

Leszek SZYCHTA<sup>1</sup>  
Andrzej SZAFRANIEC<sup>2</sup>

## TELESTEROWANIE I MONITORING UKŁADÓW NAPĘDOWYCH

*Artykuł zawiera opis i charakterystykę układów sterowania zawierających moduły telemetryczne. Bezprzewodowy przesył danych pomiarowych jest nierozdzielnie związany są z rozproszonymi systemami pomiarowymi. Zastosowanie sieci komputerowych do sterowania układów automatyki przemysłowej, tworzy nowoczesny system nadzoru i kontroli, który w bardzo znacznym stopniu usprawnia i optymalizuje proces produkcyjny.*

## TELECONTROL AND MONITORING OF DRIVE SYSTEMS

*Description and characterization of modern control units with telecommunication modules includes this paper. Wireless information transmission is close connected with dispersed measuring systems. Computers networks used to control of industry automation systems creates a modern type of supervision and control. This modern kind of data transmission heavy increase and optimize production processes.*

### 1. WSTĘP

W ostatnich latach możemy zauważyć wzrost zainteresowania bezprzewodowymi środkami łączności. Zainteresowanie to przekłada się zarówno na środowisko przemysłowe jak i na bieżące zapotrzebowanie odbiorców indywidualnych. Szczególnie interesującym przypadkiem z punktu widzenia tej problematyki jest wykorzystanie łączności bezprzewodowej, gdzie sieć jest tworzona przez elementy wchodzące w skład układu napędowego. Wykorzystując możliwości wymiany informacji pomiędzy układami napędowymi oraz stacjonarnymi jednostkami, dzięki bezprzewodowym środkom można stworzyć inteligentny system informacyjny, którego naczelnym zadaniem jest nadzorowanie i sterowanie układami napędowymi. Mnogość rozwiązań łączności bezprzewodowej oferowanych przez dostępne współcześnie standardy zapewnia możliwość realizacji tego zadania na różnych poziomach złożoności.

---

<sup>1</sup> Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.  
tel: + 48 48 361-77-35, Fax: + 48 48 361-77-42, e-mail: l.szychta@pr.radom.pl

<sup>2</sup> Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.  
tel: + 48 48 361-77-43, Fax: + 48 48 361-77-42, e-mail: a.szafraniec@pr.radom.pl

W skład układów sterowania, praktycznie każdego procesu technologicznego, wchodzi urządzenie telekomunikacyjne, które powinny spełniać następujące zadania:

- odbieranie z układu sterowania i przetwarzanie aktualnych danych pomiarowych,
- przesyłanie danych pomiarowych w czasie rzeczywistym do centrum sterowania,
- odbieranie sygnałów z centrum sterowania,
- sterowanie zadanymi parametrami w układzie napędowym.

Zadania te nierozdzielnie związane są z rozproszonymi systemami pomiarowymi. W takich układach głównym kryterium podziału rozproszonych systemów pomiarowych jest rodzaj kanału transmisyjnego: przewodowy lub bezprzewodowy. Rozproszone systemy pomiarowe mogą korzystać do przesyłu danych z sieci radiowych lub z teletransmisji w otwartej sieci telefonii GSM. Największą zaletą systemu pomiarowego w sieci GSM jest duży potencjalnie zasięg terytorialny systemu pomiarowego, pokrywający się z zasięgiem sieci GSM. Ważne jest także, że użytkownik systemu pomiarowego w sieci GSM nie musi inwestować w środki łączności, lecz korzysta z urządzeń już istniejących.

Wykorzystanie teletransmisji w układach sterowania umożliwia pakietowy przesył danych wykorzystując technologię GPRS lub alfanumeryczne informacje zawarte w wiadomościach SMS. Sterowniki programowalne PLC z implementacją usługi SMS mają możliwość wymiany danych z telefonem komórkowym. Istnieje możliwość przesyłania zdefiniowanego tekstu jak i zmiennych danych pomiarowych. Umożliwia to zdalne diagnozowanie i serwisowanie urządzeń.

## 2. RODZAJE TRANSMISJI DANYCH POMIAROWYCH

W dziedzinie automatyki przemysłowej następuje szybki rozwój układów sterowania rozproszonego. Pociąga to za sobą pojawienie się na rynku automatyki różnego rodzaju standardów sieci przemysłowych. Są to protokoły komunikacyjne umożliwiające transmisję danych z wykorzystaniem interfejsów szeregowych lub technologii światłowodowej. Taki sposób transmisji niesie ze sobą ograniczenia dotyczące długości toru transmisyjnego.

Dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie modemów GSM i radiomodemów. Systemy z radiomodemami lub modemami GSM umożliwiają przesyłanie, nadzorowanie i sterowanie sygnałami dwustanowymi oraz analogowymi z takich urządzeń jak: styczniki, sterowniki PLC, przemienniki częstotliwości, urządzenia pomiarowe i alarmowe.

Nowe środki przesyłania danych, takie jak sieci przywoławcze, Internet, sieci komputerowe, czy sieci komórkowe GSM, transmisja satelitarna, a nawet linie elektroenergetyczne mogą być wykorzystane w monitorowaniu, sterowaniu i serwisowaniu urządzeń znajdujących się w dowolnie oddalonym miejscu od centrum sterowania i kontroli. Obecnie personel techniczny może czuwać nad przebiegiem procesu technologicznego odbywającego się setki kilometrów od jego miejsca pobytu, są bowiem powszechnie dostępne metody przesyłu danych pozwalające na bieżąco czuwać nad procesem i odpowiednio reagować na różne zdarzenia w nim zachodzące. W przypadku przesyłania danych zawsze istnieje groźba utraty kontroli nad zdalnym obiektem (zerwanie łącza, zakłócenia w transmisji danych, awaria urządzenia pomiarowego itp.), często także opłaty za przesyłanie danych są zbyt wysokie w porównaniu z uzyskanym efektem. Z tych względów należy szczegółowo przeanalizować, jakie rozwiązanie przesyłu danych jest optymalne dla zastosowania w konkretnym systemie monitorowania.

### 2.1 Sieci komputerowe

Sieci komputerowe w dzisiejszych czasach są nieodzownym składnikiem każdego przedsiębiorstwa firmy, a korzyści wynikające z ich użycia wielokrotnie przewyższają koszty ich realizacji. Podstawowe zalety wynikające z wykorzystania sieci komputerowych to:

- możliwość wykorzystywania tych samych zasobów sprzętowych przez grupę użytkowników (monitorowanie procesów możliwe z wielu komputerów),
- przesyłanie danych na znaczne odległości, czyli np. monitoring i sterowanie procesem w czasie rzeczywistym bez konieczności ingerencji człowieka w miejscu odbywania się procesu,
- integralność danych - te same informacje mogą być wykorzystywane przez wielu użytkowników jednocześnie (analiza procesu przez wiele osób znajdujących się w różnych miejscach, dostęp do danych przez wielu użytkowników).

Stosując sieci komputerowe do sterowania automatyką przemysłową, otrzymujemy nowoczesny system nadzoru i kontroli, który w bardzo znacznym stopniu usprawnia i optymalizuje proces produkcyjny. W przypadku konieczności wprowadzenia modyfikacji w procesie mamy możliwość wykorzystania bazy danych firmy, co także znacznie usprawnia tę czynność. Oczywisty jest także wzrost efektywności wymiany informacji i zarządzania w takiej organizacji.

Odrębnym typem sieci, szczególnie wygodnym przy zdalnych pomiarach, jest sieć WLAN. Jest to technologia bezprzewodowej transmisji danych komputerowych z prędkością do 3Mb/s, wykorzystująca łącze radiowe, pracująca w paśmie 2,4 GHz. Jedynym wymogiem jest tzw. widoczność optyczna anten nadawczo-odbiorczych. Rozwiązanie to jest idealne w przypadku, gdy z różnych względów nie możemy zastosować tradycyjnej przewodowej sieci, co bywa przy braku okablowania bardzo często spotykanym problemem w konkretnych zastosowaniach. Główne zalety tej sieci to zwiększenie mobilności całego systemu, duża wydajność i bezpieczeństwo, więc zmniejsza się ryzyko uszkodzenia kanału transmisji danych, stosunkowa duża szybkość przesyłania danych, brak opłat stałych, dostęp do aktualnych i pełnych danych z systemu w dowolnym miejscu i czasie.

### 2.2 Łącza transmisji danych pomiarowych

Bardzo popularnym, wygodnym i powszechnie wykorzystywanym środkiem do transferu danych, a co się z tym wiąże możliwym do użycia w procesie monitorowania, stał się Internet. Dołączenie się do ogólnosiwiatowej sieci dostarcza efektywnych, oszczędnych i elastycznych środków do monitorowania, sterowania i serwisu urządzeń zainstalowanych w dowolnym miejscu na świecie. Zalety te przyczyniły się do szybkiego rozwoju systemów monitorowania wykorzystujących Internet.

Podstawową wadą transferu poprzez Internet są opóźnienia, czyli występuje ryzyko, że otrzymamy dane nieaktualne, może też nastąpić przerwa na łączach, a także istnieje potencjalne ryzyko ingerencji osób trzecich w przesyłane dane.

Przy wykorzystaniu modemu występują pewne ograniczenia:

- dysponujemy tylko jednym kanałem transmisji danych do komputera; informacje o sytuacjach alarmowych mogą nie dotrzeć, gdy linia jest zajęta rozmową lub transmisją danych z innego procesu;
- komunikacja z urządzeniem monitorującym jest uruchamiana okresowo, co powoduje

brak jednoznacznej informacji o prawidłowym funkcjonowaniu całego systemu monitorowania; wymusza to konieczność dodatkowych testowych połączeń;

- jeśli system monitorowania obejmuje większą liczbę monitorowanych procesów, to konsola operatorska (komputer) powinna znajdować się w miejscu, gdzie są prowadzone stałe dyżury.

W przypadku, gdy potrzebujemy szybszego transferu danych i zależy nam na niezawodności łącza dobrym rozwiązaniem jest wykorzystanie linii dzierżawionych pozwalających podłączyć sieć lokalną LAN lub pojedyncze komputery do Internetu. Usługa dzierżawy łącza telekomunikacyjnego od operatora telekomunikacyjnego polega na zestawieniu, uruchomieniu i oddaniu do użytku abonenta zamawiającego łącza o określonej jakości (dostosowanego do potrzeb przedsiębiorstwa), przez doprowadzenie go do punktów wskazanych przez abonenta lub do miejsc zainstalowania urządzeń końcowych (regulatory, urządzenia pomiarowe, sterowniki itp.). Łącza dzierżawione pozwalają na szybszy transfer danych niż inne połączenia. Dodatkowym atutem jest zryczałtowana opłata, niezależna od czasu połączenia, bezproblemowa komunikacja z siecią, no i oczywiście znacznie większa niezawodność tego rodzaju połączenia niż w przypadku transmisji modemowych.

### **3. PRZESYŁ DANYCH WYKORZYSTUJĄCYCH TECHNIKI SATELITARNE**

W dziedzinie technik satelitarnych nastąpił duży postęp, zwłaszcza w cyfrowej transmisji danych. Rozpowszechniły się trzy warianty satelitarnego dostępu do Internetu, z których dwa są dostępne w Polsce. Działają one na bazie dwóch metod komunikacji. Pierwsza z nich nosząca nazwę komunikacji rozsiewczej, polega na przesyłaniu tych samych danych z jednego punktu do wielu odbiorców jednocześnie, bez kanału zwrotnego. Wykorzystanie tej metody jest możliwe do przesyłania określonych wcześniej pakietów informacji.

Druga z omawianych metod komunikacji bezprzewodowej polega na tym, że dane trafiają do użytkownika za pośrednictwem satelity, natomiast w stronę przeciwną są przesyłane linią telefoniczną lub łączem stałym (czyli wystarczy odbiornik satelitarny i modem). Zaletą tej metody jest znaczne przyspieszenie szybkości transmisji danych do użytkownika, co pozwala ograniczyć czas połączenia a zarazem koszty.

Gwałtowny rozwój sieci komórkowych w Polsce, powszechna dostępność urządzeń i zasięg obejmujący praktycznie cały kraj przyczyniły się do ich coraz częstszego wykorzystania w przemysłowych systemach monitorowania i sterowania procesami. Powszechne jest także wykorzystanie GSM w systemach alarmowych. Sieci GSM są szczególnie przydatne w sytuacjach, gdy monitorowany obiekt jest odległy lub monitorowanie ma mieć charakter okresowy. Typowe zastosowania sieci telefonii bezprzewodowej w procesach kontroli i sterowania to:

- inteligentne systemy transportowe (informacja o lokalizacji i stanie określonego obiektu, wydawanie rozkazów i poleceń, komunikaty o problemach, stanie ładunku),
- telemetria (np. stacje meteorologiczne, dane ze stacji wysyłane za pomocą SMS w określonych odstępach czasowych, monitoring stanu wody w rzekach itp.),
- zdalne sterowanie maszyn i urządzeń, przekazywanie aktualnych informacji o stanie procesu oraz możliwość zmiany parametrów procesu, np. poprzez zdalne zaprogramowanie sterowników,
- systemy bezpieczeństwa (monitoring zagrożeń, np. przekroczenia stanów alarmowych

w procesie wytwarzania),

- systemy alarmowe (wykorzystanie do sygnalizacji wtargnięcia na określony teren, lokalizacja skradzionego pojazdu).

Istotnym mankamentem są koszty połączeń w sieciach komórkowych oraz możliwość nieuzyskania połączenia w danej chwili, co stanowi duży problem, gdy potrzebujemy aktualnych danych o procesie lub, gdy mamy sytuację alarmową.

Przesyłanie informacji przez sieci GSM można realizować na dwa sposoby: przez bezpośrednią transmisję danych między urządzeniem monitorującym i komputerem oraz przesyłanie przez urządzenie monitorujące komunikatów tekstowych SMS informujących (alarmujących) o stanie procesu. Informacja taka może być przesłana bezpośrednio na zwykły telefon komórkowy GSM.

W obydwu przypadkach nie musimy uruchamiać połączeń kablowych do centrali telefonicznej. Wykorzystanie sieci GSM wymaga odpowiedniego oprogramowania urządzenia monitorującego oraz specjalnego telefonu GSM. Telefon taki nie jest wówczas wyposażony w klawiaturę i wyświetlacz, pełne sterowanie nad nim przejmuje urządzenie monitorujące proces. Tego typu urządzenie określa się zazwyczaj jako "terminal GSM".

#### 4. INTELIGENTNE URZĄDZENIA KOMUNIKACYJNE

Moduły telemetryczne należą do inteligentnych urządzeń komunikacyjnych, które mogą pracować zarówno w systemach stacjonarnych, jak i mobilnych. Poprzez układy wejściowe zbierają dowolne dane z dołączonych zewnętrznych czujników, przechowują je w nieulotnej wewnętrznej pamięci lub transmitują do odbiorcy za pośrednictwem sieci telefonii komórkowej GSM (usługa GPRS lub SMS). Za pośrednictwem obwodów wyjściowych moduły telemetryczne są w stanieysterować urządzenia zewnętrzne.

Sterownik nie posiada odrębnego wewnętrznego identyfikatora w trybie wymiany danych za pośrednictwem komend AT. W systemie automatyki jest identyfikowany wg numeru telefonu przyporządkowanego karcie SIM lub adresie IP przyporządkowanemu przez usługę GPRS dla karty SIM.

Aby nie dopuścić do sytuacji przypadkowej zmiany konfiguracji lub działania osób nieuprawnionych, w modułach telemetrycznych zaimplementowano listę zdefiniowanych użytkowników, co zabezpiecza przed niepowołanym dostępem. System oprogramowania pozwala stworzyć listę użytkowników. Dla każdego z nich należy podać login, hasło i poziom uprawnień. System uprawnień, sposób obliczania poziomu uprawnień oraz treść SMS'a bez właściwej autoryzacji są ignorowane przez sterownik.

Technologia GPRS jest transmisją pakietową danych, opartą o protokół IP, a więc umożliwiającą komunikację z wykorzystaniem protokołów z rodziny TCP/IP. Najprostszym zastosowaniem tej technologii jest dostęp do Internetu lub bardziej zaawansowanym – zastosowania telemetryczne.

#### 5. STEROWANIE I MONITORING W UKŁADACH BEZPRZEWODOWYCH

Typowym przykładem zastosowania telesterowania jest wykonany układ nadzorujący produkcję i uzdatnianie wody. Układ sterowania pracuje w pełni automatycznie. Wszystkie stany pracy układu są mierzone i archiwizowane przez program SCADA. Jednym

z podstawowych elementów układu sterowania jest dotykowy panel operatorki sterownika PLC na którym wyświetlane są parametry ogólne pracy układu oraz zaistniałe awarie.

Po wybraniu **MENU NASTAW** (rys. 1) mamy nieograniczony dostęp wizualny do wszystkich parametrów, natomiast edycji parametrów można dokonać po wprowadzeniu prawidłowego hasła.

W przypadku wystąpienia jakiegokolwiek alarmu zostaje uaktywniona informacja na stronie *Listy i Historii Alarmów*. Alarmy możemy podzielić na alarmy trwałe, które kasowane są przez obsługę stacji i alarmy kasujące się automatycznie.

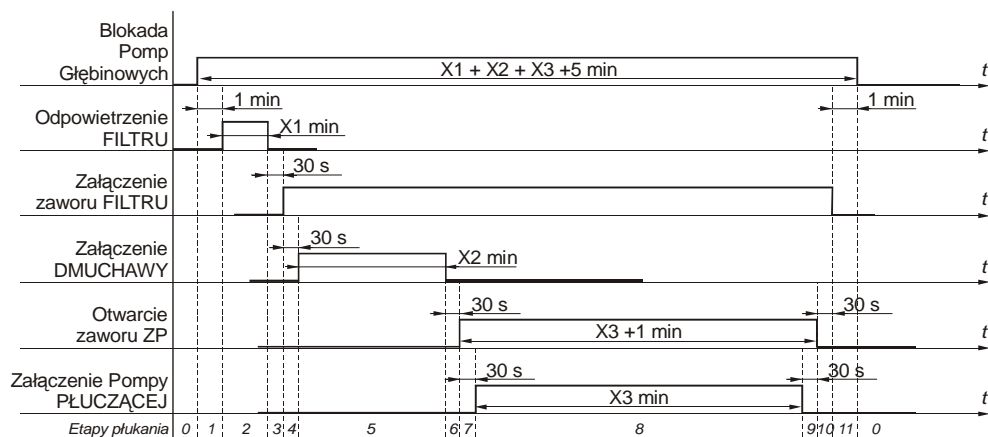
Podczas uzdatniania wody surowej pompa głębinowa tłoczy wodę przez filtry do zbiorników retencyjnych a rola układu sterowania sprowadzona jest do ciągłej kontroli parametrów poprawnej pracy stacji.



Rys. 1 Strona Menu Nastaw.

Układ sterujący przeprowadza okresowe płukanie filtrów. Proces automatycznego płukania może odbyć się raz dziennie o zaprogramowanej godzinie. W trakcie płukania wstęczną pompą płuczną układ sterowania kontroluje wydajność zestawu hydroforowego ZH.

Przebieg poszczególnych etapów płukania przedstawia rys. 2.



Rys. 2 Przebieg czasowy procesu płukania filtru.

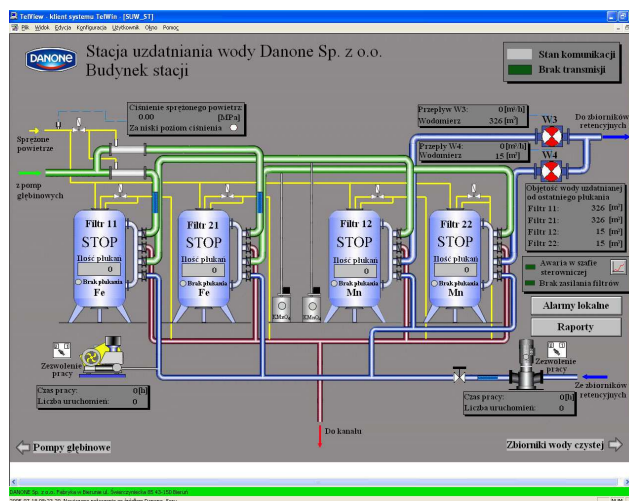
W przypadku wzrostu zapotrzebowania na wodę powyżej zaprogramowanego progu następuje zablokowanie pracy pompy płuczącej (nawet w trakcie płukania). W przypadku gdy do końca zaprogramowanej godziny startu płukania utrzyma się duża wydajność pracy ZH i pompa płucząca będzie nadal zablokowana, to układ sterowania uaktywni alarm braku płukania i wyłączy proces płukania.

System monitoringu jest nowoczesnym pakietem oprogramowania z grupy SCADA umożliwiającą kontrolę oraz sterowanie dowolnymi procesami technologicznymi. Dzięki wykorzystaniu środowiska Windows system monitoringu jest łatwy w obsłudze i nie ogranicza w żaden sposób wielkości kontrolowanych obiektów. System ma charakter rozproszony tzn. poszczególne funkcje systemu są realizowane przez pracujące równolegle moduły. Moduły te mogą być zainstalowane na różnych stacjach roboczych pracujących w ramach lokalnej sieci komputerowej. Możliwe jest również zainstalowanie wielu modułów na jednej stacji.

Zadaniem modułu realizującego funkcje serwera jest udostępnianie danych uzyskanych bezpośrednio z urządzeń pomiarowych lub odpowiednio przetworzonych, innym modułom pełniącym funkcje klienta. Przykładem modułu realizującego funkcje serwera jest program obsługujący komunikację z urządzeniem pomiarowym (np. sterownikiem PLC). Przykładem modułu realizującego funkcje klienta jest program odpowiedzialny za prezentację danych bezpośrednio operatorowi. Dopuszczalne jest również łączenie obydwu podstawowych funkcji (serwera i klienta) w jednym module. Przykładem może być serwer systemu. W stosunku do modułów komunikacyjnych odpowiedzialnych bezpośrednio za łączność z urządzeniami obiektowymi pełni funkcje klienta (pobiera dane), natomiast w stosunku do modułów prezentujących dane pełni funkcje serwera danych (udostępnia dane).

Dane z pomiarów są bezpośrednio prezentowane na ekranie komputera w formie schematów synoptycznych, wykresów, raportów zestawieniowych i raportów alarmowych.

Przykładowe okno systemu wizualizacji uzdatniania wody przedstawiony jest na rys. 3.



Rys. 3 Okno wizualizacyjne budynku technologicznego.

Oprogramowanie systemu monitoringu składa się z trzech modułów:

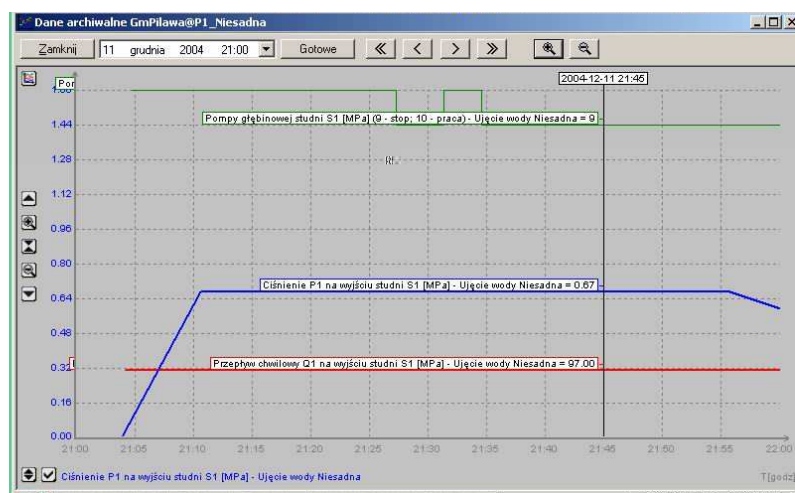
- serwera systemu (TelSrv) – odpowiedzialnego za przechowywanie, przetwarzanie zmiennych i ich archiwizację,
- serwera alarmów (AlSrv) – odpowiedzialnego za przetwarzanie zdarzeń alarmowych,
- drivera komunikacyjnego protokołu ModBus – odpowiedzialnego za bezpośrednią komunikację z sterownikiem obiektowym.

Schematy zostały tak opracowane aby sugestynnie przedstawiać wizualizowany proces przemysłowy jakim jest produkcja wody. Na schematach znajdują się wartości bezpośrednich pomiarów, elementy sygnalizacyjne oraz wykresy. Elementy sygnalizacyjne przy zaistnieniu sytuacji awaryjnej zmieniają swoją barwę oraz sposób wyświetlania.

Aplikacja prezentuje dwa typy wykresów:

- trendy czyli wykresy rysowane bezpośrednio na planszach
- wykresy z danych archiwalnych

W postaci wykresów z danych archiwalnych są przedstawiane przebiegi sygnalizacji. Oglądany wykres możemy skalować w osi poziomej czasu jak również w osi pionowej oraz przesunąć punkt „zera”. Operacje te możemy wykonywać tylko na wykresie zmiennej która jest bieżąco aktywna. Kliknięcie w obszar wykresu spowoduje pojawienie się etykiet mówiących o wartościach i nazwach poszczególnych przebiegów w wybranym punkcie czasowym.



Rys. 4 Zarejestrowane wykresy danych pomiarowych

Klikając w przycisk raporty wyświetlona zostaje plansza wyboru raportu, który chcemy przeglądać. Raporty dotyczą produkcji wody bezpośrednio z pomp głębinowych i na wyjściu samego ujęcia. Raporty przedstawiają stan licznika wodomierzy, przepływy uśrednione oraz liczbę uruchomień i czasy pracy wyszczególnionych urządzeń.

W przypadku zaistnienia w systemie zdarzenia alarmowego informacja o tym jest wyświetlana w pojawiającym się okienku. Podana jest treść alarmu oraz godzina jego rozpoczęcia lub zakończenia. Okienko z alarmem możemy zamknąć lub wykasować pojawiające się w nim komunikaty. Przeglądając raport alarmów możemy potwierdzić lub



wykasować wybrane alarmy.

Potwierdzenie alarmu spowoduje, że przy kolejnym odświeżeniu informacji o stanie obiektu, jeśli alarm dalej będzie się utrzymywał nie nastąpi poinformowanie o tym operatora. W przeciwnym razie ponownie pojawiłoby się okienko z informacją o treści alarmu.

## 6. WNIOSKI

Współczesne, rozproszone, komputerowe systemy sterowania powinny uwzględniać wymagania procesu technologicznego, aktualne możliwości sprzętu i oprogramowania oraz ograniczone środki finansowe, aby stworzy niezawodną, efektywną i otwartą, komputerową sieć telesterowania.

Wykorzystanie transmisji bezprzewodowych daje nam niesłyszczaną elastyczność sprzętową oraz konfiguracji pracy urządzeń, co w przypadku łączy przewodowych byłoby niemożliwe bez dodatkowych okablowań. Dostęp do systemu pomiarowego może odbywać się z dowolnego miejsca na świecie poprzez komputer osobisty dołączony do sieci Internet oraz za pomocą telefonu komórkowego lub innego terminala GSM wyposażonego w przeglądarkę internetową.

Istotnym czynnikiem wspomagającym pracę układów napędowych powinna być możliwość ingerowania w sposób sterowania, w nastawy parametrów poprzez ogólnie dostępną stronę *www* dla personelu technicznego z odpowiednim poziomem uprawnień dla poszczególnych osób

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Jackowski S.: *Telekomunikacja*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej 2003.
- [2] Szafraniec A.: *System monitoringu stanu pojazdu trakcyjnego z wykorzystaniem telesterowania*. Prace Naukowe TRANSPORT nr 1/2005.
- [3] Szafraniec A.: *Komunikacja bezprzewodowa sterowników programowalnych poprzez GPRS i GSM*. Elektroinstalator 5/2005 Warszawa.
- [4] Cupek R., Gaj P., Kwiecień A., *Zdalne metody wizualizacji procesów przemysłowych*, Studia Informatica vol. 24, nr 3, Gliwice 2003.