

Zabezpieczenie dostawy wody w warunkach bardzo zmiennych rozbiórów

Wanda Piątka

Ważnym problemem, z jakim spotyka się eksploatacja systemu zaopatrzenia w wodę, są zmienne rozbiory w okresie jednej doby, jak również w ciągu roku. Ta zmienność pociąga za sobą określone utrudnienia w zakresie utrzymania ciągłej dostawy do odbiorców wody o wymaganych parametrach ciśnienia. Może to generować również wysokie koszty tej dostawy, jeśli pompownia, stanowiąca element tego systemu, jest „nieodpasowana” do warunków pracy sieci lub niewłaściwie eksploatowana. Ważne jest zatem, by pompownie pracujące w warunkach bardzo zróżnicowanych rozbiórów zostały zaprojektowane, wybudowane i później eksploatowane z uwzględnieniem wszystkich aspektów związanych z tym problemem.

Pompownie w systemie zaopatrzenia w wodę miasta Łodzi

Sieć wodociągowa Łodzi zasilana jest w znacznej części grawitacyjnie, z głównego zbiornika magazynowego usytuowanego w jednym z najwyższych punktów miasta, do którego woda tłoczona jest z kilku różnych systemów wodociągowych. Pozostała część sieci pracuje w układzie ciśnienia wytworzonego przez pompownie strefowe.

W systemie zaopatrzenia miasta Łodzi w wodę pracuje w sumie dziewięć pompowni, o bardzo zróżnicowanym charakterze pracy i wydajności. Wśród nich wyróżniamy:

- pompownie, które tłoczą wodę z różnych systemów wodociągowych do wspomnianego wyżej zbiornika magazynowego, skąd dalej woda przesyłana jest do sieci wodociągowej grawitacyjnie;
 - pompownie, które wspomagają układ grawitacyjny – pracują w oparciu o lokalne systemy wodociągowe i dostarczają wodę bezpośrednio do sieci miejskiej, zasilanej jednocześnie z głównego zbiornika magazynowego;
 - pompownie z pompami z regulowaną prędkością obrotową, które przesyłają wodę do wydzielonych lokalnych stref ciśnienia i które pracują w oparciu albo o wodę z kolejnych systemów wodociągowych, albo dostarczaną z sieci wodociągowej.
- Schemat ideowy systemu zasilania Łodzi z wyszczególnionych wyżej typów pompowni przedstawia rys. 1.

Jedną z nich – Przepompownia „Telefoniczna” – pracuje w warunkach bardzo zróżnicowanych rozbiórów. Projektowana była pod potrzeby nigdy niewybudowanego osiedla mieszkaniowego z planowanym wysokim budownictwem mieszkaniowym. Pierwotnie pracowała w oparciu o układ hydroforowy, który zasilano 7 pomp tłocznych o przewymiarowanych w stosunku do rzeczywistych potrzeb parametrach pracy. Obiekt charakteryzowała duża awaryjność oraz wysokie koszty eksploatacji z uwagi na nadmierne zużycie energii elektrycznej (wysoki wskaźnik energochłonności). W 2011 roku, w trudnych – ze względu technicznych ograniczeń – warunkach utrzymania ciągłej do-

Streszczenie: Jednym z obiektów systemu zaopatrzenia miasta Łodzi w wodę jest Przepompownia „Telefoniczna”, która pracuje w warunkach bardzo zróżnicowanych rozbiórów. Projektowana była pod potrzeby nigdy niewybudowanego osiedla mieszkaniowego, z planowanym pierwotnie wysokim budownictwem mieszkaniowym. Obecnie tłoczy wodę w dwie strefy ciśnienia – do rozległej sieci wodociągowej osiedla z niskimi zabudowaniami i przyległymi do nich działkami ogrodnymi. Pierwotnie pracowała w oparciu o układ hydroforowy i jako przewymiarowana generowała wysokie koszty eksploatacji. W 2011 roku przeprowadzono jej kompleksową modernizację, z zastosowaniem najnowszej generacji rozwiązań technicznych w układzie technologicznym i elektrycznym. W pompowni zainstalowanych jest w sumie 9 pomp, sterowanych automatycznie poprzez przetwornicę częstotliwości, co zapewniło ciągłą, o tych samych parametrach ciśnienia, dostawę wody do odbiorców, niezależnie od aktualnych rozbiórów w sieci. Obsługa pompowni ograniczona jest tylko do kilku godzin dziennie, ale obiekt jest non stop monitorowany i wizualizowany komputerowo w kilku miejscach nadzoru. Pracę urządzeń Przepompowni „Telefoniczna” charakteryzuje wysoki stopień niezawodności i niskie koszty eksploatacji. Obecnie jest to jeden z najnowocześniejszych obiektów tego typu w systemie zaopatrzenia miasta Łodzi w wodę.

Abstract: *The Telefoniczna Pumping Station is one of the facilities making up the water distribution system of the city of Łódź. The station is characterised by a highly non-uniform water demand. It was designed to supply water to the tall-building housing area which was never erected. Currently it pumps water into two separate pressure zones: a widespread water system of low-building housing district and neighbouring allotments. Originally the station's system was based on hydrophore pumps and, as it was oversized, its operation costs were high. In 2011 it was modernised and latest technological solutions were implemented in its electrical and processing systems. There are nine pumps mounted in the station. These are controlled automatically by a frequency converter, which provides for a continuous supply of constant-pressure water, irrespective of the momentary demand. The station needs to be attended for only a couple hours daily, it is constantly monitored and computer visualisations are available at several supervision sites. All the devices of the Telefoniczna Pumping Station are highly reliable and inexpensive to run. Presently, it is one of the most modern installations of its kind in the water supply system of Łódź.*

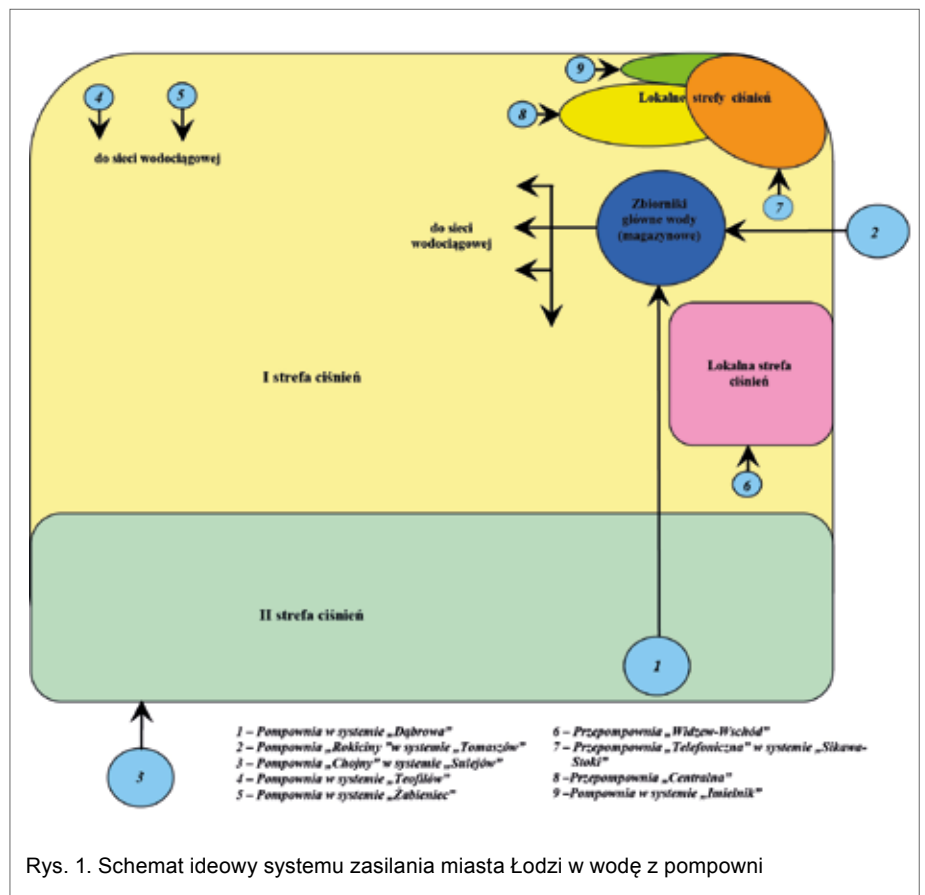
stawy wody z tego obiektu, przeprowadzono kompleksową modernizację przepompowni, z zastosowaniem najnowszej generacji rozwiązań technicznych.

Charakterystyka Przepompowni „Telefoniczna”

Przepompownia „Telefoniczna” jest elementem Wodociągu „Sikawa-Stoki”, pracującego w oparciu o wodę z ujęć wód podziemnych tego systemu, jak również z innego systemu wodociągowego – „Tomaszów”. Jej zadaniem jest przetłoczenie tej wody do wydzielonej, dość rozległej sieci wodociągowej osiedla Sikawa-Stoki, w dwie strefy ciśnienia o rzędnych wyższych niż rzędna poziomu wody w centralnych zbiornikach miasta Łodzi, zasilających grawitacyjnie sieć miejską.

W rejonie tym znajdują się niskie zabudowania, stanowiące głównie budownictwo jednorodzinne, z przyległymi do nich działkami ogrodniczymi. Z tych względów charakteryzuje go znaczna rozpiętość w ciągu roku w zakresie rozbiorów: w strefie niskiego ciśnienia (SNC) rozbiory te wahają się w przedziale od 10 m³/h (godziny nocne w okresie zimy) do 200 m³/h (godziny wieczorne w okresie wiosenno-letnim, związanym z wegetacją roślin), zaś w strefie wysokiego ciśnienia (SWC) – od 10 do 300 m³/h.

Doprowadzona do zbiorników wyrównawczych woda pobierana jest pompami odśrodkowymi wyposażonymi w układ regulacji prędkości przepływu, zapew-

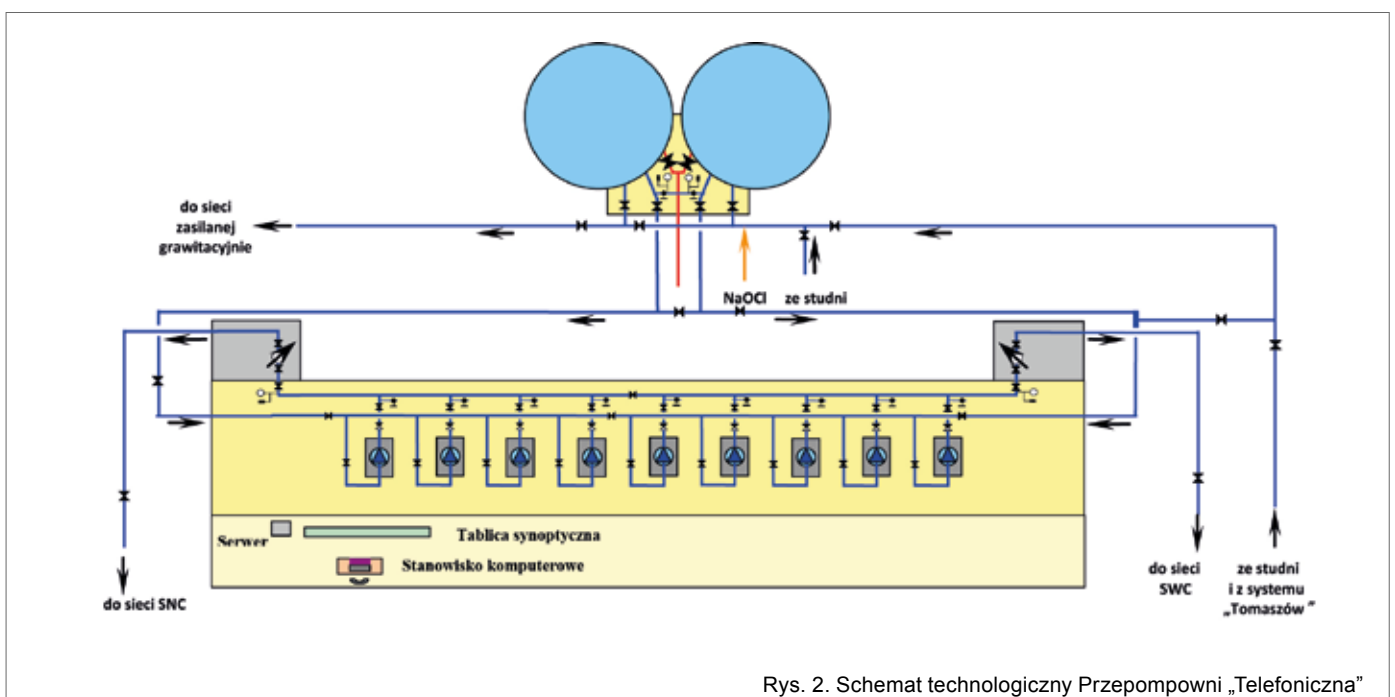


Rys. 1. Schemat ideowy systemu zasilania miasta Łodzi w wodę z pompowni

niający utrzymanie ciśnienia wody w sieci wodociągowej na wymaganym poziomie dla danej strefy. Przed wpłynięciem do zbiorników woda poddawana jest dezynfekcji, celem zabezpieczenia jej przed ewentualnym wtórnym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym na drodze jej

przesyłu do odbiorców. Schemat technologiczny Przepompowni „Telefoniczna” przedstawia rys. 2

W pompowni zainstalowanych jest 9 sztuk tłocznych agregatów pompowych, ustawionych w układzie równoległym (rys. 3):



Rys. 2. Schemat technologiczny Przepompowni „Telefoniczna”

- w SNC – 4 szt., o parametrach pracy: $Q = 67 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 45 \text{ m}$ sł. w., $P_{\text{silnika}} = 15 \text{ kW}$;
- w SWC – 5 szt., o parametrach pracy: $Q = Q = 75 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 65 \text{ m}$ sł. w., $P_{\text{silnika}} = 30 \text{ kW}$.

Typ agregatów pompowych dobierany był w drodze przeprowadzonej analizy ekonomicznej pod kątem energochłonności i kosztów zakupu tych urządzeń.

Układ rurociągu ssawno-tłocznego pompowni wyposażony jest w typową armaturę wodociągową (przepustnice i zawory zwrotne) i manometry. Agregaty pompowe podłączone są do rurociągu ssawno-tłocznego poprzez elastomeryczne łączniki kompensacyjne, chroniące je przed nadmiernymi drganiami. Na rurociągach tłocznych poszczególnych pomp zamontowane są króćce z zaworami kulowymi umożliwiającymi przeprowadzenie kontrolnych pomiarów wydajności (sprawności) każdej z pomp, przy użyciu przenośnego przepływomierza z sondą pomiarową wprowadzaną do strugi tłocznej wody. Zbiornice rurociągi tłoczne wyposażone są w elektromagnetyczne mierniki przepływu oraz w urządzenia do pomiaru ciśnienia (manometry i elektroniczne przetworniki ciśnienia). Analogiczne urządzenia do pomiaru ciśnienia zamontowane są również na rurociągach zasilania pompowni, prowadzących ze zbiorników wyrównawczych (pomiar poziomu lustra wody w zbiornikach).

Każda ze stref ciśnienia pompowni ma własną rozdzielnię zasilająco-sterowniczą (rys. 4), posiadającą po dwa zasilania (jedno rezerwowe), ze sprzęgłem (SZR). Każda z tych rozdzielni wyposażona jest w układ sterowania, sygnalizacji i zabezpieczeń. Kontrola pracy oraz sterowanie poszczególnymi pompami odbywa się za pośrednictwem programowalnego sterownika, odrębnego dla każdej strefy ciśnienia. Każdy z tych sterowników współpracuje z:

- panelem dotykowym zainstalowanym w elewacji rozdzielni, wyposażonym w aplikację graficzną, umożliwiającą podgląd stanu pracy układu technologicznego oraz konfigurację parametrów pracy technologicznych i elektrycznych systemu;
- przetwornikami przepływu i ciśnień, zamontowanymi w układzie technologicznym pompowni i komory zasuw zbiorników wyrównawczych;
- analizatorami sieci zamontowanymi w rozdzielni.



Rys. 3. Widok układu pompowego Przepompowni „Telefoniczna”



Układ sterowania pomp tłocznych wyposażony jest w urządzenia łagodnego rozruchu – indywidualne dla każdej pompy – oraz falowniki (przetwornice częstotliwości) – po dwa dla danej strefy ciśnienia (jeden rezerwowy).

Silniki pomp tłocznych posiadają wiele różnego rodzaju zabezpieczeń elektrycznych: od zwarć, przeciążeń, asymetrii faz, nieprawidłowości kolejności faz, nadmiernego wzrostu i obniżenia napięć zasilających, błędów lub awarii falownika, nadmiernej temperatury uzwojeń silnika, błędów lub awarii urządzenia łagodnego rozruchu.

Algorytm układu sterowania i automatyki pracy Przepompowni „Telefoniczna”

Układ pracy pompowni jest układem nadążnym, którego zadaniem jest utrzymywanie stałego ciśnienia na odpływie z pompowni do danej strefy sieci wodociągowej (0,38 MPa – w SNC, 0,56 MPa – w SWC). Przy najmniejszym rozborze wody w danej strefie ciśnienia pracuje tylko jedna wybrana pompa tłoczna, z minimalną prędkością obrotową (sterowana przez przetwornicę częstotliwości). Wzrost rozboru wody w tej strefie powoduje spadek ciśnienia w rurociągu tłocznym pompowni i tym samym z przetwornika ciśnienia zainstalowanego na tym rurociągu wysyłany jest sygnał do sterownika, który jest jednocześnie sygnałem do zwiększenia prędkości obrotowej silnika tej pompy, ze skutkiem zwiększenia jej wydajności. Po osiągnięciu przez agregat pompowy znamionowej prędkości obrotowej (przy częstotliwości 50 Hz) i dalszym wzroście rozboru wody następuje włączenie do pracy drugiej pompy (zgodnie z przyjętą kolejnością pracy). Pierwsza pompa pracuje z maksymalną prędkością obrotową, a druga pompa jest sterowana przez przetwornicę częstotliwości. Dalszy wzrost rozboru wody powoduje załączenie kolejnej pompy, przy



Rys. 4. Widok rozdzielni zasilająco-sterowniczej SNC Przepompowni „Telefoniczna”



Rys. 5. Widok tablicy synoptycznej i stanowiska wizualizacji komputerowej Przepompowni „Telefoniczna”

czym w SNC mogą pracować maksymalnie 3 urządzenia (jedno pozostaje rezerwowe), w SWC – maksymalnie 4 (jedno pozostaje rezerwowe).

Spadek rozborów, skutkujący wzrostem ciśnienia w rurociągu tłocznym, stymuluje spadek prędkości obrotowej pompy tłocznej sterowanej przez przetwornicę częstotliwości, aż do momentu wyłączenia jej z ruchu, z jednoczesnym wyłączeniem pompy zasilanej z sieci i załączeniem jej do pracy poprzez falownik. Kolejne wyłączenie pompy z ruchu (następnej) jest adekwatne do zmniejszających się rozborów. Automatyka pracy pomp uzależniona jest od ustalonej kolejki pracy pomp lub od czasu pracy pomp.

Sterowanie każdej pompy może być realizowane w trybie automatycznym lub ręcznym. Zarówno przy sterowaniu ręcznym, jak i automatycznym urządzenie łagodnego rozruchu softstart przeprowadza łagodny rozruch silnika pompy, ograniczając prąd rozruchowy. Przy sterowaniu automatycznym sterownik danej strefy ciśnienia, do którego wprowadza-

na jest aktualna informacja o ciśnieniu wody w rurociągu tłocznym na odpływie z pompowni w tej strefie (mierzo- nym przez czujnik ciśnienia) oraz który ma wprowadzoną wartość zadaną ciś- nienia, wysterowuje falownik zasilający pompę, tak by była zgodność tych wiel- kości. W miarę potrzeby załącza lub wy-łącza kolejne pompy.

Sterownik układu sterowania pomp tłocznych posiada również informację o poziomie wody w zbiorniku wyrów- nawczym i wyłącza pompy z pracy przy minimalnym poziomie lustra wody (za- bezpieczenie przed suchobiegiem).

W zależności od dynamiki zmian ciś- nienia wody na odpływie z pompowni sterownik sygnalizuje o potencjal- nej awarii magistrali tłocznej. Stan taki ma miejsce, gdy pracują jednocześnie wszystkie przeznaczone do pracy w da- nej strefie ciśnienia pompy, z maksymal- ną (znamionową) prędkością obrotową, a ciśnienie wody w rurociągu w dalszym ciągu spada.

System monitoringu i wizualizacji pracy pompowni

Przepompownia „Telefoniczna” nie po- siada obsługi ciągłej. Pracownicy obsłu- gi obecni są tylko na pierwszej zmianie. Praca pomp tłocznych Przepompowni „Telefoniczna” jest jednak monitorowana w sposób ciągły i wizualizowana w kil- ku miejscach.

System komputerowy wizualizacji pracy Wodociągu „Sikawa-Stoki” jest elementem systemu monitoringu tech- nologicznego wszystkich obiektów pro- dukcyjnych w Zakładzie Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi. Architektura te- go systemu oparta jest o serwer danych, kontaktujący się ze związanymi z nim obiektami usytuowanymi w terenie (przekazywanie poleceń wykonawczych i zbieranie danych).

Aplikacja wizualizacji poszczególnych elementów Wodociągu „Sikawa-Sto- ki” wybudowana została na bazie syste- mu TelWin Scada pracującego w środo- wisku systemu operacyjnego Windows. System ten umożliwia stały podgląd pro- cesu technologicznego Wodociągu „Sika- wa-Stoki” (w zakresie wybranych – istot- nych dla tego procesu – elementów, para- metrów i alarmów), tj. procesu:

- wydobycia wody z poszczególnych studni;
- gromadzenia wody w zbiornikach wy- równawczych;

- przetłaczania zgromadzonej wody do sieci wodociągowej (w dwie strefy ciś- nień);

- dezynfekcji wody dopływającej do stacji wodociągowej „Sikawa-Stoki” i przesyłanej do sieci z pompowni.

Wizualizacji podlega również cała ga- ma różnych parametrów elektrycznych, w tym na zasilaniu z sieci pompowni oraz silników poszczególnych pomp tłocznych.

Podgląd prowadzonego procesu tech- nologicznego odbywa się w następują- cych miejscach:

- na panelach operatorskich rozdzielni zasilająco-sterowniczych SWC i SNC pompowni;
- na tablicy synoptycznej i w kompute- rze zainstalowanym w dyżurce Prze- pompowni „Telefoniczna” (rys. 5);
- w komputerze i na tablicy synoptycz- nej (wybrane elementy) Dyspozytorni Wydziałowej;
- w komputerze i na tablicy synoptycznej (wybrane elementy) w Centralnej Dys- pozytorni ZWiK.

Zadaniem komputerowego systemu wizualizacji pracy Wodociągu „Sikawa- -Stoki” jest:

- ciągła kontrola pracy poszczególnych jego elementów (technologicznych i elektrycznych), za pomocą wizualizo- wanych na monitorze komputera sche- matów i parametrów;
- umożliwienie pracownikom obsługi Wodociągu zdalnego sterowania jej urządzeniami w ściśle określonym za- kresie i na precyzyjnie sformułowa- nych zasadach, przy pomocy klawia- tury lub myszy (zamiennie względem sterowania z poszczególnych rozdziel- ni zasilająco-sterowniczych). Ponadto system ten umożliwia:
- generowanie alarmów po przekrocze- niu nastawionych progów wartości określonych parametrów;
- tworzenie i drukowanie wykresów cza- sowych (trendów) kontrolowanych pa- rametrów;
- tworzenie i drukowanie raportów pra- cy pompowni oraz raportów pracy po- szczególnych ujęć wody (studni);

- zdalny dostęp do danych serwera z po- ziomu przeglądarki internetowej.

Transmisja danych ze sterowników rozdzielni zasilająco-sterowniczych pompowni do poszczególnych punktów, gdzie realizowana jest wizualizacja pra- cy obiektu, dokonuje się m.in. poprzez łącza Ethernet (LAN), RS 485/232 oraz tunelem internetowym będącym w dys- pozycji jednego z dystrybutorów usług telefonii komórkowej.

Podsumowanie

Rozwiązania techniczne najnowszej generacji zastosowane w układzie tech- nologicznych oraz elektrycznym Prze- pompowni „Telefoniczna” zapewniły cią- głą, o tych samych parametrach ciśnienia, dostawę wody do odbiorców, niezależnie od aktualnych, bardzo zróżnicowanych w czasie rozbiórów w sieci. Pracę urzą- dzeń tego obiektu charakteryzuje wy- soki stopień niezawodności, dzięki za- stosowaniu rezerwowania najistotniej- szych elementów w układzie automatyki i sterowania. Diagnostyka ewentualnych usterek w działaniu układu jest stosun- kowo łatwa, ponieważ pomaga w tym mocno rozbudowany system monitorin- gu wszystkich parametrów technologicz- nych i elektrycznych oraz wizualizacja komputerowa pracy tego obiektu w kilku jednocześnie punktach nadzoru. Koszty eksploatacji Przepompowni „Telefonicz- na” uległy znacznemu obniżeniu, głów- nie z uwagi na zmniejszone zużycie ener- gii elektrycznej, a sama jej obsługa ogra- niczona jest do niezbędnego minimum, gdyż obiekt przez większość doby pra- cuje bezobsługowo.

Obecnie jest to jedna z najnowocześ- niejszych pompowni tego typu w syste- mie zaopatrzenia miasta Łodzi w wodę.

dr inż. Wanda Piąstka – Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Łodzi, ul. Wierzbowa 52, 90-133 Łódź tel. 42-677 85 70 e-mail: wpiastka@zwik.lodz.pl

artykuł recenzowany

reklama

