

Urszula POCIASK, Janina SZEBESZCZYK
Instytut Automatyki
Politechnika Śląska

PRZETWARZANIE INFORMACJI POMIAROWEJ W UKŁADZIE STEROWANIA SYSTEMEM WODOCIĄGOWYM

Streszczenie. W artykule omówiono zadania przetwarzania informacji pomiarowej realizowane w czasie rzeczywistym przez poszczególne ośrodki sterowania systemem wodociągowym.

1. WSTĘP

Przetwarzanie informacji w układzie sterowania systemem wodociągowym zostanie przedstawione na przykładzie Wodociągu Grupowego WPWiK. W koncepcji funkcjonalnej układu sterowania wyodrębniono następujące ośrodki sterowania [1] :

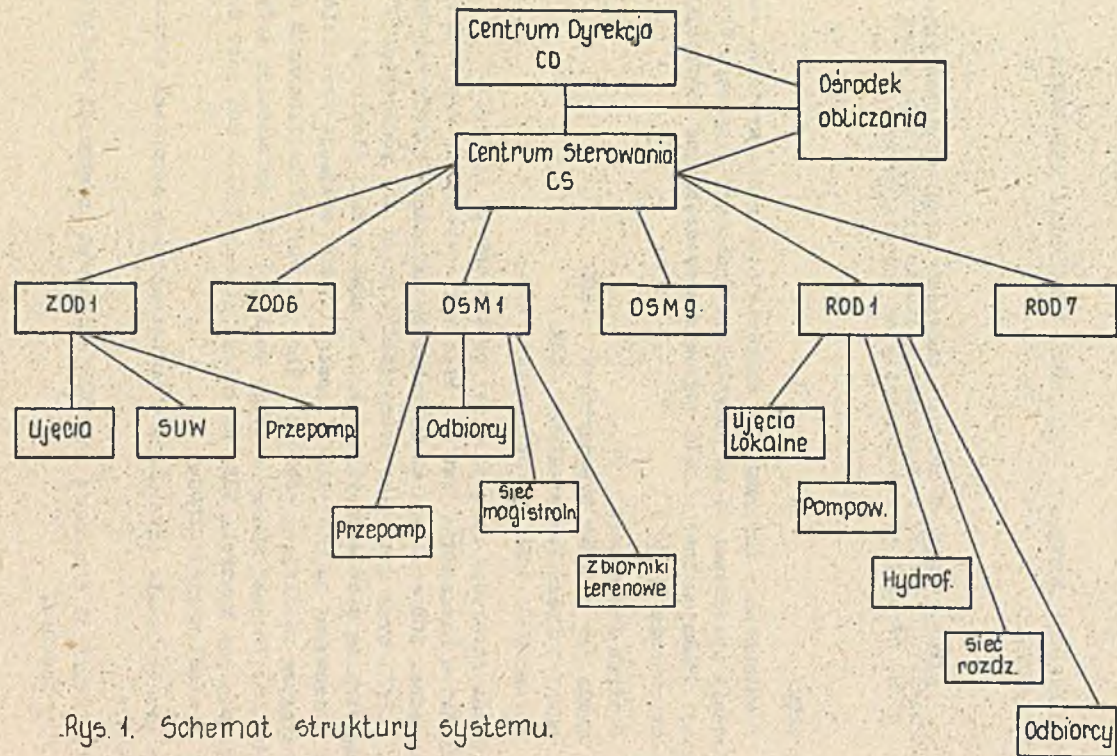
- Centrum Sterowania CS,
- Zakładowy Ośrodek Dyspozytorski ZOD,
- Oddział Sieci Magistralnej OSM,
- Rejonowy Ośrodek Dyspozytorski ROD.

Schemat struktury funkcjonalnej przedstawiono na rys.1.

Ośrodkiem nadrzędnym jest CS. Pozostałe ośrodki są względem siebie równorzędne. ZOD obejmuje swoim zakresem działania stację uzdatniania wody (SUW) wraz z ujęciem oraz odcinki sieci jej podległej. OSM podlega magistralna sieć wodociągowa wraz z pompowniami sieciowymi i zbiornikami terenowymi na niej zlokalizowanymi. ROD obejmuje rozdzielną sieć wodociągową zasilającą odbiorców (np. miasto) zlokalizowanych na danym terenie. Inaczej mówiąc obiekty podległe ZOD dostarczają wodę do sieci będącej pod kontrolą OSM. Natomiast sieć podległa ROD jest odbiorcą wody z sieci magistralnej.

Przetwarzanie informacji w poszczególnych ośrodkach sterowania wynika z :

- funkcji ośrodka w zakresie zbierania informacji pomiarowej i sterowania,



Rys. 1. Schemat struktury systemu.

- przyjętego sposobu optymalizacji pracy systemu,
- wymagań stawianych przez użytkownika,
- etapowości realizacji systemu.

Zakres merytoryczny niniejszego artykułu nie obejmuje lokalnych układów sterowania zlokalizowanych w samych obiektach (np. w SUW, pompowniach sieciowych) a nie mających bezpośredniego wpływu na pracę całego systemu wodociągowego.

2. PRZETWARZANIE INFORMACJI W Z O D

Do podstawowych zadań realizowanych przez Zakładowy Ośrodek Dyspozytorski należą :

- nadzór nad produkcją wody i pracą obiektów podległych ZOD,
- zbieranie, rejestracja i przechowywanie informacji pomiarowych oraz przekazywanie wyników pomiarów określonych wielkości do CS,
- wykrywanie stanów alarmowych,
- przekazywanie raportów dobowych do CS.

Nadzór nad produkcją wody i pracą obiektów podległych ZOD polega na kontroli realizacji harmonogramów godzinowych strzymany z CS.

W ZOD przewiduje się zbieranie następujących informacji pomiarowych :

- poziom wody na ujęciu,
- poziom wody w zbiornikach wody surowej, wody uzdatnionej oraz w zbiornikach zewnętrznych zasilanych przez SUW,
- natężenie przepływu i objętość wody oraz ciśnienie w rurociągach wody surowej (zasilających SUW) i wody uzdatnionej (wyjściowych SUW),
- natężenie przepływu i objętość wody oraz ciśnienie w punktach podłączenia do rurociągów wyjściowych SUW,
- mętność wody surowej i wody uzdatnionej,
- stężenie wolnego chloru w wodzie uzdatnionej,
- zużycie energii elektrycznej.

Informacje te będą zbierane cyklicznie, przy czym pomiary poziomów wody w zbiornikach realizowane będą z częstością co 15 min, natomiast pozostałe wielkości będą mierzone w I etapie wdrażania systemu zbierania informacji z częstością co 15 min, a docelowo z częstością co 1 h. Zwiększona częstotliwość pomiarów w I etapie wynika z konieczności przeprowadzenia identyfikacji modeli obiektów.

Wszystkie informacje pomiarowe przekazywane do ZOD będą drukowane. Ponadto przewidziano cykliczne wyświetlanie na monitorze następujących wielkości :

- poziom wody na ujęciu,
- poziom wody w zbiornikach,
- natężenie przepływu w rurociągach wody surowej,
- ciśnienie w rurociągach wody surowej i wody uzdatnionej,

- stężenie wolnego chloru w wodzie uzdatnionej.

Dla każdej z mierzonych wielkości wydruk i obraz na monitorze będzie zawierać : datę, godzinę, nazwę obiektu, numer punktu pomiarowego, wartość liczbową wyniku pomiaru, jednostkę miary.

Dla niektórych wielkości mierzonych przewiduje się wydruk i prezentację na monitorze ich wartości zadanych (wg harmonogramu) oraz różnic między wartościami mierzonymi i wartościami zadanymi. Zadania te będą realizowane dla : poziomu i objętości wody w zbiornikach wody surowej, wody uzdatnionej i w zbiornikach zewnętrznych zasilanych przez SUW oraz dla natężenia przepływu w rurociągach wody surowej i wody uzdatnionej.

Ponadto poza normalnym cyklem zbierania informacji na monitorze sygnalizowane będzie przekroczenie wartości granicznych przez następujące wielkości :

- poziom wody w zbiornikach wody surowej, wody uzdatnionej, zewnętrznych,
- ciśnienie w rurociągach wody surowej i uzdatnionej,
- stężenie chloru w wodzie uzdatnionej,
- mętność wody surowej i wody uzdatnionej.

Pomiar objętości w rurociągach wody surowej i uzdatnionej będzie wykorzystywany do obliczenia dobowej produkcji wody surowej i uzdatnionej oraz do kontroli szczelności rurociągów przesyłowych. Kontrola szczelności będzie przeprowadzana w każdym cyklu zbierania danych pomiarowych. W ZOD nie przewiduje się przechowywania wyników pomiarów na czas dłuższy niż wynika to z potrzeb przesyłu (sprawdzenia wiarygodności) i rejestracji informacji. Dyspozytor ZOD będzie mógł otrzymywać dodatkowe informacje z podlegającego mu obiektu od dyspozytora tego obiektu o ile jest to obiekt z obsługą lub poprzez wywołanie danego punktu pomiarowego poza cyklem zbierania danych.

Dyspozytorzy obiektów podległych ZOD winni przekazywać do ZOD jeden raz na dobę raport zawierający następujące informacje :

- zużycie energii elektrycznej,
- zgodność pracy obiektu z zadanym harmonogramem,
- zużycie reagentów,
- zużycie chloru,
- wyniki badań laboratoryjnych wody surowej i wody uzdatnionej,
- awarie urządzeń i sposób usunięcia awarii.

Treść raportów winna być drukowana u nadawcy i u odbiorcy. Na podstawie raportów dyspozytorów obiektów oraz wyników pomiarów realizowanych cyklicznie dyspozytor ZOD winien opracowywać i przekazywać raport dobowy do CS. Raport ten będzie zawierał informacje zawarte w raportach dyspozytorów obiektów podległych ZOD oraz bilanse poboru i zużycia wody. Ponieważ do CS będą przekazywane dane dotyczące wartości wszystkich parametrów charakteryzujących stan obiektów i określonych przez harmonogram

nie zachodzi potrzeba dublowania tej informacji w raportach.

Informacja przesyłana z CS do ZOD dotycząca wartości zadanych i wartości granicznych winna być bezpośrednio wprowadzana do zbioru danych wykorzystywanych przez odpowiednie algorytmy przetwarzania informacji oraz drukowana. Dodatkowe polecenia przekazywane przez dyspozytora CS dyspozyterowi ZOD winny być drukowane. Dyspozytor ZOD na podstawie otrzymanych z CS harmonogramów winien przekazywać do dyspozytorów obiektów polecenia dotyczące sposobu pracy podlegających im obiektów. Wszystkie informacje i polecenia przekazywane z ZOD do podległych obiektów winny być drukowane u nadawcy i odbiorcy.

3. PRZETWARZANIE INFORMACJI W O S M

Do zadań OSM wynikających z potrzeb układu sterowania należą [1] :

- nadzór nad realizacją harmonogramów optymalnego sterowania otrzymanych z CS,
- zbieranie informacji pomiarowej i przekazywanie jej do CS,
- kontrola własnych odbiorców wody,
- sporządzanie i przekazywanie raportów do CS,
- wykrywanie stanów alarmowych.

Przewiduje się, że w OSM każda otrzymywana z obiektów informacja będzie drukowana tzn. natężenie przepływu i ciśnienie w rurociągach wejściowych i wyjściowych z obiektów oraz w miejscach połączeń do rurociągów magistralnych, poziom wody w zbiornikach, objętość wody określająca szczelność rurociągu, położenie zasuw, sygnalizacja zaniku napięcia i awarii napędów zasuw, zużycie energii elektrycznej, stężenie chloru. Część wymienionej informacji będzie dodatkowo prezentowana na monitorze. Dotyczy to: natężenia przepływu i ciśnienia w punktach zlokalizowanych na obiektach, objętości wody, poziomu wody w zbiorniku, stężenia chloru, sygnalizacji zaniku napięcia zasilania, sygnalizacji awarii napędów zasuw. Postać wydruku i obrazu na monitorze będzie zależała od rodzaju informacji, przy czym zawsze będzie podawana data, godzina, nazwa obiektu i numer punktu pomiarowego, wartość liczbowa wyniku pomiaru, jednostka miary. Dodatkowo dla takich wielkości, jak :

- natężenie przepływu, poziom wody i ciśnienie mierzonych w punktach zlokalizowanych na obiektach będzie podawana wartość zadana wynikająca z harmonogramu optymalnego sterowania oraz różnica pomiędzy wartością zadaną i rzeczywistą,
- poziom wody i stężenie chloru będą poza normalnym cyklem zbierania informacji sygnalizowane stany przekroczenia minimalnej i maksymalnej wartości granicznej.

Wartość objętości wody będzie wykorzystana do kontroli szczelności rurociągów magistralnych. Kontrola ta będzie przeprowadzana w oparciu o bi-

lans wody dla każdego cyklu zbierania danych.

Przewiduje się, że informacja pomiarowa w I etapie realizacji systemu służącego głównie identyfikacji systemu wodociągowego będzie zbierana z częstotliwością co 15 min. Docelowa częstotliwość zostanie określona na podstawie analizy szybkości zmian poszczególnych wielkości zarejestrowanych w I etapie.

Wszystkie z wymienionych wielkości za wyjątkiem stężenia chloru, położenia zasuw, sygnalizacji zaniku napięcia zasilania i awarii napędów będą przesyłane do CS.

W OSM nie przewiduje się przechowywania wyników pomiarów w bazie danych na czas dłuższy niż wynika to z potrzeb przesyłu i rejestracji informacji. Dyspozytor OSM może otrzymać dodatkową informację poza cyklem jej zbierania poprzez dyspozytora obiektu (dla punktów zlokalizowanych na obiekcie z obsługą) lub poprzez bezpośrednie wywołanie punktu (dla punktów zlokalizowanych na obiektach bez obsługi).

Do OSM będą przekazywane raz na dobę raporty z obiektów. Raport winien zawierać :

- zgodność pracy obiektu z zadaniem harmonogramem,
- sumaryczne zużycie chloru,
- awarie urządzeń i sposób ich usunięcia.

Na ich podstawie oraz na podstawie zarejestrowanych wyników raz na dobę będzie przekazywany raport z OSM do CS. Treść raportu w stosunku do raportów z obiektów będzie powiększona o informacje dotyczące bilansu i poboru wody. Wszystkie raporty winny być drukowane u nadawcy i odbiorcy.

Z CS do OSM będzie przesyłana informacja dotycząca :

- wartości zadanych i granicznych dla obiektów podległych OSM. Będzie ona bezpośrednio (bez udziału dyspozytora OSM) przekazywana do zbioru danych i wykorzystywana w odpowiednich algorytmach,
- dodatkowych poleceń dyspozytora CS. W tym przypadku informacja winna być drukowana w OSM.

Dyspozytor OSM na podstawie otrzymanych z CS harmonogramów przekazuje do dyspozytorów obiektów polecenia dotyczące sposobu pracy podległych im obiektów. Wszystkie informacje i polecenia przekazywane z OSM winny być drukowane u nadawcy i odbiorcy.

4. PRZETWARZANIE INFORMACJI W R O D

Z zadań i funkcji ROD określonych w koncepcji funkcjonalnej [1] wynika, że ROD spośród wszystkich ośrodków stanowi ośrodek najbardziej autonomiczny. Dla pracy całego systemu ma znaczenie tylko ilość wody pobieranej przez sieć rozdzielczą z sieci magistralnej. Z tego względu CS nie prowadzi na bieżąco kontroli realizacji harmonogramów sterowania obiektami podległymi ROD. Ponieważ nie przewiduje się wyposażenia dyspozytorni

ROD w odpowiednie środki techniczne, algorytmy te będą wyznaczane w CS. Przewiduje się, że informacje przekazywane do ROD będą drukowane, przechowywane w pamięci i prezentowane na monitorze. Drukowane i prezentowane na monitorze będą :

- sygnalizacja zaniku napięcia zasilania,
- natężenie przepływu i ciśnienie w miejscach podłączenia do rurociągów magistralnych przed reduktorami,
- ciśnienie w miejscach podłączenia do rurociągów magistralnych za reduktornią oraz w węzłach sieci i charakterystycznych punktach,
- natężenie i ciśnienie w rurociągach wyjściowych z obiektu,
- poziom wody w zbiorniku.

Drukowane i przechowywane w pamięci będą :

- objętość wody pobieranej przez odbiorców,
- ciśnienie w rurociągach doprowadzających wodę do odbiorców.

Przechowywane w pamięci i prezentowane na monitorze będzie natężenie przepływu i ciśnienie w rurociągach doprowadzających wodę do odbiorców oraz położenie zasuw. Wartość ciśnienia będzie dodatkowo drukowana. Wartość natężenia przepływu w charakterystycznych punktach sieci, stan pracy pomp i zużycie energii elektrycznej będą tylko drukowane. Postać wydruku i obrazu na monitorze będzie taka sama jak w OSM (pkt 3). Ze względu na autonomiczną pracę ROD (odmiennie niż w pozostałych ośrodkach) dyspozytor decyduje o zmianie harmonogramów pracy obiektów w stosunku do harmonogramu określonego przez CS. Nie dotyczy to tylko ilości wody pobieranej z sieci magistralnej jako jedynej wielkości mającej wpływ na realizację algorytmu sterowania przez pozostałe ośrodki.

Informacja przekazywana z CS dotycząca wartości zadanych i granicznych winna być bezpośrednio przekazywana do zbioru danych oraz drukowana. Pozostałe polecenia dyspozytora CS winny być drukowane. Sposób otrzymywania dodatkowej informacji z punktów pomiarowych oraz sposób współpracy z podległymi obiektami będzie taki sam jak w OSM. Dotyczy to również raportów przekazywanych do ROD i z ROD do CS.

5. PRZETWARZANIE INFORMACJI W C S

CS stanowi ośrodek nadrzędny dla całego systemu. Pełni on funkcje ośrodka dyspozytorskiego dla sterowania i kontroli pracy systemu w czasie rzeczywistym oraz współpracuje z ośrodkiem obliczeniowym. Dla umożliwienia realizacji powyższych funkcji do CS przekazywane będą następujące informacje :

- z Z O D : wszystkie wielkości przekazywane z obiektów do ZOD za wyjątkiem zużycia energii elektrycznej,
- z O S M : wszystkie wielkości przekazywane z obiektów do OSM za wyjątkiem stężenia chloru w wodzie, położenia zasuw, sygnalizacji zaniku napięcia zasilania i awarii napędów zasuw,

zużycia energii elektrycznej.

- R O D : natężenie przepływu i ciśnienie w miejscach podłączenia do rurociągów magistralnych, ciśnienie w rurociągach doprowadzających wodę do odbiorców, natężenie przepływu i ciśnienie w rurociągach wyjściowych z obiektów, poziom wody w zbiornikach, zużycie energii elektrycznej.

Wszystkie informacje przekazywane do CS będą przechowywane w pamięci, ponadto dla niektórych z nich przewiduje się wydruk oraz prezentację na monitorze.

Spośród informacji przekazywanych z ZOD i OSM drukowane będą :

- poziom wody w zbiornikach,
- natężenie przepływu w rurociągach wyjściowych z obiektów,
- ciśnienie w rurociągach wody surowej w SUW i w rurociągach wyjściowych z obiektów,

Na monitorze prezentowane będą wszystkie wymienione powyżej wielkości przesyłane z ZOD oraz :

- natężenie przepływu w rurociągach wody surowej w SUW,
- stężenie Cl_2 w wodzie uzdatnionej,
- mętność wody surowej i uzdatnionej.

Spośród wielkości przekazywanych z OSM na monitorze przedstawione będą jedynie wartości poziomów wody w zbiornikach.

Informacje przekazywane do pamięci będą przechowywane w banku danych. W oparciu o te informacje w ośrodku obliczeniowym współpracującym z CS będą wyznaczane dobowe harmonogramy pracy obiektów. Harmonogramy te będą składać się z dwóch części. Pierwsza część harmonogramu zawierać będzie te wielkości zadane, które są kontrolowane przez ZOD lub OSM i będzie ona przesyłana do ZOD lub OSM. Do dyspozytorów obiektów podlegających ZOD i OSM będą przesyłane dwie części harmonogramu. Pierwsza część będzie taka sama jak dla lokalnego ośrodka sterowania, ale tylko w zakresie punktów podlegających danemu obiektowi. Druga część będzie obejmować pozostałe wielkości podlegające harmonogramowaniu w danym obiekcie, a nie będące pod bezpośrednią kontrolą ośrodka lokalnego. Dyspozytor CS na podstawie otrzymanych informacji winien nadzorować realizację harmonogramów. W przypadku nieprzewidzianych zmian poborów wody oraz stanów awaryjnych zadaniem dyspozytora CS jest wprowadzanie niezbędnej korekty do harmonogramów. Przewiduje się wyposażenie CS w programy umożliwiające symulację pracy sieci wodociągowej i obiektów.

LITERATURA

- [1] U. POCIASK, J. SZEBESZCZYK, J. SOBSTEŁ: Koncepcja sterowania dla I. etapu realizacji inwestycji "Wodociąg Dzieńkówice". Część funkcjonalna. Gliwice 1983 (niepublikowane)
- [2] U. POCIASK, J. SZEBESZCZYK i inni: Koncepcja urządzenia I etapu realizacji zadania XXIV inwestycji "Wodociąg Dzieńkówice" - Gliwice 1985 (niepublikowane)
- [3] SZEBESZCZYK J. : Optimal Operation of Water Distribution System Consisting of a Water Treatment Plant and Reservoirs. Proceedings of the International IASTED Symposium EES' 83 Acta Press 1983 - Anaheim, Calgary, Zurich
- [4] POCIASK U. : Utilization of a Model of Water Supplying Net for Designing a Measuring System. Proceedings of the International Symposium "Systems Analysis and Simulation", Akademie-Verlag, Berlin 1985
- [5] ŻELEZIK J. : The Closed-loop Control for the Water Supplying System. Proceedings of the International Symposium "Systems Analysis and Simulation", Akademie-Verlag, Berlin 1985

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТЬЮ

Резюме

В статье оговорены задачи преобразования измерительной информации реализованные в реальном времени в отдельных пунктах управления.

MEASUREMENT INFORMATION PROCESSING IN THE CONTROL CIRCUIT OF THE WATER SUPPLY SYSTEM

Summary

The tasks of measurement information processing performed in real-time by the respective control centres are discussed in the paper.

Recenzent: Dr inż. Krzysztof RUTKOWSKI

Wpłynęło do Redakcji 16.06.1987 r.