

Jerzy PRYWER
Politechnika Łódzka
Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych
jerzy.prywer@p.lodz.pl
Wanda PIĄSTKA
Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi Sp. z o. o.
wpiastka@zwik.pl

MONITORING TECHNOLOGICZNY W ŁÓDZKIM SYSTEMIE WODNO-KANALIZACYJNYM

Streszczenie: Sprawne funkcjonowanie systemu wodno-kanalizacyjnego wymaga monitoringu technologicznego urządzeń w nim zainstalowanych. W artykule przedstawiona została charakterystyka łódzkiego systemu wodno-kanalizacyjnego oraz ogólny opis monitoringu i wizualizacji parametrów pracy jego urządzeń. Omówiono także monitoring i wizualizację procesów produkcji wody na przykładzie wodociągu „Dąbrowa”. Scharakteryzowane zostało również działanie systemu monitoringu technologicznego i wizualizacji pracy łódzkiej sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. Ponadto dokonano oceny pewności działania monitoringu technologicznego zainstalowanego w łódzkim systemie wodno-kanalizacyjnym.

Słowa kluczowe: system wodno-kanalizacyjny, monitoring technologiczny.

TECHNICAL MONITORING OF WATER-SEWAGE SYSTEMS IN ŁÓDŹ

Abstract: Efficient usage of water-sewage systems requires technological monitoring of each at the installed devices. This paper describes a characteristic of water-sewage systems in the city of Łódź, providing an overall description of monitoring and visualization of main attributes of devices. Additionally the monitoring system and visualization of water production processes in “Dąbrowa” water systems is presented. This article also characterizes the water-sewage net in Łódź as well as technical monitoring and visualization of this network. Additionally, efficiency of the technical monitoring of the water-sewage network in Łódź is evaluated.

Keywords: water-sewage system, technical monitoring.

1. WPROWADZENIE

Podstawowym zadaniem każdego eksploatatora systemu wodno-kanalizacyjnego jest zapewnienie ciągłości dostawy wody do odbiorców i odprowadzanie ścieków, w sposób gwarantujący wysoką jakość tych usług oraz realizację ich przy jak najmniejszych kosztach. Warunkiem tego jest między innymi odpowiednie, czyli przy wykorzystaniu różnych nowoczesnych technik, monitorowanie prowadzonych procesów, tj. regularne jakościowe i ilościowe pomiary oraz obserwacje wielu różnorodnych parametrów i zjawisk charakteryzujących funkcjonowanie tego systemu.

W łódzkim systemie wodno-kanalizacyjnym monitoring taki stosowany jest już od wielu lat. Pierwotnie oparty on był o zwykłe łącza telefoniczne i radiowe oraz proste układy sygnalizacji i pomiarów. Dotyczył on w zasadzie tylko parametrów istotnych dla samej dystrybucji wody, to jest jej ciśnienia i natężenia przepływu. W związku z tym był realizowany jedynie w kilku wybranych punktach miasta. W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku zaczął być wypierany przez nowocześniejszy – komputerowy system monitoringu technologicznego, połączony z wizualizacją prowadzonych procesów wraz z elementami zdalnego sterowania. System ten w ciągu kolejnych kilkunastu lat podlegał wciąż sukcesywnej rozbudowie, przechodząc różne modyfikacje i nadal jest rozwijany i unowocześniany. Obecnie obejmuje już swoim zasięgiem każdy rodzaj procesu związanego z produkcją i dostawą wody do jej użytkowników oraz odbiorem ścieków, aczkolwiek nie wszystkie segmenty wchodzące w skład systemu wodno-kanalizacyjnego objęte są już monitoringiem.

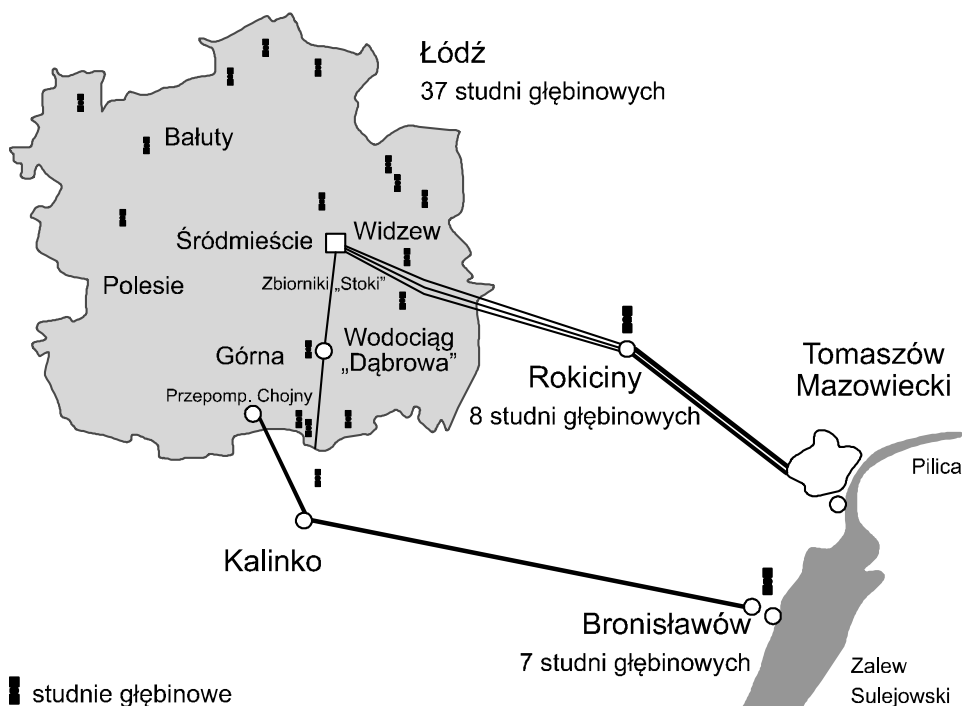
2. KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA ŁÓDZKIEGO SYSTEMU WODNO-KANALIZACYJNEGO

Podstawowym źródłem wody dla miasta są ujęcia wód podziemnych z 37 studni głębinowych, usytuowanych na terenie Łodzi oraz poza jej granicami. Wchodzą one w skład trzech dużych, niezależnych systemów wodociągowych związanych z pozyskiwaniem wody, tj. systemu „Łódź” (obiekty na terenie miasta Łodzi) oraz „Sulejów” i „Tomaszów” (obiekty poza Łodzią). Do Łodzi dostarczana jest także – w ilości około 10% zapotrzebowania – woda z rzeki Pilicy (system „Tomaszów”). W systemach tych, oprócz ujmowania wody, prowadzone są także procesy jej uzdatniania i dezynfekcji oraz tłoczenia do sieci (rys. 1).

Sieć wodociągowa Łodzi (magistralna i rozdzielcza) zasilana jest w znacznej części grawitacyjnie, z głównego zbiornika magazynowego usytuowanego w jednym z najwyższych punktów miasta (w okolicach osiedla Stoki), do którego woda tłoczona jest z systemów wodociągowych „Łódź” oraz „Tomaszów”. Pozostała część sieci pracuje w układzie ciśnienia wytworzonego przez pompownie strefowe wchodzące w skład systemów „Sulejów” i „Łódź”.

System kanalizacyjny Łodzi (kanalizacja sanitarna, ogólnospławna i deszczowa), podobnie jak sieć wodociągowa, pracuje w znacznej części grawitacyjnie. W systemie tym funkcjonuje także osiemnaście małych przepompowni ście-

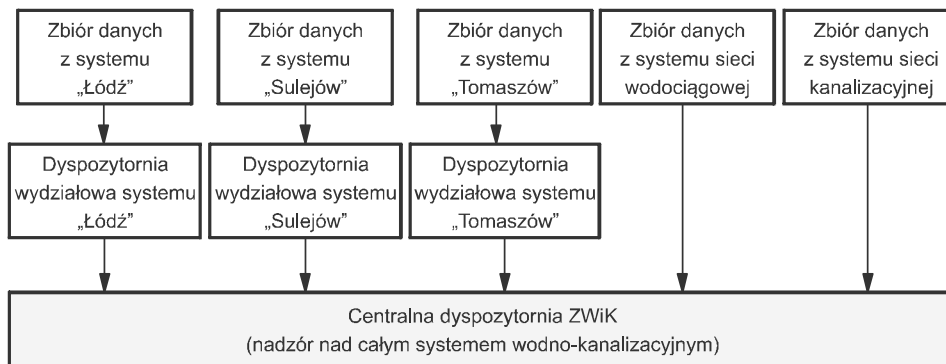
ków, które wspomagają system grawitacyjny. Ścieki sanitarne i ogólnospławne odprowadzane są do Grupowej Oczyszczalni Ścieków (GOŚ), usytuowanej w jednym z najniższych punktów miasta (w okolicach zachodniej granicy miasta, koło rzeki Ner), samodzielnego podmiotu gospodarczego, niezależnego od Zakładu Wodociągów i Kanalizacji (ZWiK). W układzie kanalizacji ogólnospławnej znajduje się osiemnaście przelewów burzowych, skanalizowanych do kilkunastu małych rzek na terenie Łodzi, których nurty ukryte są w kanałach.



Rys. 1. Mapa źródeł zasilania Łodzi w wodę

Fig. 1. Map of Łódź city water sources

Nad prawidłowym działaniem całego systemu wodno-kanalizacyjnego Łodzi czuwa centralna dyspozytornia ZWiK i współpracujące z nią dyspozytornie wydziałowe (rys. 2), nadzorujące pracę poszczególnych systemów wodociągowych, tzn. „Łódź”, „Sulejów” i „Tomaszów”. Dyspozytornie te wykorzystują do tego celu szereg informacji z terenu, w tym głównie przesyłanych w ramach istniejącego systemu monitoringu technologicznego i wizualizacji pracy urządzeń zainstalowanych w całym łódzkim systemie wodno-kanalizacyjnym.



Rys. 2. Schemat ideowy sposobu nadzorowania łódzkiego systemu wodno-kanalizacyjnego

Fig. 2. Chart which explains overseeing of Łódź city water-sewage systems

3. OGÓLNY OPIS MONITORINGU TECHNOLOGICZNEGO I WIZUALIZACJI PRACY ŁÓDZKIEGO SYSTEMU WODNO-KANALIZACYJNEGO

Architektura systemu monitoringu technologicznego i wizualizacji pracy łódzkiego systemu wodno-kanalizacyjnego oparta jest na kilku serwerach, kontaktujących się ze związanymi z nimi różnego rodzaju obiektami usytuowanymi w terenie (przekazywanie poleceń wykonawczych i zbieranie danych). Serwery te są zlokalizowane tam, gdzie znajdują się dyspozytornie (centralna i wydziałowe) – rys. 2 oraz ważniejsze (w znaczeniu dużej złożoności prowadzonych tam procesów) obiekty produkcji wody. Do serwerów dyspozytorni wydziałowych przesyłane są kompleksowo dane technologiczne i elektryczne dotyczące procesów produkcji wody, natomiast do serwera centralnej dyspozytorni – informacje dotyczące pracy sieci wodociągowo-kanalizacyjnej oraz wybrane parametry dotyczące procesów otrzymywania wody, przesyłane z serwerów dyspozytorni wydziałowych.

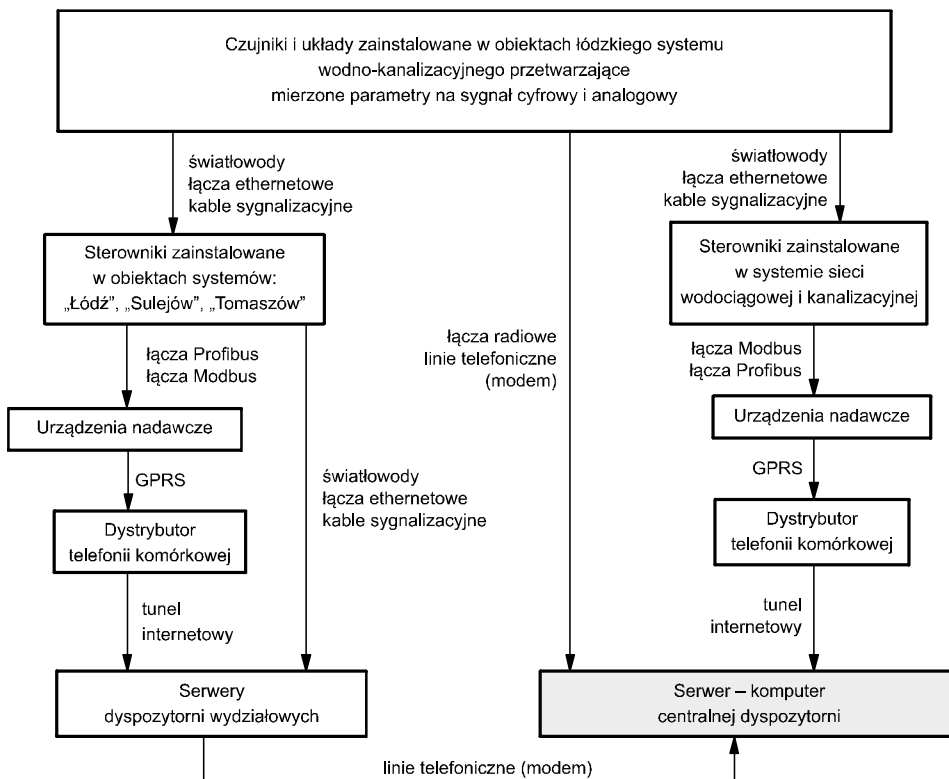
Układ wizualizacji funkcjonowania poszczególnych elementów systemu wodno-kanalizacyjnego opracowany został na bazie specjalistycznego programu Scada, działającego w środowisku operacyjnym Windows. W oparciu o ten program utworzonych zostało wiele oddzielnych, ale kompatybilnych ze sobą, aplikacji, przy czym każda z nich obejmuje jakiś określony proces lub kilka procesów powiązanych ze sobą, np.:

- pracę i sterowanie poszczególnymi obiektami występującymi w systemie „Łódź” lub „Sulejów”, bądź „Tomaszów” (w tym: wydobywanie, uzdatnianie, dezynfekcję, gromadzenie i tłoczenie wody, ocenę jej jakości oraz pomiar ilości produkowanej wody);
- pracę głównych zbiorników wody czystej, w tym ocenę jakości oraz pomiar ilości wody przesyłanej do sieci;
- pracę i sterowanie armaturą liniową – regulacyjną sieci wodociągowej;

- pracę poszczególnych pompowni sieci kanalizacyjnej, w tym wielkości strumieni przepływających ścieków;
- pracę przelewów burzowych;
- pracę urządzeń zlokalizowanych w punktach pomiaru natężenia deszczu (deszczomierzy).

W ramach każdej z aplikacji, podgląd prowadzonych procesów odbywa się jednocześnie w kilku miejscach:

- na panelach operatorskich rozdzielni sterowniczych zamontowanych w miejscach, gdzie prowadzone są procesy sterowania lokalnego (opcja);
- na tablicach synoptycznych i/lub na komputerach PC zainstalowanych w tzw. sterowniach – miejscach, w których funkcjonuje obsługa danego obiektu produkcyjnego;
- na tablicach synoptycznych i/lub wielkogabarytowych monitorach oraz komputerach PC, zainstalowanych w dyspozytorniach wydziałowych i centralnej dyspozytorni.



Rys. 3. Schemat ideowy systemu monitoringu i wizualizacji parametrów pracy urządzeń łódzkiego systemu wodno-kanalizacyjnego

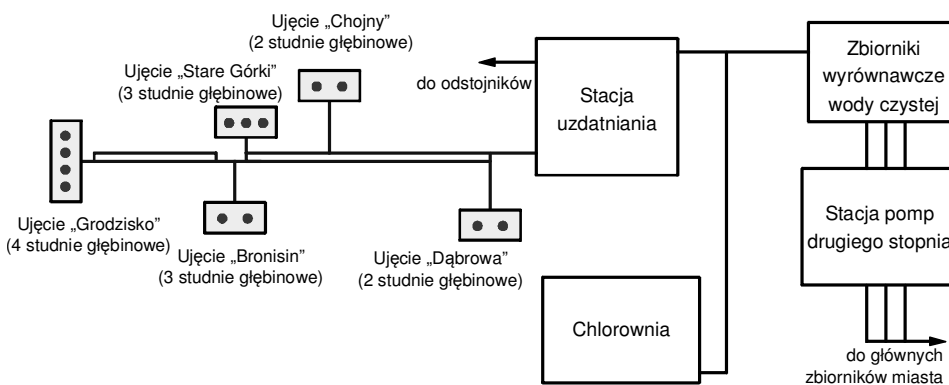
Fig. 3. Chart describing monitoring and visualization attributes of used devices in Łódź city water-sewage systems

System monitoringu i wizualizacji pracy urządzeń zainstalowanych w łódzkim systemie wodno-kanalizacyjnym tworzą (rys. 3):

- różnego typu czujniki i układy przetwarzające mierzone parametry (technologiczne oraz elektryczne) na sygnał cyfrowy i analogowy;
- światłowody i różnego rodzaju łącza do transmisji sygnałów cyfrowych (Profibus, Modbus, łącza ethernetowe, GPRS, linie telefoniczne itp.);
- urządzenia nadawcze;
- urządzenia odbiorcze (sterowniki, serwery, komputery).

4. MONITORING I WIZUALIZACJA PROCESÓW PRODUKCJI WODY NA PRZYKŁADZIE JEDNEGO Z UKŁADÓW SYSTEMU WODOCIĄGOWEGO „ŁÓDŹ”

W systemie „Łódź” funkcjonuje kilkanaście niezależnych układów wodociągowych, z których te największe objęte są już komputerowym monitoringiem procesów technologicznych i wizualizacją parametrów pracy urządzeń w nich występujących, z odrębnymi dla każdego z nich aplikacjami komputerowymi, ale o podobnym charakterze. Największym i najważniejszym z tych układów jest wodociąg „Dąbrowa”, pokrywający około 1/3 dziennego zapotrzebowania odbiorców wody w mieście. W jego skład wchodzi trzynaście studni głębinowych, usytuowanych na pięciu odrębnych ujęciach wody, oraz stacja wodociągowa. Zlokalizowana jest na niej stacja uzdatniania wody z podczyszczalnią ścieków technologicznych, chlorownia z dwiema różnymi instalacjami do dezynfekcji (dwutlenkiem chloru i podchlorynem sodu), zbiorniki wyrównawcze wody czystej oraz pompownia drugiego stopnia, która tłoczy wodę do głównych zbiorników magazynowych miasta (rys. 4).



Rys. 4. Schemat technologiczny wodociągu „Dąbrowa”

Fig. 4. Technological chart of “Dąbrowa” water systems

W wodociągu „Dąbrowa” poszczególne ujęcia wody, zawierające 2÷4 studni głębinowych (rys. 4) oraz stacja wodociągowa zlokalizowane są na wydzielonych terenach odległych od siebie od kilku do kilkunastu kilometrów,

zaś w obrębie danego wydzielonego terenu poszczególne obiekty produkcyjne znajdują się w odległości od kilku do kilkuset metrów.

Wszystkie obiekty wodociągu „Dąbrowa” są zautomatyzowane – regulacja i sygnalizacja jego pracy realizowana jest poprzez odpowiednio zaprogramowane sterowniki z panelami operatorskimi, będące wyposażeniem każdej z rozdzielni zasilająco-sterowniczej zainstalowanej w tych obiektach. Zautomatyzowanie działania tego wodociągu pozwoliło na jego funkcjonowanie z ograniczoną liczebnie i czasowo obsługą wykonywaną przez pracowników nadzorujących urządzenia w nim występujące. Stała obsługa (obecna przez całą dobę) dotyczy jedynie pompowni drugiego stopnia, z urządzeniami o bardzo dużych mocach, wymagających szczególnego nadzoru.

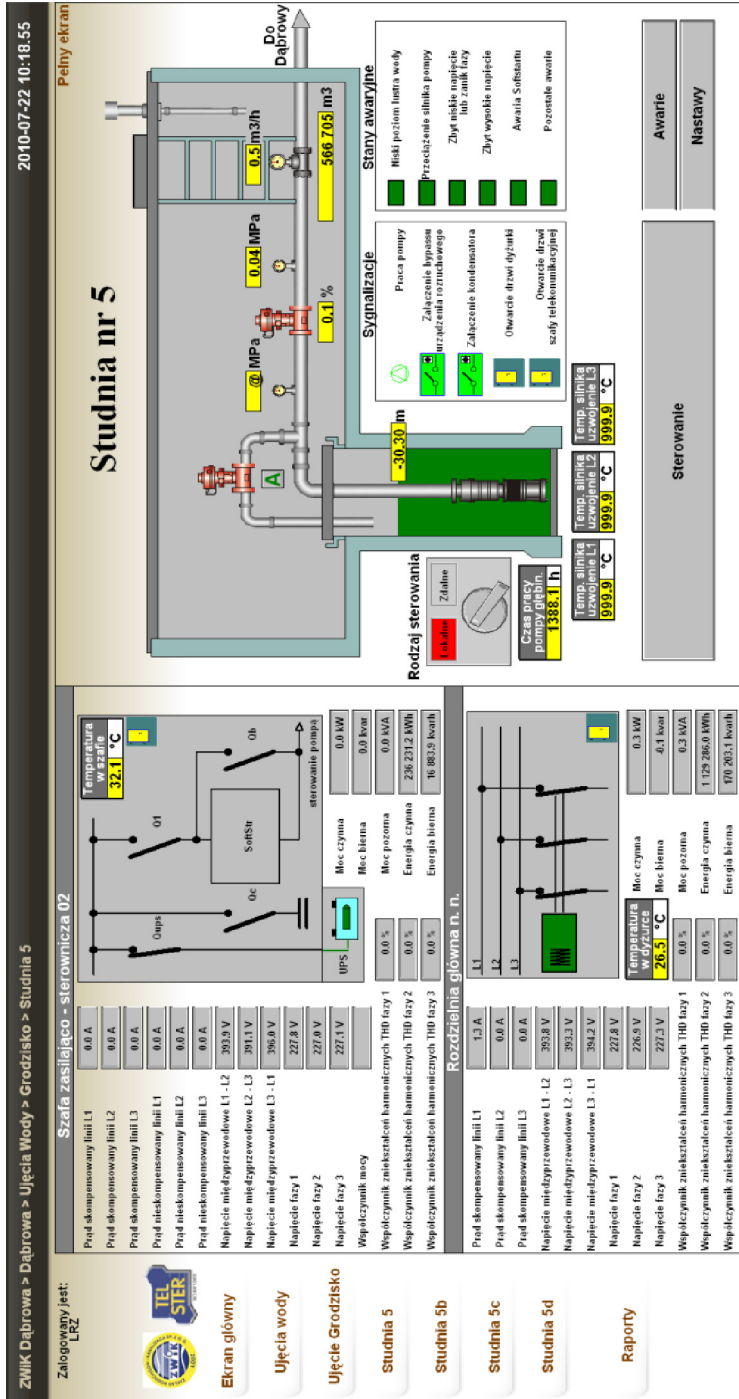
W wybudowanym dla wodociągu „Dąbrowa” systemie monitoringu i wizualizacji parametrów pracy każdy z prowadzonych tu procesów produkcji wody (wydobycie, uzdatnianie, dezynfekcja, gromadzenie i tłoczenie wody) posiada odrębną aplikację komputerową, utworzoną na bazie programu Scada. Aplikacje te umożliwiają bieżący podgląd i ciągłą kontrolę danego procesu. Realizowane jest to za pomocą przedstawianych na monitorze komputera odpowiednich schematów (technologicznych i elektrycznych), z wkomponowanymi w nie mierzonymi parametrami, oraz zdalne – zamiennie względem miejscowego, tj. za pomocą przycisków lub paneli operatorskich zainstalowanych w rozdzielniach zasilająco-sterowniczych – kierowanie tym procesem za pomocą klawiatury lub myszy. Na rys. 5 przedstawiony został widok ekranu ze schematem technologicznym i elektrycznym studni głębinowej nr 5 wodociągu „Dąbrowa”.

Ponadto aplikacje te umożliwiają:

- generowanie alarmów (w tym dźwiękowych i głosowych) po przekroczeniu przyjętych progów wartości określonych parametrów;
- tworzenie i drukowanie wykresów czasowych (trendów) kontrolowanych parametrów, które są wykorzystywane do późniejszych analiz pracy danego obiektu/instalacji, szczególnie w sytuacjach awaryjnych;
- tworzenie i drukowanie raportów pracy poszczególnych obiektów (ujęć wody, stacji uzdatniania wody, chlorowni, pompowni), wg wzoru ustalonego dla danego procesu (celem archiwizacji danych);
- zdalny dostęp do danych na serwerze z poziomu przeglądarki internetowej, co jest istotne z punktu widzenia pracowników nadzoru.

Dane z terenu, z różnych urządzeń stanowiących elementy całego układu automatyki i sygnalizacji pracy wodociągu „Dąbrowa”, przesyłane są – w ramach wspomnianych wcześniej aplikacji – do serwera systemu „Łódź”, zlokalizowanego na terenie stacji wodociągowej. Na terenie tym usytuowana jest również dyspozytornia wydziałowa, nadzorująca cały system „Łódź” (w tym wodociąg „Dąbrowa”). Z serwera dane te (jako kompletne dla całego systemu wodociągowego) przesyłane są jednocześnie do następujących miejsc:

- dyspozytorni wydziałowej – na tablicę synoptyczną (do sterownika tablicy) oraz do komputera PC;
- komputera PC pracowników obsługujących stację uzdatniania wody i chlorownię (obsługa nie całodobowa);



Rys. 5. Widok ekranu ze schematem technologicznym i elektrycznym studni głębinowej nr 5 wodociągu „Dąbrowa” (aplikacja ujęcia wody)

Fig. 5. View of a chart of technological and electrical depth well number 5 use of “Dąbrowa” water systems (application take waters)

- komputera PC pracowników obsługujących pompownię drugiego stopnia wraz ze zbiornikami wyrównawczymi (obsługa całodobowa);
- centralnej dyspozytorni – do serwera-komputera oraz na tablicę synoptyczną (tylko w zakresie wybranych danych, istotnych dla dystrybucji wody).
Struktura transmisji danych (przepływu informacji) została dopasowana do istniejących warunków terenowych, wybudowanej już wcześniej infrastruktury oraz do organizacji związanej z obsługą poszczególnych obiektów przez określonych pracowników.

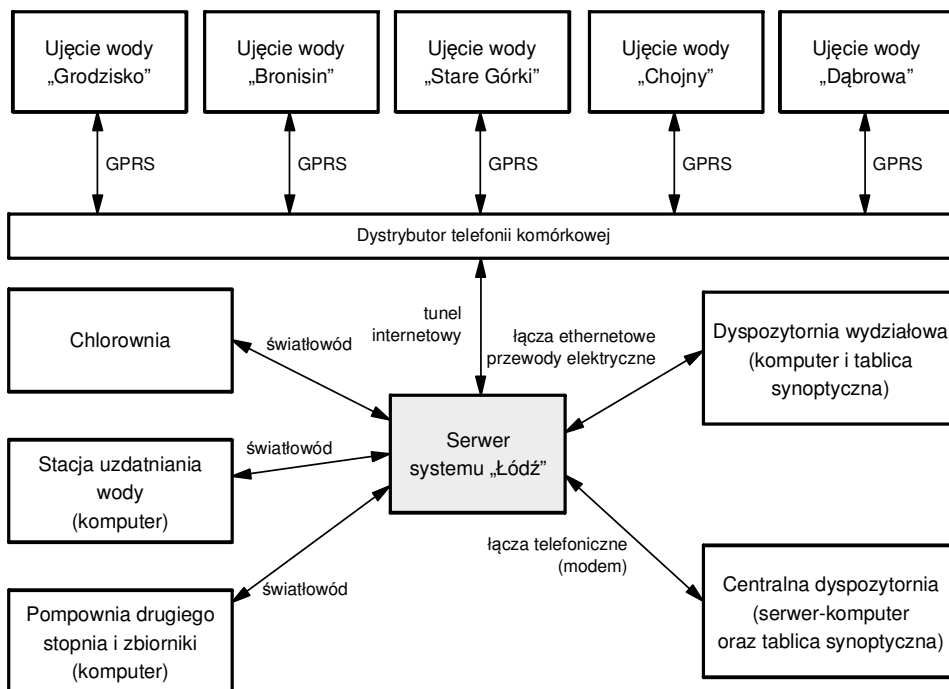
Do transmisji tej wykorzystano różnego rodzaju urządzenia i instalacje, a mianowicie:

- przy transmisji pomiędzy każdym z ujęć wody a serwerem:
 - sterowniki rozdzielni zasilająco-regulacyjnych ujęć wody, do których podłączone są poszczególne urządzenia układu automatyki i sygnalizacji pracy tych obiektów;
 - urządzenia nadawcze sieci komórkowej;
 - łącza Profibus i Modbus ułożone pomiędzy wspomnianymi wyżej sterownikami a urządzeniami nadawczymi;
 - łącze GPRS (do wybranego dystrybutora telefonii komórkowej) oraz tunel internetowy tego dystrybutora;
- przy transmisji na terenie stacji wodociągowej, tj. pomiędzy stacją uzdatniania wody, chlorownią i pompownią drugiego stopnia a serwerem:
 - sterowniki rozdzielni zasilająco-regulacyjnych każdego z tych obiektów, do których podłączone są urządzenia układu automatyki i sygnalizacji pracy;
 - szafki dystrybucyjne zamontowane w każdym z tych obiektów;
 - łącza ethernetowe pomiędzy sterownikami a szafkami dystrybucyjnymi oraz komputerami PC systemu monitoringu i wizualizacji parametrów pracy;
 - światłowody ułożone w ziemi pomiędzy poszczególnymi obiektami (szafkami dystrybucyjnymi) a serwerem;
- przy transmisji między serwerem a komputerem PC oraz tablicą synoptyczną w dyspozytorni wydziałowej – przewody elektryczne montażowe i łącza ethernetowe;
- w przypadku transmisji między serwerem systemu „Łódź” a serwerem-komputerem centralnej dyspozytorni – łącze telefoniczne (modem telefoniczny), planowane w najbliższej przyszłości do wymiany na rozwiązanie bardziej pewne – łącze światłowodowe.

Uproszczony schemat transmisji informacji w systemie wodociągu „Dąbrowa” przedstawiony został na rys. 6.

Komputery, do których wysyłane są dane z serwera systemu „Łódź” – zwane inaczej stacjami klienckimi – służą jednocześnie do zdalnego sterowania urządzeniami danego obiektu. Poziom tego sterowania nie jest dla wszystkich stacji jednakowy. Uzależniony jest on od uprawnień nadanych danej stacji, adekwatnych do zakresu obowiązków określonej grupy pracowników obsługi. Najwięcej uprawnień mają pracownicy obsługi pompowni drugiego stopnia, co wy-

nika wprost z faktu, iż jest to jedyne stanowisko, gdzie obsługa prowadzona jest przez całą dobę. Pracownicy ci mogą sterować – poprzez komputer – praktycznie wszystkimi obiektami wodociągu „Dąbrowa”. Sterowanie obiektami obsługiwanymi okresowo przez grupę innych wyznaczonych do tego celu pracowników dotyczy jedynie sytuacji, gdy obiekty te pracują w danym momencie bezobsługowo.



Rys. 6. Schemat transmisji informacji w systemie wodociągu „Dąbrowa”

Fig. 6. Chart of information transmission in “Dąbrowa” water systems

W systemie wodociągu „Dąbrowa” monitorowane są następujące parametry:

- przepływy wody (chwilowe i sumaryczne), na różnych etapach procesu produkcji wody;
- poziom lustra wody w studniach głębinowych, zbiornikach wyrównawczych i innego typu zbiornikach układu technologicznego;
- poziom lustra ścieków w zbiornikach układu podczyszczania ścieków technologicznych;
- ciśnienia w różnych punktach układu technologicznego;
- stopień otwarcia armatury odcinającej w instalacjach technologicznych i rurociągach przesyłowych;

- parametry elektryczne (natężenie prądu, napięcie, moc) na wejściu układu zasilania energetycznego oraz doprowadzane do różnego typu odbiorników;
- temperatura uzwojeń silników wybranych odbiorników;
- zużycie energii elektrycznej;
- jakość produkowanej wody – w zakresie mętności i stężenia chloru.

Nadmienić należy, że na bazie rejestrowanych parametrów pracy stworzony został w opisywanym systemie monitoringu i wizualizacji specjalny algorytm obliczający aktualną sprawność podwodnych agregatów pompowych (pomp głębinowych) zamontowanych w poszczególnych studniach wodociągu „Dąbrowa”. Algorytm ten jest użytecznym narzędziem dla pracowników nadzorujących pracę wodociągu „Dąbrowa”, umożliwiającym prawidłową bieżącą ocenę energochłonności zainstalowanych urządzeń. Ułatwia to racjonalne gospodarowanie pobieraną energią elektryczną oraz posiadanymi – przeznaczonymi do pracy w studniach głębinowych – pompami głębinowymi, a tym samym optymalizację kosztów eksploatacyjnych generowanych w procesach produkcji wody.

5. MONITORING I WIZUALIZACJA PRACY SIECI WODOCIĄGOWEJ I KANALIZACYJNEJ

Zasada działania systemu monitoringu technologicznego i wizualizacji pracy urządzeń sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, połączonego ze zdalnym sterowaniem ich parametrami, jest analogiczna do występującej w systemach związanych z produkcją wody. Transmisja danych pomiędzy tymi urządzeniami a serwerem-komputerem w centralnej dyspozytorni odbywa się jednak nie tylko poprzez łącze GPRS, ale również drogą radiową (radiomodemy). Ta druga forma transmisji danych dotyczy najstarszych elementów istniejącego systemu monitoringu i wizualizacji parametrów pracy, stopniowo zastępowanych nowocześniejszymi urządzeniami.

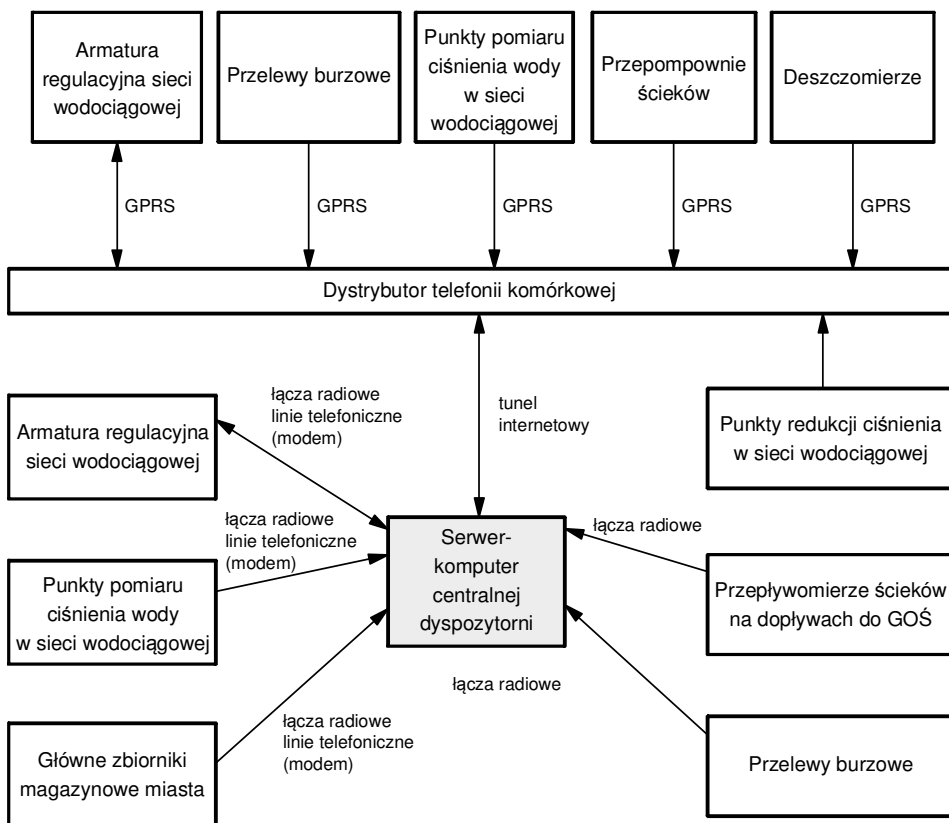
W ramach utworzonych dla tych sieci aplikacji komputerowych istnieje możliwość zdalnego – z pozycji centralnej dyspozytorni:

- kontrolowania ciśnienia wody w rurociągach magistralnych i w wybranych sieciach osiedlowych miasta oraz w niektórych punktach z centralnymi reduktorami ciśnienia;
- kontrolowania stanu zapasu magazynowego wody czystej dla miasta (kontrola wielkości aktualnych dopływów do zbiorników, poziomu wody w tych zbiornikach, jakości wody w zakresie mętności i stężenia chloru na dopływach i odpływach ze zbiorników);
- sterowania strategiczną armaturą odcinającą przepływ zainstalowaną na sieci wodociągowej (np. wydzielającą strefy ciśnień lub dopływy wody do wybranych dużych odbiorców);
- kontrolowania pracy wszystkich przepompowni ścieków funkcjonujących na terenie miasta (kontrola natężenia przepływu ścieków, poboru energii elektrycznej, poziomu ścieków w zbiornikach przepompowni);

- kontrolowania natężenia przepływu ścieków na wszystkich dopływach do Grupowej Oczyszczalni Ścieków (GOŚ);
- kontrolowania natężenia przepływu ścieków we wszystkich przelewach burzowych kanalizacji ogólnospławnej miasta (na odpływach do rzek);
- kontrolowania poziomu opadów deszczu w tych punktach miasta, gdzie zainstalowane są deszczomierze.

Spływające do centralnej dyspozytorni informacje dotyczące pracy sieci wodno-kanalizacyjnej – połączone z informacjami z poszczególnych systemów i układów produkcji wody – pozwalają na prawidłową ocenę pracy danej sieci i podejmowanie szybkich działań w warunkach zmiennych poborów wody i wystąpienia ewentualnych sytuacji awaryjnych.

Schemat transmisji informacji dotyczących pracy łódzkiej sieci wodociągowej i kanalizacyjnej przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Schemat transmisji informacji dotyczących pracy łódzkiej sieci wodociągowej i kanalizacyjnej

Fig. 7. Chart of information transmission in Łódź city water-sewage net

6. OCENA PEWNOŚCI DZIAŁANIA MONITORINGU TECHNOLOGICZNEGO I WIZUALIZACJI PRACY URZĄDZEŃ ŁÓDZKIEGO SYSTEMU WODNO-KANALIZACYJNEGO

Z doświadczeń Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi wynika, że zastosowane rozwiązania techniczne w wykonanym układzie monitoringu technologicznego i wizualizacji pracy urządzeń łódzkiego systemu wodno-kanalizacyjnego nie zapewniają jednakowego poziomu pewności jego działania.

Najpewniejszymi w działaniu są rozwiązania z transmisją danych poprzez światłowody. Czas przesyłania (transmisji) informacji jest wówczas krótki i przekazywane są one praktycznie bez zakłóceń. Ma to szczególne znaczenie, gdy transmisja informacji połączona jest bezpośrednio z procesami zdalnego sterowania. Te rozwiązania są jednak drogie i praktycznie stosowane tylko lokalnie – na wydzielonych terenach obiektów produkcyjnych, gdzie nie ma ograniczeń przy budowie tego typu infrastruktury. Nie wyklucza się jednak możliwości wykorzystania w przyszłości innych – istniejących lub planowanych do realizacji w najbliższym okresie na terenie miasta – struktur światłowodowych.

Niezbyt pewna i zawodna w działaniu jest transmisja informacji oparta o łącza GPRS i telefonię komórkową. Przy tego typu rozwiązaniach, tam, gdzie mamy do czynienia z dużym pakietem przekazywanych informacji, należy liczyć się z transmisją w czasie sięgającym kilku minut (tym dłuższym, im więcej informacji jest do przesłania). Ponadto mogą występować także przerwy w transmisji danych, wynoszące niekiedy nawet kilkadziesiąt minut. Powoduje to ryzyko zbyt późnych reakcji ze strony zdalnej obsługi i nadzoru w sytuacjach awaryjnych, kiedy działania powinny być podejmowane w zasadzie natychmiastowo, w celu ograniczenia do minimum skutków tych awarii, a tym samym ich kosztów.

Zastosowane urządzenia wykonawcze najnowszej generacji (elektroniczne, cyfrowe) – służące do mierzenia określonych parametrów i do sterowania pracą urządzeń – praktycznie nie powodują istotnych problemów. Ich działanie w normalnych warunkach pracy jest w zasadzie niezawodne, co jest skutkiem m.in. zastosowanej odpowiedniej (o wysokim standardzie) ochrony przeciwprzepięciowej tych urządzeń.

Urządzenia wykonawcze starszego typu i używane jeszcze łącza radiowe także nie są źródłem poważnych problemów w działaniu monitoringu i wizualizacji. Wynika to głównie z tego, że są one stosowane tylko w prostych układach sygnalizacji pracy sieci wodociągowej, a także dlatego, że ich ilość oraz zasięg działania jest bardzo ograniczony i sukcesywnie zmniejszany zastępującymi je nowszymi urządzeniami technicznymi.

7. PODSUMOWANIE

- Istniejący układ monitoringu technologicznego i wizualizacji pracy urządzeń łódzkiego systemu wodno-kanalizacyjnego jest rozwiązaniem otwartym, pozwalającym na jego ciągłą rozbudowę i unowocześnianie. Obejmuje on praktycznie każdy rodzaj procesu związanego z produkcją i dystrybucją wody oraz odbiorem ścieków, aczkolwiek nie dotyczy to jeszcze wszystkich obiektów występujących w systemie wodno-kanalizacyjnym.
- Struktura tego systemu zapewnia zróżnicowany poziom ilości przesyłanych informacji, adekwatny do ustalonej odpowiedzialności na danym stopniu nadzoru i obsługi kontrolowanych procesów oraz zastosowanych urządzeń.
- Przyjęte rozwiązania techniczne, oparte o urządzenia najnowszej generacji, umożliwiają prawidłową bieżącą ocenę pracy całego systemu wodno-kanalizacyjnego i poszczególnych jego elementów, a także podejmowanie szybkich i prawidłowych działań w warunkach jego typowej i nietypowej pracy, bądź ewentualnych sytuacji awaryjnych. Aplikacje komputerowe zastosowane w układzie monitoringu i wizualizacji pracy urządzeń łódzkiego systemu wodno-kanalizacyjnego pozwalają na odpowiednie przetwarzanie informacji uzyskanych z terenu i zarejestrowanych, co przekłada się bezpośrednio na optymalizację kosztów jego eksploatacji i wysoką jakość prowadzonych procesów oraz usług w zakresie dostawy wody i odbioru ścieków.

8. LITERATURA

- [1] Piechurski F.: *Systemy monitoringu w sieci wodociągowej. Wskaźniki pod obserwacją*, Magazyn Instalatora nr 10 (158), 2011.
- [2] *Dokumentacja techniczna (projekty wykonawcze) dotycząca systemu monitoringu technologicznego i wizualizacji pracy urządzeń w obiektach ZWiK Sp. z o. o. w Łodzi* (zasoby archiwalne ZWiK).
- [3] Ullman J.D., Widom J.: *Podstawowy wykład z systemów baz danych*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2000.
- [4] Białasiewicz J.T.: *Falki i aproksymacje*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2000.