

Paweł KWASNOWSKI, Henryk ZYGMUNT, Grzegorz WRÓBEL,  
Jacek SENKOWSKI, Grzegorz HAYDUK, Marcin JACHIMSKI  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych

## OTWARTY SYSTEM AUTOMATYKI BUDYNKÓW Z ZASTOSOWANIEM TECHNOLOGII LONWORKS I TCP/IP

**Streszczenie.** Artykuł niniejszy stanowi kontynuację referatu pt.: „Zastosowanie technologii LonWorks w systemach automatyki budynków i monitoringu mediów” [13] i opisuje realizację III etapu Grantu Uczelnianego Zamawianego GUZ’01 pt.: „Monitorowanie i optymalizacja zużycia energii cieplnej w AGH”. W ramach tego etapu GUZ-u został również opracowany i sprawdzony system monitoringu dostępu do budynku B-1 z wykorzystaniem technologii TCP/IP. Ma on na celu umożliwienie wejścia i wyjścia z budynku za pomocą elektronicznych kluczy Dallas (pinezka) oraz monitorowanie drzwi za pomocą kamery wizyjnej. W artykule wykazano również, że pilotażowa instalacja systemu automatyki budynku w pawilonie B-1 AGH spełnia kryteria otwartego systemu. Opisano również sposób realizacji zdalnego monitorowania, programowania i sterowania pracą systemu poprzez sieć Intranet.

**Słowa kluczowe:** automatyka budynków, technologia LonWorks, Internet, TCP/IP.

## AN OPEN SYSTEM OF BUILDING AUTOMATION, EMPLOYING THE LONWORKS AND TCP/IP TECHNOLOGIES

**Summary.** The paper is a continuation of the report: “LonWorks Technology Applications to Building Automation and Utilities Monitoring Systems [13]. It describes the III-rd stage of the research work, carried out at the AGH University of Science and Technology (AGH-UST), Cracow, under the title “Monitoring and Optimisation of Thermal Energy consumption at the AGH-UST”. The access control and gate monitoring system of the building B-1 has been developed and tested at the same stage of this work. Its purpose is the identification authorized persons by means of the Dallas electronic keys (tack) and the gate surveillance by means of an internet camera. The remote monitoring, programming and control of the system via the Intranet is described.

**Keywords:** building automation, LonWorks technology, Internet, TCP/IP.

## 1. Wstęp

W referacie wygłoszonym na VIII Konferencji SIECI KOMPUTEROWE'2001, pt.: „Zastosowanie technologii LonWorks w systemach automatyki budynków i monitoringu mediów” [13] zostały opisane zasady technologii LonWorks i protokołu komunikacji sieciowej LonTalk. Omówiono również ich aplikację w pilotażowej instalacji automatyki budynku w Pawilonie B-1 Wydziału EAIiE AGH w Krakowie, z której do roku 2000 zrealizowane zostały dwa etapy.

Artykuł niniejszy opisuje realizację (w roku 2001/2002) - III etapu Grantu Uczelnianego Zamawianego GUZ'01 pt.: „Monitorowanie i optymalizacja zużycia energii cieplnej w AGH” [14] oraz wyniki doświadczeń i pomiarów oszczędności energii cieplnej, zgromadzone w czasie wstępnej eksploatacji systemu na przestrzeni lat 1999 - 2003.

W ramach tego etapu GUZ został również opracowany i sprawdzony system monitoringu dostępu do budynku B-1 z wykorzystaniem technologii TCP/IP. Ma on na celu umożliwienie identyfikacji uprawnionych osób za pomocą elektronicznych kluczy Dallas (pinezka) oraz monitorowanie drzwi za pomocą cyfrowej kamery wizyjnej, jak również zdalny dostęp do informacji o stanie bramy, dziennikach zdarzeń, jak i do obrazu z kamery w dowolnym (uprawnionym) miejscu na uczelni przez wykorzystanie uczelnianej sieci Intranet [14].

Wszystkie te systemy spełniają wymagania stawiane otwartym systemom automatyzacji budynków.

W bieżącej praktyce automatyki budynków ścierają się dwie tendencje: tzw. systemy firmowe oraz systemy otwarte [16]. Dotychczas dominowały na rynku systemy firmowe. Szczególnie dało się to zauważyć wśród dużych inwestorów instytucjonalnych, kierujących się przy wyborze dostawców regułą: „My jesteśmy wielcy i sławni – możemy współpracować tylko z wielkimi i sławnymi” (często nawet wbrew aspektom ekonomicznym i technicznym).

Obecnie coraz powszechniej obserwuje się tendencje do stosowania **systemów otwartych**, które bazują na osiągnięciach techniki mikrokomputerowej i sieci komputerowych, spełniają określone standardy urządzeń i ich funkcji, wykorzystują standardowe protokoły komunikacyjne i zapewniają na każdym etapie projektowania, realizacji i eksploatacji:

- elastyczność systemu i jego prostotę funkcjonalną,
- redukcję kosztów,
- łatwość modyfikacji na etapie projektowania oraz eksploatacji,
- dostępność wielu projektantów, integratorów i serwisantów systemu.

Otwartość całego wielopoziomowego systemu automatyki budynku może być zagwarantowana, jeżeli na każdym poziomie funkcjonalnym spełnione są podstawowe warunki otwartości, wyrażające się możliwością wyboru środków sprzętowych, oprogramowania oraz



dostawców urządzeń i usług oraz spełnianiem standardów urządzeń i ich funkcji z wykorzystywaniem standardowych protokołów komunikacyjnych.

## **2. Pilotażowa instalacja automatyki budynku w Pawilonie B-1 Wydziału EAIiE AGH**

Została ona zrealizowana w ramach tzw. Grantów Uczelnianych Zamawianych (GUZ) w trzech etapach w latach: 1998, 1999 i 2001.

Etap I [11] objął 4 pokoje na parterze pawilonu B-1, etap II [12] objął pozostałe 22 pokoje na parterze tego samego pawilonu B-1, a etap III [14] - wszystkie pomieszczenia na I piętrze pawilonu B-1.

W trakcie realizacji tych prac badawczych zostały opracowane w KANiUP AGH oraz wykonane w ZDANIa Sp. z o. o. i oprogramowane: prototypowe sterowniki pomieszczeń oraz zadajniki i mierniki temperatury w pomieszczeniach; a następnie zainstalowane wraz z odpowiednimi czujnikami i elementami wykonawczymi w pokojach objętych systemem pilotażowym [6, 7, 8, 11, 12, 13, 14].

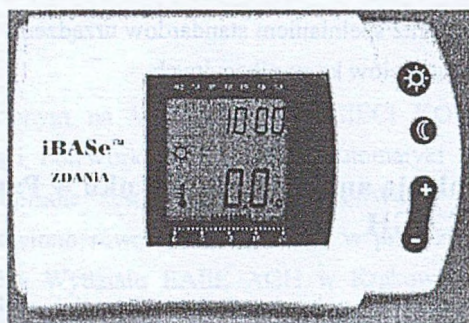
Został również opracowany i wdrożony program nadrzędny, umożliwiający zdalne monitorowanie, programowanie i sterowanie pracą systemu poprzez wewnętrzną sieć Intranet, z serwera (wyposażonego w oprogramowanie InTouch) oraz zdalne monitorowanie systemu i podgląd przebiegów historycznych poprzez wewnętrzną sieć Intranet na dowolnym komputerze (wyposażonym w oprogramowanie InTouch WindowViewer).

### **2.1. Sterownik pomieszczenia STP-02/E**

Moduł STP-02/E pełni rolę zintegrowanego sterownika pomieszczenia umożliwiającego wielofunkcyjne sterowanie funkcjami pomieszczenia [15]. Posiada pięć wejść dwustanowych, do których przyłączone są: czujnik ruchu, czujnik dymu, wyłącznik oświetlenia oraz styki sabotażu czujek. Dodatkowe wejście sterownika obsługuje czytnik dotykowych elektronicznych kluczy Dallas. Trzy wyjścia modułu STP-02/E sterują załączaniem oświetlenia, zaworem grzejnika CO oraz elektromagnetycznym zamkiem otwierającym drzwi.

### **2.2. Moduł czujnika i zadajnika temperatury iBAsC™ - TSSP-02**

Na rys. 1 pokazano widok modułu czujnika i zadajnika temperatury – TSSP-02, który służy do pomiaru i zadawania temperatury w pomieszczeniu [15]. Moduł posiada również zegar czasu rzeczywistego odmierzający czas i datę.



Rys. 1. Moduł czujnika i zadajnika temperatury TSSP-02

Fig. 1. Temperature sensor and setting module TSSP-02

### 2.2.1. Charakterystyka modułu

Moduł umożliwia ustawienie tygodniowego programu regulacji temperatury z wyróżnieniem pory dziennej i nocnej lub okresu wakacji. Ustawianie i odczyt parametrów odbywa się za pomocą przycisków i wyświetlacza LCD.

W zależności od aktualnej temperatury w pomieszczeniu oraz temperatury zadanej i trybu pracy moduł TSSP-02 wysyła poprzez sieć LON sygnał załączenia lub wyłączenia grzejnika albo urządzenia chłodzącego. Urządzeniem sterującym grzejnikiem może być np. sterownik pomieszczenia STP-02/E.

Aktualna temperatura w pomieszczeniu jest dostępna poprzez zmienną sieciową i może być wykorzystana przez inne moduły w sieci LON lub do monitoringu temperatury w pomieszczeniu.

Data, godzina i temperatura zadana mogą być ustawiane lokalnie z klawiatury modułu lub poprzez sieć LON. Dzięki wewnętrznym bateriom przy braku zasilania podtrzymywane są nastawione parametry oraz odmierzanie czasu.

### 2.2.2. Funkcje modułu TSSP-02

- regulacja temperatury w pomieszczeniu według zadanej temperatury,
- możliwość ustawiania temperatur dla trybów pracy: dziennego, nocnego, wakacyjnego i ręcznego,
- możliwość ustawienia programu regulacji dla każdego dnia tygodnia,
- praca w trybie wakacyjnym – od 1 do 99 dni,
- praca w trybie ręcznym – od 1 do 99 godzin.



### 2.3. Moduł monitoringu energii elektrycznej iBAs<sup>e</sup>™ - MMC/E

Na rys. 2. pokazano widok zewnętrzny modułu monitoringu energii elektrycznej MMC/E, który służy do zdalnego śledzenia zużycia energii elektrycznej i może być wykorzystany w rozproszonych systemach zrealizowanych w oparciu o sieć LON.

#### 2.3.1. Charakterystyka modułu:

Moduł MMC/E [15] jest uniwersalnym modułem do monitoringu zużycia energii elektrycznej wyposażonym w wejścia impulsowe; do wykorzystania w rozproszonych systemach zrealizowanych w oparciu o sieć LON.

Zestaw wejść pozwala na podłączenie typowych liczników energii elektrycznej posiadających wyjścia impulsowe. Moduł posiada wbudowane funkcje liczników z bateryjnym podtrzymywaniem zliczania impulsów oraz zawartości liczników. Stan poszczególnych liczników modułu MMC/E może być odczytywany zdalnie za pośrednictwem sieci LON, dostarczany do serwera sieci i udostępniany za pośrednictwem sieci Internet dla odpowiednich dystrybutorów mediów.

#### 2.3.2. Cechy modułu MMC/E

- Cztery wejścia impulsowe współpracujące ze stykiem beznapięciowym lub licznikiem z wyjściem OC.
- Monitoring czterech liczników energii elektrycznej.
- Wbudowane funkcje liczników impulsów z nieulotną pamięcią.
- Baterijnie podtrzymywane zliczanie impulsów oraz zawartości liczników.
- Praca w sieci LON.
- Zgodność ze standardem LonMark<sup>®</sup>.



Rys. 2. Moduł MMC/E  
Fig. 2. Module MMC/E

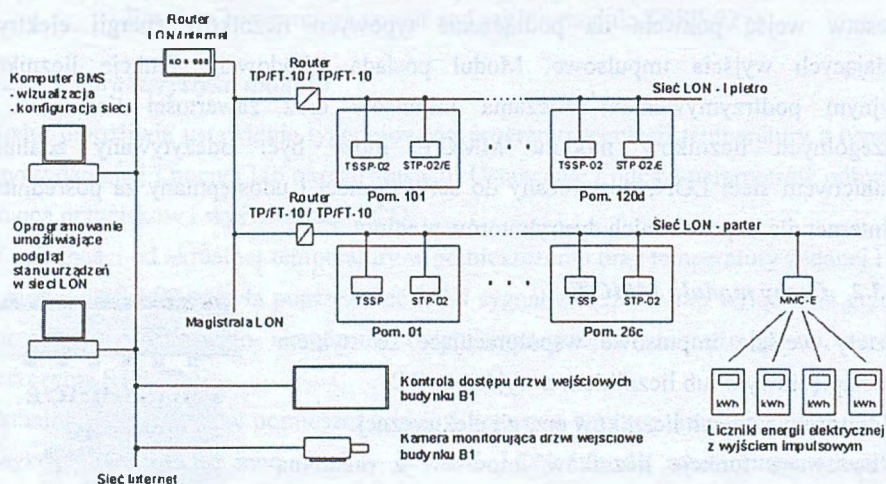
### 2.4. Struktura instalacji doświadczalnej w pawilonie B-1

Schemat instalacji doświadczalnej w pawilonie B-1 zrealizowanej w ramach GUZ'2001 przedstawiono na rys. 3. Instalacja obejmuje sieć LON na parterze (zrealizowaną w ramach GUZ'99) [11, 12], sieć LON na I piętrze [14], kontrolę dostępu na bramie wejściowej pawilonu B-1 oraz kamerę monitorującą bramę wejściową pawilonu B-1 [14]. Instalacja doświadczalna obejmuje 26 pomieszczeń na parterze oraz 24 pomieszczenia na I piętrze.

W ramach GUZ'99 zostały w Rozdzielni Elektrycznej na niskim parterze pawilonu B-1 zainstalowane 4 liczniki energii elektrycznej z wyjściami impulsowymi, służące do rejestracji

zużycia energii elektrycznej na 4 pionach zasilających: parter – wschód, parter – zachód, I piętro - wschód i I piętro – zachód. Liczniki te obecnie zostały poprzez moduł monitoringu energii elektrycznej MMC/E włączone do sieci LON w pawilonie B-1 w celu udostępnienia tych pomiarów na komputerze operatora systemu.

W węzle ciepłowniczym pawilonu B-1 zainstalowano 2 liczniki energii cieplnej, które umożliwiają pomiar i rejestrację mocy grzewczej (10-minutowej) oraz energii cieplnej dostarczanej odrębnie do pawilonu B-1 oraz do Hali Laboratoryjnej B-1. Te dane pomiarowe poprzez sieć Intranet dostępne są również na komputerze operatora systemu w celu ich wizualizacji, archiwizacji przebiegów historycznych i analizy.



Rys. 3. Schemat instalacji doświadczalnej w pawilonie B-1

Fig. 3. Diagram of the experimental installation in the B-1 building

Pomiędzy siecią LON w pawilonie B-1 a siecią Intranet na terenie AGH znajduje się router LON/Internet (typu iLON<sup>TM</sup> 1000, firmy Echelon), który umożliwia komunikację z siecią LON komputera operatora systemu (serwera) oraz komputerów umożliwiających monitorowanie systemu w dowolnych miejscach w sieci Intranet.

Urządzenia kontroli dostępu do bramy wejściowej budynku oraz cyfrowa kamera monitorująca tę bramę zostały włączone wprost do sieci Intranet.

Jako medium komunikacyjne pomiędzy sterownikami oraz do routera iLON<sup>TM</sup> w systemie przyjęto parę skręconą TP/FT-10 (o szybkości transmisji danych: 78 kb/s). Jako medium komunikacyjne w sieci Intranet służy istniejąca w pawilonie B-1 sieć Ethernet o szybkości transmisji 100 Mb/s.

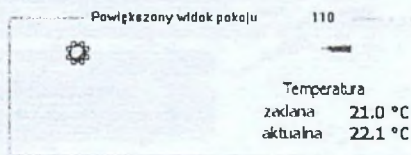
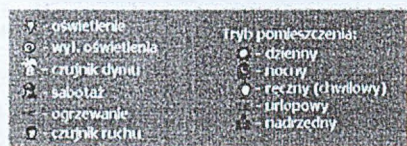
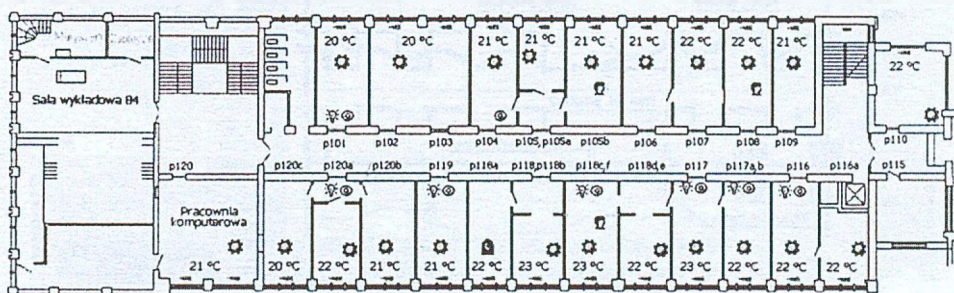
Na planszy pokazanej na rys. 4, wywoływanej przyciskiem „Architektura”, uwidocznione są stany poszczególnych pomieszczeń I piętra pawilonu B-1. Przez wywołanie



okna pojedynczego pokoju można uzyskać bardziej szczegółowe informacje o aktualnym stanie danego pomieszczenia.

Na panelu wybranego pokoju można również wymusić żądany tryb pracy sterownika danego pokoju, tzn.: dzienny lub nocny, niezależnie od aktualnej pory dnia albo przywrócić sterowanie automatyczne, zgodnie z programem zapisanym za pomocą modułu czujnika i zadajnika temperatury z zegarem czasu rzeczywistego – TSSP-02.

## AGH I piętro pawilonu B-1



Architektura Tabela Alarmy Trendy Klucze I Piętro 110 Serwis 11:32:55

Rys. 4. Schemat instalacji pilotażowej - etap III  
Fig. 4. Diagram of the pilot installation - stage III

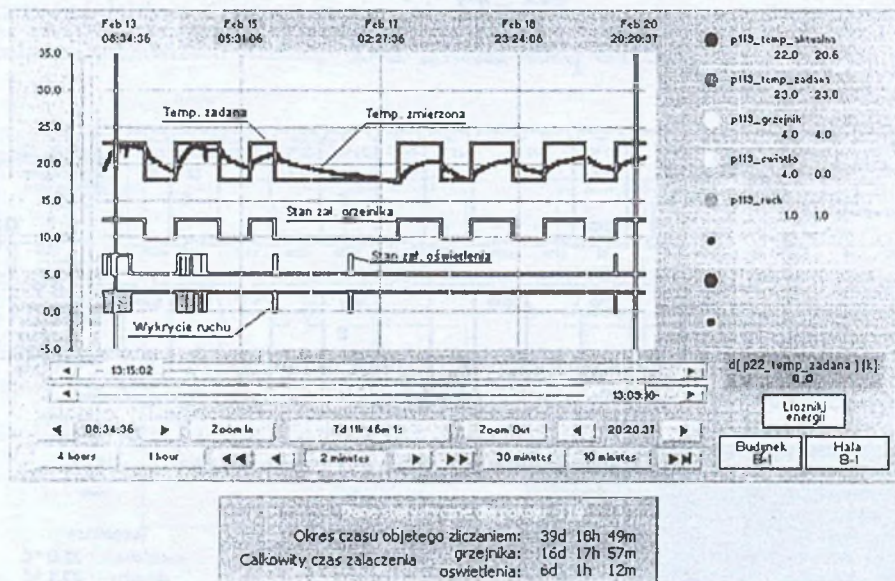
### 2.4.1. Program operatorski

Komputer operatora pozwala na zadawanie wybranych parametrów dla poszczególnych pomieszczeń, wprowadzanie informacji o uprawnionych użytkownikach poszczególnych pomieszczeń, podglądanie stanu pomieszczeń oraz na przeglądanie bazy danych, w której gromadzone są dane o poszczególnych zdarzenia, alarmach i przebiegu w czasie odpowiednich wielkości, jak temperatury (zadane i rzeczywiste), stany załączenia grzejników oraz światła, obecność w pomieszczeniu itp.

Współpraca komputera operatora z siecią sterowników jest obsługiwana przez oprogramowanie operatorskie Serwer LNS DDE. Wykorzystywany jest przy tym standardowy

mechanizm wymiany danych klient-serwer DDE. Do tworzenia oraz przeglądania poszczególnych plansz wykorzystano oprogramowanie InTouch firmy Wonderware.

Na planszy „Trendy”, pokazanej na rys. 5, można śledzić przebiegi w czasie odpowiednich wartości temperatury rzeczywistej i zadanej, stanów załączenia grzejnika i światła oraz obecności w wybranym pomieszczeniu i w wybranym przedziale czasu. Dane statystyczne łącznego czasu załączenia grzejnika oraz oświetlenia podają informację od początku rejestracji przez system na tle całkowitego czasu rejestracji.



\* Architektura : Tabela ▲ Alarmy | Trendy | 1 Piętro pok. 119 Serwis 21:05:18

Rys. 5. Przebiegi historyczne dla pok.119, na I p. w pawilonie B-1  
Fig. 5. Trends and statistics of the room 119 in the B-1 building

#### 2.4.2. Zdalne monitorowanie systemu

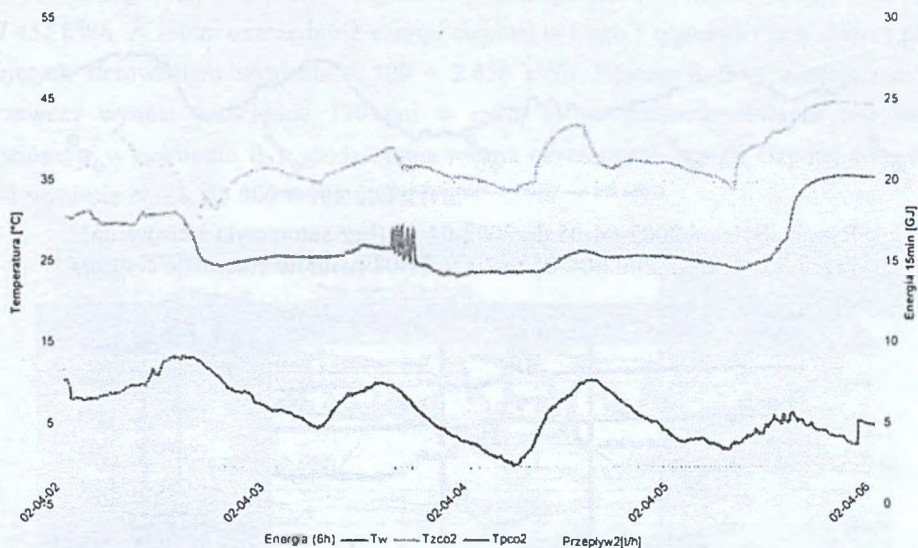
Możliwe jest również zdalne monitorowanie systemu i podgląd przebiegów historycznych poprzez wewnętrzną sieć Intranet na dowolnym komputerze (wyposażonym w oprogramowanie InTouch WindowViewer). Oprogramowanie to umożliwia interaktywne przeglądanie wszystkich plansz dostępnych na serwerze operatora systemu, zarówno stanu aktualnego, jak i przebiegów historycznych dla dowolnie wybranego pomieszczenia oraz w dowolnie wybranym przedziale czasu, jak to pokazano na rysunkach: 4, 5, 8 i 9.



## 2.5. Wyniki badań instalacji pilotażowej

### 2.5.1. Wyniki porównawcze badań zużycia energii cieplnej w instalacji doświadczalnej systemu automatyki budynku w pawilonie B-1 AGH

W okresach od 02.04.2002 do 08.04.2002 zostały przeprowadzone porównawcze pomiary zużycia energii cieplnej dostarczanej do pawilonu B1. Przy czym w okresie od 02.04.2002 do 04.04.2002 była włączona automatyka pomieszczeń parteru i I piętra pawilonu B-1. Natomiast w okresie od 05.04.2002 do 08.04.2002 automatyka sterowania zaworami grzejników w pawilonie B-1 została wyłączona (grzejniki były cały czas otwarte).



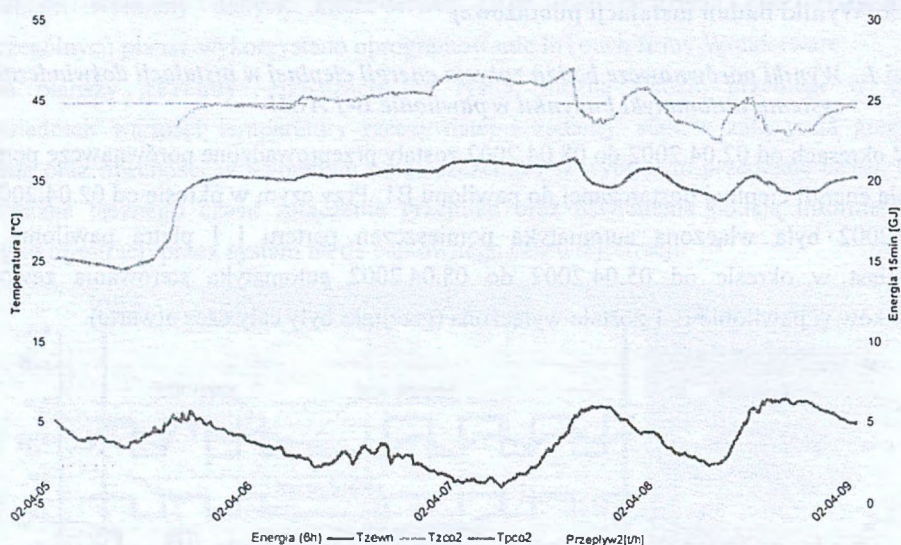
Rys. 6. B-1; od 2002-04-02 do 2002-04-05 (z automatyką sterowania)

Fig. 6. B-1; from 2002-04-02 to 2002-04-05 (with automatic control)

Na rysunkach 6 i 7 zostały pokazane przykładowe wykresy przebiegu w czasie, w tych dwóch okresach, takich wielkości, jak:

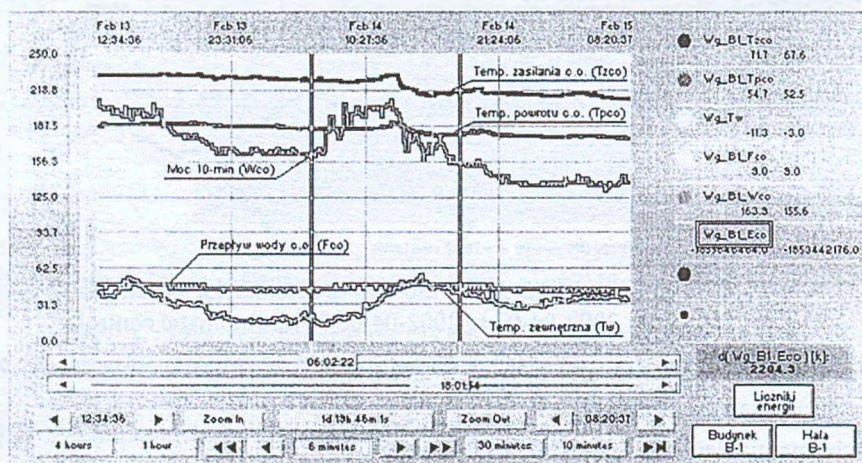
- zużycie energii cieplnej w okresach 6-godzinnych,
- temperatura zewnętrzna,
- temperatura zasilania c. o.,
- temperatura wody powrotnej c. o.,
- przepływ wody grzewczej c. o. w pawilonie B-1.

Analiza tych wykresów pozwala na oszacowanie możliwych do osiągnięcia oszczędności w zużyciu energii cieplnej w wyniku zastosowania automatycznego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń w funkcji zadanej temperatury, uzależnionej od pory dnia oraz obecności użytkowników pomieszczeń.



Rys. 7. B-1; od 2002-04-05 do 2002-04-08 (bez automatyki sterowania)

Fig. 7. B-1; from 2002-04-05 to 2002-04-08 (without automatic control)



Okres czasu objętego zliczeniem: 39d 16h 35m  
 Całkowity czas zaliczenia: 13d 7h 22m  
 oświetlenia: 1d 13h 52m

# Architektura | Tabela | Alarmy | Trendy | Parter | pok. 22 | Serwis | 19:12:46

Rys. 8. Przebiegi historyczne zasilania c. o. pawilonu B-1 (12 godzin – dzień)

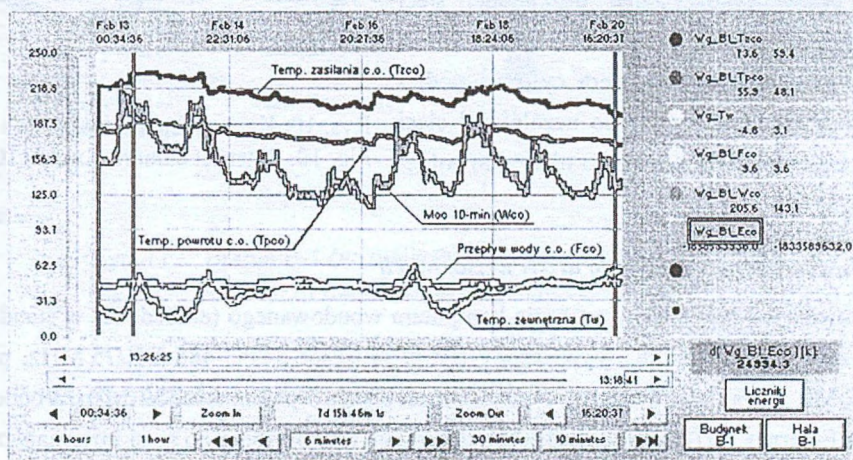
Fig. 8. Trends of the building B-1 heating energy supply (12 hours – day)

Drugą serię pomiarów porównawczych zużycia energii cieplnej w pawilonie B-1 oraz w hali B-1 przeprowadzono w okresie od 13. 02. do 14. 03. 2003 r. Na rys. 8 pokazano przykładowo przebiegi historyczne zasilania c. o. pawilonu B-1 w tym okresie. W godzinach



dziennych (od g. 06 do g. 18), kiedy większość grzejników w pawilonie B-1 objętych automatycznym sterowaniem jest otwarta - zużycie energii cieplnej przez budynek B-1 jest o 6 do 7,5 % większe niż przez halę B-1. Natomiast w godzinach nocnych (od g. 18 do g. 06), kiedy większość grzejników w pawilonie B-1 objętych automatycznym sterowaniem jest zamknięta - zużycie energii cieplnej przez budynek B-1 jest o 10 % niższe niż przez halę B-1.

Pomierzone zużycie energii cieplnej w okresie 1 tygodnia (w dniach od 13. 02. do 20. 02.) pokazane na rys. 9, wyniosło odpowiednio: dla budynku B-1:  $E_{B-1} = 24\ 994$  kWh oraz dla hali B-1:  $E_{H-1} = 25\ 537$  kWh. Gdyby zawory grzejników w budynku B-1 były cały czas otwarte, to zużycie energii cieplnej przez budynek wyniosłoby:  $(1,06 \div 1,075) \times E_{H-1} = 27\ 094 + 27\ 452$  kWh. A zatem oszczędność energii cieplnej w ciągu 1 tygodnia i przy dwóch piętrach objętych sterowaniem wyniosła:  $2\ 100 \div 2\ 458$  kWh. Natomiast uwzględniając, że sezon grzewczy wynosi przeciętnie 120 dni w roku, to po zautomatyzowaniu wszystkich 5 poziomów w pawilonie B-1 spodziewana roczna oszczędność energii cieplnej w pawilonie B-1 wyniesie około:  $90\ 000 \div 105\ 000$  kWh.



Okres czasu objętego zliczaniem: 39d 16h 14m  
 Całkowity czas zaliczenia grzejnika: 16d 17h 22m  
 oświetlenia: 6d 1h 12m

Rys. 9. Przebiegi historyczne zasilania c. o. pawilonu B-1 (1 tydzień)

Fig. 9. Trends of the building B-1 heating energy supply (1 week)

Z analizy tej wynika, że nakłady na pełną automatyzację pawilonu B-1 mają szansę zwrócić się w przeciągu około 3 lat jej eksploatacji.

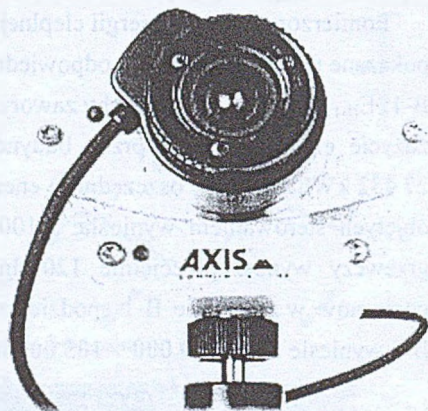
Ponieważ węzeł ciepłowniczy pawilonu B-1 jest również objęty automatyką i programowym sterowaniem, które uzależnia temperaturę wody w c. o. od temperatury zewnętrznej oraz od pory dnia, to – kiedy tylko część pomieszczeń pawilonu B-1 objęta jest

indywidualnym sterowaniem automatycznym – te dwa systemy częściowo ze sobą kolidują i albo nie zapewniają indywidualnego komfortu w pomieszczeniach użytkowanych, albo nie wykorzystują w pełnym zakresie możliwych do osiągnięcia oszczędności energii cieplnej.

## 2.6. System monitoringu dostępu do budynku B-1

System kontroli dostępu do budynku B-1 ma na celu umożliwienie identyfikacji uprawnionych osób za pomocą elektronicznych kluczy Dallas (pinzka) oraz monitorowanie drzwi za pomocą cyfrowej kamery wizyjnej (rys. 10). System ma umożliwiać zdalny dostęp zarówno do informacji o stanie bramy, dziennikach zdarzeń, jak i obrazu z kamery w dowolnym (uprawnionym) miejscu na uczelni przez wykorzystanie uczelnianej sieci Intranet.

Sterownik dostępu i kamera cyfrowa podłączone są przez koncentrator do uczelnianej sieci Intranet, co umożliwia dostęp do nich z dowolnego miejsca.



Rys. 10. Kamera internetowa Axis 2110  
Fig. 10. Internet camera Axis 2110

### 2.6.1. Sterownik dostępu do drzwi wejściowych

Sterownik jest zbudowany na bazie komputera wbudowanego (embedded) w standardzie PC/104 zgodnego z AT486. Wyposażony jest w procesor STPC 486 DX/75 MHz, pamięć RAM 32 MB i dysk elektroniczny typu Compact Flash o pojemności 32 MB. Wbudowany kontroler Ethernet 10/100 Mb umożliwia podłączenie bezpośrednio do sieci informatycznej.

Na sterowniku dostępu pracują procesy sterujące, rejestrujące zdarzenia oraz oprogramowanie dostępu.

Oprogramowanie dostępu realizuje następujące funkcje:

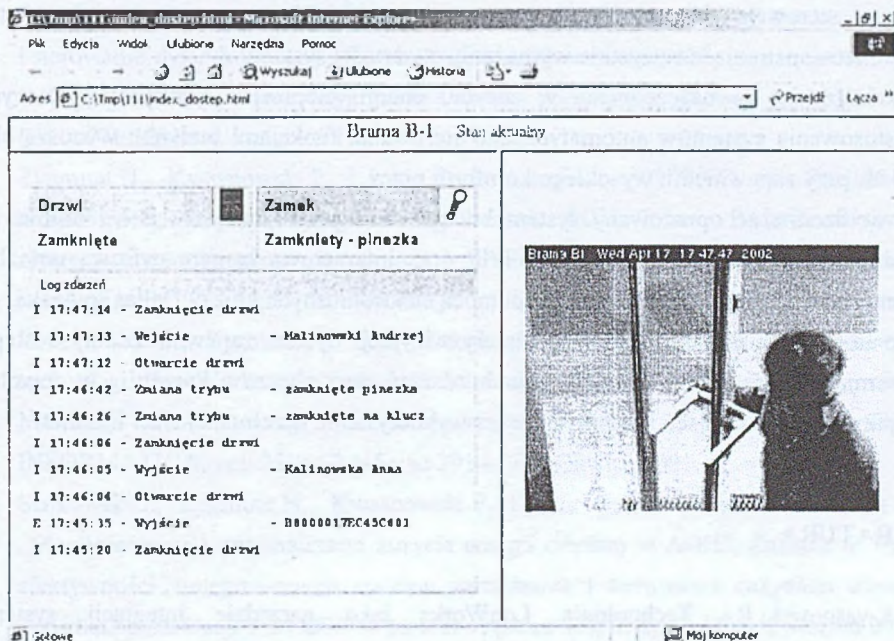
- podgląd aktualnego stanu drzwi wraz z obrazem z kamery (rys. 11),
- przeglądanie dzienników zdarzeń,
- dostęp do bazy kluczy – dodawanie oraz edycja identyfikatorów uprawnionych do dostępu.

### 2.6.2. Kamera monitorująca drzwi

Zastosowana została kamera internetowa Axis 2110 (rys. 10). Jest to kolorowa kamera cyfrowa wyposażona w komputer z wbudowanym serwerem HTTP oraz w kontroler Ethernet



10/100 Mb/s, co umożliwia podłączenie jej bezpośrednio do sieci Internet/Intranet i dostęp do wytwarzanego przez nią strumienia video przy użyciu standardowych narzędzi przeglądarki www. Kamera przetwarza obraz w rozdzielczości 640x480 punktów lub 320x240 punktów z maksymalną szybkością do 15 klatek/sekundę.



Rys. 11. Brama B-1 (wizualizacja + dziennik bieżący zdarzeń)

Fig. 11. Gate B-1 (visualization + current events logs)

### 3. Podsumowanie

Zastosowanie technologii LonWorks oraz TCP/IP w systemach automatycznego sterowania (BAS) i zarządzania (BMS) budynkami pozwala na tworzenie otwartych, zintegrowanych systemów rozproszonego sterowania funkcjami budynku, takimi jak: oświetlenie, klimatyzacja, ogrzewanie, kontrola dostępu i bezpieczeństwa (w tym: ochrona przeciwwłamaniowa i sygnalizacja pożarowa) oraz zdalne monitorowanie i rozliczanie zużycia mediów energetycznych.

Zrealizowanie w ramach GUZ, w latach 1998 ÷ 2002 pilotażowej instalacji automatyki budynku w Pawilonie B-1 Wydziału EAIiE AGH w Krakowie i przeprowadzone na niej badania pozwoliły na:

- Opracowanie, wykonanie i badania prototypowych urządzeń, takich jak: sterowniki pomieszczeń, zadajniki i mierniki temperatury w pomieszczeniach, czynniki

elektronicznych identyfikatorów typu Dallas, czy zintegrowane moduły liczników mediów - spełniających wymagania standardów technologii LonWorks.

- Opracowanie (w oparciu o oprogramowanie operatorskie Serwer LNS DDE oraz oprogramowanie SCADA InTouch) oprogramowania użytkownika, umożliwiającego zdalne sterowanie i monitoring systemu automatyki budynku poprzez sieć Intranet lub Internet – spełniające wszystkie wymagania otwartości systemu.
- Stwierdzenie, że oszczędności w zużyciu energii cieplnej i elektrycznej w wyniku zastosowania systemów automatycznego sterowania funkcjami budynku wynoszą około 30 %, przy zapewnieniu wysokiego komfortu pracy.
- Stwierdzenie, że opracowany system kontroli dostępu do budynku B-1 i monitoringu bramy w oparciu o technologię TCP/IP oraz internetową kamerę cyfrową umożliwia identyfikację uprawnionych osób za pomocą elektronicznych kluczy Dallas (pinezka) oraz monitorowanie drzwi za pomocą kamery wizyjnej. System zapewnia zdalny dostęp do informacji o stanie bramy, dziennikach zdarzeń oraz obrazu z kamery - w dowolnym (uprawnionym) miejscu na uczelni, przez wykorzystanie uczelnianej sieci Intranet.

## LITERATURA

1. Kwasnowski P.: Technologia LonWorks jako narzędzie integracji systemów automatyzacji budynków; PAK 9/1997.
2. Sutterlin P., Downey W.: A Power Line Communication Tutorial - Challenges and Technologies, ECHELON Corporation 1999.
3. MOTOROLA LonWorks Technology Device Data, r. 1997.
4. Katalog firmy TOSHIBA - TMPN3150/3120, 1999.
5. Kwasnowski P.: Przykład zastosowania technologii LonWorks do integracji systemów automatyzacji budynków; Jakość i Użytkowanie Energii Elektrycznej; t. 5, zeszyt 1, s. 109 – 117, Kraków 1999.
6. Kwasnowski P.: Pilotażowa instalacja sieci LonWorks do sterowania inteligentnym budynkiem - już pracuje w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie; Pomiary Automatyka Kontrola Nr 5/1999, s. 24 - 27.
7. Kwasnowski P.: Pilotażowa instalacja sieci LonWorks do sterowania inteligentnym budynkiem już pracuje w AGH w Krakowie; Biuletyn Informacyjny Pracowników AGH, nr 66/67, . s. 27 - 30, Kraków, 23. 06. 1999.
8. Kwasnowski P.: iBAsE™ - Zintegrowany system automatyzacji budynków na bazie technologii LonWorks®; Pomiary Automatyka Kontrola Nr 11/1999, s. 31 - 33.



9. Kwasnowski P.: Integracja i rozproszenie. System iBAsE™ na bazie technologii LonWorks®; Inteligentny Budynek Nr 2/2000, s. 187 - 190.
10. Kwasnowski P.: Open Systems 2000; Biuletyn Informacyjny Pracowników AGH, nr 85, s.: 11, Kraków, grudzień 2000.
11. Zygmunt H., Kwasnowski P.: Sprawozdanie z „GUZ'98”, pt.: Zintegrowane zarządzanie i sterowanie dystrybucją energii w budynkach użyteczności publicznej z zastosowaniem technologii LON, Zadanie: Wykonanie i badanie pilotażowej instalacji sieci LON w Paw. B-1 AGH; Kraków, kwiecień 1999.
12. Zygmunt H., Kwasnowski P. i inni: Sprawozdanie z „GUZ'99”, pt.: Racjonalizacja zużycia energii na przykładzie wybranego budynku AGH, Zadanie: Badanie efektywności zintegrowanego systemu zarządzania i sterowania zużyciem energii na przykładzie instalacji sieci LON w paw. B-1 AGH; (stron 78), Kraków, kwiecień 2000.
13. Kwasnowski P., Zygmunt H., Seńkowski J., Hayduk G., Jachimski M.: Zastosowanie technologii LonWorks w systemach automatyki budynków i monitoringu mediów; Materiały VIII Konferencji „Sieci Komputerowe”, Krynica, 18 ÷ 20.VI. 2001, STUDIA INFORMATICA, vol. 22, no 3 (45), s.: 291 – 309, Gliwice 2001.
14. Seńkowski J., Zygmunt H., Kwasnowski P. i inni: Sprawozdanie z „GUZ'01”, pt.: „Monitorowanie i optymalizacja zużycia energii cieplnej w AGH”, Zadanie 4: Badanie efektywności zintegrowanego systemu zarządzania i sterowania zużyciem energii na przykładzie instalacji sieci LON w paw. B-1; (stron 41), Kraków AGH, kwiecień 2002.
15. Strona internetowa <http://www.zdania.com.pl>
16. Kwasnowski P.: Otwartość w systemach automatyki budynków; Materiały Międzynarodowej Konferencji: International Congress on Intelligent Building Systems InBus 2002, s.: 89-93, Kraków, 13 – 14 maja 2002.

Recenzent: Dr inż. Henryk Małyśiak

Wpłynęło do Redakcji 13 marca 2003 r.

## Abstract

Employing the LonWorks technology to the building automation (BAS) and building management (BMS) systems allows for creating an open, integrated system of distributed control of building installations, such as: lighting, air conditioning and heating control, access

control and security systems (including: intrusion, robbery and fire alarm systems). and remote billing of utilities consumption.

The design, completing and experimental tests, carried on since 1999 to 2003, of the pilot installation of building automation system, as shown in figures 3 - 4, in the Electrical Engineering Faculty building (B-1) allow to:

- design, develop, manufacture and test prototype devices such as: room controller, room temperature sensor and setting module (shown in figure 1), Dallas type electronic key and integrated utilities counter module (shown in figure 2) - compliant with the LonWorks requirements;
- design (on the basis of the Server LNS DDE programme and the SCADA InTouch programme) the user's programme for remote control and monitoring by means of the Internet of a building automation system, shown in figures: 5 and 8 - 9, which complies with all requirements of the open system;
- conclude that employing the integrated systems of automatic control of building functions results in c.a. 30% savings in the thermal (as shown in figures: 6 - 7) and electrical energy consumption. while providing comfortable work-place conditions in terms of HVAC and lighting;
- conclude, that the tested prototype system of access control and gate monitoring of the B-1 building with the TCP/IP technology application, shown in figures 10 - 11, has successfully passed commissioning tests. Its purpose is to identify authorized persons by means of the Dallas electronic keys (tack), and the gate surveillance by means of an internet camera.

## Adresy

Paweł KWASNOWSKI: Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, [PKwasnowski@zдания.com.pl](mailto:PKwasnowski@zдания.com.pl).

Henryk ZYGMUNT: Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, [hazet@agh.edu.pl](mailto:hazet@agh.edu.pl).

Grzegorz WRÓBEL: Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, [wrobel@uci.agh.edu.pl](mailto:wrobel@uci.agh.edu.pl).

Jacek SEŃKOWSKI: Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, [psen@interia.pl](mailto:psen@interia.pl).

Grzegorz HAYDUK: Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, [hayduk@kaniup.agh.edu.pl](mailto:hayduk@kaniup.agh.edu.pl).

Marcin JACHIMSKI: Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, [MJachimski@zдания.com.pl](mailto:MJachimski@zдания.com.pl).