

Systemy monitoringu i sterowania zużyciem energii w budynku

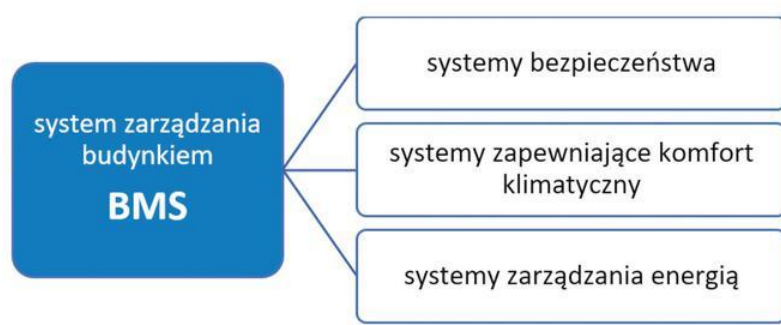
Adam Cenian

Wprowadzenie

Nasze (europejskie, polskie) domy i biura wykorzystują około 40% energii końcowej i przyczyniają się do 36% emisji CO₂. Energia ta jest wykorzystana głównie do ogrzewania pomieszczeń i klimatyzacji (ok. 70 – 72 %) i przygotowania ciepłej wody użytkowej (ok. 14, 15%).

Ograniczenie zużycia wymaga wprowadzenia systemów, monitoringu i sterowania zużyciem energii. W czasach „słusznie minionych” koszty ogrzewania mieszkań w wielorodzinnych blokach rozliczano na zasadzie ogrzewanej powierzchni (cena jednostkowa razy powierzchnia mieszkania). System ten powodował, że indywidualny użytkownik nie odczuwał związku pomiędzy oszczędnym gospodarowaniem „ciepłem” a płaconymi rachunkami. Klimatyzacja i regulacja temperatury w pomieszczeniach odbywała się często metodą ‘otwierania okien’. Nie dotykano zaworów przy grzejnikach bo to groziło pojawieniem się nieszczelności? Mówiono - „Są niskiej jakości i ciekną na dławnicach”. Jednak zastosowanie podzielników ciepła nowej generacji – liczników ciepła wraz z wymianą starych zaworów grzejnikowych na tzw. zawory termostatyczne spowodowało ponad 15% oszczędność energii cieplnej oraz podniosło komfort temperaturowy w pomieszczeniach. Były to pierwsze praktyczne rozwiązania stosowane do regulacji zużycia energii cieplnej w pomieszczeniach budynków.

Aby osiągnąć Europejski cele strategii RePowerEU konieczne jest podjęcie działań mających na celu oszczędzanie energii, w tym obniżanie temperatury pomieszczeń i wyłączanie wentylacji w których nikt nie przebywa przez dłuższy czas oraz wyłączanie oświetlenia i innych urządzeń gdy nie są one potrzebne. Oczywiście oszczędzanie energii nie powinno się odbywać kosztem komfortu ludzi pracujących/przebywających w tych pomieszczeniach. Aby uwolnić właścicieli i użytkowników pomieszczeń od śledzenia sposobu wykorzystania energii i podejmowania decyzji co do sposobu ich wykorzystania stosuje się systemy zarządzania budynkiem (BMS - Building Management Systems) - układy monitorowania i sterowania funkcjonowaniem domowych instalacji energetycznych i dostarczanych mediami, tzw.

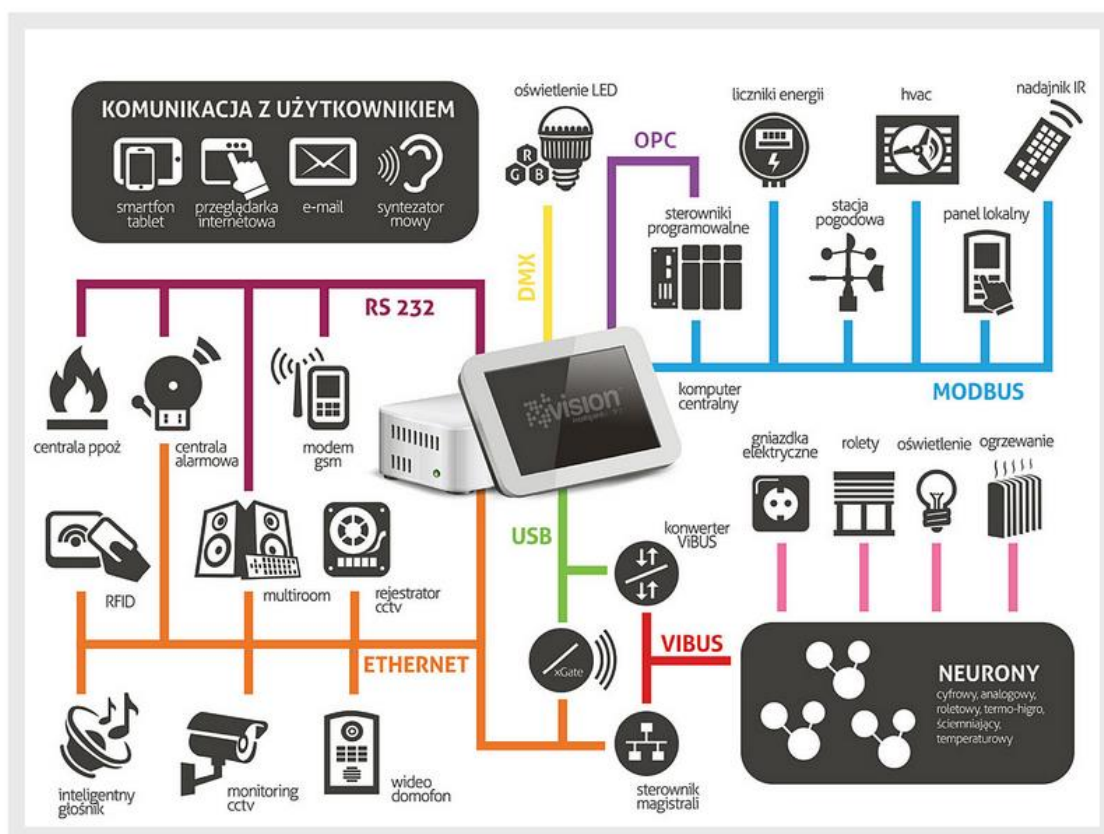


Rys. 1. Obszary systemu zarządzania budynkiem [1]

2. Jak zaplanować system BMS w budynku?

Systemy BMS obejmują funkcje związane z zarządzaniem zużycia energii, bezpieczeństwem oraz komfortem klimatycznym pomieszczeń w budynku (rys. 2). Systemy zarządzania energią mogą obejmować układy monitoringu zużycia energii i mediów, zarządzania i optymalizacji procesów wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania energii i mediów, zarządzania poborem mocy i energii elektrycznej oraz zasilania gwarantowanego. System bezpieczeństwa obejmuje kontrolę dostępu, sygnalizację pożaru, włamania i napadu oraz układy monitoringu, detekcji gazów, ochrony przed zalaniem itp. Systemy zapewniające komfort klimatyczny obejmują sterowanie ogrzewaniem/ chłodzeniem, wentylacją, kontrolę jakości powietrza oraz sterowanie oświetleniem.

Planując system sterowania i automatyki w budynku, należy pamiętać, że w celu realizacji wybranych funkcji wymaga on elementów technologicznych o odpowiednich właściwościach, tzn. umożliwiających sterowanie, czyli wyposażonych we właściwe urządzenia, zawory, etc. sterowane zdalnie. Ponadto, decydując się na system oparty o rozwiązania przewodowe, należy zwrócić uwagę na maks. dopuszczalną długość magistrali, liczbę urządzeń, które mogą być obsługiwane oraz zasilane przez jeden zasilacz, a także maks. odległość między zasilaczem a najdalszym urządzeniem. Inną opcją są rozwiązania bezprzewodowe (radiowe) m.in. bazujące na takich standardach, jak: Wi-Fi, ZigBee, EnOcean czy Z-Wave. Podstawową ich zaletą jest elastyczność w instalacji urządzeń (dalszą rozbudowę systemu). Z rozwiązaniem tym wiążą się jednak pewne ograniczenia, np. zasięg komunikacji.



Rys. 2. Proponowany obszar sterowania pracą instalacji znajdujących się w budynku jak również czynności dodatkowych. [7]

Sercem i mózgiem systemu jest jednostka centralna (microserver), który steruje automatyką całego budynku. Microserver wykonuje większość zadań z zakresu oszczędzania energii, komfortu i bezpieczeństwa. Posiada on wejścia cyfrowe oraz przystosowane do prądów 250VAC (prądu zmiennego) i 24 VDC (prądu stałego), wejścia analogowe 0-10 V oraz Interfejsy Link, Tree, LAN, etc.

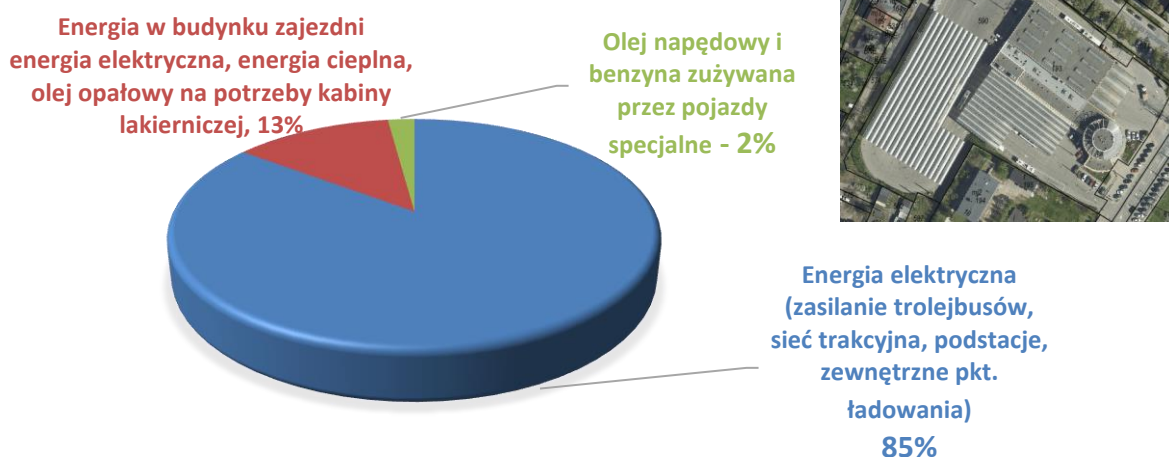
Poszczególne urządzenia automatyki budynków mogą się komunikować ze sobą za pomocą różnych nośników transmisji. Na poziomie wykonawczym poszczególne podsystemy korzystają z własnych protokołów komunikacji (takich jak ModBus, etc.). Na poziomie automatyzacji następuje integracja systemowa i sprzętowa, co umożliwia wzajemną komunikację urządzeń. W efekcie następuje racjonalne wykorzystywanie energii przy jednoczesnym podnoszeniu komfortu i ułatwianiu racjonalnego korzystania z energii występującej pod różnymi postaciami. Okazało się, że rozwiązania te mogą dodatkowo spełniać rolę monitorowania zużycia energii w czasie rzeczywistym, spełniać rolę kontrolną, wykrywać awarie i powiadamiać automatycznie odpowiednie służby. Przykładowy zakres czynności jaki można powierzyć takiemu systemowi zarządzania energią w budynku przedstawia rys.2.

3. Przykłady wdrożenia BMS

PKT Gdynia

W ramach prac Projektu ActNOW! (w programie BSR) PKT Gdynia zaimplementował układ zarządzania energią w budynku Zajezdni trolejbusowej w Gdyni, w skład której wchodzi budynek administracyjny i warsztatowy o powierzchni użytkowej 3737,25 m². Działania dotyczyły zarządzania 13% energii całkowitej – energia używana w zajezdni trolejbusowej [2]. Pod uwagę wzięto następujące instalacje w budynku:

- Instalacja grzewcza i wentylacji mechanicznej: ogrzewanie, wentylacja, ciepła woda użytkowa.
- Instalacja elektryczna: obsługa napraw i przeglądów pojazdów, dla funkcjonowania stanowisk administracyjnych przedsiębiorstwa, oświetlenie w budynku, oświetlenie placów postojowych,
- Instalacja grzewcza na olej opałowy: kabina lakierniczo-susząca
- Instalacja wodno-kanalizacyjna
- Instalacja telekomunikacyjna



Rys. 3. Fotografia zajezdni PKT oraz struktura użytkowania energii, w tym paliw. Źródło: Woronowicz [2]

Zaimplementowany system monitoringu i zarządzania energią w budynku PKT pozwala na zbieranie i archiwizowanie danych dotyczących:

- Parametrów zbieranych w tym samym czasie, takich jak:
 - temperatura zewnętrzna,

- temperatura wewnętrzna w danych strefach budynku,
- wybrane temperatury w instalacji c.w.u. i c.o.
- bieżące zużycie energii cieplnej,
- Ilości zużytej energii cieplnej poszczególnych elementów instalacji,
- Ilości zużytej energii elektrycznej między innymi:
 - w urządzeniach instalacji ogrzewania budynku,
 - w reprezentatywnych obwodach oświetleniowych (biura, hala warsztatów, korytarze)



Rys. 4. Główny panel zarządzania. Źródło: Woronowicz [2]

Efekty i korzyści wynikające z zainstalowania systemu do pomiaru i sterowania energią w PKT Gdynia:

- Zwiększenie wiedzy dotyczącej zużycia energii w poszczególnych częściach budynku poprzez zebranie danych cząstkowych;
- Możliwość analizy zebranych danych pod kątem wypracowania optymalnych ustawień instalacji (połączenie ekologii, ekonomii i komfortu) celem uzyskania oszczędności zużycia energii (spodziewane oszczędności w sezonie grzewczym to ok. 20%-30%);
- Większa elastyczność w załączaniu węzła cieplnego (odejście od standardowego włączania ogrzewania przy temperaturze zewnętrznej poniżej 16 stopni – możliwość włączania ogrzewania w niektórych pomieszczeniach np. na 2 h celem utrzymania żądanej temperatury);
- Modernizacja poszczególnych elementów instalacji grzewczych i elektrycznych w budynku zajezdni (upgrading poprzez wymianę elementów takich jak np. nagrzewnice hali warsztatowej z przestarzałych niesterowalnych na nowe sterowalne, pozwalające się scalić w jeden wspólny system);
- Elastyczny system może być dalej rozwijany. W kolejnym kroku planowany było dodanie sterowania centralami wentylacyjnymi;
- Blokada nieuprawnionych zmian parametrów, np. temperatury w pomieszczeniach – zapobieganie niepożądanym stratom energii;
- Możliwość monitoringu i sterowania zużyciem energii z pozycji jednego stanowiska komputerowego (po raz pierwszy poszczególne odnogi zużycia energii w budynku spięte w jeden wspólny system).

Kompleksowa modernizacja energetyczna budynków użyteczności publicznej w Sopocie [3, 4]



Projekt obejmował:

- głęboką termomodernizację 7 budynków;
- modernizację oświetlenia wewnętrznego 25 budynków;
- instalacje OZE: ogniwa fotowoltaiczne w 14 budynkach; instalacje solarne w 2 budynkach
- wdrożenie Systemu Zarządzania Energią w 25 budynkach.

Zamontowany System Zarządzania Energią miał umożliwić **zdalny odczyt temperatury** w poszczególnych pomieszczeniach budynku, oraz **sterowanie instalacją w celu zapewnienia**:

- temperatur powyżej 20 °C w salach lekcyjnych
- 18 °C w Sali gimnastycznej
- 24 °C w toaletach
- 14 °C w godzinach pozalekcyjnych.

Rys. 5. Budynek podlegający termomodernizacji. Źródło: Brunn-Miętkiewicz [4].

Projekt realizowano w oparciu o model PPP w formule ESCO (finansowania projektu w oparciu o planowane oszczędności. Obowiązki Partnera Prywatnego określono następująco:

- obsługa wdrożonego Systemu Zarządzania Energią;
- wykonywanie konserwacji, remontów napraw systemów, węzłów ciepła, instalacji oraz innych urządzeń zainstalowanych przez Partnera Prywatnego oraz innych wskazanych przez Gminę, np. instalacji solarnych, instalacji fotowoltaicznych, wentylacji;
- wykonywanie pomiarów natężenia światła, udział w badaniach technicznych węzłów ciepła przy udziale dostawcy ciepła, badania techniczne;
- dokonywanie przeglądów gwarancyjnych, technicznych;
- dokonywanie weryfikacji umów na dostawę mediów w celu ich optymalizacji.

Planowano, że zużycie energii pierwotnej zmniejszy się o 3 mln kWh/rok, ciepła o ok. 49% oraz energii elektrycznej o ~ 64%. Emisje CO₂ powinny zmniejszyć się o ok. 771 ton/rok.

4. Zalety zintegrowanego systemu zarządzania budynkiem:

- Dostosowanie wszystkich systemów technicznych budynku do aktualnych potrzeb użytkowników.
- Możliwość idealnego sterowania instalacjami w budynku w oparciu o śledzenie i analizowanie monitorowanych parametrów.
- Zwiększenie bezpieczeństwa i komfortu użytkownika budynku (wcześniejsze wykrywanie potencjalnych zagrożeń i ich eliminowanie, wyłapywanie awarii i usterek obniżających komfort użytkownika).
- Obniżenie kosztów eksploatacji budynku – automatyczne sterowanie pozwala zmniejszyć zużycie energii i mediów.

Literatura

1. Szczepan Moskwa, Mirosław Dechnik, 2023, BMS - system zarządzania budynkami. Na czym polega system automatyki BMS?; <https://obiektynomercyjne.muratorplus.pl/instalacje/bms->

[system-zarzadzania-budynkami-na-czym-polega-system-automatyki-bms-aa-w96W-ZJt3-Axkd.html](#) .

2. Marta Woronowicz, 2020, Raport PKT Gdynia w projekcie ActNow.
3. Mariusz Stawiński, 2020, Kompleksowa modernizacja energetyczna wraz z systemem zarządzania energią 25 budynków użyteczności publicznej zlokalizowanych na terenie miasta Sopotu.
4. Grażyna Brunn-Miętkiewicz, 2020, Kompleksowa modernizacja energetyczna budynków użyteczności publicznej w Sopocie
5. P. Lis, J. Piesyk. Zużycie energii i efektywność energetyczna budynku – charakterystyka i prognozy. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, tom VIII, Ne 3 -2016
6. Lewy) https://pl.wikipedia.org/wiki/Podzielnik_koszt%C3%B3w
Śródkowy) <https://lsmomza.pl/podzielnik-radiowy-doprimo-3-radio-net-wszystko-co-warto-wiedziec-367>
Prawy) https://allegro.pl/oferta/glowica-termostatyczna-therapro-hr90ee-honeywell-8920870518?bi_s=ads&bi_m=showitem:desktop:top:active&bi_c=MTRhZDk0MDMtOTdlMy00YjdhLTgyNzEtZWJjN2U0ODc0ODNmAA&bi_t=ape&referrer=proxy&emission_unit_id=9696476e-2ff9-4a67-9b08-65fa0cebbadb
7. <https://www.fachowelektryk.pl/katalog-produktow/inteligentny-budynek/1581-vision-bms-system-inteligentnego-budytku-otwarty-na-pomysly.html>