

Komputerowe systemy wspomaganie utrzymania AUTOMATYKI BUDYNKOWEJ

Marcin Nowak, Mariusz Nowak

1. Wprowadzenie

Jednym z głównych powodów powstania koncepcji i docelowej realizacji idei inteligentnych budynków była chęć zwiększenia odczucia komfortu przez ludzi i gwarancja bezpieczeństwa osób przebywających w budynku z jednoczesną minimalizacją kosztów funkcjonowania obiektu.

Stały postęp technologiczny w dziedzinie informatyki wpływa na wzrost wykorzystania szeroko pojętych rozwiązań informatycznych w automatyce budynkowej, szczególnie do realizacji procesów sterowania, monitorowania i wizualizacji pracy instalacji funkcjonujących w inteligentnych budynkach. Systemem wspomagającym procesy zarządzania automatyką budynku może być system SCADA (ang. *Supervisory Control And Data Acquisition*). Spośród wszystkich działań, realizowanych w inteligentnych budynkach przez systemy SCADA, wyróżnić można między innymi obszar raportowania i zasad postępowania w sytuacji zaistnienia zdarzeń awaryjnych i nieplanowanych [1, 2]. Znaczenie obsługi takich zdarzeń znacznie wzrasta, jeżeli uwzględnimy fakt, że w budynkach zawsze przebywają ludzie, którym należy zapewnić bezwzględne bezpieczeństwo. Do realizacji sprawnego i pełnego zarządzania procesami obsługi awarii w infrastrukturze inteligentnego budynku klasyczny system SCADA może być niewystarczający. Stąd w dalszej części artykułu przedyskutowana zostanie możliwość wykorzystania specjalizowanego systemu informatycznego, wspierającego szeroko pojęte utrzymanie ruchu znane z zastosowań w zakładach produkcyjnych.

2. Możliwości wykorzystania systemów CMMS w inteligentnych budynkach

W obecnych czasach systemy informatyczne klasy CMMS (ang. *Computerized Maintenance Management System*) naj-

szersze zastosowanie znalazły jako narzędzia wspomaganie służb utrzymania ruchu głównie w zakładach produkcyjnych, a także w branżach obejmujących swoim zasięgiem wielkie obszary – np. w energetyce. Uważa się, że nie istnieją przeszkody w wykorzystaniu tego rodzaju systemów informatycznych jako wsparcia dla osób lub instytucji odpowiedzialnych za bezpieczeństwo zarówno ludzi przebywających w budynku jak i instalacji w nim funkcjonujących [4]. Oferowany przez systemy informatyczne typu CMMS dostęp do bazy wiedzy może skutecznie wspomagać służby utrzymania prawidłowego stanu infrastruktury budynku w podejmowaniu właściwych decyzji.

Do najważniejszych zadań realizowanych przez systemy klasy CMMS zalicza się [5]:

- szybkie zgłaszanie i obsługa awarii zarejestrowanych przez systemy automatyki;
- modelowanie struktury instalacji elektrycznej, gazowniczej czy wodno-kanalizacyjnej w celu umożliwienia szybkiej lokalizacji awarii;
- udostępnianie dokumentacji technicznej poszczególnych elementów infrastruktury budynkowej;
- umożliwianie szybkiego kontaktu z dostawcami części zamiennych;
- tworzenie harmonogramu planowanych prac i remontów instalacji budynkowych;
- rejestracja czasu trwania obsługi awarii;
- automatyzacja rozgłaszania informacji ostrzegawczych w stanach awaryjnych;
- zbieranie statystyk dotyczących awaryjności poszczególnych modułów kompleksu budowlanego.

Wykorzystanie systemu informatycznego typu CMMS może pozwolić na znaczne zredukowanie liczby nieplanowanych przestojów i ograniczeń w funkcjonowaniu infrastruktury budynko-

Streszczenie: W artykule przedstawiono możliwości wdrożenia systemu CMMS przeznaczonego do wspierania służb zajmujących się utrzymaniem infrastruktury automatyki budynkowej. Zdefiniowano najważniejsze zadania realizowane przez te systemy oraz zyski z zastosowania specjalistycznego systemu informatycznego w strukturze zarządzania instalacjami w inteligentnym budynku. Omówiono koncepcję systemu CMMS typu klient-serwer. Scharakteryzowano funkcjonalność aplikacji serwerowej oraz warstwową budowę aplikacji klienckiej. Przedyskutowano obszary, na których można oczekiwać wymiernych zysków z zastosowania nowoczesnego systemu informatycznego.

COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR BUILDING AUTOMATION SYSTEM

Abstract: In this article Computerized Maintenance Management System (CMMS) for building automation system was characterized. The most important tasks performed by these systems were defined and profits from the use of specialized computer system in the management structure of an intelligent building installations were presented. The article discusses the concept of the CMMS client-server system. The functionality of the server application and the layer structure of client application were characterized. The possibility of profits from the use of modern information system in intelligent buildings are discussed.

wej oraz zredukować liczbę reklamacji użytkowników budynku napływających do administracji obiektu [4]. Kolejną korzyścią wynikającą z zastosowania systemu CMMS jest zmniejszenie kosztów

usuwania awarii, czyli procesów, które w skrajnych przypadkach znacząco obciążają budżet firmy odpowiadającej za utrzymanie odpowiedniej sprawności technicznej infrastruktury inteligentnego budynku.

W sytuacjach awaryjnych systemy nadrzędnej kontroli i sterowania SCADA mogą działać jako dopełnienie systemów CMMS. Służby utrzymania ruchu powinny posiadać możliwość zgłaszania awarii do systemu CMMS poprzez panele operatorskie HMI/SCADA (ang. *Human Machine Interface*), szczególnie w przypadku chwilowego braku dostępu do aplikacji klienckich CMMS. System nadzoru i sterowania z racji faktu dostępu do aktualnych wartości danych pozyskiwanych z urządzeń takich, jak regulatory, koncentratory danych pomiarowych z czujników czy sterowniki, może zasilać danymi bazę systemu CMMS. Warto również wspomnieć o współpracy z takimi systemami, jak elektroniczny magazyn, np. w celu prowadzenia ewidencji części zamiennych wykorzystanych w przypadku usuwania konkretnych awarii.

Wdrożenie systemu CMMS w inteligentnym budynku nie jest zadaniem prostym. Proces wdrażania wymaga przede wszystkim dużej dyscypliny i skrupulatności wśród pracowników odpowiedzialnych za planowanie przeglądów i remontów urządzeń. Zakłada się jednak, że zyski po zastosowaniu systemu klasy CMMS zwiększające opłacalność inwestycji budowlanej przyczynią się do upowszechnienia zastosowań tego typu rozwiązań informatycznych w branży inteligentnych budynków.

W dalszej części artykułu zostanie przedstawiona koncepcja systemu wspomagania służb utrzymania technicznego budynku.

3. Projekt systemu wspomagania służb utrzymania technicznego budynku

Bezpośrednią kontrolę, sterowanie i monitoring instalacji budynkowych zapewniają sterowniki PLC i regulatory przemysłowe połączone siecią informatyczną, najczęściej do jednego lub wielu serwerów systemów akwizycji danych. W proponowanym rozwiązaniu wykorzystano odrębny serwer zbierania i przetwarzania informacji alarmowych wpływających od operatorów systemów automatyki budynkowej lub specjalizowanych czujników alarmowych. Aplikacja serwerowa komunikuje się z urządze-

niami pomiarowymi zainstalowanymi w budynku za pomocą klienta protokołu OPC (ang. *OLE for Process Control*), co rozwiązuje problem posiadania jednolitego interfejsu dostępu do danych [6]. Standard OPC zawiera w sobie implementacje kilkudziesięciu najpopularniejszych protokołów transmisji danych przemysłowych i jest powszechnie wykorzystywany również w automatyce budynkowej.

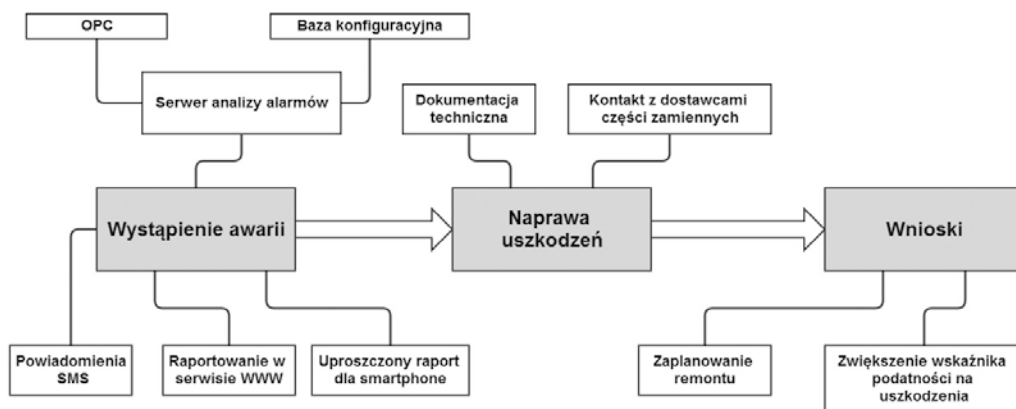
Dedykowane oprogramowanie serwera alarmów wykorzystuje bazę danych w celu uzyskania informacji o sposobie powiadamiania o stanie awaryjnym instalacji. Do prawidłowej analizy zebranych danych aplikacja wymaga definicji adresów obszarów pamięci przechowujących wartości zmiennych OPC, wartości progów ostrzegawczych i alarmowych, a także działań podejmowanych przez system informatyczny w momencie osiągnięcia wartości sygnalizujących wystąpienie zagrożenia. W tego typu rozwiązaniach można zastosować gradację priorytetu awarii w zależności od liczby kolejnych progów bezpieczeństwa przekroczonych przez wartość sygnału pomiarowego [1]. Dodatkową funkcjonalnością serwerów analizy danych awaryjnych jest możliwość powiadamiania osób decyzyjnych o zaistnieniu problemu za pomocą wiadomości SMS. W przypadku bardzo rozległej instalacji w budynku lub w przypadku zarządzania instalacjami technicznymi w zespole kilku budynków stanowiących kompleks inteligentnych budynków, można wykorzystywać wiele serwerów alarmowych działających w architekturze rozproszonej.

Rolę interfejsu prezentującego dane i pozwalającego zarządzać zebranymi danymi pełnić może aplikacja kliencka zrealizowana w technologii Web. Zapewnia to wszystkim użytkownikom systemu jednolity dostęp do danych z dowolnego urządzenia w sieci wewnętrznej wyposażonego w przeglądarkę internetową. Strukturę klienta systemu CMMS można podzielić na trzy warstwy. Pierwsza warstwa odpowiedzialna jest za komunikację z serwerami alarmowymi oraz za komunikację z bazą danych RDBMS (ang. *Relational Database Management System*), dzięki czemu aplikacja posiada aktualne wartości pomiarów oraz jest wyposażona w informacje, które mogą zostać wykorzystane do wspomagania pracy służb utrzymania infrastruktury inteligentnego budynku. Za udostępnianie i interpretowanie danych wprowadzanych przez użytkowników odpowia-

da warstwa logiki biznesowej, która jest realizowana w architekturze MVC (ang. *Model View Controller*). Ostateczna prezentacja danych systemu jest realizowana przy pomocy standardu HTML5 z elementami grafiki wektorowej [7]. Dzięki takiemu podejściu warstwa aplikacji zapewnia atrakcyjny wizualnie i prosty w obsłudze interfejs HMI (ang. *Human Machine Interface*) [8]. Znaczące rozpowszechnienie urządzeń mobilnych, również w zastosowaniach biznesowych pozwoliło jeszcze bardziej zwiększyć dostępność do systemu. Smartfony nowej generacji mogą pełnić rolę interaktywnych terminali do raportowania oraz przekazywania informacji dla innych pracowników obsługi z dowolnego miejsca [3]. Na rysunku 1 przedstawiono schemat funkcjonalny systemu CMMS wspierającego służby utrzymania technicznego infrastruktury budynku.

Podstawowym zadaniem systemu wspomagającego utrzymanie prawidłowego stanu technicznego infrastruktury w kompleksie budynków jest wykrywanie stanów awaryjnych oraz raportowanie wszelkich nieprawidłowości w działaniu instalacji technicznych w budynku. Dzięki zastosowaniu interfejsu komunikacyjnego Web Sockets dla JavaScripts możliwe jest prezentowanie danych w aplikacji internetowej, w czasie rzeczywistym, bez potrzeby ciągłego, ręcznego odświeżania okna przeglądarki [9]. Ponadto program informuje użytkownika o wystąpieniu awarii, nawet jeżeli nie przegląda on obecnie zestawienia odnotowanych w systemie alarmów. Uważa się, że stan awaryjny można opisać statusem, który informuje użytkowników o aktualnej sytuacji. Pracownicy, którzy rozpoczęli naprawę usterki, mogą wykorzystywać podręczne urządzenia mobilne, takie jak smartfony, do wprowadzania zmian w statusie awarii, począwszy od informacji o rozpoznaniu, aż do informacji o usunięciu problemu i zakończeniu wszystkich prac. Uzyskuje się w ten sposób klarowny obraz, informujący, w jakim stanie znajdują się instalacje techniczne budynku. Jest to szczególnie ważne dla osób pełniących role decyzyjne, a niemogących w danej chwili bezpośrednio z określonej lokalizacji zarządzać procesem usuwania uszkodzeń.

Poza funkcją informacyjną, system klasy CMMS w inteligentnym budynku wspiera użytkownika, dając mu wiedzę i wskazówki, w jaki sposób powinien postępować w sytuacji wystąpienia nie-



Rys. 1. Schemat funkcjonalny systemu CMMS

planowanego zdarzenia. Umożliwia to zgromadzona na serwerach baza wiedzy, filtrująca informacje ze względu na rodzaj uszkodzonego obiektu, historię innych awarii tego obiektu czy dostępność dokumentacji technologicznej. System zapewnia również formularz kontaktu z dostawcami części zamiennych.

Wspomniane powyżej funkcjonalności aplikacji są pomocne w usuwaniu usterek. Jednym z najważniejszych zadań realizowanych przez systemy CMMS jest dbanie o to, aby awarie występowały jak najrzadziej i nie powtarzały się. CMMS dba również o ten obszar działalności służb utrzymania technicznego, dostarczając moduł planowania prac. Pełni on rolę harmonogramu, w którym znajdują się zaplanowane zdarzenia, remonty i przeglądy serwisowe urządzeń i instalacji budynkowych. Użytkownicy systemu mają możliwość złożenia do bazy danych wniosku o naprawę wadliwego urządzenia, zanim spowoduje ono wystąpienie sytuacji awaryjnej. Taki wniosek jest następnie zatwierdzany przez pracowników wyższego szczebla, a praca jest wykonywana w proponowanym terminie. Często działania o charakterze serwisowym naruszają strukturę sieci informatycznej, która odpowiada za zbieranie danych pomiarowych. Serwer danych, pozwalający na analizę zdarzeń alarmowych, jest odpowiednio przygotowany na takie sytuacje dzięki możliwości wglądu w harmonogram planowanych prac i automatyczne kwalifikowanie zarejestrowanego zdarzenia jako planowane.

Klient systemu CMMS zajmuje się również zbieraniem i obliczaniem danych statystycznych odnośnie do awaryjności poszczególnych elementów instalacji budowlanych. Uzyskane w ten sposób wskaźniki pozwalają ocenić, które urzą-

dzenia najczęściej zawodzą, jaki jest średni czas usuwania uszkodzeń oraz zweryfikować, który producent dostarcza wadliwe części zamienne.

4. Podsumowanie

Wspieranie klasycznego systemu SCADA przez system CMMS w zakresie zarządzania automatyką budynkową przyczynia się do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa pracy urządzeń. Możliwe staje się wcześniejsze przewidywanie sytuacji awaryjnych, a co za tym idzie, minimalizacja kosztów nieprzewidzianych remontów i czynności serwisowych. Postęp w dziedzinie informatyki pozwala na wdrażanie systemów CMMS w inteligentnych budynkach. Systemy CMMS podnoszą poziom bezpieczeństwa pracowników obsługi instalacji oraz wszystkich innych osób przebywających w budynkach. Systemy wspomagające służby utrzymania infrastruktury budynku przyczyniają się do minimalizacji liczby wystąpień awarii w instalacjach budynkowych, a ewentualne prace naprawcze są przeprowadzane w sposób optymalny. Minimalizacja wystąpień awarii instalacji przekłada się na zwiększenie komfortu użytkowników budynku, którym oferuje się nieprzerwanie odpowiedni poziom parametrów mikroklimatu wewnątrz budynku oraz pełną sprawność wszystkich urządzeń niezbędnych do realizacji wykonywanych zadań i czynności.

Literatura

- [1] NOWAK MARCIN: *Rozproszony system SCADA*. Praca magisterska, Wydział Informatyki Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012.

- [2] NOWAK MARCIN, NOWAK MARIUSZ: *Rozproszony system SCADA do sterowania i zarządzania instalacjami w inteligentnym budynku*. „Napędy i Sterowanie” 12/2012, s. 64–68.
- [3] NOWAK MARIUSZ, SZYMCZAK A.: *Wykorzystanie technik mobilnych do sterowania instalacjami w inteligentnym budynku*. „Napędy i Sterowanie” 12/2011, s. 82–86.
- [4] WIREMAN T.: *Successfully Utilizing CMSS/EAM Systems*. Industrial Press, 2008.
- [5] <http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artukul/article/cmms-lekarstwem-na-awarie>, (dostęp: 20.11.2013).
- [6] <http://www.opcfoundation.org> (dostęp: 20.11.2013).
- [7] <http://www.w3.org/TR/html5> (dostęp: 20.11.2013).
- [8] <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/44300/hmi> (dostęp: 20.11.2013).
- [9] <http://www.websocket.org> (dostęp: 20.11.2013).

dr inż. Mariusz Nowak – adiunkt w Instytucie Informatyki na Wydziale Informatyki Politechniki Poznańskiej, e-mail: Mariusz.Nowak@put.poznan.pl;

mgr inż. Marcin Nowak – absolwent Politechniki Poznańskiej na kierunku Informatyka, Wydział Informatyki, specjalność Technologie przetwarzania danych, e-mail: prywatnie@marcin-nowak.pl