

IX Krajowa Konferencja
POMIARY KOROZYJNE W OCHRONIE ELEKTROCHEMICZNEJ
9-th National Conference
CORROSION MEASUREMENTS IN ELECTROCHEMICAL PROTECTION
7-9. 06. 2006 Zakopane, Poland



ZINTEGROWANY SYSTEM STACJI I NADZORU
AKTYWNEJ OCHRONY ANTYKOROZYJNEJ

INTEGRATED SYSTEM OF STATION AND CONTROL
FOR ACTIVE ANTI-CORROSION PROCESS

mgr inż. Błażej Nowakowski

Atrem Sp. z o.o., ul. Rzemieśnicza 35/37, 62-081 Przeźmierowo k/Poznania

Słowa kluczowe: ochrona katodowa, stacja ochrony katodowej, MSOK, Telexus
Keywords: corrosion, cathodic protection, cathodic protection station, MSOK, Telexus

Streszczenie

Ciągły postęp technologiczny oraz możliwość integracji najnowszych technologii elektronicznych i informatycznych stawia nowe perspektywy rozwoju ochrony antykorozyjnej zarówno w dziedzinie pomiarów, eksploatacji jak i nadzoru całego procesu. Potrzeba integracji całego systemu wynika przede wszystkim z konieczności minimalizacji kosztów obsługi i pracy urządzeń oraz maksymalizacji efektywności ochrony antykorozyjnej. Firma Atrem realizując powyższe zadanie opracowała i wciąż rozwija zarówno zaawansowane oprogramowanie telemetryczne jak zespół przyrządów i urządzeń wykorzystujących nowoczesne technologie wspierające integrację z systemem zdalnej kontroli i sterowania.

Summary

Continuous technological progress and possibility of integrating the newest electronic and IT technologies gives new prospects of development of anti-corrosive protection both in the domain of measurement, exploitation, and in the whole process of supervision. The need to integrate the whole system is first of all a result of necessity of minimization the service and work costs and maximization of anti-corrosive protection efficiency. Atrem company, putting into practice the task above, has worked out and still develops the advanced telemetry software and the system of mechanism and appliances using the newest technologies which support integration with remotely operated control and steering system.

1. Stacja Ochrony Katodowej MSOK02

Podstawowym filarem strony sprzętowej zintegrowanego systemu nadzoru i kontroli ochrony katodowej jest Mikroprocesorowa Stacja Ochrony Katodowej MSOK02. Nowoczesna konstrukcja umożliwia całkowicie zdalną kontrolę i sterowanie zapewniając jednocześnie pełną automatyzację lokalnych procesów regulacji i kontroli pracy. Zapewnienie zdalnego sterowania jest niezbędną podstawą proponowanego przez firmę Atrem zintegrowanego systemu zarządzania pracą Stacji Ochrony Katodowej.

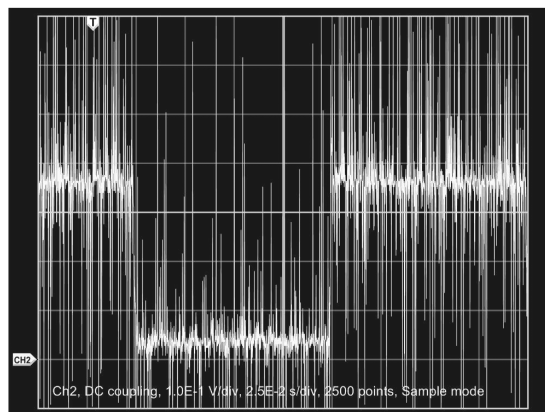


Rys. 1. Widok MSOK-02

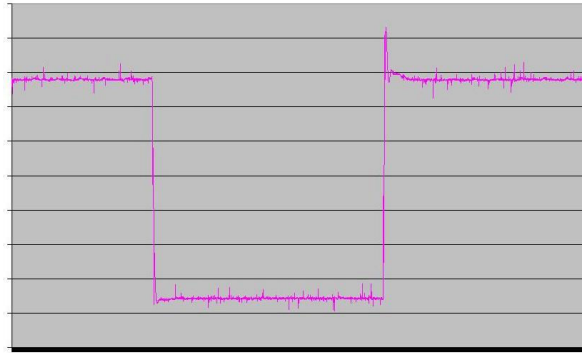
1.1. Układy regulacji i pomiarów

Podstawą realizacji sterowania w każdym układzie automatyki jest prawidłowy pomiar wielkości sterowanych. W tym celu zostały opracowane bardzo dokładne układy pomiarowe. Wszystkie układy pomiarowe realizują pomiar w tym samym, bardzo krótkim, przedziale czasu z częstotliwością ok. 24kHz zapewniając jednocześnie pomiarów. Opracowany specjalnie dla potrzeb MSOK-02 inteligentny, cyfrowy układ filtrów pomiarowych minimalizuje wpływ zakłóceń pochodzących od zasilacza impulsowego dając stabilny i wiarygodny pomiar.

Poniżej przedstawiono porównanie otrzymanych pomiarów zrealizowanych przy pomocy oscyloskopu cyfrowego – pomiar na boczniku 15A/60mV (rys. 2.) oraz obraz wartości mierzonych przez układ pomiarowy. (rys. 3.). Przebiegi wykonano przy załączonym kluczkowaniu 0.1s / 0.1s.



Rys. 2. Pomiar prądu ochrony wykonany przy pomocy oscyloskopu



Rys. 3. Pomiar prądu ochrony wykonany przez układ pomiarowy MSOK-02

Właściwy pomiar wielkości prądu, napięcia i potencjału jest podstawą realizacji sterowania i regulacji. Cyfrowe przetwarzanie pomiarów oraz całkowicie cyfrowe układy sterownia opracowane specjalnie dla potrzeb MSOK-02 przez zespół konstruktorów firmy Atrem zapewniają bardzo dużą odporność na zakłócenia oraz szeroki wachlarz możliwości konfiguracyjnych.

W konstrukcji obwodów pomiarowych uwzględniono również wpływ temperatury na parametry układów elektronicznych. Ciągły pomiar temperatury kluczowych elementów wewnętrznych umożliwia realizację niwelacji wpływu temperatury. Cyfrowa realizacja kompensacji umożliwia uwzględnienie nieliniowej charakterystyki wpływu temperatury na układy pomiarowe oraz możliwość wielokrotnej kalibracji wszystkich parametrów.

Bardzo zaawansowane układy elektroniczne realizują obliczenia potrzebne dla układu sterowania zasilaczem impulsowym z każdym taktem pracy samego zasilacza. Takie rozwiązanie umożliwia stosowanie zarówno bardzo szybkich jak i wolnych algorytmów sterowania oraz ich parametryzację bez jakichkolwiek zmian sprzętowych.

Układ regulacji może pracować w trzech trybach: stały prąd (galwanostat) – zasilacz pracuje jako źródło prądowe zapewniając stabilną wartość prądu wyjściowego na poziomie zadanym przez użytkownika w dopuszczalnym zakresie pracy; stałe napięcie – zasilacz pracuje jako źródło napięciowe zapewniając stabilną wartość napięcia wyjściowego na poziomie zadanym przez użytkownika w dopuszczalnym zakresie pracy; stały potencjał (potencjostat) – zasilacz pracuje jako źródło skojarzone zapewniając regulację prądu i napięcia, w dopuszczalnym zakresie pracy, w celu osiągnięcia stabilnej wartości potencjału ochrony.

Prezentacja pomiarów odbywa się po ich uśrednieniu za okres 1s. Stacja MSOK-02 realizuje trzy podstawowe pomiary średnie:

- prądu ochrony – zakres pomiarowy 0 – 13A, 5 cyfr, rozdzielczość 1mA, dokładność 0,5% wz +/- 2cyfry,
- napięcia zasilacza – zakres pomiarowy 0 – 60V, 5 cyfr, rozdzielczość 1mV, dokładność 0,5% wz +/- 2cyfry,
- potencjał ochrony – zakres pomiarowy -10 – +10V, 5 cyfr, rozdzielczość 1mV, dokładność 0,5% wz +/- 2cyfry,

Stacja udostępnia użytkownikowi również informacje dotyczące wartości maksymalnych i minimalnych. Możliwe jest również wyznaczenie skutecznej wartości składowej zmiennej i składowej stałej dla wybranego przebiegu.

Wszystkie opisane właściwości układów pomiarowych i regulatorów mają na celu zapewnienie poprawnej pracy zasilacza impulsowego w bardzo szerokich zakresach wartości zadanych oraz rodzajów obciążeń. Podstawą określenia parametrów odbiornika, jest wykonana na zlecenie firmy Atrem ekspertyza mająca na celu analityczne i pomiarowe wyznaczenie parametrów jednostkowych R, L, C, G podziemnych gazociągów. Na podstawie uzyskanych danych zbudowano parametryzowany model obciążenia służący do testów laboratoryjnych układów regulacji, sterowania i pomiarów.

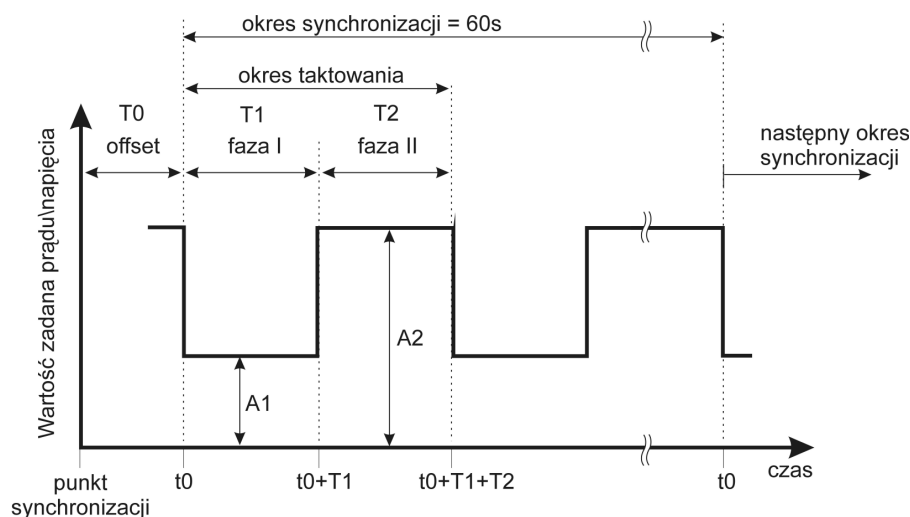
Cyfrowa realizacja układów regulacji pozwoliła na parametryzację uwzględniającą charakter obwodu rurociąg – pole anodowe.

1.2. Taktowanie

Szybkie, cyfrowe układy regulacyjne i pomiarowe umożliwiły wprowadzenie swobodnie konfigurowalnego układu taktowania dającego użytkownikowi niespotykaną dotąd swobodę nastaw i konfiguracji.

Koncepcja taktowania (rys. 4.) wykorzystana w stacji MSOK 02 wyszczególnia dwie podstawowe „fazy taktowania” składające się na jeden „okres taktowania”. Każda z podstawowych faz taktowania (faza I i faza II) charakteryzowana jest przez dwa parametry: czas trwania $T1$ – dla fazy I i $T2$ dla fazy II oraz wartość zadaną prądu lub napięcia wyjściowego $A1$ – dla fazy I i $A2$ a fazy II. Faza I i Faza II powtarzane są kolejno aż do początku kolejnego okresu synchronizacji. Parametrem dodatkowym jest czas $T0$ uwzględniający możliwość zdefiniowania przesunięcia okresu synchronizacji względem „punktu synchronizacji” – początek każdej minuty wg czasu UTC. Każdy z czasów trwania można ustawić z rozdzielczością 0.1s, a wartości zadane ustawić dowolnie z zakresu pracy stacji MSOK02 dla każdej z faz. Takie rozwiązanie umożliwia stosowanie np. metody przełączeniowej. Zapewnienie rozdzielczości nastaw czasu na poziomie 0,1s podyktowane jest wparciem metody DSVG. Możliwe jest również uwzględnienie opóźnienia taktowania względem innych przyrządów. Synchronizacja czasu odbywa się w oparciu o system GPS i czas UTC. Okres synchronizacji w stacji MSOK 02 wynosi 1 minutę.

Poniższy rysunek przedstawia opisaną wyżej koncepcję.



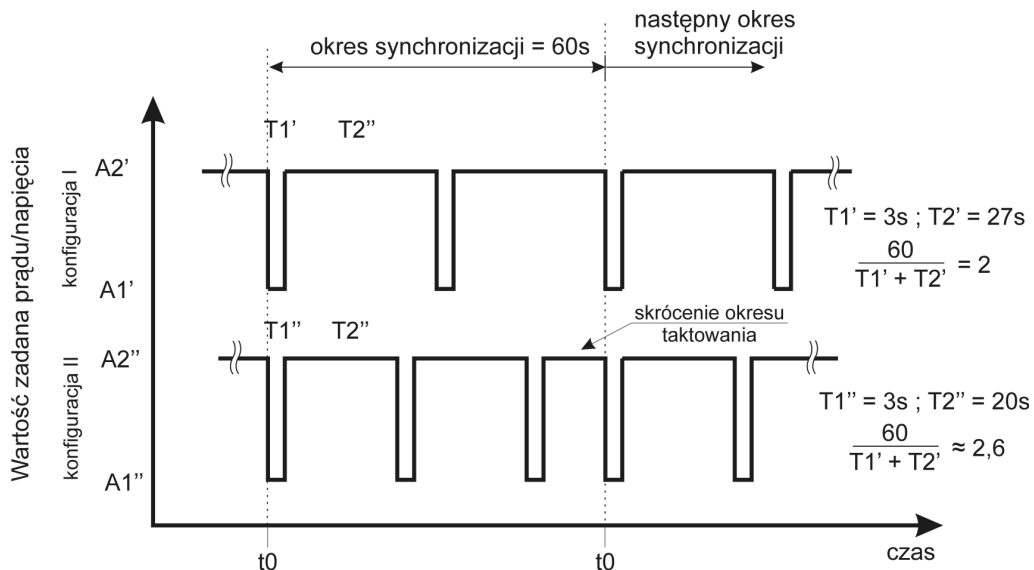
Rys. 4. Koncepcja konfiguracji taktowania w stacji MSOK-02

Dobór czasu $T1$ i $T2$ powinien zapewniać powtarzalność przebiegu w trakcie taktowania. Ponieważ okres synchronizacji wynosi 60s suma czasów $T1$ i $T2$ (okres

taktowania) powinny stanowić całkowitą wielokrotność 60 sekund. Zależność tą opisuje poniższy wzór.

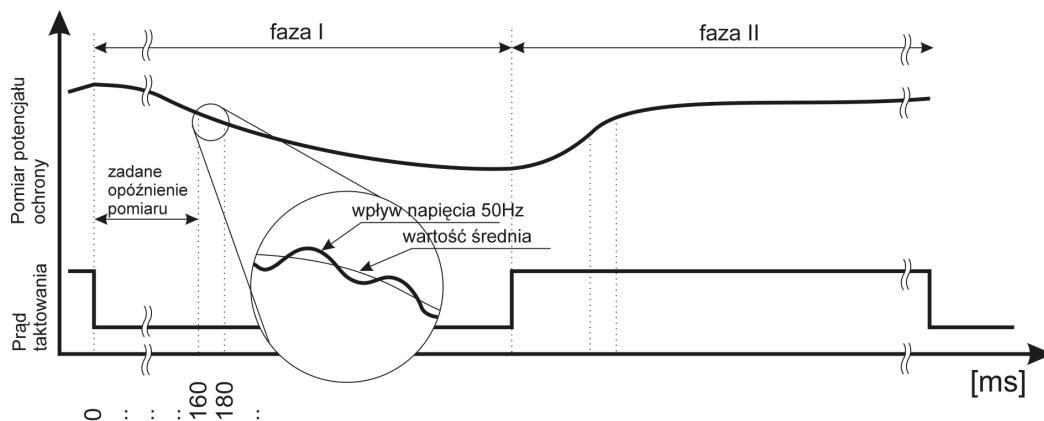
$$\text{mod} \frac{60}{T_1 + T_2} = 0 \quad (1)$$

W przeciwnym razie ostatni okres taktowania w danym okresie synchronizacji może ulec skróceniu. Poniżej zamieszczono rysunek przedstawiający przebieg taktowania dla dwóch konfiguracji. Konfiguracja I spełnia warunki równania (1) natomiast reszta z dzielenia dla konfiguracji II jest niezerowa.



Rys. 5. Dobór czasu T_1 i T_2 , a okres synchronizacji

Stacja MSOK-02 podczas taktowania wspomaga proces pomiarowy dokonując pomiarów dla każdej fazy oddzielnie. Rozwiązanie takie dostarcza informacji o średnich wartościach prądu i napięcia dla każdej z faz. Oddzielnym zagadnieniem jest wykonanie pomiarów potencjału ochrony. Dla zapewnienia jednakowych, determinowanych warunków pomiarowych zastosowano i wzbogacono metodę pomiarową przyjętą w poprzedniej wersji stacji MSOK-01. Użytkownik może wybrać czas opóźnienia wykonania pomiaru względem początku każdej fazy – dla każdej fazy czas ustalany jest niezależnie. Pomiar uśredniany jest przez 20ms (rys. 6.). Wybrana próbka jest archiwizowana oraz uśredniana w trakcie procesu taktowania. Możliwe jest również wykonanie na żądanie rejestracji przebiegu potencjału dla wybranej fazy taktowania przez okres do 5 sekund przy częstotliwości taktowania ponad 20kHz.



Rys. 6. Pomiar potencjału podczas taktowania – wybór opóźnienia pomiaru

1.3. Telemetria

Już na etapie projektowym stacji MSOK-02 zakładano konieczność zdalnej obsługi. W ramach tego założenia uwzględniono również współpracę z ogólnie dostępnymi systemami wizualizacji danych. Do komunikacji wykorzystano ogólnie znany i stosowany protokół ModBus. Za pomocą tego protokołu możliwy jest odczyt rejestrów pomiarowych i konfiguracyjnych oraz zapis sterowań i nastaw.

Rozbudowane funkcje pomiarowe, odczyt przebiegów pomiarowych, archiwizacja pomiarów, rejestry zdarzeń itp. stoi jednak po za możliwościami protokołu ModBus. Dlatego też część zaawansowanych funkcji jest obsługiwana z wykorzystaniem protokołu AtrBus.

Wbudowany układ telemetrii umożliwia odczyt wszystkich realizowanych przez stację pomiarów oraz zapewnia całkowitą kontrolę nad wszystkimi parametrami pracy. Istnieje również możliwość zdalnego pobrania przebiegów wartości chwilowych (rys. 3.).

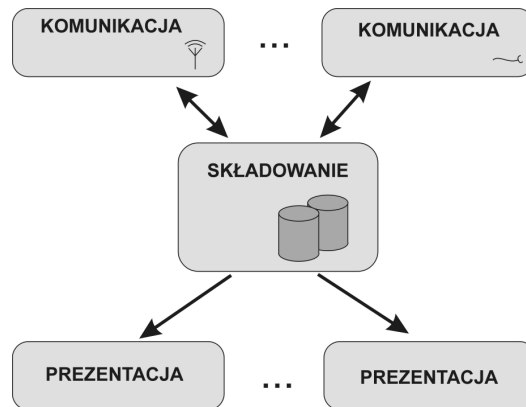
2. Oprogramowanie wizualizacyjne Telexus

Drugim niezwykle ważnym elementem zintegrowanego systemu ochrony katodowej jest oprogramowanie wizualizacji procesów przemysłowych Telexus firmy Atrem. Aplikacja ta jest budowana i wciąż rozwijana w oparciu o najnowsze dostępne technologie informatyczne. Implementacja protokołów ModBus i AtrBus, oraz specjalizowane funkcje obsługi i wizualizacji zapewniają prostą i niezawodną obsługę stacji MSOK-02.

2.1. Struktura oprogramowania

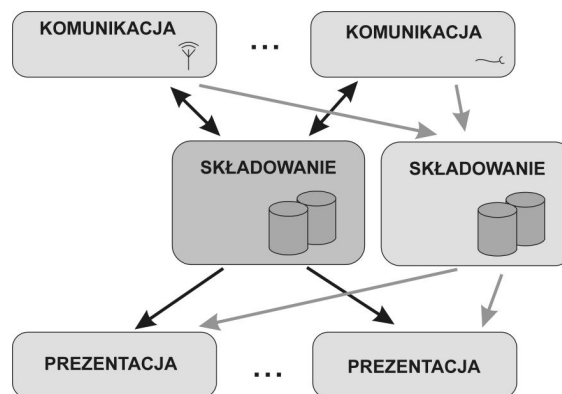
Telexus jest aplikacją budowaną z komponentów wykorzystując stworzone dla niej biblioteki komponentów. Struktura taka zapewnia bardzo dużą elastyczność, co pozwala dostosować aplikację do konkretnych potrzeb. Podział na komponenty podnosi również niezawodność. Każdy z komponentów stanowi funkcjonalną całość, podlega oddzielnym testom a mniejsza ilość kodu pozwala na znalezienie i eliminację ewentualnych błędów.

Podstawowa sieć przetwarzania (rys. 7.) obejmuje trzy podstawowe komponenty: komunikację – protokół komunikacyjny wraz z łączem danych, składowanie – system obsługi baz danych, oraz prezentacja – wizualizacja danych w oparciu między innymi o bogaty zestaw wykresów i grafikę wektorową umożliwiającą dowolne skalowanie rysunków.



Rys. 7. Podstawowa sieć przetwarzania

Rozproszona architektura aplikacji pozwala lokalizację poszczególnych komponentów na różnych komputerach. Rozwiązanie to pozwala na lokalizację części oprogramowania na specjalizowanych serwerach oraz zlecenie ich obsługi odpowiednim służbom serwisowym. Aplikacja posiada wbudowaną zdolność replikacji poszczególnych komponentów (rys. 7.) podnosząc tym samym niezawodność i pewność działania całego systemu.



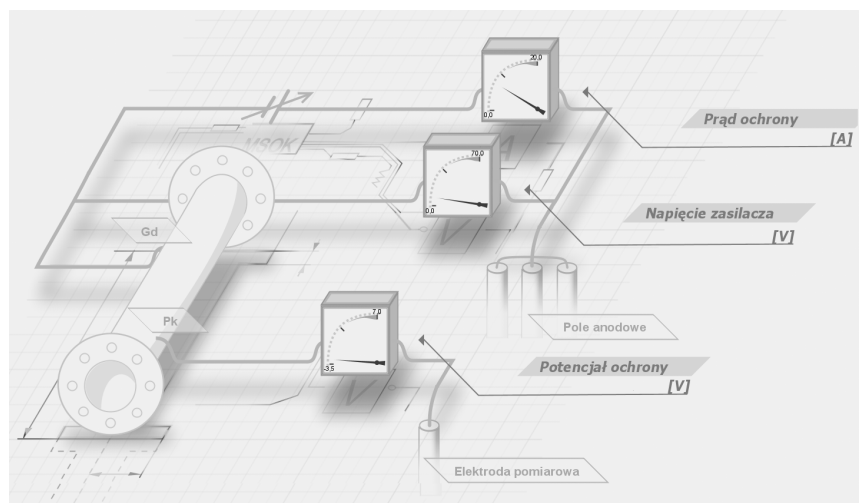
Rys. 8. Replikacja komponentu składowania danych.

Nowoczesne technologie informatyczne pozwalają na pracę na różnych platformach sprzętowych (PC, komputery przemysłowe, rozbudowane serwery z macierzami dyskowymi itp.) oraz systemowych (Windows, Unix, Linux itp.)

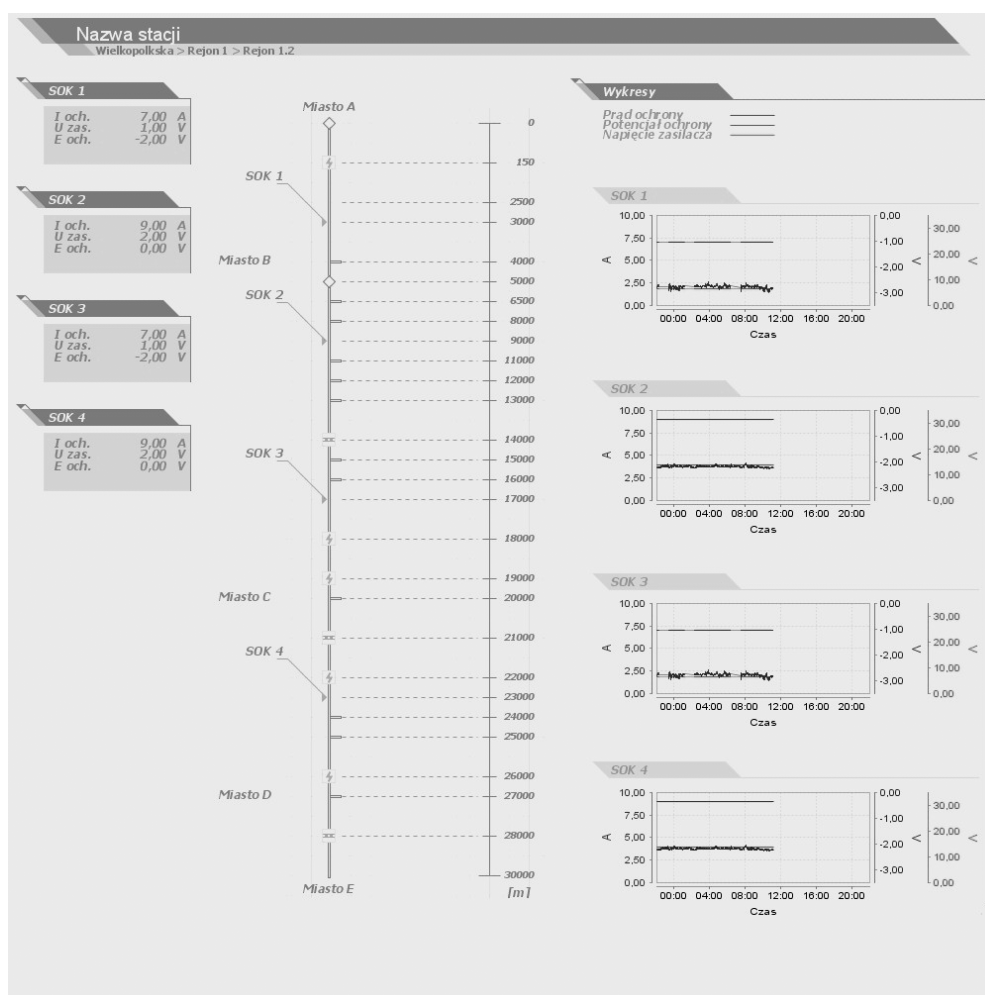
Niezwykle ważnym elementem aplikacji jest bezpieczeństwo danych w niej zawartych. Elastyczność systemu, zdalny dostęp, wieloprocusowość i rozproszona architektura wymagały zastosowania zaawansowanych technik związanych z bezpieczeństwem takich jak: uwierzytelnianie, zarządzanie uprawnieniami, szyfrowanie i/lub tunelowanie połączeń.

2.2. Wizualizacja

Aplikacja Telexus zapewnia szerokie możliwości wizualizacji. Poniżej przedstawiono przykładowe ekrany prezentujące podstawowe parametry pracy pojedynczej stacji MSOK-02 (rys. 9.) oraz ekran dostarczający informacji o pracy wszystkich stacji SOK na danym odcinku gazociągu (rys. 10.). Naniesione są również informacje o skrzyżowaniu linii wysokiego napięcia, ciekach wodnych czy liniach kolejowych. Możliwa jest również prezentacja danych pomiarowych nie tylko z MSOK-02 ale i z innych źródeł np. przetworniki pomiarowe, inne stacje SOK.



Rys. 9. Przykładowy ekran: prezentacja podstawowych parametrów stacji MSOK-02



Rys. 10. Przykładowy ekran: prezentacja odcinka rurociągu

Literatura

[1] Nowakowski B.: *Dokumentacja Techniczno – Ruchowa MSOK-02*, Materiały firmowe Atrem Sp. z o.o. , Poznań 2006

[2] Chmielewski R.: *System Telemetrii Telexus, Prezentacja oprogramowania*, Czarny Las 2006