany przez służby eksploatacyjne. Zebrane dane z pomiarów są również przesyłane do odpowiednich formularzy stworzonych w Excelu, a następnie podlegają szczegółowej analizie porównawczej w zakresie bilansowania wody włączanej do systemu z wodą dopływającą do poszczególnych stref opomiarowanych. Bilansowanie to odbywa się w różnych okresach czasowych, takich jak miesiąc czy kwartał, dokonuje się również zestawień rocznych. Uzyskane wyniki pomiarów mogą być również udostępniane w formie tabelarycznej różnym komórkom przedsiębiorstwa, które na ich podstawie opracowują różnego rodzaju sprawozdania.

Dane pomiarowe z poszczególnych stref są również porównywane przez służby eksploatacyjne z danymi prognozowanymi, uzyskiwanymi z modelu hydraulicznego sieci wodociągowej, który posiada możliwość prognozowania zużycia wody w danej strefie.



Rys. 2. Pomiary przepływu i ciśnienia na pompowni ZUW Rudawa

Wpływ prowadzonych działań na ograniczenie kosztów działalności

Ograniczenie strat wody na systemie dystrybucji to bardzo złożony problem. Składa się na niego nie tylko właściwe opomiarowanie, ale również aktywna kontrola wycieków, która jest prowadzona w punktach wskazanych przez system monitoringu. Duże znaczenie ma również systematyczne prowadzenie działań remontowych i inwestycyjnych. Całość konsekwentnie prowadzonych działań skutkuje corocznym systematycznym obniżaniem poziomu strat, pomimo ciągłej rozbudowy sieci wodociągowej, wzrostu ilości odbiorców oraz zmniejszania objętości wody sprzedanej. W tabeli 1 przedstawiono porównanie głównych parametrów, tj. przyrostu sieci wodociągowej, wzrostu liczby przyłączy oraz sprzedaży i strat wody.

Jak widać, w analizowanym okresie pięciu lat, pomimo przyrostu sieci wodociągowej o 91,5 km oraz wzrostu o 3150 liczby przyłączy wodociągowych, nastąpiła redukcja strat wody i to pomimo zmniejszenia się w tym okresie objętości wody sprzedanej o dwa miliony metrów sześciennych. Same cyfry obrazujące ograniczenie poziomu strat nie są może bardzo imponujące, ale zaoszczędzona ilość wody wystarczy do zaspokojenia potrzeb mieszkańców przez półtorej doby. Oszczędność ta pozwoliłaby również na trzydniowe wyłączenie naszego największego zakładu uzdatniania wody pracującego przy aktualnej wydajności. Przyjmując taki przelicznik, można założyć, iż w takim przypadku można zaoszczędzić około 200 000 kW energii elektrycznej. Wartość oszczędności, przeliczając po aktualnej cenie 1 metra sześciennego wody, wyniesie brutto prawie 995 tys. złotych.

Tabela 1. Porównanie wielkości charakteryzujących krakowski system wodociągowy				
WYSZCZEGÓLNIENIE	j.m.	2007	2011	dynamika
Długość sieci wodociągowej z przyłączami	km	1964,76	2056,31	104,7%
Ilość przyłączy wodociągowych	szt.	42 382	45 535	107,4%
Produkcja wody	tys. m ³	58 623	56 846	97,0%
Straty wody	tys. m ³	8 178	7 888	96,5%
Straty wody	%	13,95	13,88	x
Sprzedaż wody	tys. m ³	50 218	48 216	96,0%

Wnioski

Podjęcie szerokich działań związanych z opomiarowaniem sieci wodociągowej to nie tylko ograniczenie strat. To również poprawa parametrów pracy sieci, stabilizacja ciśnienia oraz ograniczenie ilości awarii i poprawa komfortu odbiorców korzystających z systemu dystrybucji. Jak już wspomniano, ograniczenie strat wody to szeroki pakiet różnorodnych działań, które realizowane systematycznie przynoszą oczekiwane efekty. Oczywiście nie wszystkie korzyści wynikające z rozbudowy systemu automatyki i sterowania da się bezpośrednio przeliczyć na oszczędności finansowe. To są również kwestie związane z poprawą komfortu pracy oraz możliwością ograniczenia ilości osób zatrudnionych przy eksploatacji. W ostatnich latach dzięki temu zautomatyzowano wszystkie hydrofornie pracujące na systemie dystrybucji, które stały się obiektami bezobsługowymi. W podobnym układzie pracuje również jedna stacja dezynfekcji wody. Wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań z zakresu monitoringu i zbierania danych oraz porównanie ich z danymi uzyskiwanymi z modelu hydraulicznego sieci wodociągowej stanowi kolejny krok prowadzący do lokalizacji miejsc powstawania ewentualnych strat. Kolejnym będzie możliwość porównywania objętości wody dopływającej do stref opomiarowanych z objętością wody sprzedanej. Będzie to możliwe po wprowadzeniu nowego systemu bilingowego. Aktualnie trwa procedura przetargowa na wybór dostawcy systemu rozliczeń. Po wdrożeniu systemu powstaną kolejne możliwości wykrywania i eliminowania strat wody.

Całość tych zadań przekłada się na ograniczenie kosztów działalności, co w obecnych czasach nabiera bardzo istotnego znaczenia.

Literatura

- [1] DOCHNALIK P., JĘDRZEJEWSKI Z.: *Efektywna eksploatacja wodociągów*. Lemtech Konsulting. Kraków 2004.
- [2] KAPCIA J., KOSOWICZ S., LUBOWIECKA T., BANIAK E.: *Monitoring i sterowanie systemami zaopatrzenia w wodę jako sposób podniesienia niezawodności funkcjonowania oraz bezpieczeństwa na przykładzie miasta Krakowa – III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody”* – Szczyrk 2005.
- [3] KNAPIK K.: *Dynamiczne modele w badaniach sieci wodociągowych* – Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki – Seria Inżynieria Sanitarna i Wodna. Monografie. Kraków 2000.
- [4] ŻABA T.: *Monitoring i sterowanie systemem wodociągowo-kanalizacyjnym na przykładzie wodociągów krakowskich*. „Napędy i Sterowanie” miesięcznik naukowo-techniczny nr 5/2007, s. 115–117.
- [5] ŻABA T.: *Redukcja strat i poprawa jakości wody w podsystemie dystrybucji w aspekcie prowadzonych prac remontowych*. Materiały konferencyjne. III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody”. Szczyrk 2005, s. 437–446.

dr inż. Tadeusz Żaba – Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji SA w Krakowie.
e-mail: tadeusz.zaba@mpwik.krakow.pl
mgr Anna Langer – doktorant na Wydziale Prawa i Administracji
Krakowskiej Akademii im. A.F. Modrzewskiego
e-mail: langeranna@hotmail.com