

Tomasz MROZOWSKI
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

SYSTEM NADZORU OGRZEWANIA DOMKÓW LETNISKOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono koncepcję systemu nadzoru ogrzewania domków letniskowych. System ten umożliwia pomiar i rejestrację temperatur w budynkach użytkowników, a także zdalne sterowanie pracą grzejników elektrycznych. Nadzór nad utrzymaniem odpowiedniej temperatury pomieszczeń może odbywać się zarówno za pośrednictwem wiadomości tekstowych SMS, jak i specjalnie opracowanego serwisu internetowego udostępniającego również archiwalne dane pomiarowe.

Słowa kluczowe: telemetria, sterowanie, GSM

HOUSE HEATING CONTROL SYSTEM

Summary. This paper shows the idea of control system for cottages heating. The system features measurement and recording temperatures in a building as well as electrical heaters remote control. The system communicates in the way of SMS or the dedicated internet service giving access to archived measurement data.

Keywords: telemetry, remote control, GSM

1. Wprowadzenie

W ostatnim czasie obserwuje się wzrost zainteresowania systemami nadzorującymi ogrzewanie budynków mieszkalnych. Podczas gdy następuje ciągły wzrost cen surowców energetycznych, systemy takie mogą pozwolić na obniżenie kosztów poniesionych na ogrzewanie, a ponadto ułatwiają one utrzymywanie odpowiednio wysokiej temperatury wtedy, gdy jest to potrzebne i tam, gdzie jest to w danej chwili potrzebne, tzn. w określonych pomieszczeniach lokalu. Jest to szczególnie istotne dla osób posiadających domki letniskowe, do których przyjeżdżają nieregularnie i nie ma potrzeby, by ogrzewanie pracowało w nich cały czas. Także ludzie często podróżujący woleliby mieć możliwość powrotu do nagrzanego domu, nie

pozostawiając, ze względu na koszty, ogrzewania włączonego podczas całego okresu swojej nieobecności. Na rynku istnieje wiele różnorodnych systemów sterowania ogrzewaniem, jednak zdecydowana większość z nich nie pozwala na jednoczesne sterowanie urządzeniami grzewczymi, monitorowanie i archiwizację temperatur w lokalu za pośrednictwem Internetu bądź sieci GSM, co niejednokrotnie jest pożądane przez potencjalnych użytkowników tych systemów.

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie systemu urządzeń pomiarowo-sterujących połączonych za pośrednictwem sieci GSM z internetową aplikacją bazodanową gromadzącą zebrane dane i wysyłającą do urządzeń komendy wykonawcze, zrealizowanego w odpowiedzi na powyższe potrzeby odbiorców. System ten ma za zadanie umożliwić nadzór nad ogrzewaniem w domkach letniskowych, jednak trzeba zaznaczyć, że jego wykorzystanie nie musi się ograniczać jedynie do tego celu. Może on spełniać różnorodne funkcje w zależności od konkretnych potrzeb, jednak znajdzie zastosowanie tam, gdzie konieczne jest zbieranie danych pomiarowych na odległość oraz wysyłanie komend sterujących pewnymi procesami.

2. Wymagania systemu

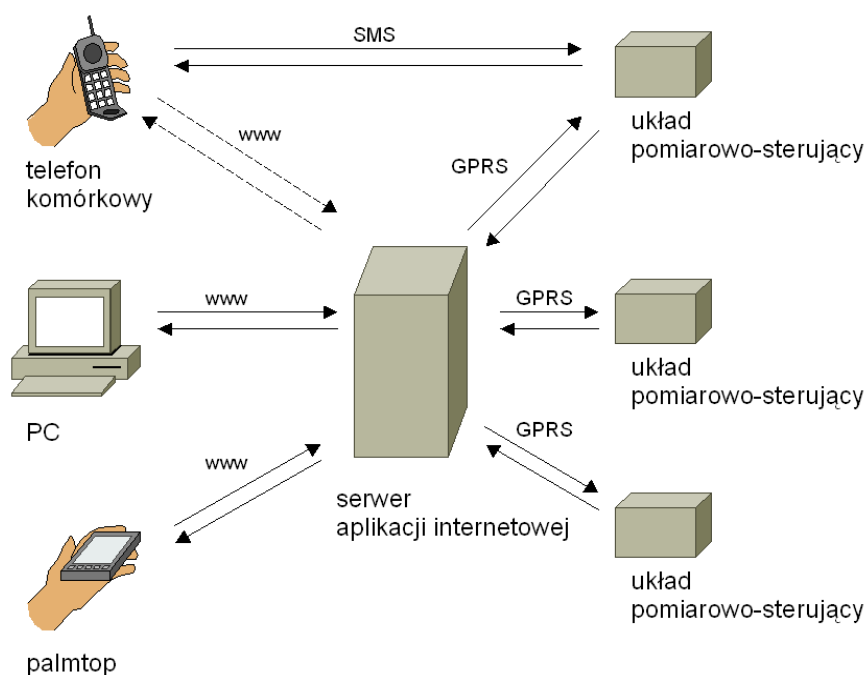
Projektowany system ma umożliwić zbieranie danych pomiarowych oraz wysyłanie poleceń do układów pomiarowo-sterujących za pośrednictwem sieci GSM i zapewniać obsługę wielu użytkowników. Wynika z tego, że musi się on składać z dwóch zasadniczych części:

- aplikacji bazodanowej zainstalowanej na serwerze, komunikującej się z układami pomiarowo-sterującymi, gromadzącej dane i udostępniającej interfejs użytkownika za pośrednictwem serwisu internetowego,
- układów pomiarowo-sterujących umieszczonych w lokalach użytkowników, wysyłających dane i odbierających polecenia sterujące.

Ze względu na wykorzystanie do transmisji sieci GSM postanowiono, że komunikacja będzie odbywać się za pomocą pakietowej transmisji danych GPRS.

Oprócz komunikacji układów pomiarowo-sterujących z aplikacją internetową za pośrednictwem GPRS, system powinien także umożliwić użytkownikowi prostą komunikację z urządzeniem wykonawczym za pomocą wiadomości SMS w celu wydawania komend oraz odczytu bieżących temperatur.

Ogólny zarys architektury systemu przedstawiono na rys. 1, a szczegółowe wymagania stawiane przed obiema głównymi częściami systemu zostaną omówione w dalszej kolejności.



Rys. 1. Architektura systemu
Fig. 1. System architecture

2.1. Wymagania dla aplikacji internetowej

W aplikacji internetowej należy wyodrębnić dwie zasadnicze części:

- serwis internetowy,
 - aplikację odpowiedzialną za komunikację z układami pomiarowo-sterującymi.
- Serwis internetowy powinien umożliwiać użytkownikom:
- dostęp do danych i ustawień związanych z urządzeniami pomiarowo-sterującymi znajdującymi się w ich lokalach,
 - podgląd ostatnio dokonanych w ich domach pomiarów temperatur oraz aktualnego stanu pracy grzejników,
 - wysyłanie komend włączających bądź wyłączających odpowiednie linie grzewcze,
 - prezentację zgromadzonych danych pomiarowych w różnorodnej formie, tj.:
 - wyświetlać w serwisie internetowym dane z wybranego dnia w formie tabelarycznej,
 - generować wykresy zmian temperatur zarówno dla konkretnego dnia, jak i szerszego przedziału czasu,
 - udostępniać możliwość pobrania po zalogowaniu się i wybraniu interesującego okresu czasu raportu w postaci pliku pdf lub arkusza kalkulacyjnego,
 - umożliwiać w reakcji na działanie zalogowanego użytkownika wysłanie przygotowanego raportu pdf na adres e-mail właściciela konta.

Przyjęto, że każdy użytkownik ma mieć możliwość pomiaru temperatur z ośmiu czujników oraz sterowania czterema liniami uruchamiającymi grzejniki bądź inne urządzenia elektryczne. W związku z rozmieszczeniem czujników temperatury oraz grzejników w różnych pomieszczeniach u różnych użytkowników konieczne jest:

- umożliwienie indywidualnej konfiguracji ich opisów pojawiających się zarówno w serwisie, jak i w generowanych raportach,
- automatyczne wysyłanie użytkownikom okresowych raportów z ich instalacji. Użytkownik powinien mieć możliwość aktywowania bądź dezaktywowania tej opcji oraz konfiguracji adresu e-mail, na który mają być przesyłane raporty, a także ustalania częstotliwości otrzymywania raportów.

Ponieważ system kierowany jest szczególnie do właścicieli domków letniskowych, które nie są stale zamieszkałe, musi on również informować użytkowników o przekroczeniu zadanych temperatur granicznych. Przyjęto, że powiadomienia takie mają być dostarczane użytkownikom pocztą elektroniczną na indywidualnie konfigurowalny adres. Aby zapewnić dostosowanie systemu do indywidualnych potrzeb i wymagań użytkowników, musi on umożliwiać dowolną konfigurację minimalnych i maksymalnych temperatur granicznych, a także umożliwić wyłączenie przesyłania powiadomień.

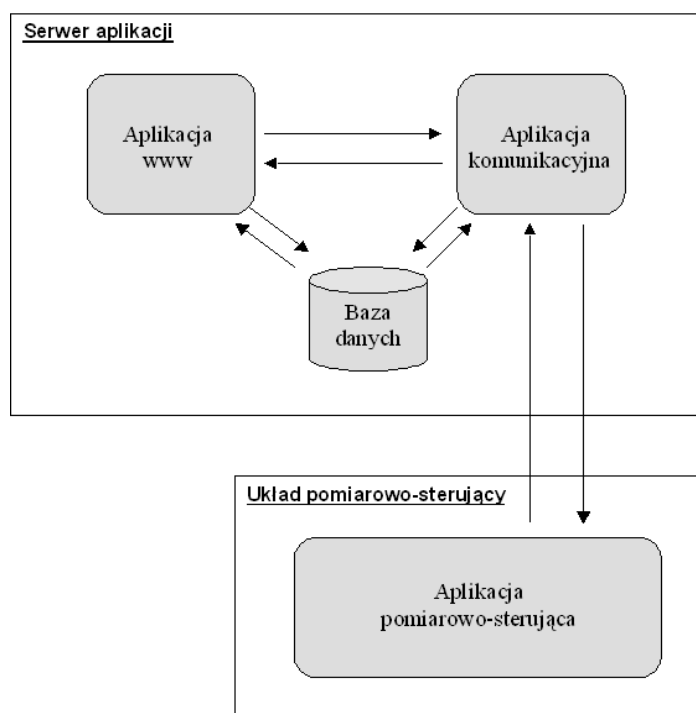
Projektowany system ma być systemem zamkniętym, w którym będzie mogła pracować jedynie uprawniona grupa użytkowników. W związku z tym tworzenie nowych kont powinno być zarezerwowane wyłącznie dla administratora posiadającego odpowiednie uprawnienia. Podczas rejestracji nowego użytkownika administrator powinien wprowadzać jego dane kontaktowe, tak by możliwe było prowadzenie ewidencji osób korzystających z systemu. Takie rozwiązanie wydaje się być konieczne, gdyż zakłada się, że systemem będzie administrować firma pobierająca od użytkowników pewne opłaty abonamentowe, w związku z czym nie powinien być on dostępny publicznie, a użytkownicy powinni być identyfikowani w celach rozliczeniowych. Należy również zaznaczyć, że posiadanie jedynie konta w systemie nie przyniesie użytkownikowi żadnych korzyści, gdyż do pracy będzie on również potrzebował specjalnie zaprojektowanego układu pomiarowo-sterującego. Oprócz możliwości dodawania nowych kont użytkowników, administrator powinien mieć możliwość edycji danych użytkowników już znajdujących się w systemie a także usuwania kont oraz czasowej ich dezaktywacji.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa, dostęp do systemu powinien być zapewniony za pośrednictwem protokołu SSL, a poszczególni użytkownicy z wyjątkiem administratora muszą mieć dostęp wyłącznie do danych związanych z układami pomiarowo-sterującymi zainstalowanymi w ich lokalach. Bardzo istotne jest także zapewnienie bezpieczeństwa transmisji pomiędzy układami pomiarowo-sterującymi, a częścią bazodanową systemu. W tym celu ko-

nieczne będzie opracowanie własnego protokołu komunikacyjnego opartego na powszechnie stosowanym protokole TCP, jednak posiadającego pewne indywidualnie zaprojektowane zabezpieczenia. Dzięki wykorzystaniu nawet niezbyt skomplikowanych, ale niestosowanych standardowo metod zabezpieczania transmisji, komunikacja pomiędzy aplikacją internetową a układami pomiarowo-sterującymi powinna uzyskać stosunkowo wysoki poziom bezpieczeństwa. Biorąc pod uwagę bezpieczeństwo, szczególnie istotne jest, by nieuprawnione osoby nie były w stanie sterować włączaniem i wyłączeniem urządzeń użytkowników systemu. W związku z tym opracowany protokół komunikacyjny powinien zabezpieczać użytkowników przed takimi zdarzeniami.

Wszystkie mechanizmy związane z komunikacją części internetowej systemu z układami pomiarowo-sterującymi zostaną zaimplementowane w osobnej aplikacji pracującej na serwerze. Aplikacja ta może pracować na ustalonym porcie TCP i oczekiwać na przychodzące połączenia od układów pomiarowo-sterujących. Po odebraniu połączenia, wykorzystując zaprojektowany protokół, aplikacja powinna przydzielić urządzeniu nowy port, na którym będzie odbywać się właściwa komunikacja, a następnie ciągle utrzymywać transmisję odbierając dane pomiarowe i wysyłając komunikaty sterujące w reakcji na działania użytkownika w serwisie internetowym. Odebrane dane pomiarowe należy gromadzić w bazie danych.

Założony schemat komunikacji pomiędzy aplikacjami systemu oraz układami pomiarowo-sterującymi został przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Aplikacje wykorzystane w systemie

Fig. 2. The House heating control system applications

2.2. Wymagania dla układu pomiarowo-sterującego

Układ pomiarowo-sterujący ma być autonomicznym urządzeniem elektronicznym, umożliwiającym:

- transmisję danych pomiarowych za pośrednictwem sieci GSM do aplikacji internetowej.
- zdalne włączanie lub wyłączenie urządzeń elektrycznych.

Aby cele te mogły zostać zrealizowane, należy rozwiązać problem komunikacji za pośrednictwem sieci telefonii komórkowej. Jak już wcześniej zostało powiedziane, zdecydowano się skorzystać z pakietowej transmisji danych, a transmisję oprzeć na specjalnie do tego celu zaprojektowanym protokole. Oprócz komunikacji GPRS, użytkownicy systemu powinni mieć również możliwość wydawania komend ze swoich telefonów komórkowych za pomocą wiadomości SMS. Powinni oni także otrzymywać SMS-em zwrotnym aktualne temperatury oraz stan pracy grzejników.

Pojedynczy układ ma być wyposażony w osiem niezależnych czujników temperatury, tak by było możliwe rozmieszczenie ich w różnych pomieszczeniach nadzorowanego lokalu, a także monitorowanie temperatury zewnętrznej. Z uwagi na konieczność obserwacji także temperatury zewnętrznej oraz możliwość wychłodzenia wnętrza mieszkania, zakres pomiarowy czujników powinien obejmować również temperatury ujemne, a dokładność pomiaru wystarczy, że ograniczy się do 1°C.

Układ pomiarowo-sterujący ma umożliwiać sterowanie czterema grzejnikami bądź dowolnymi innymi urządzeniami elektrycznymi. W tym celu musi on być wyposażony w taką samą liczbę wyjść binarnych, pozwalających włączać bądź wyłączać obwody zasilane napięciem sieciowym 230 V. Aby sterowanie napięciem sieciowym było możliwe, wyjścia binarne muszą być podłączone do układów opartych na przełącznikach bądź triakach, pracujących na napięciu 230 V. Dla zastosowań grzewczych przyjęto, że każda z linii powinna zapewniać ciągłą pracę pod obciążeniem 2 kW, co odpowiada mocy większości szeroko dostępnych na rynku grzejników elektrycznych. Nic nie stoi jednak na przeszkodzie, by zwiększyć obciążenie, jakim można sterować, przez zastosowanie elementów przeznaczonych do pracy pod większym obciążeniem.

Oprócz funkcji związanych ze zdalnym sterowaniem i kontrolą nad ogrzewaniem, układy pomiarowo-sterujące powinny także posiadać możliwość lokalnego nadzorowania grzania przez osoby znajdujące się w monitorowanym budynku. Temperatury z poszczególnych czujników powinny być pokazywane na wyświetlaczu LCD, natomiast sterowanie pracą grzejników mogłoby odbywać się za pomocą przycisków umieszczonych na obudowie, po wejściu do odpowiedniego menu systemowego. Urządzenie powinno mieć także wbudowany zegar czasu rzeczywistego w celu dokonywania zapisu daty pomiarów.

3. Rozwiązania techniczne

W celu realizacji wszystkich wymagań postawionych przed systemem należało wybrać odpowiednie rozwiązania techniczne. Trzeba było zdecydować się na wybór zarówno technologii programistycznych wykorzystywanych do tworzenia aplikacji internetowej, jak i konkretnych rozwiązań sprzętowych zastosowanych w realizacji projektu układu pomiarowo-sterującego. Rozwiązania te zostały przedstawione w kolejnych dwóch punktach.

3.1. Aplikacja internetowa

W ramach aplikacji internetowej wyodrębniono dwa współpracujące ze sobą programy. Jednym z nich jest aplikacja www udostępniająca funkcjonalność systemu w postaci serwisu internetowego, a drugim aplikacja komunikująca się z układami pomiarowo-sterującymi. Zależności pomiędzy tymi komponentami systemu zostały przedstawione na rys. 2. Do stworzenia obu aplikacji pracujących na serwerze wykorzystano język programowania Java [1] [2] oraz technologię Java Enterprise Edition 5.0. Aplikacje te korzystają ze wspólnej bazy danych. Zdecydowano się zastosować tu bazę danych MySQL [3], z którą komunikacja odbywa się z wykorzystaniem mapowania obiektowo-relacyjnego Java Persistence API. Komunikacja pomiędzy aplikacją www a aplikacją komunikującą się z układami pomiarowo-sterującymi, konieczna w przypadku wysyłania przez użytkownika komend sterujących z serwisu internetowego, opiera się na interfejsie JNDI (ang. *Java Naming and Directory Interface*). Obie aplikacje pracują na serwerze aplikacji JBoss [4].

Aplikacja serwisu internetowego została przygotowana we frameworku JBoss Seam [5][6] w wersji 2.1.1.GA i uruchomiona na serwerze aplikacji JBoss w wersji 4.2. Do tworzenia logiki programu, jak już zostało wcześniej powiedziane, został wykorzystany język Java, a interfejs użytkownika został przygotowany w na podstawie komponentów RichFaces [7] w wersji 2.1.1 GA.

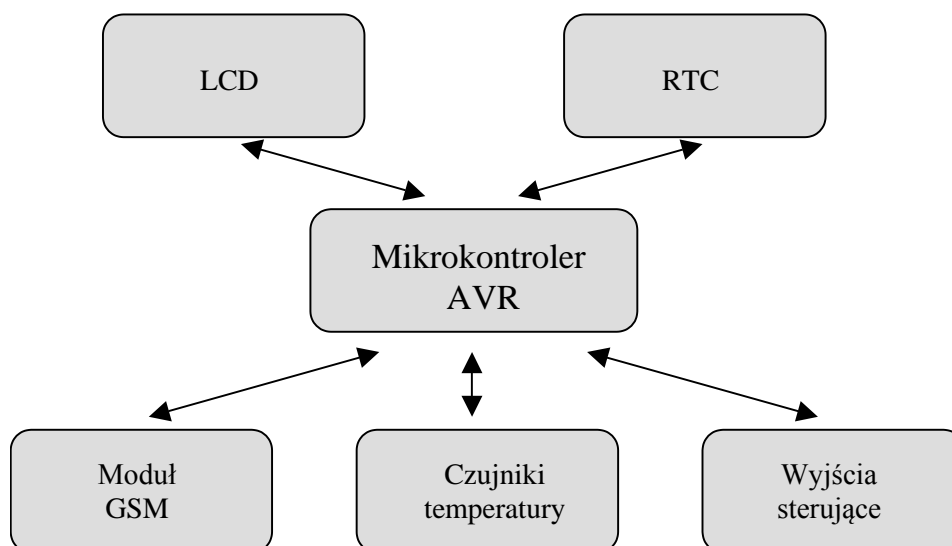
Opracowana aplikacja komunikująca się z układami pomiarowo-sterującymi jest implementacją protokołu komunikacyjnego szerzej opisanego w punkcie 4. Została ona wykonana z wykorzystaniem języka programowania Java oraz technologii EJB 3.0 [8], a do obsługi połączeń użyto standardowych klas z pakietu `java.net` operujących na gniazdach TCP. Operacje związane z komunikacją z poszczególnymi układami pomiarowo-sterującymi zostały podzielone na odrębne wątki, tak by umożliwić równoczesną pracę w systemie wielu urządzeń.

Ogólny algorytm pracy tej aplikacji jest następujący. Po starcie program rozpoczyna nasłuch na jednym konkretnym porcie TCP. W momencie gdy z portem tym połączy się układ pomiarowo-sterujący, rozpoczynany jest proces uwierzytelniania układu. Po jego prawidłowo-

wym przebiegu układowi pomiarowo-sterującemu przydzielany jest nowy port, na którym po ponownym uwierzytelnieniu układ ten łączy się z serwerem. Wraz z przydzieleniem portu powstaje nowy wątek z nim związany i obsługujący całą komunikację z układem pomiarowo-sterującym do niego podłączonym. Po otwarciu nowego portu dla konkretnego układu główny wątek aplikacji powraca do oczekiwania na kolejne połączenie, a wątki obsługujące poszczególne porty zapewniają odbiór danych pomiarowych i zapis ich w bazie danych, a także wysyłanie komend sterujących.

3.2. Układ pomiarowo-sterujący

Schemat blokowy zaprojektowanego układu pomiarowo-sterującego przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Główne elementy składowe układu pomiarowo-sterującego
Fig. 3. Main parts of the measurement and control device

Centralnym punktem układu jest mikrokontroler AVR [9]. Jest on odpowiedzialny za sterowanie pracą całego urządzenia. Ze względu na dużą ilość pamięci programu oraz wystarczającą liczbę portów zastosowano tutaj układ ATmega 644 [10], a do jego programowania użyto złącza ISP, umożliwiającego programowanie bez konieczności wymontowywania go z urządzenia. Dzięki sprzętowemu wspomaganemu transmisji z wykorzystaniem łącza szeregowego mikrokontroler ten w znacznym stopniu upraszcza komunikację z modułem GSM.

Jako moduł GSM [11] wybrano układ ME3006 firmy ZTE [12], umożliwiający transmisję GPRS oraz pracę we wszystkich czterech podstawowych systemach GSM. Moduł ten zainstalowano w układzie jako niezależne urządzenie, tak by w razie konieczności w łatwy sposób można było dokonać jego wymiany na inny model, bądź w przypadku rozbudowy systemu

zastąpić innym układem, umożliwiającym komunikację za pośrednictwem łącza internetowego.

Do pomiaru temperatur wykorzystano cyfrowe czujniki firmy Dallas – DS18B20 [13]. Mierzą one temperatury z zakresu -55°C do $+125^{\circ}\text{C}$. Dokładność pomiaru w zakresie -10°C do $+85^{\circ}\text{C}$ wynosi $0,5^{\circ}\text{C}$, co w zupełności wystarcza do monitorowania temperatury pomieszczenia. Wielką zaletą tych układów jest przesył danych po magistrali 1-Wire. Dzięki posiadaniu przez każdy czujnik unikalnego numeru seryjnego, możliwe jest podpięcie praktycznie nieograniczonej ich liczby do jednej magistrali. W przypadku konieczności monitorowania większej ilości temperatur, znacznie oszczędza to ilość portów mikrokontrolera koniecznych do wykorzystania.

Do sterowania grzejnikami, z uwagi na stosunkowo dużą moc pobieraną przez nie, użyto triaków BTA140-800 [14] o maksymalnym obciążeniu 25 A, z dodatkowymi radiatorami odprowadzającymi nadmiar ciepła. W celu odizolowania całego układu od części wysokonapięciowej zastosowano optotriaki MOC 3043.

Wyświetlanie temperatur, komunikatów oraz panelu sterowania grzejnikami zrealizowano na wyświetlaczu LCD zgodnym z kontrolerem HD44780 [15]. Do sygnalizacji pracy grzejników zastosowano diody LED, a lokalne sterownie pracą układu umożliwiono za pomocą trzech przycisków.

W celu umożliwienia określenia daty i godziny dokonania pomiaru układ wyposażono w zegar czasu rzeczywistego DS17887 [16], obsługujący pomiar czasu i daty, a także posiadający wewnętrzne podtrzymanie zasilania niezbędne w przypadku przerw w dostawie napięcia.

4. Protokół komunikacyjny

Ze względu na charakter tworzonego systemu bardzo ważnym aspektem, brany pod uwagę podczas jego projektowania, było opracowanie protokołu komunikacyjnego wykorzystywanego do transmisji pomiędzy układami pomiarowo-sterującymi a centralną aplikacją serwerową. Przyjęto, że komunikacja będzie odbywać się z wykorzystaniem pakietowej transmisji danych GPRS dostępnej w sieciach telefonii komórkowej. W transmisji tej wykorzystywany będzie protokół TCP/IP, na bazie którego ma pracować zaprojektowany protokół komunikacyjny.

Tworzony protokół powinien umożliwiać nie tylko przesył danych i poleceń pomiędzy centralną częścią systemu a układami pomiarowo-sterującymi, ale także w pewnym stopniu zabezpieczać transmisję zarówno przed nieuprawnioną pracą w systemie, jak i wglądem do przesyłanych danych. Ze względu na specyfikę systemu, skupiającego w sobie wiele układów

miarowo-sterujących, powinien on dostarczać również mechanizmy, pozwalające na równoczesną ich pracę, a także umożliwiać uzyskiwanie potwierdzeń przesłanych danych lub poleceń.

Cele te osiągnięto projektując protokół oparty na przesyłaniu komunikatów, zapewniający uwierzytelnianie komunikujących się ze sobą stron za pomocą specjalnie do tego celu opracowanych algorytmów. Całość transmisji zabezpieczono przed niepożądanym odczytem przez implementację własnych algorytmów szyfrujących. Zasadę uwierzytelniania oraz komunikaty wykorzystywane w komunikacji przedstawiono w kolejnych punktach.

4.1. Uwierzytelnianie

W celu realizacji uwierzytelniania postanowiono zastosować mechanizm oparty na sprawdzaniu tożsamości użytkownika na podstawie przesyłanego hasła. Dla zwiększenia bezpieczeństwa hasło to jednak nie jest stałe dla konkretnego układu pomiarowo-sterującego, a generowane na podstawie odebranej losowej liczby za pomocą specjalnego algorytmu znanego zarówno układowi pomiarowo-sterującemu, jak i aplikacji serwerowej.

W odpowiedzi na odebraną prośbę o uwierzytelnienie, strona uwierzytelniająca generuje liczbę losową A. Liczba ta jest przesyłana następnie do urządzenia uwierzytelnianego, gdzie za pomocą specjalnego algorytmu generowane jest hasło B. Hasło to w kolejnym kroku zwracane jest do strony uwierzytelniającej, gdzie na podstawie wcześniej wygenerowanej liczby A i odebranej liczby B następuje sprawdzenie uprawnień urządzenia klienckiego. Następnie może być już wysłany odpowiedni komunikat potwierdzający lub niepotwierdzający uwierzytelnienie klienta.

Ten typ uwierzytelniania postanowiono zastosować zarówno przy rozpoczynaniu pracy układu pomiarowo-sterującego na serwerze, jak również przy wysyłaniu komunikatów sterujących do urządzenia klienckiego. Podczas gdy w pierwszym przypadku układ pomiarowo-sterujący jest uwierzytelniany, w drugim to właśnie on pełni rolę strony uwierzytelniającej. Pomimo już nawiązanego połączenia podczas wysyłania komunikatów do urządzeń pomiarowo-sterujących, zdecydowano się zastosować dodatkowe uwierzytelnianie aplikacji serwerowej na układzie pomiarowo-sterującym, tak by zminimalizować prawdopodobieństwo ingerencji osób trzecich w pracę urządzeń grzewczych do niego podłączonych.

4.2. Komunikaty wykorzystywane w transmisji

Aby zapewnić realizację wymagań stawianych systemowi, w projektowanym protokole stworzono kilka typów komunikatów wykorzystywanych w transmisji. Ze względu na fakt, iż komunikacja będzie odbywać się z wykorzystaniem transmisji znakowej, komunikaty te będą

składały się ze znaków standardu ASCII. Poniżej przedstawiono ogólny format komunikatów tworzonego protokołu:

NNN : DD...D CC

gdzie:

- NNN – trójznakowy identyfikator określający typ komunikatu,
- DD...D – pole danych o zawartości zależnej od typu komunikatu,
- CC – dwuznakowa suma kontrolna komunikatu.

Dla potrzeb uwierzytelniania zarówno układu pomiarowo-sterującego na serwerze podczas rozpoczynania pracy w systemie, jak i serwera na układzie pomiarowo-sterującym, przed wysłaniem komend sterujących, stworzono komunikaty LOG, NRA, NRB, LAC, LNC. Do ich opisu przedstawionego poniżej został zastosowany podział na stronę uwierzytelniającą oraz uwierzytelnianą, gdyż znaczenie komunikatów tych jest podobne niezależnie od tego, czy wysyła je serwer czy układ pomiarowo-sterujący, ale istotna jest rola, jaką w danej chwili pełni strona transmisji. W związku z tym przyjęto oznaczać stronę uwierzytelniającą jako serwer, a uwierzytelnianą jako klient.

- **LOG** – Komunikat wysyłany przez stronę rozpoczynającą uwierzytelnianie. W przypadku gdy jest to układ pomiarowo-sterujący, w polu danych przesyłany jest na dwóch znakach jego identyfikator.
- **NRA** – Komunikat wysyłany przez stronę uwierzytelniającą w odpowiedzi na komunikat LOG. W polu danych zawierającym 4 znaki przesyłana jest wygenerowana losowo wartość A, na podstawie której serwer wyznaczy odpowiedź B, która zostanie przesłana w komunikacie NRB w celu uwierzytelnienia klienta.
- **NRB** – Komunikat wysyłany przez stronę kliencką w odpowiedzi na komunikat NRA. W polu danych zawierającym 4 znaki przesyłana jest wartość B wyznaczona na podstawie odebranej wartości A. Wartość ta następnie porównywana jest z wartością wygenerowaną po stronie serwera, na podstawie tej samej wartości A. W przypadku zgodności obu wartości następuje uwierzytelnienie klienta i odesłanie mu komunikatu LAC. W przeciwnym razie uwierzytelnienie nie następuje i wysyłany jest komunikat LNC.
- **LAC** – Komunikat wysyłany przez serwer po poprawnym uwierzytelnieniu w odpowiedzi na komunikat NRB. W przypadku gdy wysyłany jest do układu pomiarowo-sterującego, nieposiadającego przydzielonego portu, w polu danych przesyłany jest 4-znakowy numer portu, na którym układ pomiarowo-sterujący ma nawiązać komunikację. Po wysłaniu tego komunikatu połączenie jest przerywane i serwer przechodzi do oczekiwania na nowego klienta, a dla uwierzytelnionego otwiera wyznaczony port. W przypadku gdy układ pomiarowo-sterujący łączy się na przydzielonym porcie oraz gdy jest wysyłane do niego polecenie sterujące, komunikat LAC świadczy o poprawnym uwierzytelnieniu.

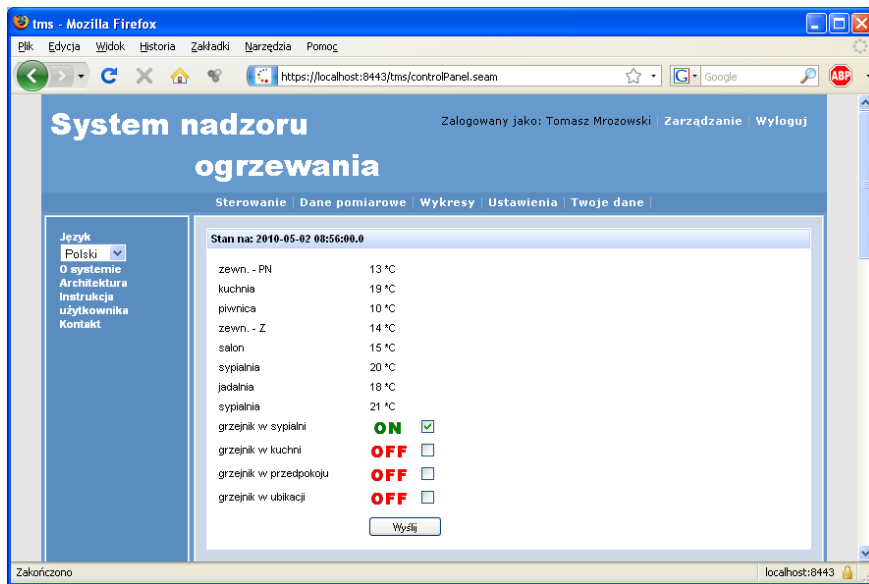
- **LNC** – Komunikat wysyłany przez serwer po niepoprawnym uwierzytelnieniu w odpowiedzi na komunikat NRB. W przypadku gdy komunikat ten wysyłany jest do układu pomiarowo-sterującego, połączenie jest przerywane. W przypadku gdy wysyłany jest przez układ pomiarowo-sterujący, oznacza, że przysłany komunikat sterujący nie będzie wykonywany.

Oprócz komunikatów służących do uwierzytelniania wprowadzono również dwa dodatkowe komunikaty DAT, DAC oraz COM i CAC. Komunikaty DAT i DAC służą do przesyłania danych pomiarowych oraz potwierżeń dostarczenia danych, a COM i CAC do przesyłania komend sterujących i potwierżeń dostarczenia komend. Zostały one opisane poniżej:

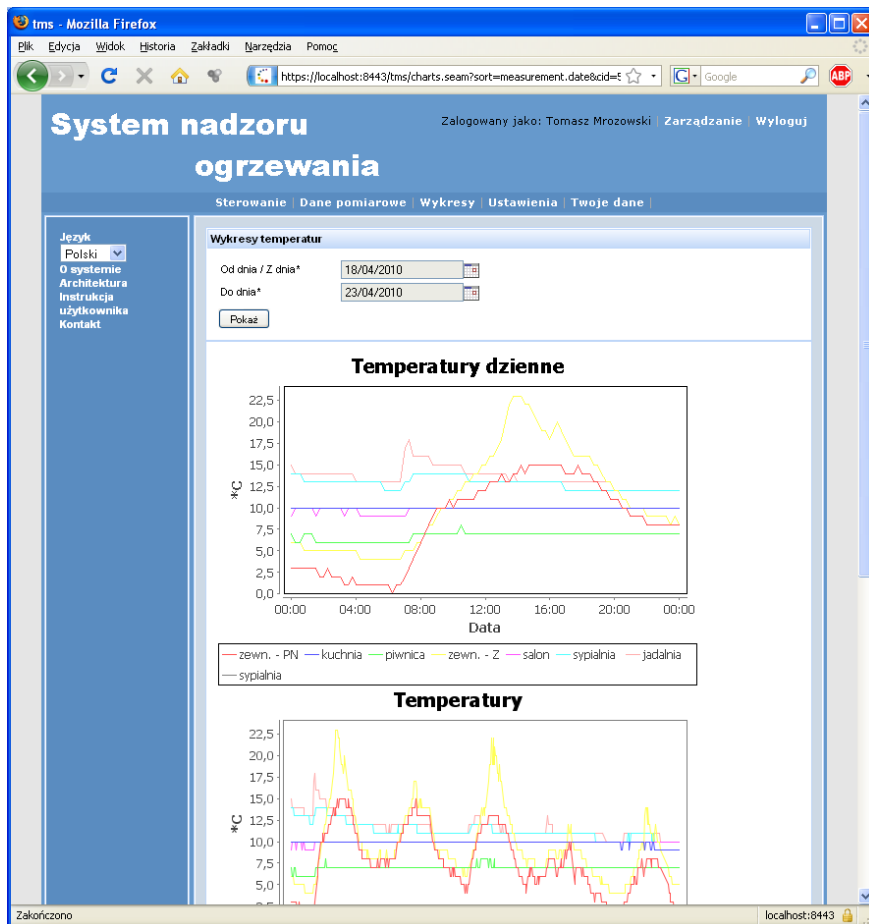
- **DAT** – Komunikat wysyłany cyklicznie przez układ pomiarowo-sterujący. Zawiera wyniki pomiarów temperatur oraz stan pracy podłączonych urządzeń grzewczych.
- **DAC** – Komunikat potwierdzający dostarczenie komunikatu DAT.
- **COM** – Komunikat zawierający polecenie sterujące pracą grzejników podłączonych do układu pomiarowo-sterującego, wysyłany jest ze strony serwera, po wcześniejszym dokonaniu uwierzytelnienia na układzie pomiarowo-sterującym.
- **CAC** – Komunikat wysyłany przez układ pomiarowo-sterujący po wykonaniu komendy sterującej COM.

5. Podsumowanie

W ramach niniejszej pracy wykonano system nadzoru ogrzewania domków letniskowych, umożliwiającą racjonalizację zużycia energii elektrycznej wykorzystywanej do ich ogrzewania. System ten umożliwia pomiar i rejestrację temperatur w budynkach użytkowników, a także zdalne sterowanie pracą grzejników elektrycznych, spełniając wymagania opisane w punkcie 2. Nadzór nad utrzymaniem odpowiedniej temperatury pomieszczeń może odbywać się zarówno za pośrednictwem wiadomości tekstowych SMS, jak i specjalnie opracowanego serwisu internetowego udostępniającego również archiwalne dane pomiarowe. Widok przykładowych ekranów serwisu internetowego oraz układu pomiarowo-sterującego wykonanego w ramach niniejszej pracy zostały przedstawione na rys. 4, 5 i 6.



Rys. 4. Ekran sterowania pracą grzejników stworzonego serwisu internetowego
 Fig. 4. The House heating control system website – temperature control page



Rys. 5. Ekran podglądu wykresów temperatur stworzonego serwisu internetowego
 Fig. 5. The House heating control system website – temperature graphs



Rys. 6. Układ pomiarowo-sterujący
Fig. 6. Measurement and control device

Trzeba zaznaczyć, że wykonany system ma spore możliwości rozbudowy, którą może być objęty zarówno układ pomiarowo-sterujący, jak i aplikacja internetowa, umożliwiająca dostęp do systemu. Biorąc pod uwagę część sprzętową systemu, można by wyposażyć układy pomiarowo-sterujące w dodatkowe czujniki wilgotności, a także w razie potrzeby zintegrować z instalacją alarmową. Należałoby również stworzyć oprogramowanie, umożliwiające konfigurację układu pomiarowo-sterującego z komputera PC za pośrednictwem złącza szeregowego RS232, do czego sprzętowo jest już on przygotowany. Dzięki modułowej budowie, bez zmiany głównej płytki układu, możliwe jest również zastąpienie telefonu GSM układem łączącym się z internetem za pośrednictwem łącza stałego, co mogłoby być wygodniejsze i tańsze w eksploatacji dla osób mających stały dostęp do internetu. Możliwe jest także zastąpienie układów wykonawczych innymi, pozwalającymi sterować odbiornikami o zróżnicowanej mocy, bądź też połączenie wyjść układu pomiarowo-sterującego z binarnymi wejściami innych urządzeń elektronicznych. Rozpatrując aplikację internetową, można by w niej bardziej rozbudować prezentację danych pomiarowych, dodając różnorodne statystyki temperatur oraz podsumowania kosztów poniesionych na ogrzewanie.

Podsumowując, należy stwierdzić, że stworzony system nadzoru ogrzewania domków letniskowych odpowiada na bieżące zapotrzebowania rynku. Systemy inteligentnych domów oraz sterowania ogrzewaniem cały czas się rozwijają i znajdują ciągle nowych nabywców. Dowodem na zainteresowanie tego typu rozwiązaniami mogą być badania rynku przeprowadzone w Szwecji pod koniec 2008 roku przez firmę Nokia [18]. Wynika z nich, że większość społeczeństwa wyraziło zainteresowanie inteligentnymi systemami domowymi, a szczególnie

popularnością cieszyły się systemy ułatwiające oszczędzanie energii. Poza tym badania wykazały, że potencjalni nabywcy najchętniej używaliby systemów kontrolowanych za pośrednictwem internetu bądź telefonu komórkowego. W związku z tym trzeba podkreślić, że wykonany system nadzoru ogrzewania ma wszystkie te cechy, którymi są najbardziej zainteresowani odbiorcy.

BIBLIOGRAFIA

1. portal <http://java.sun.com/> , 29.06.2009.
2. Eckel B.: Thinking in Java. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2003.
3. portal <http://www.mysql.com/>, 29.06.2009.
4. portal <http://www.jboss.com/>, 29.06.2009.
5. portal <http://seamframework.org/>, 29.06.2009.
6. Farley J.: Practical JBoss® Seam Projects. Wydawnictwo Apress, New York 2007.
7. Exadel, RichFaces Online Demo, <http://exadel.com/web/portal/richfacesdemo>, 29.06.2009.
8. Sun Microsystems, „Enterprise JavaBeans Technology”, <http://java.sun.com/products/ejb/>, 29.06.2009.
9. Doliński J.: Mikrokontrolery AVR w praktyce. Wydawnictwo BTC, Warszawa 2003.
10. Atmel, Mikrokontroler AVR Atmega 644, http://www.atmel.com/dyn/products/product_card.asp?part_id=3694 , 29.06.2009.
11. Bogusz J.: Moduły GSM w systemach mikroprocesorowych. Wydawnictwo BTC, Warszawa 2007.
12. ZTE, Moduł GSM ME3006, <http://www.maritex.com.pl/pl/shop/productInfo/ggid/9760/pid/12799/page/1/backurl> , 29.06.2009.
13. Maxim, Czujniktemperatury DS18B20, http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm?qv_pk=2812, 29.06.2009
14. Transfer Multisort Elektronik, Triaki BTA140-800, http://zefiryn.tme.pl/dok/triaki/BTA140_800.pdf , 29.06.2009
15. Wikipedia, „HD44780 Character LCD”, http://en.wikipedia.org/wiki/HD44780_Character_LCD, 29.06.2009
16. Maxim, Zegar RTC DS17887, http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/2767, 29.06.2009.
17. Transfer Multisort Elektronik, Triaki BTA140-800, http://zefiryn.tme.pl/dok/triaki/BTA140_800.pdf , 29.06.2009.

18. There, Market study shows positive market demand in Sweden for smart home solutions, <http://smarthomepartnering.com/cms/?p=63> , 29.06.2009.

Recenzent: Dr inż. Wojciech Mielczarek

Wpłynęło do Redakcji 11 czerwca 2010 r.

Abstract

This paper shows the idea of control system for cottages heating. The system features measurement and recording temperatures in a building as well as electrical heaters remote control.

The system communicates in the way of SMS or the dedicated internet service giving access to archived measurement data.

The control and measurement system and two server applications are designed.

The system uses the GSM module to receive SMS commands to switch indicated heaters and transmit confirmations together with temperature measurements data.

The server module of the system is based on Java and JBoss application server. It consists of two applications. The first one, written using EJB 3.0 technology, implements the special communication protocol to communicate with control and measurement systems. The second one is an internet service using JBoss Seam framework which integrates EJB 3.0, JSF and JPA technologies. Both applications are based on MySQL Relational Database Management System.

Adres

Tomasz MROZOWSKI: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16, 44-100 Gliwice, Polska, tomasz.mrozowski@o2.pl.