

dr inż. Janusz Baranowski
Uniwersytet Zielonogórski, Centrum Komputerowe
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”
mgr inż. Krzysztof Jarosiński,
mgr inż. Przemysław Baranowski
Uniwersytet Zielonogórski, Centrum Komputerowe

MONITOROWANIE I GROMADZENIE DANYCH POMIAROWYCH W WĘZŁACH ZIELONOGÓRSKIEJ MIEJSKIEJ SIECI KOMPUTEROWEJ ZIELMAN Z WYKORZYSTANIEM STEROWNIKA POMIAROWO-REGULACYJNEGO SPR1

Opis autorskiego rozwiązania systemu informatycznego opartego o rodzime komponenty spełniającego zadania aplikacji dozorującej pracę sieci komputerowej.

1. WPROWADZENIE

XXI wiek jest już faktem. W dzisiejszych czasach największego znaczenia nabiera informacja. Im więcej danych można zebrać i przetworzyć, tym bardziej prawdopodobne jest precyzyjne zlokalizowanie problemu, opisanie zjawiska czy podjęcie decyzji. Dzisiejsze społeczeństwo, przynajmniej ludzie wchodzący w wiek dorosły, obejmujący coraz ważniejsze funkcje na stanowiskach decyzyjnych, otacza się gamą różnorodnych automatów, które dostarczają danych metrologicznych i wyręczają ludzi w wykonywaniu żmudnych i wielokrotnie niewygodnych czynności. Do tego celu zostały one przecież zaprojektowane i wykonane.

Koniec XX wieku to rozkwit technologii internetowych. Coraz więcej komputerów zostało przystosowanych do współpracy z siecią komputerową. Nastąpił i wciąż następuje wzrost przepustowości łączy dochodzących do stacji roboczych. Zmienia się również przekrój zastosowania sieci komputerowych zarówno tych lokalnych jak również rozległych, w szczególności Internetu. Internet przestaje być tylko miejscem, w którym znajdują się przygotowane i gotowe do pobrania zbiory lub dystrybutorem poczty elektronicznej. Znajduje się coraz więcej zastosowań dla tej sieci również w gromadzeniu i przetwarzaniu danych metrologicznych.

Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie jednego z przyjętych rozwiązań bazujących na systemie regulacyjno-pomiarowym SPR1 zaprojektowanym i produkowanym przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej METROL w Zielonej Górze.

2. STEROWNIK SPR1 JAKO ELEMENT SYSTEMU POMIAROWO-KONTROLNEGO

Sterownik pomiarowo-regulacyjny SPR1 jest przeznaczony do pomiaru temperatury i wilgotności, za pomocą sondy STW3, która wchodzi w skład dostarczanego przez producenta kompletu. Dodatkową funkcją systemu jest regulacja temperatury za pomocą chłodnicy. Sterownik jest wyposażony w interfejs komunikacyjny RS232C, za pośrednictwem którego dane pomiarowe przesyłane są do komputera.

Wchodząca w skład zestawu sonda STW3 zawiera w sobie termorezystancyjny czujnik temperatury i pojemnościowy czujnik wilgotności. Umożliwia on przeprowadzanie pomiarów w zakresie temperatur od -30°C do 70°C oraz 0 do 90% stężenia pary wodnej w powietrzu bez kondensacji.

Sterownik SPR1 potrafi pracować autonomicznie, zaprogramowane nastawy powodują prawidłową pracę urządzeń przyłączonych do jego wyjść wykonując założone działanie.

3. STEROWNIK SPR1 JAKO ŹRÓDŁO DANYCH DLA SIECI KOMPUTEROWEJ ZBUDOWANEJ W OPARCIU O TECHNOLOGIE INTERNETOWE

W poprzednim punkcie, opisie sterownika SPR1, podkreślono jego autonomiczny tryb pracy. Ale należy sobie postawić pytanie: czy SPR1 nadaje się do zastosowania w przypadku, gdy jego praca będzie miała charakter zdalny, w dodatku kontrolowany z większej odległości niż określone standardem portu szeregowego odległości urządzenia MASTER od zarządzania SLAVE lub jeśli należy zastosować zwielokrotnienie punktów pomiarowych rozszaniach na znacznej powierzchni? Odpowiedź: nadaje się. Takie rozwiązanie jest możliwe, funkcjonalne i co również ma podstawowe znaczenie możliwe do zaakceptowania z ekonomicznego punktu widzenia.

Istotną własnością sterownika SPR1, w tym przypadku, jest jego możliwość współpracy z komputerem za pośrednictwem portu szeregowego RS232C oraz fakt, że większość ogólnodostępnych systemów komputerowych, funkcjonujących w zakładach przemysłowych, posiada ten interfejs, jest on dobrze udokumentowany i łatwo programowalny. Stąd również ten standard jest obecny jako podstawowy interfejs we wszystkich systemach operacyjnych.

Drugą istotną przesłanką jest fakt, że sieci komputerowe rozwinęły się do takiego stopnia, że możliwe jest zbudowanie sieci o wymaganych parametrach dla pracy w warunkach przemysłowych. Mnogość rozwiązań jest w tym przypadku tak znacząca, że praktycznie każda sytuacja może zostać za pomocą tego modelu opisana.

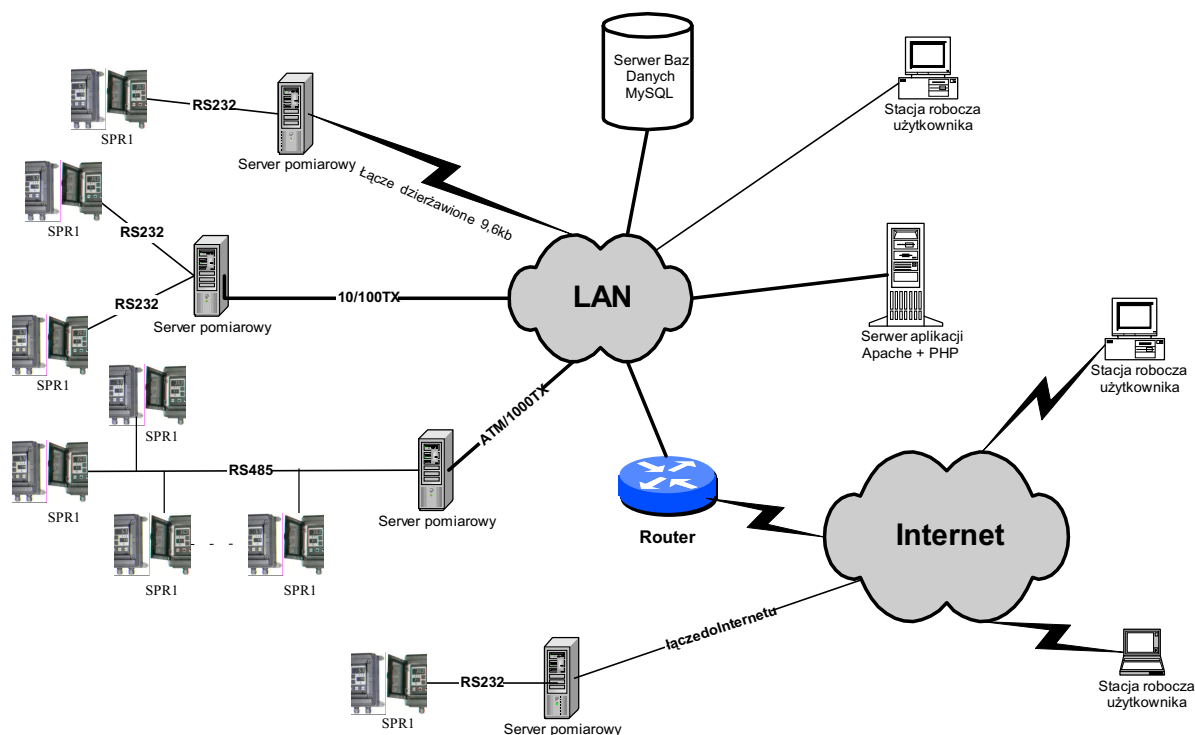
Technologie internetowe to w chwili obecnej najbardziej rozpowszechnione i najdynamiczniej rozwijające się standardy w sieciach komputerowych. Uogólniając, można przyjąć, że każda sieć, która wykorzystuje do komunikacji pomiędzy urządzeniami protokół TCP/IP jest siecią internetową. W przypadku ograniczonego zasięgu, zarówno terytorialnego jak również logicznego, sieć można nazwać mianem intranetu lub sieci korporacyjnej.

Dla uproszczenia założymy, że sterownik SPR1 ma za zadanie współpracować z komputerem klasy PC. Komputer PC posiada w standardowym wyposażeniu dwa porty szeregowy w standardzie RS232C, musi posiadać interfejs do sieci komputerowej oraz system operacyjny posiadający obsługę protokołu TCP/IP. Taki zestaw, wyposażony w oprogramowanie sieciowe zapewniające komunikację ze sterownikiem SPR1, można uznać za węzeł sieci przemysłowej dostępny z sieci komputerowej. Stopień dostępu zależy od możliwości protokołu komunikacyjnego sterownika SPR1 oraz od oprogramowania pośredniczącego pomiędzy SPR1 i siecią internetową.

Powyższy pogląd nie jest oczywiście niczym nowym. Od wielu lat funkcjonują podobnego rodzaju sprzężenia sieci komputerowej z siecią przemysłową, w szczególności, pojedynczymi punktami pomiarowymi. Nowatorstwo podejścia tkwi w możliwościach, które posiada sama sieć internetowa: możliwość adresowania, kontroli ruchu, zdalnego dostępu, dowolnego przedstawiania informacji na wspólnej dla wielu różnorodnych systemów platformie wizualizacyjnej, wysyłanie alertów generowanych przez system pomiarowy do odpowiednich, ściśle zdefiniowanych węzłów sieci lub do innych sieci komunikacyjnych (np. telefonia GSM). Te cechy zawarte w usługach zaimplementowanych w sieciach IP powodują, że możliwości wizualizacyjne są wręcz nieograniczone. Na dodatek mnogość rozwiązań, nieograniczony licencjami dostęp do platform programistycznych i spora rzesza fachowców stwarzają możliwości do dowolnego przystosowania płaszczyzny pomiarowo-komunikacyjnej do konkretnego zadania.

W przypadku SPR1 współpracującego z komputerem klasy PC możliwa jest praca zarówno w konfiguracji bezpośredniego dostępu jak również klient-serwer czy serwer-serwer. Taki komputer można nazwać serwerem pomiarowym, czyli urządzeniem, które dokonuje rejestracji wyniku pomiaru, a następnie udostępnia go innym elementom stacjom i serwerom sieciowym.

Na rysunku nr 1 przedstawiono kilka konfiguracji sprzętowych możliwych do realizacji.



Rys.1. Przykładowe konfiguracje systemu pomiarowo-kontrolnego do monitorowania węzłów sieci z wykorzystaniem sieci LAN i Internetu

Należałoby zaznaczyć, że stacje komputerowe, wykorzystane jako serwery pomiarowe (współpracujące z SPR1), mogą być jednostkami adaptowanymi z komputerów starszych generacji, które niejednokrotnie są przeznaczane do kasacji. Wiele firm ma problem z tego rodzaju sprzętem, a z reguły jest on w pełni sprawny i idealnie nadaje się do opisywanego zadania. W niektórych przypadkach istnieje konieczność adaptacji, np. wymiany klawiatury, monitora, obudowy, karty sieciowej na przystosowane do warunków pracy urządzenia.

Każdy komputer pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego. Jedynym warunkiem, który musi spełnić system operacyjny serwera pomiarowego, to jego przystosowanie do współpracy z siecią internetową, obecność protokołu TCP/IP. W chwili obecnej każdy system posiada taką możliwość. Istnieją również bardziej lub mniej udane próby zaimplementowania obsługi sieci internetowej w starych systemach operacyjnych. Większość z tych systemów nie jest już chroniona prawem autorskim lub koszt licencji jest symboliczny, a nowe sterowniki udostępniane są przez autorów, pasjonatów, nieodpłatnie na prywatnych stronach. Trudność pozostaje w zaadoptowaniu takiego systemu do pracy w sieci, nie zawsze nowe możliwości są jasno i wyczerpująco opisane.

4. SYSTEM MONITORINGU W ZIELONOGÓRSKIEJ MIEJSKIEJ SIECI KOMPUTEROWEJ ZIELMAN

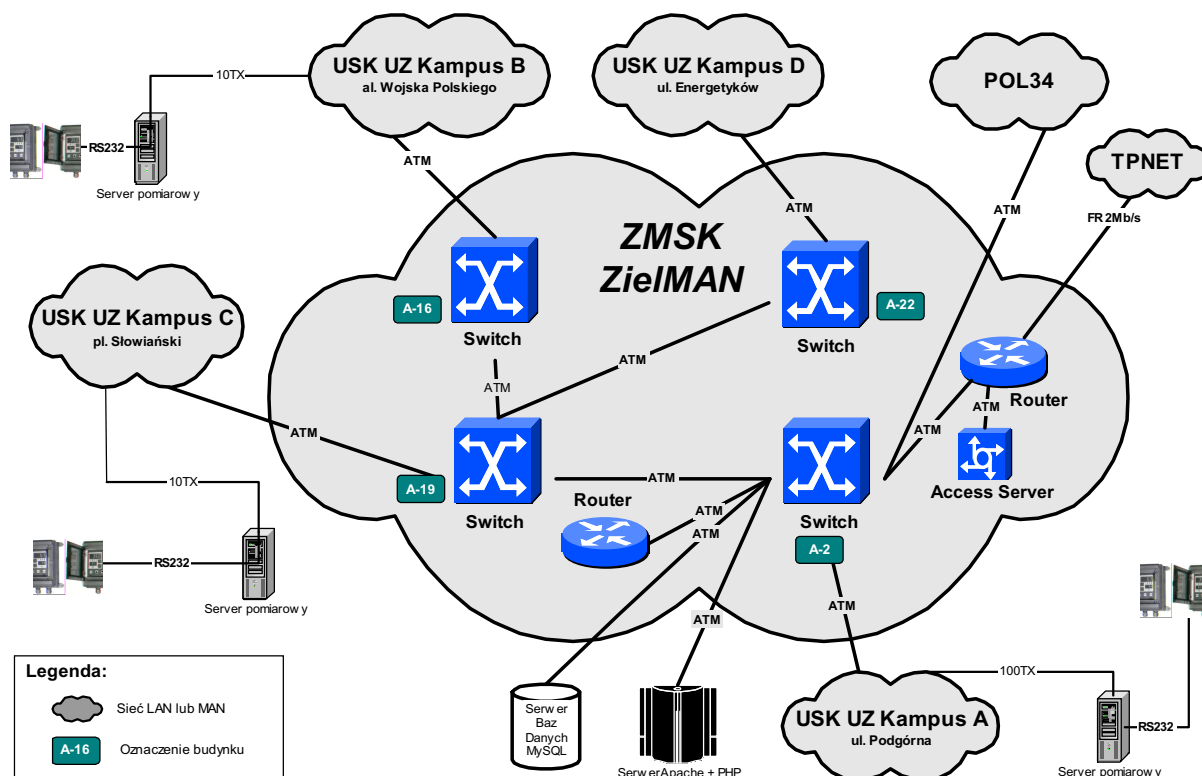
4.1 Założenia systemu

W węzłach Zielonogórskiej Miejskiej Sieci Komputerowej ZielMAN zaistniała konieczność monitorowania temperatury i wilgotności. W okresie letnim występuje bowiem możliwość przegrzania urządzeń aktywnych sieci znajdujących się w różnych punktach miasta. Większość tych punktów pracuje automatycznie, bez stałego dozoru administratorów sieci. Prace konfiguracyjne przeprowadzane są zdalnie za pomocą stosownego do potrzeb

oprogramowania sieciowego. Również w przypadku pomiaru temperatury i wilgotności w węzłach sieci można to realizować zdalnie co opisano niżej.

4.2 Schemat ideowy realizowanego systemu

Na Rys. 2 przedstawiono wdrożony system monitorowania temperatury i wilgotności w węzłach Zielonogórskiej Miejskiej Sieci Komputerowej ZielMAN.



Rys.2. System monitorowania temperatury i wilgotności w węzłach ZMSK ZielMAN

W rozpatrywanym systemie pomiarowo-kontrolnym rolę serwera pomiarowego powierzono komputerom klasy PC. Ze względu na swoje możliwości, użyte komputery nie były już wykorzystywane do pracy na typowych stanowiskach biurowych, jednak ich stan techniczny umożliwia zastosowanie ich jako serwerów pomiarowych.

Do obsługi serwera pomiarowego został wybrany system z rodziny UNIX. Podstawową cechą, która wyróżnia ten system od innych systemów sieciowych są jego niewielkie wymagania na zasoby jednostki obliczeniowej oraz pamięci podręcznej, szybkość i niezawodność działania, funkcjonalność i wbudowane funkcje zdalnego dostępu oraz nowoczesność i bogate zasoby Internetu, bogate zarówno w dokumentację jak również źródła umożliwiające indywidualne dostosowanie systemu do potrzeb rozwiązania. Z tego też powodu możliwe było użycie jednostek z procesorami Pentium I, z zegarami od 90MHz do 120MHz, pamięcią podręczną: 16-32MB, dysponującymi dyskami twardymi różnych producentów o pojemnościach od 600MB do 1GB. W opisywanym rozwiązaniu możliwe jest również zastosowanie uboższych wersji komputerów (procesor, pamięć, dysk twardy).

4.3 Opis elementów składowych systemu

Na serwerze pomiarowym umieszczono program, którego zadaniem jest ustanowienie komunikacji z urządzeniem pomiarowym, analiza wyników, sformatowanie wyników i wysłanie do serwera bazodanowego. W toku prac okazało się, że konieczne jest uzyskanie bezpośredniego dostępu do portu szeregowego. Następnie należało zablokować system przerwań, aby możliwa była poprawna komunikacja z urządzeniem pomiarowym.

Wykorzystując źródła jądra systemu operacyjnego, udostępnione przez jego twórców, możliwe było dokonanie niezbędnych zmian i uruchomienie programu zawierającego implementację protokołu komunikacyjnego, wykorzystywanego przez urządzenie pomiarowe (OBR-BUS). Do komunikacji z serwerem bazodanowym użyto klienta mySQL. Napisany program wywołuje tego klienta, który zestawia połączenie do bazy i przesyła wyniki.

Założony został interwał, po którym następują kolejne pomiaru. Proces pomiaru i wysłania danych przebiega z częstotliwością co jedną minutę.

Jako serwer bazy danych wykorzystano dobrze znaną, dostępną bazę mySQL w wersji 3.23. Jest to produkt dość rozpowszechniony i używany do różnorodnych celów. Cechuje go prostota i szybkość działania. Wykorzystany serwer został skonfigurowany w taki sposób, aby dostęp do niego był tylko z wyznaczonych adresów, należących do serwerów pomiarowych. W bazie przechowywane są podstawowe informacje o urządzeniu pomiarowym, jego lokalizacji, zakresie pomiaru i oczywiście dane.

Wizualizacja danych odbywa się za pośrednictwem serwera aplikacji. W przypadku omawianego rozwiązania, na serwer aplikacji składają się serwer WWW (wybrano platformę Apache) i moduł parsera PHP, języka skryptowego, który został dołączony do serwera WWW. Serwer WWW oczekuje na żądania i z chwilą jego nadejścia przekazuje je do parsera, który czytając liniowo zawartość skryptu, uzupełnia go o wysłane przez użytkownika zmienne i na tej podstawie generuje kod strony w języku HTML, który serwer WWW wysyła do przeglądarki użytkownika. Aby możliwe było zapoznanie się z wynikami pomiarów należy na stacji roboczej mieć zainstalowaną przeglądarkę WWW (najlepiej w wersji 4 lub wyższej) i połączyć się z adresem strony, który wskazuje na skrypt startowy aplikacji. Dla bezpieczeństwa dostęp do tych zasobów został ograniczony. Przed wejście pod wskazany adres należy poddać się autoryzacji, wpisując uzyskaną od administratora nazwę użytkownika oraz hasło. W celu ochrony przed podsłuchem, np. wysyłanego hasła, można łączyć się ze stroną przy pomocy tzw. bezpiecznych połączeń internetowych, z wykorzystaniem protokołu SSL (ang. Secure Socket Layer). W takim wypadku przeglądarka musi mieć zaimplementowaną obsługę tego protokołu.

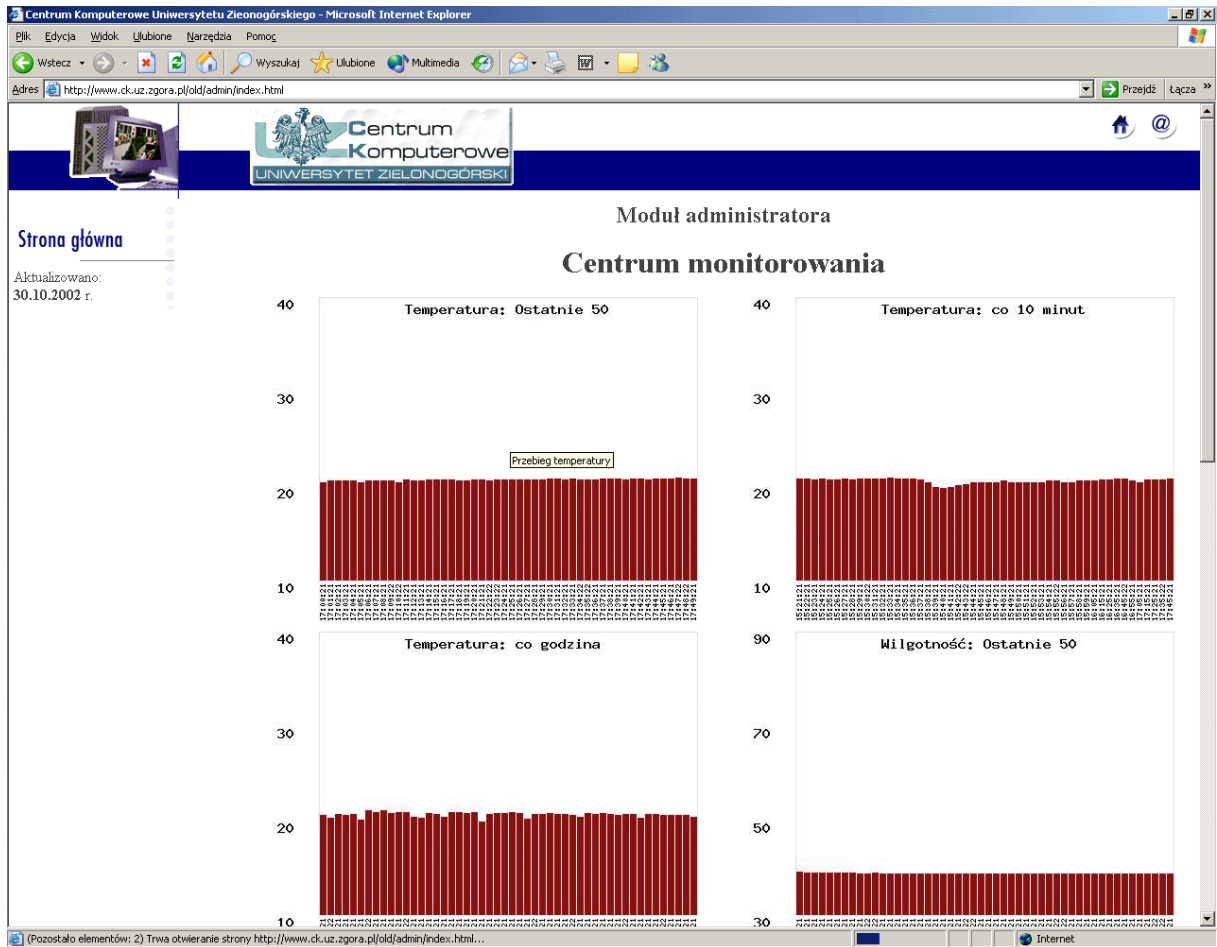
W chwili obecnej na opisywanej powyżej stronie WWW możliwe jest zapoznanie się z wynikami pomiarów w formie tabelarycznej oraz graficznej. Język PHP został wyposażony w odpowiednie funkcje umożliwiające generowanie grafik. W omawianym przypadku z chwilą wejścia bądź odświeżenia strony następuje generowanie zdefiniowanego wykresu. Generowane są wykresy ostatnio uzyskanych pomiarów oraz wartości w zdefiniowanych odstępach czasu, co 10 minut oraz co godzinę. Możliwe jest uzyskanie dowolnych przebiegów, z dowolnego przedziału czasu. Każdy pomiar jest rejestrowany wraz z dokładnym czasem, w którym został dokonany.

4.4 Moduł powiadamiania

Trwają prace nad uzupełnieniem systemu o moduł generowania alarmów, które będą wysyłane pocztą elektroniczną oraz w postaci krótkich wiadomości tekstowych SMS na telefony komórkowe osób odpowiedzialnych za utrzymywanie ciągłości pracy Uczelnianej Sieci Komputerowej UZ oraz Zielonogórskiej Miejskiej Sieci Komputerowej ZielMAN. Moduł odpowiedzialny za powiadamianie administratorów tworzony jest w skryptowym języku PERL. Uniwersalność tej części systemu polegać będzie na możliwości instalacji modułu na jednej z wielu maszyn wchodzących w skład systemu: serwerze pomiaru, serwerze baz danych, serwerze aplikacji (apache + PHP) lub na dedykowanym do tego odrębnym systemie. Do poprawnego działania moduł powiadamiania wymaga parsera języka PERL w wersji 5 lub nowszej oraz klienta SMTP (ang. Simple Mail Transfer Protocol) skonfigurowanego do wysyłania poczty zewnętrznej. Ponieważ w systemie monitorowania temperatury i wilgotności w węzłach ZMSK ZielMAN jest już maszyna obsługująca pocztę elektroniczną, jak również wspomagająca pisanie skryptów w języku PERL tam będą generowane alarmy. Jest to komputer pracujący również jako serwer WWW. Przekroczenie zadanych wartości brzegowych temperatury i wilgotności spowoduje wysłanie wiadomości pocztą elektroniczną oraz SMS-u na telefon komórkowy. Docelowo temperatura i wilgotność

będzie porównywana z wartościami brzegowymi w odstępach dziesięcio-minutowych. Wartości brzegowe oraz wartość interwału są modyfikowalne i zapisywane w bazie danych.

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono wyniki pomiarów temperatury i wilgotności w wybranym węzle ZMSK ZielMAN w postaci wykresów i postaci tablicowej.



Rys.3. Wygląd interfejsu użytkownika - wygenerowane wykresy wartości temperatury i wilgotności na podstawie zebranych wartości

| Czas | Temperatura | Wilgotność |
|---------------------|-------------|------------|
| 2002-12-05 17:32:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:31:21 | 20.70 | 38.60 |
| 2002-12-05 17:30:21 | 20.70 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:29:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:28:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:27:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:26:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:25:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:24:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:23:22 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:22:22 | 20.50 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:21:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:20:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:19:21 | 20.50 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:18:21 | 20.50 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:17:21 | 20.60 | 38.70 |
| 2002-12-05 17:16:21 | 20.60 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:15:21 | 20.60 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:14:21 | 20.60 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:13:21 | 20.50 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:12:21 | 20.50 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:11:21 | 20.60 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:10:22 | 20.40 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:09:22 | 20.50 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:08:21 | 20.50 | 38.80 |
| 2002-12-05 17:07:21 | 20.50 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:06:21 | 20.50 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:05:21 | 20.40 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:04:21 | 20.50 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:03:21 | 20.50 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:02:21 | 20.50 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:01:21 | 20.50 | 38.90 |
| 2002-12-05 17:00:21 | 20.40 | 39.00 |
| 2002-12-05 16:59:21 | 20.40 | 38.90 |
| 2002-12-05 16:58:22 | 20.50 | 39.00 |
| 2002-12-05 16:57:22 | 20.40 | 39.00 |
| 2002-12-05 16:56:21 | 20.40 | 39.00 |
| 2002-12-05 16:55:21 | 20.50 | 39.10 |
| 2002-12-05 16:54:21 | 20.40 | 39.10 |
| 2002-12-05 16:53:21 | 20.30 | 39.20 |
| 2002-12-05 16:52:21 | 20.20 | 39.10 |
| 2002-12-05 16:51:21 | 20.10 | 39.10 |
| 2002-12-05 16:50:21 | 19.90 | 39.00 |
| 2002-12-05 16:49:21 | 19.70 | 38.30 |
| 2002-12-05 16:48:21 | 19.70 | 36.50 |
| 2002-12-05 16:47:21 | 19.90 | 36.80 |
| 2002-12-05 16:46:21 | 20.40 | 37.70 |
| 2002-12-05 16:45:22 | 20.70 | 38.50 |
| 2002-12-05 16:44:21 | 20.80 | 38.50 |
| 2002-12-05 16:43:21 | 20.80 | 38.60 |

Rys.4. Wygląd interfejsu użytkownika - tabela wyników pomiarów

5. WNIOSKI

Z przeprowadzonego wywiadu na rynku urządzeń metrologicznych wynika, że w tej chwili prace nad systemami podobnymi do opisywanego koncentrują się na stworzeniu urządzenia, które w sobie integrowałoby zarówno podsystem pomiarowo-kontrolny jak również podsystem sieciowy. Spotyka się również urządzenia z wbudowanym serwerem WWW umożliwiającym konfigurację urządzenia oraz wizualizację działań i generowanie zdarzeń, które wykonuje podsystem pomiarowo-kontrolny.

Proponowane rozwiązanie pozwala rozszerzyć funkcjonalność sprawdzonych już w przemyśle systemów pomiarowo-kontrolnych. Jest ono jednocześnie połączeniem nowoczesnych i zaawansowanych technologii internetowych z obiektami stosowanymi w przemyśle.

Budowa systemu jest modułowa. Można dowolnie konfigurować zarówno część sprzętową (sieć regulatorów i przetworników) jak również programową (systemy operacyjne, oprogramowanie aplikacyjne). W ten sposób możliwe jest umieszczenie, sterowanie i przedstawienie na ekranie konsoli operatora wyników pracy całej sieci różnorodnych urządzeń.

Proponowany system integruje również inne media komunikacyjne, nie tylko sieci komputerowe. Przygotowywane oprogramowanie wykorzystuje sieć komputerową, Internet do rozgłaszania powiadomień o stanie badanego procesu np. do aparatów telefonii

komórkowej. Następnym krokiem jest wykorzystanie protokołu WAP do wizualizacji pracy sieci i generowania rozkazów sterujących systemami regulacyjnymi.

LITERATURA

- [1] Krzysztof Jarosiński: Wykorzystanie intranetów do wizualizacji obiektów i procesów technologicznych; Praca magisterska; Politechnika Zielonogórska; Zielona Góra; 2000-2001
- [2] Mark Sportack: „Sieci komputerowe Księga eksperta”, Helion, Gliwice, 1999.
- [3] Laura Lemay: „HTML 4 Vademecum profesjonalisty”, Helion, Gliwice, 1998.
- [4] Emil Michta: „Integracja sieci komputerowych z sieciami przemysłowymi”, Materiały konferencyjne Seminarium ZielMAN'1999, Zielona Góra, 1999.
- [5] Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Metrologii Elektrycznej: “Protokół komunikacyjny przetworników rodziny P7 wyposażonych w interfejs RS-485”, OBR ME, Zielona Góra.
- [6] Jarek Sygitowicz, Marek Rogoziński: “PHP – Tworzenie dynamicznych stron na serwerze Apache”, materiały pomocnicze 2000.Apache.con – Polskie Spotkanie użytkowników technologii Apache, Szczytno, sierpień 2000.
- [7] Fred Butzen, Dorothy Forbes: „LINUX – Bazy Danych”, MIKOM, Warszawa, styczeń 1999.
- [8] Apache Software Foundation: Serwis PHP:Hypertext Preprocessor; <http://www.php.net>; 2001-2002