

Procesowe podejście do redukcji zużycia energii w obiektach technicznych

Redukcja zużycia energii to proces, a nie działanie jednorazowe – wymaga ciągłego monitorowania, analizy danych i korekty pracy systemów. Kluczowe obszary optymalizacji to: systemy HVAC, oświetlenie, urządzenia pomocnicze i kompensacja energii biernej. Największy potencjał oszczędności energii tkwi nie tylko w samych technologiach, ale przede wszystkim w zrozumieniu procesów fizycznych, świadomym dostosowaniu instalacji do rzeczywistych potrzeb operacyjnych oraz precyzyjnym zarządzaniu energią na podstawie danych. Nie da się bowiem skutecznie zarządzać energią, jeśli się jej nie mierzy. To podstawowa zasada, od której zaczynamy każdy projekt optymalizacji zużycia energii w obiekcie technicznym.

Redukcja zużycia energii to proces

Konieczne jest zainstalowanie liczników na największych odbiornikach – HVAC, oświetleniu, systemach technologicznych – tak, aby mieć pełny obraz tego, gdzie i ile energii zużywamy. Dopiero na tej podstawie możemy zbudować model zużycia energii, zidentyfikować obszary o największym potencjale oszczędności i zaplanować pilotażowe działania.

Optymalizacja systemów nie jest jednorazową inwestycją, ale procesem – cyklem: pomiar → analiza → modelowanie → pilotaż → weryfikacja efektów → korekta → wdrożenie w pełnej skali → powrót do pomiaru.

W każdym obiekcie inaczej wygląda rzeczywiste wykorzystanie energii, dlatego nawet najlepiej zaprojektowany system wymaga dostrojenia do warunków użytkowania. To właśnie ten etap otwiera drogę do realnych oszczędności. Stosujemy podejście lejka – zaczynamy od analizy największych odbiorników energii oraz systemów działających najdłużej, ponieważ to tam znajduje się największy potencjał optymalizacji. Takie ukierunkowanie działań pozwala szybko osiągnąć wymierne efekty i maksymalizować zwrot z inwestycji.

Z mojego doświadczenia wynika, że największy potencjał tkwi w systemach HVAC, które często pracują w trybach nieadekwatnych do faktycznych potrzeb, a także w oświetleniu, które bywa włączone tam, gdzie nie jest to konieczne.

WARTO WIEDZIEĆ

Top 10 systemów do analizy zużycia energii

1. Systemy automatyki budynkowej (BMS – harmonogramy, modele sterowania).
2. Systemy wentylacji i klimatyzacji (HVAC).
3. Systemy chłodzenia (chillery, agregaty).
4. Systemy grzewcze (kotłownie, wymienniki, nagrzewnice).
5. Oświetlenie ogólne i specjalistyczne.
6. Urządzenia z dużym poborem mocy ciągłej (np. serwerownie, kuchnie technologiczne).
7. Pompy i systemy obiegowe (c.o., c.w.u., chłód technologiczny).
8. Sprężarki i systemy sprężonego powietrza.
9. Urządzenia pomocnicze pracujące 24/7 (UPS-y, wentylatory, rekuperatory).
10. Energia bierna i szczytowa – kompensacja, profil obciążenia, moc zamówiona.

Przykłady działań i efektów

W jednym z realizowanych projektów w ramach przygotowań i działań wstępnych przeprowadziliśmy takie działania, jak:

- wprowadzenie harmonogramów pracy central wentylacyjnych oraz pomp ciepła,

- zmiana trybów pracy central wentylacyjnych,
- zmiana trybów pracy regulatorów,
- zablokowanie zadajników (możliwość sterowania klimatyzacją w ograniczonym zakresie temperatur);
- podwyższenie latem temperatury zadanej w hali oraz w budynku biurowym (w okresie zimowym obniżenie temperatury),
- obniżenie natężenia oświetlenia w alejkach pomiędzy regałami (przy zachowaniu zgodności z przepisami BHP),
- skrócenie czasu działania oświetlenia w alejkach,
- wyłączenie oświetlenia wewnętrznego podczas zmian nieprodukcyjnych,
- ograniczenie oświetlenia zewnętrznego podczas zmian nieprodukcyjnych.

Efekty były natychmiastowe – w pierwszym miesiącu po wprowadzeniu zmian uzyskano redukcję zużycia energii przez obiekt o 494 MWh, co dało oszczędność na poziomie 230 000 zł miesięcznie przy cenie energii netto 470zł/MWh.

Efekt był bardzo dobry, ale po I etapie zaplanowaliśmy dalsze zmiany, m.in. zmianę sposobu sterowania central wentylacyjnych, wprowadzenie harmonogramów oświetlenia w kilku strefach, wprowadzenie czujników zmierzchu czy zmianę lokalizacji czujników ruchu. To przyniosło kolejne oszczędności.

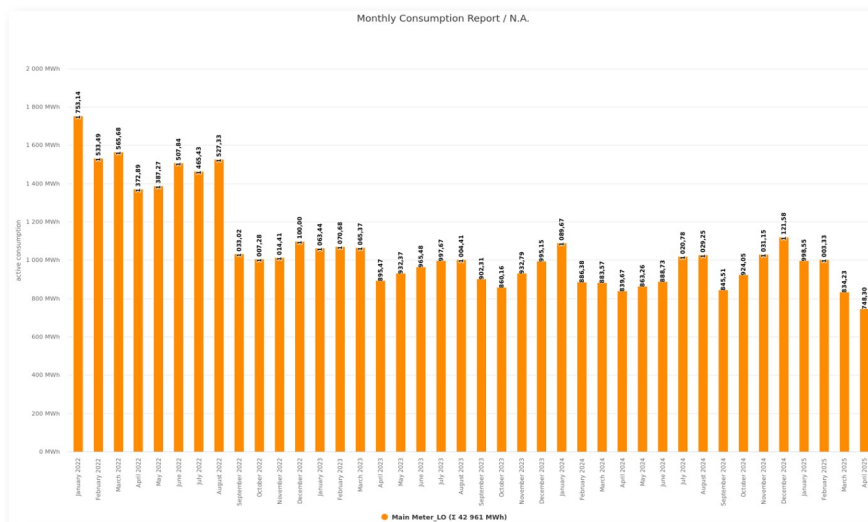
Jednym z kluczowych obszarów, w których dostrzegliśmy duży potencjał, była optymalizacja systemu wentylacji i przygotowania powietrza.

Przygotowanie powietrza zewnętrznego do parametrów wymaganych wewnątrz hali jest procesem energochłonnym – zimą wymaga intensywnego podgrzewania, a latem chłodzenia. Dlatego częściowe wykorzystanie powietrza już znajdującego się w obiekcie (recykulacja) pozwala na istotne ograniczenie zużycia energii. Kluczowe przy tym jest utrzymanie odpowiedniej jakości powietrza – wprowadziliśmy automatyczną regulację z nastawą 600 ppm CO₂, co zapewnia komfort i bezpieczeństwo użytkowników. Dla porównania: powietrze zewnętrzne zawiera około 400 ppm CO₂, a wartość graniczna dla dobrej jakości powietrza wewnętrznego wynosi 1000 ppm CO₂.

W jednym z projektów, dużym centrum dystrybucyjnym o powierzchni 100 000 m², zmodernizowaliśmy system HVAC poprzez uruchomienie recykulacji powietrza (z zachowaniem komfortu) oraz wymianę sterowników central wentylacyjnych na nowe, przystosowane do przetwarzania danych z czujników stężenia CO₂ w powietrzu w hali.

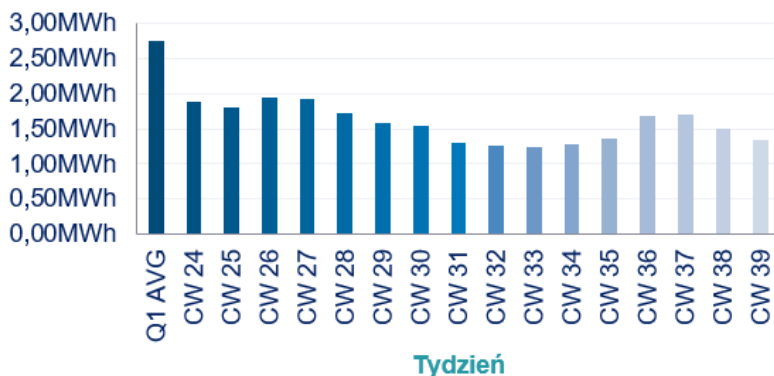
Średnia oszczędność wyniosła 15% zużycia energii, co oznaczało spadek ze 130 MWh do 112 MWh miesięcznie w jednej strefie. Przy koszcie inwestycji 400 000 zł dla czterech stref, zwrot kosztów nastąpił po zaledwie ośmiu miesiącach.

W tym projekcie po optymalizacji oświetlenia – dzięki wymianie sterowania na nowe, zarządzane przez aplikację mobilną – oraz relokacji 7000 czujników ruchu, udało się zredukować zużycie energii o 45,3%, a inwestycja zwróciła się już po 2,5 miesiąca.



Rys. 1. Miesięczne zużycie energii

ZUŻYCIE ENERGII NA ZMIANĘ



Rys. 2. Zużycie energii na zmianę

Metodyka, technologia i przyszłość rozwiązań zmniejszających zużycie energii

Podstawą efektywności energetycznej jest połączenie technologii z metodyką działania. Sam zakup nowoczesnych rozwiązań nie wystarczy – bez pomiarów, analiz i procedur operacyjnych systemy nie zadziałają efektywnie. Potrzebujemy kompetentnych zespołów, które wiedzą, jak odczytywać dane, wprowadzać zmiany i weryfikować efekty. To wymaga także szkoleń i dostępu do wiedzy. Potrzebne jest doświadczenie, najlepiej wieloletnie, sprawdzone w projektach różnego typu.

Coraz większą rolę w zarządzaniu energią odgrywa automatyzacja i sztuczna inteligencja. Systemy nie tylko gromadzą dane, ale również je analizują, wykrywają anomalie, a nawet podejmują decyzje – np. automatycznie zmieniając harmonogramy HVAC czy oświetlenia w czasie rzeczywistym. To jest przyszłość – a inwestorzy i projektanci powinni już dziś traktować rozbudowane systemy pomiarowe i analityczne jako niezbędny element każdego nowoczesnego obiektu.

W najnowszych trendach widać wyraźnie rozwój systemów BMS wspieranych przez AI, które potrafią uczyć się bezwładności cieplnej konkretnego budynku. Dzięki integracji z serwerami pogodowymi, system analizuje prognozy i wyprzedzająco zmienia nastawy systemów HVAC, aby uniknąć przegrzewania lub przechładzania wnętrza. Takie predykcyjne sterowanie podnosi komfort użytkowników i redukuje szczytowe zużycie energii. Co więcej, systemy te potrafią wykorzystać chłodniejsze warunki nocne – latem uruchamiają intensywniejszą wentylację w nocy, aby schłodzić budynek taniej i efektywniej niż w dzień, kiedy agregaty chłodnicze (chillery) zużywają znacznie więcej energii niż układy wentylacji. To również forma inteligentnego wykorzystania bezwładności cieplnej – i jeden z filarów nowoczesnego, energooszczędnego zarządzania budynkiem.

W przyszłości systemy BMS będą coraz lepiej przystosowane do dynamicznego zarządzania kosztami energii, wykorzystując ceny zmienne w czasie rzeczywistym na bazie optymalnych taryf rynkowych. Dzięki temu budynek będzie mógł elastycznie dostosowywać swoje zużycie energii, pobierając ją przede wszystkim wtedy, gdy jest najtańsza, a jednocześnie ograniczając zużycie w porannych i wieczornych szczytach zapotrzebowania. Takie podejście pozwoli na znaczne obniżenie kosztów operacyjnych, a także lepsze wykorzystanie odnawialnych źródeł energii oraz wsparcie stabilności sieci energetycznej.

Podsumowując, można powiedzieć, że nie ma tańszej energii niż ta, której nie zużyjesz. Dlatego procesowe podejście do redukcji zużycia energii to nie wybór – to konieczność, która przekłada się na realne oszczędności, komfort użytkowników i korzyści dla środowiska.

Podsumowanie

1. Redukcja zużycia energii to proces, a nie jednorazowe działanie.
2. Konieczne jest opomiarowanie najważniejszych systemów w budynku, a potem analiza danych i modelowanie.
3. Największy potencjał redukcji energii tkwi w systemach HVAC i oświetleniu.
4. Każdy projekt wymaga dostrojenia parametrów pracy systemów do sposobu użytkowania.
5. Skuteczne zarządzanie energią wymaga kompetentnych zespołów, standardów operacyjnych oraz dostępu do narzędzi analitycznych i benchmarków, a także wsparcia AI.

