

# Pomiary ciśnienia w systemie dystrybucji wody

Sławczo Denczew

Trwające od dłuższego czasu powszechne dążenie do automatyzacji systemów technicznych nie ominęło również wodociągów. Automatyzacja rozpoczęła za granicą, a później w Polsce, obejmowała stopniowo poszczególne elementy systemów zaopatrzenia w wodę jak: ujęcia, pompownie, stacje uzdatniania i zbiorniki wyrównawcze, pozostawiając na koniec sprawę najrozleglejszego, o najwyższych kosztach podsystemu dystrybucji wody. Artykuł jest rezultatem wprowadzenia przez autora Systemu Częściowo Zautomatyzowanych Krótkoterminowych Pomiarów Ciśnień ( $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$ ) w procesie eksploatacji Warszawskiego Systemu Dystrybucji Wody Pitnej.

Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji m. st. Warszawy ma za zadanie produkcję i dostawę wody oraz odprowadzenie i unieszkodliwienie ścieków w obrębie granic administracyjnych Warszawy o powierzchni 497 km<sup>2</sup>. System dystrybucji wody ma dwie różne strefy ciśnienia (rys. 1). Wynika to z konfiguracji terenu Warszawy (na dwu brzegach Wisły).

Strefa wysokiego ciśnienia obejmuje tereny Skarpy Wiślanej (Górne Miasto – strefa „W”), natomiast strefa niskiego ciśnienia obejmuje tereny niższego tarasu (Dolne Miasto – strefa „N”). Strefy te są ze sobą połączone i mogą współpracować, ale w normalnych warunkach pracy zasuwę łączące strefy są zamknięte.

W Warszawskim Systemie Dystrybucji Wody Pitnej wyróżnia się podsystemy: sieci magistralnych, sieci rozdzielczych, podłączeń wodociągowych. Warszawski System Dystrybucji Wody Pitnej ma kilka bardzo ważnych

Długość Warszawskiego Systemu Dystrybucji Wody Pitnej w podziale na podsystemy – stan na 31 grudnia 1998 r.

| Podsystem               | Długość, km   | Procentowy udział, % |
|-------------------------|---------------|----------------------|
| Przewody magistralne    | 374,7         | 14,4                 |
| Przewody rozdzielcze    | 1613,2        | 61,9                 |
| Podłączenia wodociągowe | 619,1         | 23,7                 |
| <b>Razem</b>            | <b>2607,0</b> | <b>100</b>           |

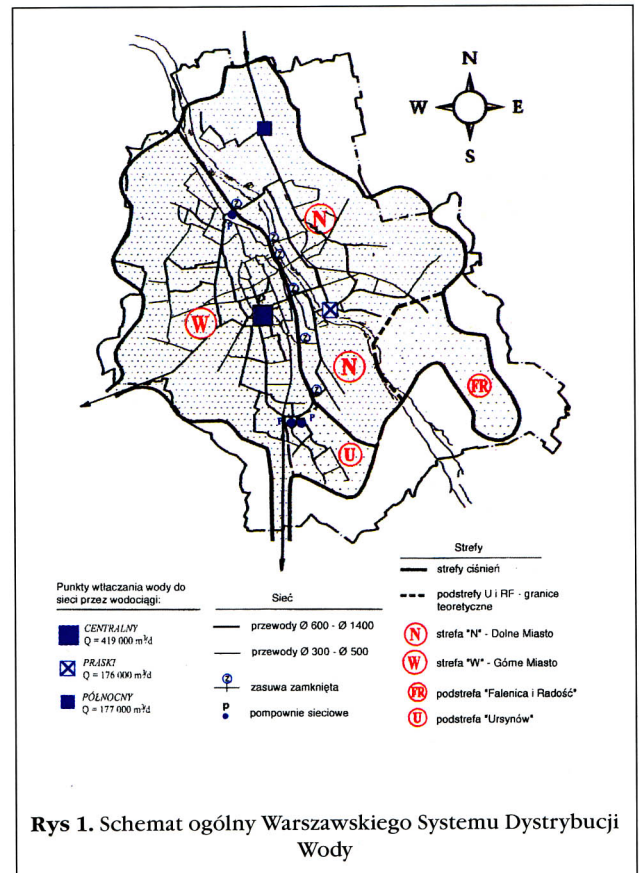
cech specyficznych, wśród których najbardziej istotne dla rozpatrywanego zagadnienia to [1]:

- ♦ duży stopień skomplikowania – 2 strefy ciśnień, pompownie sieciowe,
- ♦ duży obszar terytorialny – powierzchnia zaopatrywana w wodę z Wodociągów Warszawskich – 382 km<sup>2</sup>,
- ♦ zmienna struktura niezawodnościowa w ciągu doby, roku i lat (na przykład ciśnienie dzienne i nocne, rozbiory szczytowe itp.).

## Pomiar ciśnienia w systemie dystrybucji wody

Jak wiadomo system dystrybucji wody jest układem par excellence hydraulicznym i dynamicznym o ciągle zmieniających się (w pewnych granicach) parametrach jakimi są ciśnienie i przepływ. Ciśnienie w sieci wodociągowej

*Dr inż. Sławczo Denczew jest Zastępcą Dyrektora –  
Naczelnym Inżynierem Miejskiego Przedsiębiorstwa  
Wodociągów i Kanalizacji w Warszawie.*



nie jest stała, nie tylko w tym znaczeniu, że zmienia się w poszczególnych porach doby lub godzinach, ale również z powodu wahań zachodzących w krótkich sekundowych przedziałach czasu, około wartości, którą można uznać za przeciętną [2]. Zarówno częstotliwość jak i amplituda tych pulsacji, zależą od wielu czynników takich jak: odległość od przepompowni, rozległość sieci, działanie urządzeń sanitarnych u odbiorców itd.

Nawet z tak pobieżnego przeglądu rozpatrywanego zagadnienia wynika, iż warunki ciśnieniowe w systemach dystrybucji wody muszą być wnikliwie badane i analizowane w toku bieżącej eksploatacji.

## System częściowo zautomatyzowanych krótkoterminowych pomiarów ciśnień ( $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$ )

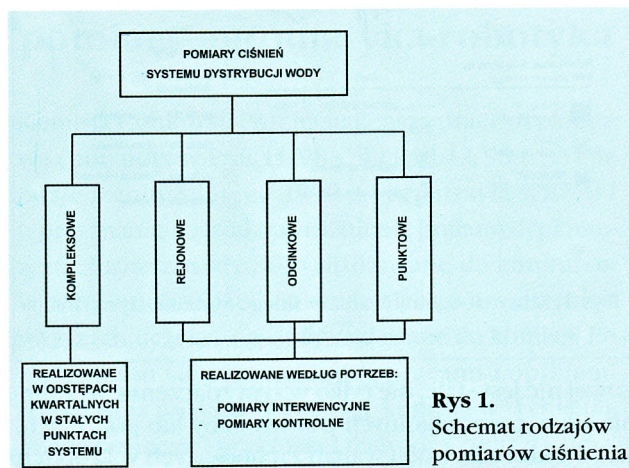
Współczesny poziom wiedzy technicznej nie tylko pozwala, ale wręcz wymusza wprowadzenie nowoczesnych metod eksploatacji systemów dystrybucji wody pitnej.

Potwierdzeniem tego trendu w rozwoju współczesnych metod eksploatacji układów zaopatrzenia w wodę jest utworzenie i wdrożenie przez autora Systemu Częściowo Zautomatyzowanych Krótkoterminowych Pomiarów Ciśnienia  $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$  dla sieci wodociągowej w m.st. Warszawie.

Wprowadzenie wyżej wspomnianego systemu w procesie eksploatacji umożliwia nadzorowanie i kontrolowanie warunków ciśnieniowych panujących w dowolnie wybranym czasie. Pod względem organizacyjnym w systemie dystrybucji wody można wyodrębnić następujące rodzaje pomiarów ciśnienia:

- ♦ kompleksowe – prowadzone w stałych odstępach czasu (raz na kwartał) w wyznaczonych stałych punktach systemu,
- ♦ rejonowe – prowadzone w zależności od potrzeb (np. w sytuacjach awaryjnych oraz w przypadku prowadzenia prac modernizacyjnych),
- ♦ odcinkowe – prowadzone również w zależności od potrzeb w celu kontroli czy wartość ciśnienia odpowiada wymaganiom wartości ciśnienia,
- ♦ punktowe – prowadzone przede wszystkim na skutek zgłoszeń przez odbiorców w celu sprawdzenia wartości ciśnienia lub prowadzone losowo w ramach kontroli wartości ciśnienia w danej chwili.

Schemat rodzajów pomiarów ciśnień przedstawiono na rys. 2.



**Rys 1.**  
Schemat rodzajów pomiarów ciśnienia

Praktyczna realizacja wspomnianych rodzajów pomiarów ciśnienia odbywa się w sposób niżej opisany.

Kompleksowe pomiary ciśnienia obejmują całość systemu dystrybucji wody. Wykonuje się je w 54 stałych punktach systemu przystosowanych do szybkiego montażu rejestratorów ciśnienia. Są to pomiary krótkoterminowe (w granicach 24-72 godz.) prowadzone według ustalonego schematu przez zespół wykonujący pomiary, poczynając od punktów końcowych systemu stopniowo przechodząc do pomiaru ciśnienia w węzłowych punktach układu dystrybucji wody. Na podstawie otrzymanych wyników pomiaru sporządza się każdorazowo mapę ciśnień dla całego systemu dystrybucji wody odzwierciedlającą wartość ciśnień w okresie realizacji pomiarów. Stanowi ona ważny element w procesie eksploatacji systemu, gdyż dostarcza informację o występującym ciśnieniu wody, co jest wykorzystywane do prognozowania rozbudowy

układu lub wykonania eksploatacyjnych złączeń w celu polepszenia warunków ciśnieniowych.

Rejonowe pomiary ciśnienia, jak nazwa wskazuje, są realizowane w określonych rejonach systemu, przede wszystkim na potrzeby realizacji prac remontowych i modernizacyjnych. Są one wykonywane dwuetapowo. Najpierw rejestruje się wartość ciśnienia w uprzednio wyznaczonych punktach danego rejonu w warunkach normalnej eksploatacji, natomiast w drugim etapie wykonuje się pomiary po wyłączeniu przewidzianego do remontu lub modernizacji fragmentu układu w wyżej wspomnianym obszarze. Otrzymane wyniki są analizowane (m.in. drogą porównawczą) pod kątem zapewnienia wymaganej wartości ciśnienia wody dostarczanej odbiorcom i stanowią podstawę do sporządzenia strategii organizacyjnej przedsięwzięcia. Powyższe pomiary prowadzone są jako rutynowe (jako stała czynność w procesie eksploatacji, w przypadku robót remontowych i modernizacyjnych), kontrolne (w celu sprawdzenia ciśnienia w danym rejonie) oraz interwencyjne (w przypadku skarg odbiorców lub na zlecenie do celów przedprojektowych).

Odcinkowe pomiary ciśnienia wykonywane są na danym odcinku sieci wodociągowej przede wszystkim pod kątem sprawdzenia wartości wymaganych ciśnień.

Natomiast punktowe pomiary realizowane są m.in. w sytuacjach interwencyjnych oraz w celu kontroli w pojedynczych punktach układu dystrybucji wody.

Prezentowany system oparty jest na urządzeniach wytwarzanych przez uznaną i sprawdzoną firmę „TECHNOLOG” i jak na razie wymaga udziału ludzi (zespołów pomiarowych), natomiast samo rejestrowanie wartości ciśnienia jest automatyczne. W skład zestawu pomiarowego wchodzi:

- ♦ rejestrator ciśnienia,
- ♦ oprogramowanie „GP-2” lub „PMAC”.

Rejestrator danych typu „Metrolog” jest prostym w instalacji i obsłudze urządzeniem, natomiast program „GP-2” pracujący pod MS DOS umożliwia dwustronną komunikację z rejestratorami w celu konfiguracji trybu pracy i odczytu danych pomiarowych. Z kolei program „PMAC” – system kontroli pracujący pod MS Windows umożliwia stworzenie bazy punktów pomiarowych, komunikację z rejestratorami za pomocą łącz telefonicznych, graficzną prezentację danych uzyskanych z różnych punktów, tworzenie zestawień, alarmowanie o przekroczeniu zadanej, granicznej wartości.

Głównym celem wdrożonego  $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$  jest nadzorowanie funkcjonowania układu dystrybucji wody w zakresie ciśnienia, a mianowicie:

- ♦ kontrola zgodności wartości ciśnień z wymaganiami,
- ♦ udokumentowanie rzeczywistych wartości ciśnień w chwili realizacji pomiarów,
- ♦ dokonywanie bieżących ocen i analiz na podstawie otrzymanych wyników pomiarów,
- ♦ gromadzenie i archiwizacja zebranych, wiarygodnych informacji dotyczących warunków ciśnieniowych w całym systemie, rejonie, odcinku lub punkcie do wykorzystywania w bieżącej eksploatacji i rozbudowie układu dystrybucji wody.

## Efekty zastosowania systemu $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$

System Częściowo Zautomatyzowanych Krótkoterminowych Pomiarów Ciśnień, jak nazwa wskazuje, nie zapewnia pełnej automatyzacji rejestracji wartości ciśnień w układzie dystrybucji wody pitnej. W wyniku wdrożenia  $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$  osiągnięto następujące korzyści:

- ♦ wyeliminowanie tradycyjnego „mazaka” obciążonego różnymi mankamentami,
- ♦ podniesienie efektywności terenowych zespołów pomiarowych ciśnienia (czynnik ekonomiczny),
- ♦ zwiększenie dokładności pomiarów i zakresu interpretacji, który może obejmować zestawienie okresowe, wzrost rozdzielczości czasu w odniesieniu do chwili zaistnienia niepokojącego zaburzenia, lub dokumentu stwierdzającego np. bezzasadność skargi odbiorcy,
- ♦ możliwość graficznej prezentacji danych uzyskanych z różnych punktów,
- ♦ umożliwienie ciągłego podglądu wartości ciśnień dzięki wykorzystaniu czujnika optycznego (operator może obserwować na bieżąco wyniki rejestrowanych pomiarów),
- ♦ stworzenie warunków wszechstronnej analizy przy wykorzystaniu programu komputerowego, uniwersalnego dla wszystkich typów rejestratorów,
- ♦ możliwość przekazywania bazy punktów pomiarowych za pomocą łączy telefonicznych,
- ♦ optymalizacja programowania rozwoju systemu dystrybucji wody,
- ♦ wspomaganie rozwiązywania problemów eksploatacyjnych.

## Podsumowanie

Na przykładzie Warszawskiego Systemu Dystrybucji Wody Pitnej zaprezentowano praktyczne korzyści wynikające z zastosowania systemu  $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$ .

Jednocześnie poczyniono starania uświadomienia uczestnikom procesu eksploatacji układów dystrybucji wody pozytywnych efektów korzystania z tego systemu.

System  $S_y C_z Z_a K_r P_o C_i$  spełnia swoje funkcje w sposób poprawny i jak się wydaje z perspektywy czasu był udanym kompromisem pomiędzy możliwościami finansowo-ekonomicznymi, a uzyskanymi efektami technicznymi.

Zaprezentowany system będzie ewoluował w stronę docelowego stałego opomiarowania układu dystrybucji wody pitnej w Warszawie, umożliwiającego stałe zdalne nadzorowanie parametrów przepływu (natężenie, ciśnienie, kierunek przepływu), a nawet sterowanie jego pracą.

## Bibliografia

- [1] Denczew S.: Praktyczne doświadczenia odnośnie utworzenia i wdrożenia Systemu Sprawnego Usuwania Uszkodzeń (SSUU) sieci wodociągowej w Warszawie. Gaz Woda i Technika Sanitarna, 6/1998.
- [2] Petrozolin W.: Telemechanizacja i automatyzacja dystrybucji wody w systemach wodociągowych. Wydawnictwo Katalogów i Cenników. Warszawa 1976.

### Pressure measurement in water supply system Sławczo Denczew p. 17

Presentation of Partly Automatic Short-term Pressure Measurement System working in Warsaw water supply system. The principles of operation as well as advantages of the implementation of the system into the current process of exploitation.