

---

# **Automatyka budynków**

## Automatyka budynków – Definicje, komponenty, funkcje

Towarzystwo Fraunhofera

Nr ref EIM: EIM04105

# Efektywność energetyczna budynków - definicje i generalne założenia

Budynki są odpowiedzialne za około 40 proc. finalnego zużycia energii. Inwestowanie w działania na rzecz efektywności energetycznej w budynkach może przyczynić się do oszczędności energii. Dodatkowo zastosowanie odpowiednich systemów automatyki, uwzględniając efektywne energetycznie urządzenia i technologie wraz z użyciem energii ze źródeł odnawialnych, jest efektywnym sposobem oszczędzania i optymalnego wykorzystania energii.

Poniższe sześć czynników mają istotny wpływ na zapotrzebowanie energetyczne budynku:

- temperatura na zewnątrz budynku,
- pokrycie budynku,
- technologia budowlana i energetyczna,
- obsługa i konserwacja budynku,
- wykorzystanie obiektów i zachowania użytkowników,
- jakość wnętrza pokoju.

Wprowadzenie Dyrektywy EPBD (Dyrektywa Budowlana Wydajności Energetycznej) w Unii Europejskiej, jest kluczowym elementem w poprawie efektywności energetycznej budynków. Seria norm europejskich została wydana na podstawie tej dyrektywy i odnosi się do projektowania, instalacji i kontroli ogrzewania, ciepłej wody, chłodzenia, wentylacji, klimatyzacji oraz oświetlenia. Ponadto dyrektywa PWE (Dyrektywa dla Produktów Wykorzystujących Energię) określa kryteria ekologiczne (zużycie energii, emisji, recykling) dla obiektów wykorzystujących energię.

Ze względu na specyfikę wymagań, wysoką złożoność funkcjonalną oraz stosunkowo duży pobór energii, budynki inteligentne stanowią wyzwanie pod względem wymagań projektowo-wykonawczych, norm, warunków pracy oraz eksploatacji. Odpowiednie wykorzystanie dostępnych technologii przekłada się na większą wydajność i komfort w budynkach i obiektach publicznych, a jednocześnie wnosi znaczący wkład w redukcję szkodliwych dla środowiska emisji. Przy odpowiednim użyciu rozwiązań automatyki możliwe jest monitorowanie, kierowanie, regulacja i optymalizacja funkcjonalności budynków.

Znajdujący się na stronie [leonardo-energy.pl](http://leonardo-energy.pl) materiał wideo przedstawia przykład integracji auta elektrycznego w infrastrukturze elektrycznej budynku jako aktywnego komponentu sieci. Sterowanie i automatyka budynku jest realizowana przez dedykowane urządzenie koordynujące funkcjonowanie urządzeń elektrycznych w budynku oraz proces ładowania i oddawania energii do sieci z auta elektrycznego.

## Komponenty automatyki budynków

Systemy automatyki budynków (BAS-building automation system) poczyniły ogromne postępy w ostatnich latach w kierunku standardów łączności i interoperacyjności. Te wysiłki dały właścicielom budynków większą swobodę zarówno wśród wyboru producentów produktów jak i usług serwisowych. Jeszcze większe możliwości i korzyści czekają na firmy zajmujące się technologiami informacyjnymi. Synergia stworzona przez udostępnianie infrastruktury i danych zmniejsza koszty eksploatacji i stwarza nowe możliwości świadczenia usług.

Kluczowym elementem w systemie automatyki budynku jest kontroler będący komputerem pełniącym wyspecjalizowane funkcje. Kontrolery tego typu regulują funkcjonowanie różnych urządzeń w budynku. Tradycyjnie funkcjonalność obejmuje następujące obszary:

- systemy mechaniczne,
- instalacje elektryczne,
- systemy Sanitarne,
- ogrzewanie, systemy klimatyzacji i wentylacji,
- systemy oświetleniowe,
- systemy bezpieczeństwa,
- systemy nadzoru.

Bardziej wymagające systemy automatyki mogą nawet kontrolować systemy zabezpieczeń, sygnalizacji pożaru oraz windy.

Aby zrozumieć znaczenie kontroli, pomocne może być wyobrażenie sobie dużo starszego systemu, takiego jak stary system grzewczy. Biorąc pod uwagę piec opalany drewnem nie jest możliwa precyzyjna regulacja temperatury ani ilości wytwarzanego dymu. Ponadto, podtrzymanie ciepła pociąga za sobą wiele wysiłku poprzez ciągle uzupełnianie drewna. W dobie cyfrowych sterowników instalacje grzewcze mogą być regulowane w inteligentny sposób, umożliwiając precyzyjne ustawienie temperatury w konkretnym miejscu. Dodatkowo system może być skonfigurowany do automatycznego ochładzania w ciągu nocy, gdy nikogo nie ma w budynku.

Typowe BAS zawierają w sobie pięć podstawowych elementów:

- Czujniki - urządzenia mierzące wartości, takie jak stężenie CO<sub>2</sub>, temperaturę, wilgotność, światło dzienne,
- Sterowniki - elementy sterujące systemów. Kontrolery pobierają dane z urządzeń pomiarowych i decydują w jaki sposób system powinien reagować,
- Urządzenia wykonawcze - realizują polecenia sterownika. Przykładem mogą być przełączniki i siłowniki,
- Protokoły komunikacyjne - traktowane jako język komunikacji wśród elementów systemu. Popularnym przykładem protokołu komunikacyjnego jest BACnet,
- Interfejsy użytkownika - ekrany lub urządzenia używane do interakcji z BAS.

Istniejąca technologia pozwala na adaptacyjne sterownie różnego rodzaju procesów w budynkach. Nowoczesny system automatyki budynku będący w stanie monitorować i kontrolować różne procesy decyduje w jaki sposób zoptymalizować działanie urządzeń celem maksymalnej wydajności. To już nie jest kwestia tylko ogrzewania pokoju do określonej temperatury lecz również wykrywanie obecności domowników, ich zachowań, a poprzez to dostosowanie wykorzystania energii i jej późniejsza oszczędność.

## Komponenty automatyki budynków – ciąg dalszy

Systemy automatyki budynków przybierają coraz bardziej na ważności, nie tylko w nowych budynkach, ale również w procesie renowacji istniejących budynków. Systemy automatyki budynków z funkcjami ich monitorowania, kontroli i optymalizacji urządzeń są najważniejszymi aspektami komfortowego, energooszczędnego i ekonomicznego zarządzania. Skuteczność tych systemów jest jednak możliwa tylko gdy odpowiednie siłowniki zaworów i ich sterowanie są optymalnie skoordynowane i dostosowane do różnych wymagań stawianych transportowi ciepła i innych mediów.

Istnieje wiele rozwiązań pochodzących od różnych producentów stosowanych do monitorowania i kontroli automatyki budynku, które mogą być łączone w ramach różnych zadań zarządzania i sterowania budynkiem. Zaletą jest gdy dostępne produkty mogą być również integrowane z systemami innych producentów. Powinny być również dostosowane do systemów sterowania opartych na szeroko dostępnych magistralach np. KNX/EIB oraz LON, dzięki czemu mogą być one podłączone do urządzeń sterujących różnych systemów automatyki budowlanej. Różne kombinacje siłowników i zaworów umożliwiają ustawienie różnych charakterystyk sterowania w budynku.

System automatyki budynku można podzielić zasadniczo na poszczególne poziomy, odpowiedzialne za specyficzne zadania. Można wyróżnić trzy poziomy różniące się od siebie funkcjonalnością:

- poziom sterowania i kontroli
- poziom automatyzacji
- poziom wykonawczy

### Poziom sterowania i kontroli

Na tym poziomie gromadzone są wszelkie informacje dostarczone przez przypisane elementy sterujące jak również podejmowane są decyzje dotyczące zarządzania operacyjnego i monitorowania procesów, na które mają jednak wpływ parametry oprogramowania lub decyzje personelu.

### **Poziom automatyzacji**

Na tym poziomie widoczna jest funkcjonalność sekwencji sterowania i monitoringu budynku. Dane i sygnały są porównywane z czujnikami i innymi elementami zainstalowanymi w systemie.

### **Poziom wykonawczy**

Na tym poziomie system wykorzystuje swoją funkcjonalność do kontroli i pomiaru za pomocą czujników i elementów wykonawczych. W połączeniu z różnego typu zaworami, zróżnicowane zadania są realizowane w instalacjach grzewczych, sanitarnych i chłodzących.

Modyfikacja i podgląd parametrów instalacji może być możliwy bezpośrednio z poziomu komputera. Po podłączeniu do sieci LAN, może być również możliwe uzyskanie dostępu do wybranych parametrów za pośrednictwem Internetu. Generalnie stacje automatyki i ich oprogramowanie są zaprogramowane do stosowania w systemach dostępu, oświetlenia oraz ogrzewania i chłodzenia.

## **Funkcje i aplikacje**

Systemy automatyki budynków (BAS – Building Automation System) poczyniły ogromne postępy w ostatnich latach w kierunku standardów łączności i interoperacyjności. Te wysiłki dały właścicielom budynków większą swobodę zarówno wśród producentów produktów jak i usług serwisowych. Jeszcze większe możliwości i korzyści czekają na firmy zajmujące się technologiami informacyjnymi. Synergia stworzona przez udostępnianie infrastruktury i danych zmniejsza koszty eksploatacji i stwarza nowe możliwości świadczenia usług.

### **Monitorowanie urządzeń**

Istnieją dwa podstawowe powody do monitorowania sprzętu. Jednym z nich jest ostrzeżenie w przypadku awarii lub potencjalnych zakłóceń w działaniu systemu lub wybranych jego komponentów; drugim jest zbieranie danych do oceny stanu systemu i jego efektywności operacyjnej.

### **Alarmowanie**

Celem alarmu jest powiadomienie o różnych sytuacjach zagrażających życiu lub poprawnemu działaniu systemu. Jeśli w danym pomieszczeniu nie znajduje się żadna osoba, nie ma potrzeby aktywowania funkcji alarmowych. W dobie mobilnych środowisk pracy i wielozadaniowości, ważne jest, aby funkcja alarmowania była w stanie śledzić odbiorcę. Informowanie było realizowane poprzez łączenie się z siecią IT i ostatecznie przekazanie powiadomienia przez telefon. Zastosowanie komunikacji w sieci rozwinęło tę możliwość, by pagery, laptopy, iPady i inne osobiste urządzenia multimedialne miały zwiększoną funkcjonalność. Istnieje teraz możliwość komunikowania się i wymiany informacji z osobami lub grupami istotnych osób na całym świecie. Te same osoby znajdując terminal lub Wi-Fi hot spot, są w stanie uzyskać dodatkowe informacje o alarmie który otrzymali.

### **Udostępnianie baz danych**

Do tej pory mieliśmy bazy danych, które były specjalnie dedykowane do przemysłowych systemów automatyki i sterowania. Nie było łatwe połączenie informacji w bazie danych, która znajdowała się w innym miejscu budynku lub organizacji. Jednakże, jeśli dane są przechowywane w standardowej bazie danych opartej na strukturze Oracle i Microsoft, mogą być one łatwo wymieniane w całym przedsiębiorstwie. Można, na przykład, korzystając z dostępnej bazy danych zużycia energii oszacować przyszły rachunek za energię. Dodatkowo istnieje możliwość łączenia tych informacji z finansową bazą danych, tak aby inne wydziały mogły dokładniej planować swoje budżety i drukować raporty, które przedstawiają powstałe wydatki.

### **Czasowe udostępnianie urządzeń**

Gdy wszystkie systemy automatyki są ze sobą połączone i komunikują się używając tych samych protokołów komunikacyjnych, jest możliwe rozszerzenie funkcjonalności i system może służyć wielu celom. Przykładem jest kamera telewizyjna stosowana w systemach bezpieczeństwa. To samo urządzenie może również monitorować urządzenie wskazujące aktualny poziom w danym zbiorniku. Monitorowanie za pomocą odpowiednich urządzeń eliminuje potrzebę kontroli wzrokowej, a tym samym zwiększa wydajność pracownika. Czujniki obecności połączone z automatycznym włącznikiem światła mogą być zsynchronizowane z

systemem alarmowym. To samo może się odnosić do jakości powietrza, poprzez pompowanie odpowiedniej ilości w danym czasie świeżego powietrza do budynku. Można również określić czy dany obszar wewnątrz obiektu używa zbyt dużo energii w stosunku do zajmowanej powierzchni.

## Funkcje i aplikacje – ciąg dalszy

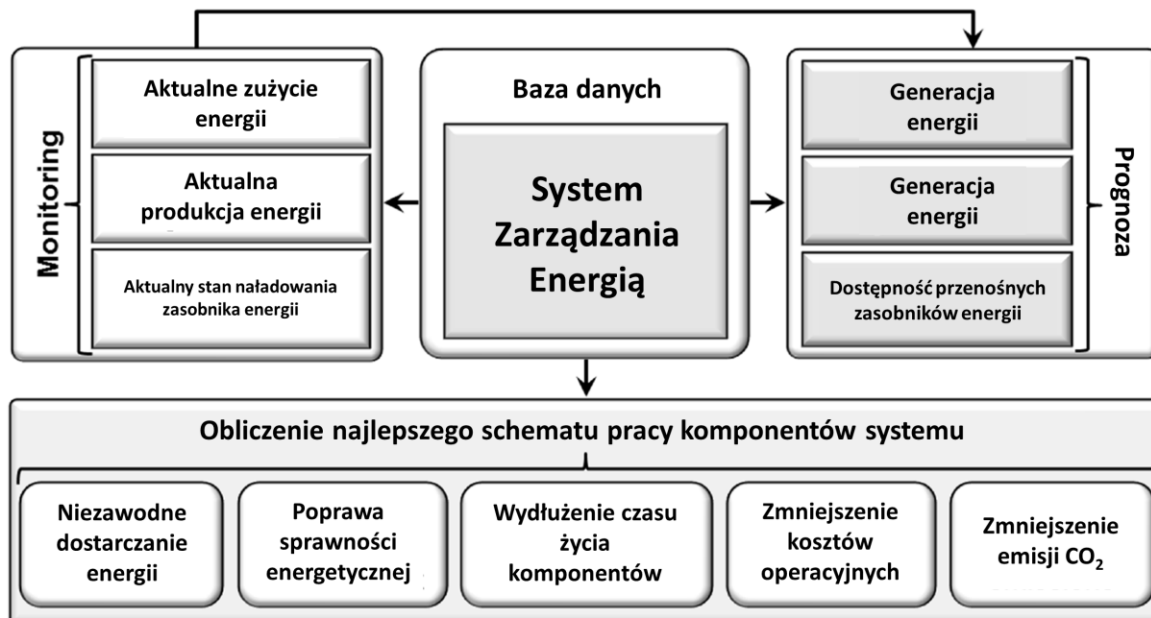
Efektywne zarządzanie energią w budynkach stanowi dzisiaj aktualny temat biorąc pod uwagę między innymi rozwój technologii energii odnawialnych. Zwiększone zapotrzebowanie energetyczne oraz chęć optymalizacji kosztów skłania do implementacji aplikacji bazujących na nowoczesnych rozwiązaniach w zakresie automatyki oraz inteligentnej gospodarki energetycznej. W publikacji „**Dynamic Energy Management System based on the Multi-Criteria Control Strategy**” przedstawiono system realizujący dynamiczne zarządzanie energią, który bazuje na wielokryterialnej strategii sterowania i może być zaimplementowany w różnych obiektach zarówno przemysłowych jak i handlowych. W niektórych przypadkach opracowana metoda pozwala na zmniejszenie zużycia energii nawet o 20%.

Ograniczone zasoby paliw kopalnych wraz z ciągle powiększającym się zużyciem energii powodują wzrost cen energii elektrycznej. To z kolei prowadzi do bardziej dokładnego rozważenia możliwości poprawy efektywności energetycznej. W celu zaoszczędzenia pierwotnych źródeł energii, zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> i zmniejszenia kosztów energii elektrycznej, niezbędne jest bardziej efektywne wykorzystanie energii. Jest to szczególnie ważne dla odbiorców przemysłowych i handlowych, gdzie nawet niewielka poprawa efektywności energetycznej może prowadzić do oszczędności kosztów. W celu zapewnienia poprawy efektywności energetycznej, a także zapewnienia optymalnego funkcjonowania nowych elementów systemu, jak zdecentralizowane źródła energii (np. turbiny wiatrowe i fotowoltaiczne (PV), elektryczne zasobniki energii (mobilne i stacjonarne) i sterowane urządzenia elektryczne), wymagane jest efektywne zarządzanie energią.

Budynki różnią się między sobą złożonością i funkcjonalnością. Żeby zapewnić efektywną gospodarkę energetyczną, obiekt musi być wyposażony w systemy umożliwiające optymalną kontrolę zużycia energii, a także jej wytwarzania i magazynowania. Odnawialne źródła energii, często stanowiące wsparcie w zasilaniu budynków, znajdują zastosowanie w tego typu aplikacjach. Opracowanie zawiera proponowany system dynamicznego zarządzania energią (Dynamic Energy Management System - DEMS) dla złożonych infrastruktur (np. budynków przemysłowych lub handlowych). Utworzony DEMS oferuje różne tryby pracy i strategie kontroli dla poprawy efektywności energetycznej. Dodatkowo umożliwia poprawę zużycia energii elektrycznej według strategii ekologicznych, gospodarczych i kontroli wielokryterialnej.

Główna idea systemu jest przedstawiona na poniższym rysunku. System odbiera informacje od konsumentów i producentów energii o ich aktualnym stanie. Wykorzystując te dane, aplikacja prognozuje stany lub zachowanie się głównych komponentów systemu, a następnie, na podstawie rzeczywistych pomiarów, analizuje najlepsze harmonogramy pracy dla każdego elementu. Skuteczne zarządzanie energią prowadzi do jej niezawodnych dostaw, poprawy efektywności energetycznej, przedłużenia żywotności komponentów systemu, redukcji kosztów operacyjnych jak również redukcji emisji CO<sub>2</sub>. Metoda opiera się na wielokryterialnej optymalizacji zużycia energii elektrycznej i jest przedstawiona na przykładzie prawdziwego budynku biurowego. Algorytm wykorzystuje metodę programowania liniowego. Zastosowana metoda pozwala na redukcję zużycia energii do 20% przy dużym udziale energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych.

Korzystając z funkcji jakie oferuje system dynamicznego zarządzania energią, istnieje możliwość prognozowania zużycia energii oraz wyznaczania trendów na jej zapotrzebowanie. Pozwala to użytkownikowi na optymalne zaplanowanie budżetu oraz zmniejszenie kosztów energii elektrycznej. Systemy dynamicznego zarządzania energią znajdują coraz więcej zastosowań, a ich ewolucja dąży w kierunku autonomicznych systemów automatyki w budynkach. Dodatkowo wybór trybu pracy taki jak ekonomiczny czy ekologiczny, pozwoli na adaptację zachowania istniejącego systemu do aktualnych wymagań.



Rysunek 1. Idea systemu dynamicznego zarządzania energią.

## Funkcje i aplikacje – ciąg dalszy

Pełna modernizacja istniejącego domu, włączając inteligentne technologie dla gospodarki energetycznej i automatyki domowej może być czasem przytłaczająca dla właścicieli i użytkowników obiektu, zarówno pod względem kosztów jak i złożoności systemu. Ponieważ oszczędności energii i czasu z wykorzystaniem takich systemów mogą być znaczące, warto rozejrzeć się za tańszymi rozwiązaniami.

Jedną z możliwości jest wykorzystanie automatyzacji pojedynczego pomieszczenia. W przeciwieństwie do systemów, które są zainstalowane w całym domu za pomocą okablowania strukturalnego i instalacji przesyłu danych, systemy jednopokojowe często mogą być stosowane w domach bez ingerencji w istniejącą już instalację. Podczas gdy są one często ograniczone funkcjonalnie, wiele z tych systemów może być później rozbudowane.

Przykładem skutecznego rozwiązania systemu jednopokojowego jest automatyka oświetlenia. Wiele systemów sterowania oświetleniem oferuje automatyczny pomiar czasu, aby dostosować oświetlenie na podstawie ustawień użytkownika. Niektóre z bardziej nowoczesnych systemów używają dedykowanych czujników do sterowania oświetleniem.

Oświetlenie pokoju jest w dwóch formach - światła naturalnego i światła sztucznego. „Zbieranie” światła naturalnego jest terminem używanym do opisu wykorzystania światła dziennego celem uzupełnienia sztucznego oświetlenia pokoju w godzinach dziennych. Niektóre firmy, jak Lutron, planują tworzenie małych systemów, które łączą działanie regulatorów oświetlenia z automatycznymi zasłonami okiennymi. Inne firmy, jak HAI, tworzą systemy modułowe, które można uruchomić w jednym pokoju i rozbudować o dodatkowe pokoje.

Systemy te mogą być połączone w technologii sensorów zwiększając ich elastyczność. Czujnik światła dziennego można stosować w celu określenia poziomu światła automatycznie dostosowując poziom sztucznego oświetlenia w pomieszczeniu poprzez regulację ściemniacza. Ten system działa również z czujnika ruchu w celu określenia obecności lub nieobecności osób w pomieszczeniu, odpowiednio zwiększając lub zmniejszając natężenie światła. Nowego typu ściemniacze są kompatybilne z funkcją sterowania LED lub oświetlenia fluorescencyjnego.

Rozwiązanie systemów jednopokojowych znajduje zastosowanie w wielu przypadkach: dla małych, otwartych domów gdzie jeden duży obszar centralny jest lokalizacją większości działań w domu; sale lekcyjne, pracownie, lub pokoje wykazujące się wysokim poziomem światła naturalnego; większe, starsze domy, które mogą być z natury nieefektywne energetycznie, ale są trudne do automatyzacji z systemem całego domu.

Najważniejsze jest to, że z nowych produktów na rynku istnieją rozwiązania, które może zwiększyć efektywność energetyczną oświetlenia w wygodny i zautomatyzowany sposób, nawet dla tych z napiętym budżetem.