

**Florian G. PIECHURSKI**

*Instytut Inżynierii Wody i Ścieków  
Politechnika Śląska Gliwice*

## **OCENA WYKORZYSTANIA MONITORINGU SIECI WODOCIĄGOWEJ DO OKREŚLENIA POZIOMU STRAT WODY I ICH OBNIŻENIA**

### **ESTIMATION OF USAGE OF WATER MONITORING SYSTEM TO DETERMINE AND MINIMIZE WATER LOSSES**

*The aim of water monitoring system is continuous identification and registry of its condition, current changes in hydraulic parameters values and water quality. Introducing water monitoring system integrated with data base GIS allows to automatically have a database updated. It ensures a cohesion in water network data. A modern water monitoring system with possibility to collect actual results of measurements of all important water network coefficients allows effective control and exploitation. Estimation of water network is based mainly on observing of two parameters, pressure and flow intensity. Surveillance over those parameters allows to decrease water loses. Increase exploitation conditions of objects and minimize the troublesome for clients caused by less damages. Values of those parameters watched on-line is a base for determining the condition of network and supply areas. On the base of parameters we can evaluate technical condition of supply area (duct) or even with quite high precision determine the palace of failure. Of course to do so we need to have a very good knowledge about network. Observation of flow and pressure parameters during night time is a very good reference point to determine amount of water loses and determining (initial location of failure). A direct response made by exploitation service thanks to monitoring system is decreasing of water pressure during night flows.*

*Water monitoring system as we can see on the base of shown analysis is an important component of well organized water network. Properly chosen and logically measurement locations allows to make savings due to the fact that failures are fast discovered and found, so of them can be even prevented having better renovation plan, minimizing water loses in terms of leakages.*

## **1. Problemy występujące przy eksploatacji sieci wodociągowej**

Straty wody definiowane są jako różnica objętości wody wtłoczonej do sieci i objętości wody sprzedanej użytkownikom i zużytej na potrzeby własne zakładu wodociągowego. Obecnie IWA podaje następujący standard dotyczący tworzenia rocznego bilansu wody dla przedsiębiorstw wodociągowych, przedstawiony rys. 1.



Rys. 1. Bilans wody w systemie dystrybucji wody.

Fig. 1. Water balance in water distribution system.

Według tego podziału wodę po wtłoczeniu w system podzielono na autoryzowaną konsumpcję i straty wody. Te z kolei podzielono na straty pozorne i straty rzeczywiste. Jako rzeczywiste rozumiemy te, które powstają w kolejnych elementach systemu wodociągowego, tj. w sieci przesyłowej, rozdzielczej, w przyłączach. Za straty pozorne autorzy za IWA uznają „nieautoryzowaną konsumpcję, np. kradzież oraz straty wynikające z błędów pomiarów i odczytu wodomierzy”. Ta część wtłoczonej wody oraz tzw. niezafakturowana zmierzona konsumpcja i niezafakturowana niezamierzona konsumpcja określona jest jako woda nieprzynosząca dochodu. Można przyjąć uproszczoną definicję strat wody, czyli że jest to objętość bezpowrotnie utraconej wody w wyniku jej nieracjonalnego zużycia z przyczyn zależnych i niezależnych od zarządzającego siecią wodociągową. [8], [9]

Celem każdego dostawcy wody jest długofalowa dostawa dobrej jakości i taniej wody, a nie dostawa tymczasowo tania. Już wiele lat temu określono ścisły związek wielkości strat wody, ograniczanych w mniejszym lub większym stopniu, z kosztami i tym samym ceną wody. Straty wody będące zazwyczaj drugim pod względem wielkości składnikiem wody wtłaczanej do sieci wodociągowej odgrywają pierwszoplanową rolę mogącą zoptymalizować pracę całego systemu wodociągowego i związane z nim koszty eksploatacji i inwestycji.[3],[4]

Nieszczelności powstające w trakcie eksploatacji sieci wodociągowych są zjawiskiem, którego przy obecnych warunkach techniczno-ekonomicznych dostawy wody nie da się uniknąć. W szczególności „kropłowe” ubytki wody – nazywane stratami wody do gruntu – są powodowane przeciekami pochodzącymi ze złączy rur i armatury, w które wyposażona jest każda sieć.

Wycieki to większe pod względem wydatku strumienie ubytków wody, nad którymi można zapanować dzięki stosowaniu procesu kontroli wycieków (Aktywna Kontrola Wycieków lub Szybkość Napraw).

Awaria sieci wodociągowej to przeważnie ostatni etap życia pojedynczego wycieku, o którego wcześniejsze usunięcie nie zadbał dostawca eksploatujący tę sieć. Doświadczenia firm wodociągowych wyszukujących i usuwających wycieki dowodzą, że zanim pojedynczy wyciek ujawni swoje niszczyielskie i kosztowne działanie upływa przeciętnie sto kilkadziesiąt dni. W tym czasie strumień traconej wody nie jest niczym ograniczany. Powoduje to straty głównego produktu dostawcy wody i jest przyczyną wielu niepożądanych zjawisk w sieci.

## 2. Wykrywanie i usuwanie awarii, przecieków

Wykrywanie, usuwanie awarii, woda niesprzedana stanowią koszt funkcjonowania przedsiębiorstwa i znacząco wpływają na wynik ekonomiczny działalności firmy. Przy określony koszcie pozyskiwania wody powyższe koszty są znaczącym ogranicznikiem rentowności przedsiębiorstwa wodociągowego.

Rozwój techniki i metod zarządzania, rozwój infrastruktury informatycznej i oprogramowania powodują, że przedsiębiorstwa wodociągowe otrzymują coraz więcej narzędzi pozwalających efektywnie i skutecznie zarządzać firmą i eksploatacją sieci wodociągowych. W zależności od poziomu awaryjności sieci stosuje się coraz częściej działania naprawcze polegające na:

- ekonomicznym zarządzaniu ciśnieniem
- polityce jakości napraw
- pojedynczych detekcjach wycieków
- aktywnej kontroli wycieków
- szybkości napraw
- planowej naprawie sieci wodociągowej



Rys.2. Działania związane z obniżeniem strat w systemie dystrybucji wody.

Fig.2. Actions related to minimization of loses in water distribution system.

Ze względu na sposób zarządzania siecią wodociągową przedsiębiorstwa możemy podzielić na dwie zasadniczo różniące się grupy [7]:

## Pasywne zarządzanie

Pasywne zarządzanie charakteryzuje się:

- awarie, przecieki naprawiane dopiero po zgłoszeniu,
- nie planowane przerwy w dostawie wody,
- dominacja przecieków zgłoszonych.

Pasywne zarządzanie jest obecnie stosowana w większości przedsiębiorstw wodociągowych, pozwala to na minimalizowanie nakładów finansowych na aktywne wykrywanie awarii, lecz na pewno zwiększa objętość traconej wody. Koszty wykrywania przecieków są relatywnie wysokie a koszty produkcji wody niskie – woda z własnych ujęć i bez uzdatniania.

## Aktywne zarządzanie

Cechą charakteryzującą taki sposób zarządzania jest monitorowanie przepływów w sieci wodociągowej, odbywa się w wydzielonych obszarach pomiarowych i pozwala na prawie natychmiastową możliwość zauważenia wycieków oraz możliwość podjęcia prac naprawczych.

Korzyści wynikające z aktywnego sposobu zarządzania to:

- zmniejszenie nieplanowanych przerw w dostawie wody,
- zwiększenie zysków poprzez redukcję objętości traconej wody.

Aktywna kontrola wycieków zawiera dwa podstawowe elementy:

- obserwację minimalnego nocnego przepływu,
- wykrywanie i lokalizację przecieków.

Celem aktywnej kontroli wycieków jest obniżanie rzeczywistych strat wody w sieci wodociągowej do ich ekonomicznego poziomu. Ekonomiczny poziom strat wody to tzw. „złoty środek” pomiędzy aktualnymi rzeczywistymi stratami wody a nieuniknionymi stratami wody w sieci wodociągowej. Istotnym jest to, że prawidłowa diagnostyka sieci wodociągowej odbywa się w oparciu o pełną wiedzę, w którym rejonie w sposób najbardziej opłacalny użyty zostanie sprzęt i ludzie, jak ocenia się pracę ekip poszukujących wycieki, kiedy i w jakimi celu podejmuje się następną kontrolę.

Uogólniając należy dokonać następujących działań:

- określić opłacalność kontroli obszarów sieci i monitorować ją na bieżąco prostymi lub bardziej skomplikowanymi metodami,
- w trakcie dokonywania przeglądów nadzorować czas i efektywność pracy ekip (służy to do określone wskaźniki efektywności pracy).

Ograniczanie strat z wycieków na bazie tak pojmowanego przebiegu działań może przynieść przedsiębiorstwu optymalny trend obniżenia poziomu strat wody.

O optymalnym poziomie strat wody będą decydować koszty straconej wody oraz koszty wyszukiwania i usuwania wycieków. To ich minimalizacja doprowadza do zmniejszonych kosztów eksploatacji, a dopiero wyników w tych warunkach jest osiągnięty poziom strat wody. [7]

Każdy system dystrybucji wody posiada inny taki optymalny poziom wycieków, który zmienia się w trakcie eksploatacji, w szczególności dotyczy to także różnych jej podobszarów - stref. Nie każdy system dystrybucji wody jest tak samo podatny na wyszukiwanie wycieków. Każda sieć wodociągowa pracuje przy innym średnim ciśnieniu co ma bezpośredni wpływ na objętości straconej wody w trakcie awarii. Jedne z systemów

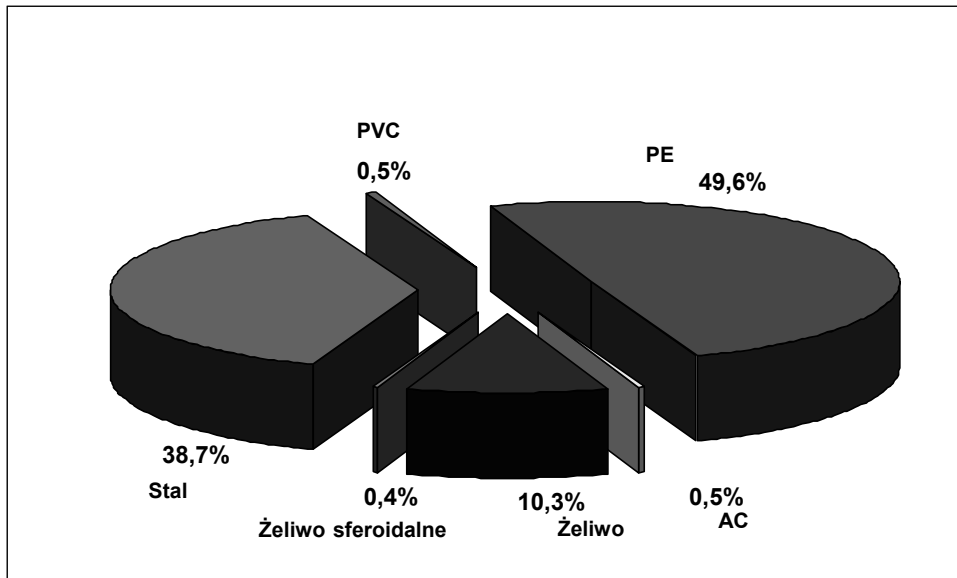
z powodu różnej konfiguracji i typów odbiorców wymagają bardziej pracochłonnych działań przy wyszukiwaniu wycieków, inne mniej. Przedsiębiorstwa eksploatujące mają różne jednostkowe koszty związane z traconą wodą.

Wszystkie te elementy w tak wysokim stopniu różnicują pożądany dla danej sieci sposób wyszukiwania wycieków, że optymalny poziom wycieków dla jednej sieci nie będzie równy optymalnemu poziomowi wycieków w innej. Jakikolwiek porównania co do owego optimum nie mają więc sensu.

Należy również pamiętać, że optymalna kontrola wycieków ma przynieść dostawcy określony zysk, a nie zwiększoną cenę wody. [8]

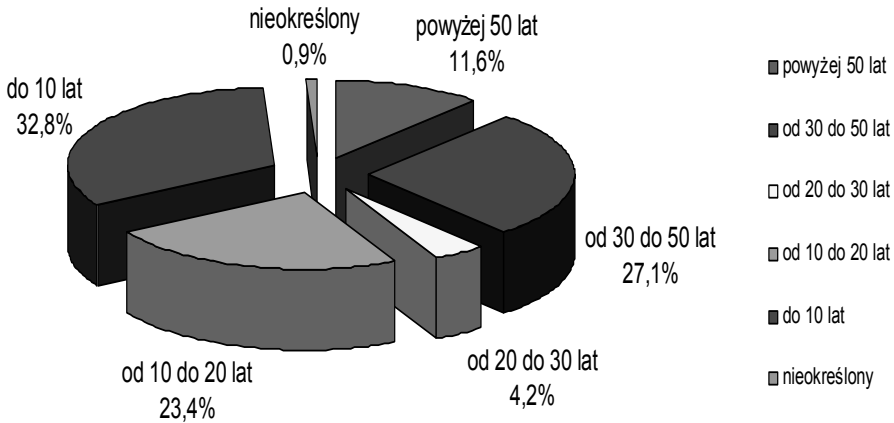
### 3. Zagadnienia eksploatacji sieci wodociągowej w analizowanym mieście

Historycznie do budowy pierwszych wodociągów używane były rury z żeliwa szarego. W lat 60-tych rozbudowywana sieć realizowana była głównie z rur stalowych. Korozja i postępująca eksploatacja górnicza kopalń powodowały wzrost liczby uszkodzeń tego typu rurociągów. Na początku lat 70-tych krótko używano rur azbestocementowych. Do roku 1990 ponownie stosowano rury stalowe, a od początku lat 90-tych zastąpiono je rurami polietylenowymi. [1]



Rys. 3. Struktura sieci wodociągowej w zależności od materiału z którego wykonane zostały rury.

Fig.3. Water network structure depend on type of material that is used.

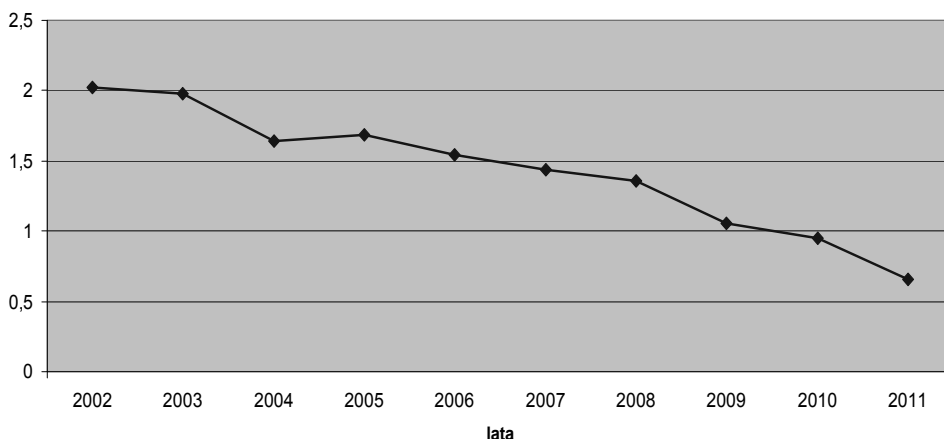


Rys.4. Struktura okresu eksploatacji sieci wodociągowej miasta

Fig.4. Structure of exploitation period of city's water network

Przedsiębiorstwo nie posiada własnych ujęć wody, lecz bazuje na zakupie wody z GPW. Zakup wody z sieci tranzytowej odbywa się w 78 punktach. Dla właściwego zaopatrzenia w wodę, biorąc pod uwagę znaczne zróżnicowanie wysokościowe terenu zaszła konieczność budowy urządzeń podnoszących ciśnienie dostarczanej wody, aktualnie w sieci wodociągowej miasta pracuje 7 pompowni.

Na awaryjność sieci wodociągowej wpływ ma cały szereg czynników, z których za najistotniejsze można uznać wady materiału, błędy budowlano-montażowe, uderzenia hydrauliczne i obciążenia zewnętrzne, ciśnienie wewnątrz przewodów, temperaturę zewnętrzną, poziom wody gruntowej, środowisko gruntowe oraz przemieszczenia gruntu. Na terenie eksploatację złóż węgla kamiennego prowadzi 7 kopalń. W większości kopalnie prowadzą eksploatację bez podsadzki płynnej tj. eksploatację zawałową, powodującą określone skutki na powierzchni. Wskaźnik awaryjności, określający liczbę awarii przypadających na 1 km sieci w okresie jednego roku, w niektórych przypadkach wynosi 3/km rok, a maksymalnie w latach dziewięćdziesiątych dochodził do 5 /km rok. Przyczyną tak wysokiego wskaźnika awaryjności sieci wodociągowej są głównie wpływy szkód górniczych i korozja rurociągów stalowych. W przypadku innych miast, gdzie działalność górnicza nie ma miejsca – wskaźnik awaryjności sieci wodociągowej zawiera się w przedziale od 0,3-0,6/km rok.[5] Na Śląsku sytuacja ta powoduje określone problemy eksploatacyjne, obniża niezawodność dostaw wody do poszczególnych grup odbiorców i zwiększa straty wody.



Rys.5. Wartość wskaźnika awaryjności analizowanej sieci wodociągowej w latach 2002-2011.

Fig.5. Failure coefficient value for analyzed water network in 2002-2011

#### 4. Monitoring założenia funkcjonalności

Aby zapewnić dostawy wody o wymaganej jakości, w odpowiedniej objętości i pod wymaganym ciśnieniem oraz zapewnić prawidłowe aktywne zarządzanie siecią wodociągową wymagane jest monitorowanie pracy sieć wodociągową od strony hydraulicznej oraz jakościowych wody. Aktualny poziom rozwoju elektroniki, informatyki i telekomunikacji umożliwia zdalne prowadzenie pomiarów w wybranych punktach sieci wodociągowej.

W założeniu monitoring sieci wodociągowej ma dostarczyć niezbędnych informacji do następujących działań:

- sterowanie i regulacja hydrauliczna sieci,
- kontrola i ocena jakości wody dostarczanej do odbiorców,
- ocena stanu technicznego przewodów i elementów wyposażenia technicznego sieci,
- ocena niezawodności dostawy wody do odbiorców w odpowiedniej ilości, odpowiedniej jakości i pod wymaganym ciśnieniem. [2]

Teren GOP a w szczególności analizowane miasto jest uzbrojony w gęstą sieć przewodów magistralnych GPW stąd liczba studni zakupowych jest bardzo duża. Poważną przeszkodą we wprowadzeniu systemu monitoringu w punktach zakupu wody był brak stałego zasilania w energię elektryczną w tych punktach, co przy ówczesnym stanie techniki stanowiło istotną przeszkodę. Początkowo przystąpiono do realizacji systemu telemetrii na 10-ciu punktach w studniach zakupowych wody.

Dążąc do dalszego obniżania strat wody w 2007 roku rozpoczęto wdrażanie systemu zdalnego sterowania reduktorami ciśnień. Wprowadzenie tej funkcji miało na celu zapewnienie optymalnego ciśnienia w sieci wodociągowej względem:

- pory dnia i charakterystykę rozbiorów,
- przepływ zarejestrowany w rejonie pracy reduktora,
- potrzeby na cele przeciwpożarowe,
- zmniejszenie ciśnienia dla optymalizacji strat wody.

Do końca 2010 roku zrealizowano 19 punktów zdalnego sterowania reduktorem ciśnienia.

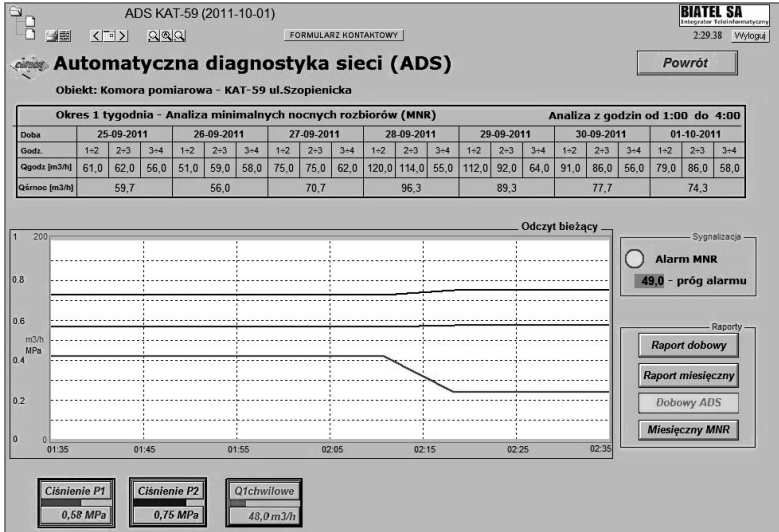
Wdrożony system monitorowania obsługuje również zarządzanie ciśnieniem w sieci wodociągowej. W komorach ze zdalnie sterowanymi reduktorami obok standardowego zestawu telemetrycznego montowany jest dodatkowo elektroniczny sterownik ciśnienia.

## **5. Analiza pracy wdrożonego systemu monitoringu**

Do bieżącej kontroli i obsługi technicznej monitoringu oraz wszystkich eksploatowanych urządzeń z tym związanych utworzony został dział pomiarów i kontroli sieci. Dział zajmuje się codzienną analizą informacji i danych z monitoringu, w celu jak najlepszego zarządzania siecią wodociągową, ciśnieniem w sieci oraz detekcją wycieków, współpracuje z działem sieci oraz z działami eksploatacji poszczególnych obszarów. Dane uzyskiwane z telemetrii są wyjściowymi parametrami określającymi podejmowane działania i wyznaczającymi kierunki dalszego postępowania zmierzającego do poprawy efektywności eksploatacji sieci wodociągowej.

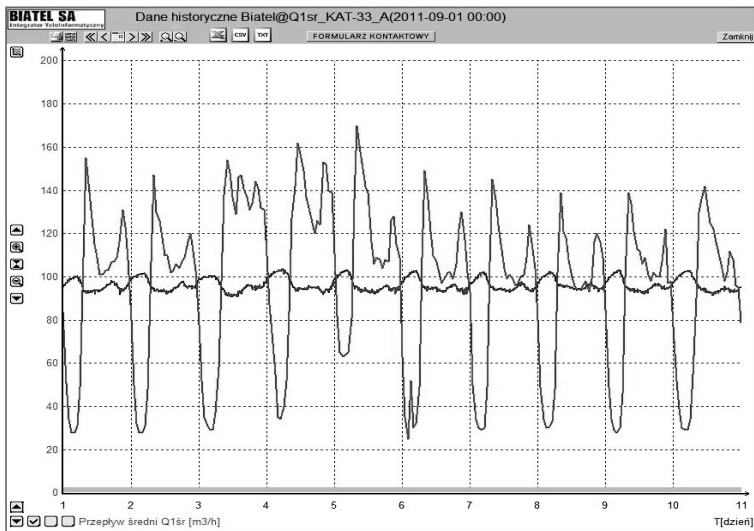
Podstawowym parametrem, którego wartość jest kontrolowana i analizowana jest wielkość nocnych przepływów. Wysoki poziom nocnych przepływów, przekraczający wartość przyjętą dla danego obszaru za ustaloną, jest sygnałem do uruchomienia procedur związanych z lokalizacją i następnie usunięciem awarii.





Rys. 6. Ekran ADS (automatycznej diagnostyki sieci) dla komory KAT-59, widoczne zmiany natężenia przepływu nocnego między godziną 1:35 a 2:35.

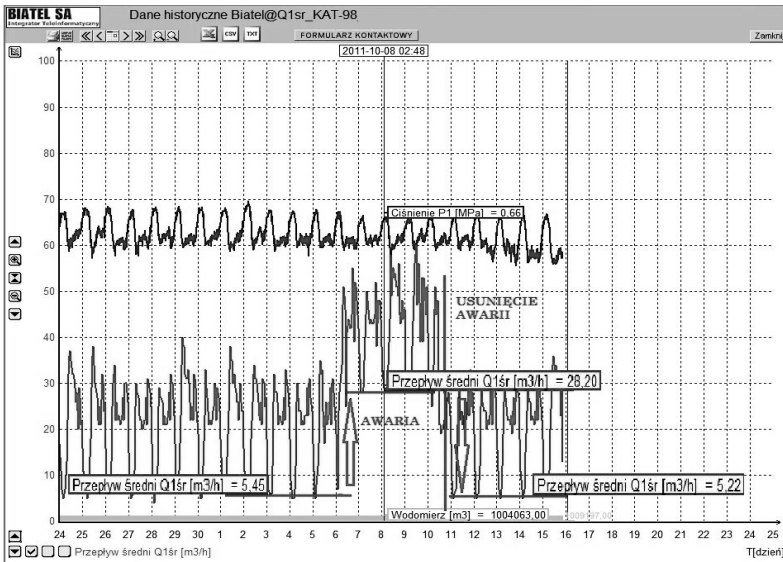
Fig. 6. Screen shot from ADS software (automatic network diagnostic) for chamber KAT-59, one can observe night flow between 1:35 and 2:35



Rys. 7. Wykres przebiegu ciśnienia i natężenia przepływu dla komory KAT-33. Widoczny wysoki poziom nocnego przepływu w dniu 05.09.2011

Fig. 7. Pressure and flow graph for KAT-33 chamber. One can observe high night flow on 05-09-2011.

Rys.8 przedstawia wykres rozbioru wody na obszarze zasilania KAT 98. Widoczny jest pięciokrotny wzrost minimalnych przepływów nocnych z poziomu  $Q=5,45 \text{ m}^3/\text{h}$  do wartości  $Q=28,2 \text{ m}^3/\text{h}$  po wystąpieniu awarii w dniu 06.10.2011. Zlokalizowanie i usunięcie awarii w tym przypadku trwało w sumie 4 dni. Po usunięciu awarii wartość minimalnych przepływów nocnych wróciła do poziomu  $Q=5,22 \text{ m}^3/\text{h}$ .



Rys.8. Wykres przedstawiający przepływy przed w trakcie awarii i po usunięciu na obszarze zasilania KAT 98

Fig.9. Flow diagram on which one can observe flow before, during and after failure near KAT 98 chamber.

Awarię powyższą i jej usunięcie można również zaobserwować na raporcie miesięcznym dla studni KAT 98, na którym w dniach od 7 do 11 sygnalizowany jest ALARM przekroczenia wartości minimalnych przepływów nocnych rys.9.

**Raport miesięczny - Obiekt: Komora pomiarowa - KAT-98 Os. Kukuczki ul.Sandomierska**  
**Analiza Minimalnego Nocnego Rozbioru z godzin od 1:00 do 4:00 dla miesiąca: 10-2011**

Dzień	Qśr_noc	Qśr3-5_noc	Alarm	Próg alarm.	ADS	Odczyt bieżący
	[m3/h]	[m3/h]	Alarm/OK	[m3/h]	TAK/NIE	TAK/NIE
1	6,67	6,00	OK.	28,0		
2	6,33	6,50	OK.	28,0		
3	6,33	6,00	OK.	28,0		
4	5,67	6,00	OK.	28,0		
5	6,33	10,00	OK.	28,0		
6	19,67	29,00	OK.	28,0		
7	28,00	28,50	Alarm	28,0		
8	28,67	28,50	Alarm	28,0		
9	29,00	28,00	Alarm	28,0		
10	28,67	27,00	Alarm	28,0		
11	5,67	6,50	OK.	28,0		
12	5,67	6,00	OK.	28,0		
13	6,00	6,00	OK.	28,0		
14	6,00	6,50	OK.	28,0		
15	6,67	6,50	OK.	28,0		
16			OK.	28,0		
17						

Rys.9. *Raport miesięczny dla analizy minimalnego przepływu nocnego dla studni KAT 98 wygenerowany w systemie SCADA.*

Fig.9. *Month report for analysis of minimal night flow for KAT 98 chamber generated in SCADA system.*

System obok bieżącej kontroli parametrów w poszczególnych punktach pomiarowych i przeglądania danych historycznych umożliwia również generowanie raportów dobowych, miesięcznych, analiz tygodniowych i miesięcznych minimalnych nocnych rozbiorów, wykresów przebiegu przepływu i ciśnień.

## 6. Osiągnięte efekty w eksploatacji sieci wodociągowej

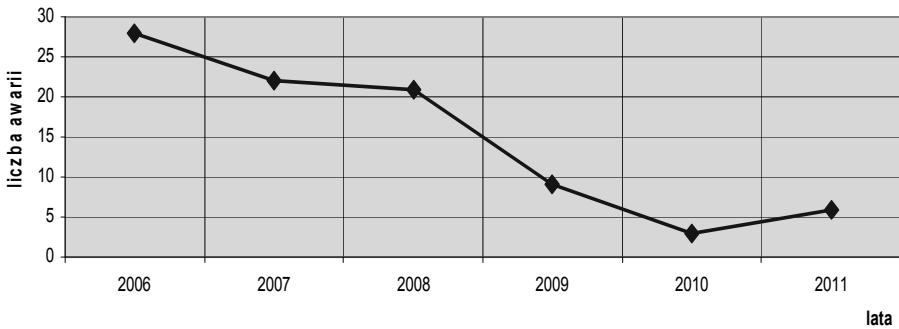
Ze względu na położenie analizowanej sieci wodociągowej na obszarze pracy kopalń, silnej pracy górotworu związanej z intensywną eksploatacją złóż węgla, zaliczana jest ona do sieci o najwyższym wskaźniku awaryjności w kraju. Wyliczony dla całej sieci Infrastrukturalny Indeks Wycieków IIW=6,5 i wdrożono system monitorowania parametrów hydraulicznych w wybranych punktach sieci oraz wprowadzono system zarządzania ciśnieniem w sieci.

Na podstawie danych telemetrii zebranych w punktach pomiarowych na sieci wodociągowej przeprowadzone zostały analizy zmian parametrów istotnych dla efektywności funkcjonowania sieci, takich jak:

## Infrastrukturalny Indeks Wycieków

$$IIW = \frac{\text{Straty\_rzeczywiste}}{\text{Straty\_nieuniknione}} = 6,5 \quad \text{dla całej sieci wodociągowej analizowanego miasta}$$

$$IIW = \frac{\text{Straty\_rzeczywiste}}{\text{Straty\_nieuniknione}} = 2,5 \quad \text{dla obszaru zasilania KAT 33A po wprowadzaniu monitorowania}$$



Rys.10. Liczba awarii w strefie zasilania KAT 2 w latach 2006-2011.

Fig.10. Number of failures near KAT 2 supply point in 2006-2011

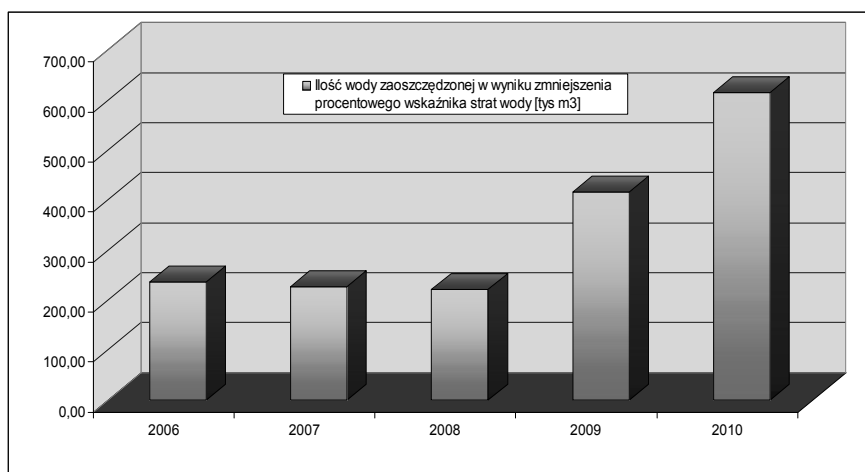
Widoczny jest spadek liczby awarii po wprowadzeniu pod koniec roku 2008 zarządzania ciśnieniem w sieci w strefie KAT2.

W tab.1. przedstawiono bilans wody zakupionej i sprzedanej w latach 2003- 2010 dla analizowanego miasta, a na rys.10 objętości wody zaoszczędzonej w wyniku zmniejszenia strat w latach 2006-2010.

Tab.1. Wielkości zakupów i sprzedaży wody w latach dla analizowanego miasta

Tab.1. Amount of bought and sold water in 2003-2010 by analyzed city.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Zakup tys. m <sup>3</sup>	27 501	25 974	24 703	23 695	22 778	22 163	20 841	19 848
Sprzedaż tys. m <sup>3</sup>	18 618	17 825	17 089	16 619	16 145	15 919	15 391	15 280
Woda nie- sprzedana %	32,3	31,4	30,8	29,9	29,1	28,2	26,1	23,0



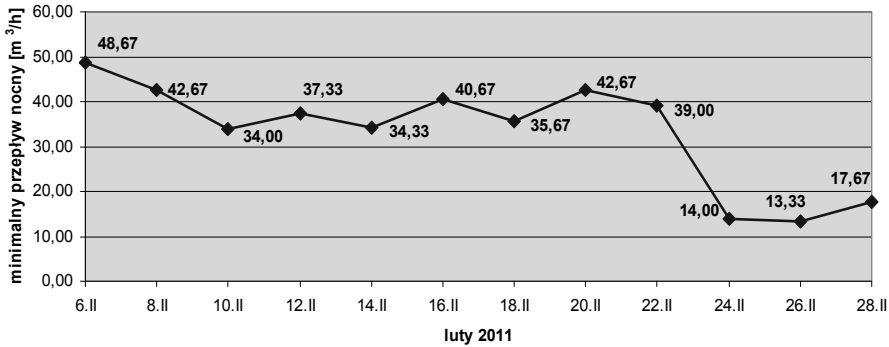
Rys.11. Objętości wody zaoszczędzonej w wyniku zmniejszenia wskaźnika strat

Fig.11. Amount of water saved thanks to minimized water loses coefficient.

Monitoring wdrożony w analizowanym przedsiębiorstwie pozwolił na systematyczne obniżanie strat wody z 30,8% w roku 2005 do 23,0% w roku 2010 (tab.1). Biorąc pod uwagę spadek objętości wody kupowanej daje się zauważyć wzrost bezwzględnej objętości wody zaoszczędzonej, co przy rosnącej cenie zakupu daje odpowiednio oszczędności (rys.11).

Po wdrożeniu monitoringu uległa również obniżeniu liczba awarii na sieci wodociągowej z 1998 w roku 2002 do 943 w roku 2010, co daje spadek o 53%.

Wprowadzenie zdalnego sterowania ciśnieniem wpłynęło na zmniejszenie nocnych przepływów, co jednocześnie oznacza zmniejszenie wielkości strat wody związanych z wyciekami, których wielkość zależy od ciśnienia roboczego panującego w sieci.



Rys.12. Wykres zmian przepływów nocnych po wprowadzeniu sterowania ciśnieniem w strefie zasilania KAT 79.

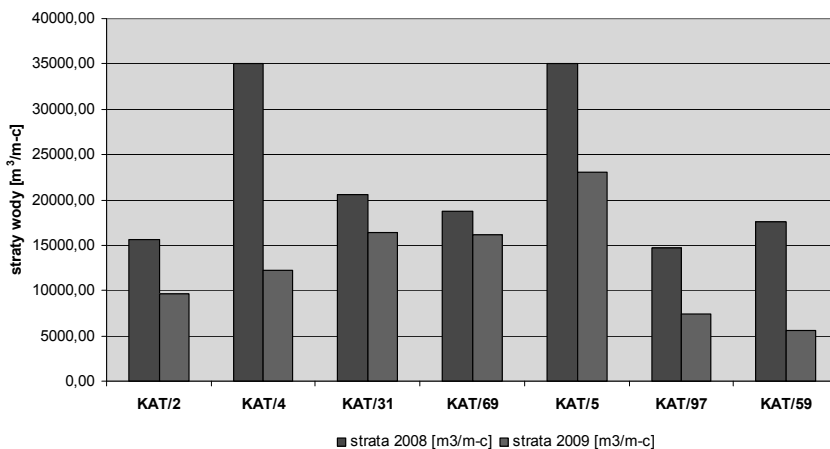
Fig.12. Night flows near KAT 79 supply point after introducing pressure control.

Po wprowadzeniu 22 lutego sterowania ciśnieniem w strefie zasilania KAT 79 minimalne nocne przepływy zmniejszyły się z poziomu 35m<sup>3</sup>/h do poziomu 18m<sup>3</sup>/h (rys12).

Tab.2. Straty wody na wybranych studniach zakupowych przed i po zamontowaniu zdalnego sterowania reduktorem ciśnienia.

Tab.2. Water loses on chosen buying chambers before and after introducing remote pressure reducer control

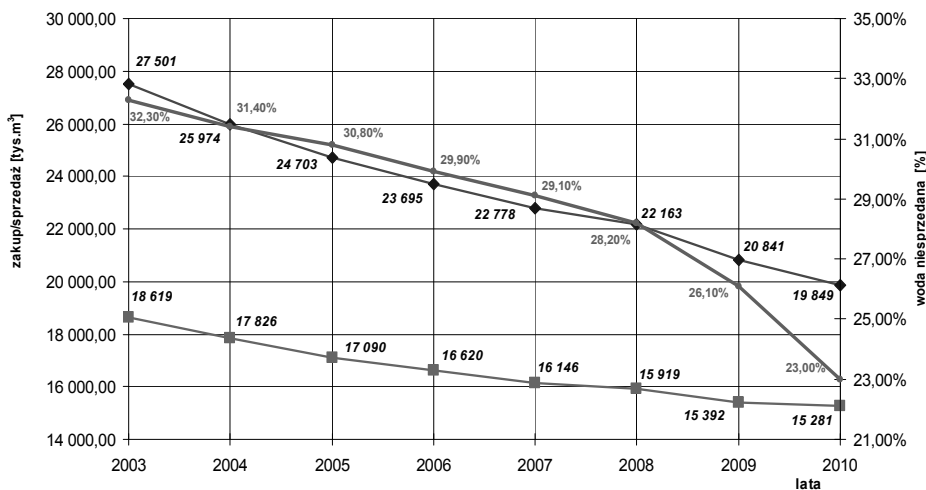
Lp.	Obszar zasilania	Strata 2008 [m <sup>3</sup> /m-c]	Strata 2009 [m <sup>3</sup> /m-c]	Spadek strat [%]
1.	KAT/2	15 674,20	9 633,25	38,54
2.	KAT/4	35 054,50	12 246,75	65,06
3.	KAT/31	20 630,30	16 455,50	20,24
4.	KAT/69	18 807,20	16 170,83	14,02
5.	KAT/5	35 076,10	23 073,17	34,22
6.	KAT/97	14 781,00	7 446,33	49,62
7.	KAT/59	17 646,30	5 646,50	68,00



Rys.13. Wykres obniżenia strat wody na strefach zasilanych ze studni. Zakupowych po uruchomieniu zdalnego sterowania ciśnieniem na sieci w/w strefach.

Fig.13. Water loses minimization in zones supplied from buying chambers after introducing the remote pressure reducer control

Wprowadzenie zarządzania ciśnieniem w sieci wodociągowej na strefach pozwoliło na bardzo znaczące obniżenie strat wody w tych strefach, przekraczające w wybranych przypadkach 50% wartości początkowej (tab.2)



Rys.14. Bilans wody zakupionej i sprzedanej w latach 2003- 2010 dla analizowanego miasta.

Fig.14. Bought and sold water balance in 2003-2010 for analyzed city

## 7. Podsumowanie

Obserwacja minimalnego przepływu nocnego, jest jednym z podstawowych parametrów służących do charakteryzowania stanu technicznego sieci wodociągowej, pozwala na:

- diagnostykę stref zasilania pod kątem pojawiających się awarii,
- wstępną lokalizację awarii poprzez strefowanie sieci polegające na wyłączaniu i włączaniu zasilania na kolejnych odcinkach sieci w strefie z jednoczesnym obserwowaniem minimalnych, nocnych przepływów,
- wsparcie aktywnej kontroli wycieków przez wskazanie obszarów o dużych stratach wody do dalszej diagnostyki przez zespoły wyposażone w loggery, korelatory, geofony,
- zapewnienie dużej szybkości napraw przez szybkie wykrywanie, lokalizację i zlecenie usunięcia pojawiających się awarii, co ma duże znaczenie przy zakupie całości wody włączanej do sieci od zewnętrznego dostawcy (GPW).

Dane o awariach zebrane z monitoringu w połączeniu z danymi z programu ewidencji awarii umożliwiają ocenę technicznej sprawności poszczególnych odcinków sieci, ekonomicznego poziomu ich obsługi oraz planowania w oparciu o powyższe remontów i wymiany awaryjnego rurociągu.

Sterowanie ciśnieniem w sieci pozwala na:

- dostosowanie ciśnienia do pory dnia i do charakterystyki rozbiórów wody w sieci,
- zmniejszenie awaryjności sieci poprzez pracę pod niższym ciśnieniem,
- zmniejszenie poziomu wycieków przy obniżeniu ciśnienia, co w sposób istotny obniża straty wody,
- realizowanie dostaw wody zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Wynikiem wszystkich powyższych działań jest stałe zmniejszanie się ilości awarii, strat wody i tym samym zmniejszenie objętości wody kupowanej od GPW, co podnosi rentowność przedsiębiorstwa.

Dodatkowo monitoring sieci wodociągowej oraz system zarządzania ciśnieniem dostarczyły wiele nowych informacji na temat pracy sieci wodociągowej, jej parametrów, rzeczywistych przepływów w różnych porach dnia oraz kształtowania się rozbiórów w przekroju tygodniowym i rozkładu ciśnień. Wiedza na temat rozkładu ciśnień we wszystkich opomiarowanych punktach w połączeniu z informacją o ukształtowaniu terenu miasta daje obraz rozkładu ciśnień w całym systemie dystrybucji wody dla analizowanego miasta.

Dane uzyskane z monitoringu dotyczące ciśnienia, przepływów i rozbiórów wody umożliwiają stworzenie modelu hydraulicznego sieci maksymalnie zbliżonego do rzeczywistości. Model sieci pozwoli na efektywne zarządzanie, bilansowanie stref zasilania, obsługę sytuacji awaryjnych oraz planowanie rozwoju sieci.



## Bibliografia

- [1] Bazan B. Monitoring sieci wodociągowej w mieście K, założenia, realizacja i osiągnięte efekty. Praca końcowa Politechnika Śląska. Gliwice 2011
- [2] Kwietniewski M, Głębski W, Wronowski N: Monitoring sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. PZITS, Warszawa 2005
- [3] Piechurski F.G. Research over water loses and preventing of them due to usage of monitoring system in chosen water distribution companies. Underground Infrastructure of Urban Areas 2 CRC Press/Balkem 2012 Taylor& Francis Group, London ISB 978-0-415-68394-4 s.203-210
- [4] Piechurski F; Przydycz R ; Próba oceny strat wody i sposoby ich ograniczania przy zastosowaniu monitoringu w przedsiębiorstwie wodociągowym. GWiTS. 4.12 s.165-170.
- [5] Piechurski F.G. Przyczyny i skutki awarii uszkodzeń w sieci wodociągowej. Instal 4 (317)/2011 s. 42-47.
- [6] Piechurski F: Ograniczenia strat wody w systemach wodociągowych. Wodociągi i Kanalizacje Nr 9/2010, 10/2010
- [7] Speruda S: Ekonomiczny poziom wycieków. Modelowanie strat w sieciach wodociągowych. Warszawa: Translator, 2004. ISBN 83-89054-18-3.
- [8] Speruda S: *Optymalny poziom strat z wycieków w sieci wodociągowej*. WaterKEY Sławomir Speruda, Warszawa luty 2011
- [9] Speruda S *Straty wody w polskich sieciach wodociągowych*. Warszawa: WaterKEY Sławomir Speruda, 2007. ISBN 978-83-926279-4-4.

