

# SŁUŻBY UTRZYMANIA RUCHU

ISSN 1896-0677



9 771896 067101

4(30)/2011

lipiec-sierpień

Profesjonalne pismo dla branży Utrzymania Ruchu

## ENERGETYKA:

Nowoczesne rozwiązania fotowoltaiczne | 26

Wybór turbiny do wiatraków | 30

Odzysk energii  
i jej ponowne  
wykorzystanie  
34 |

Kompleksowy audyt  
energetyczny  
38 |

Analiza  
technologiczności  
oraz ocena połączeń  
spawanych osi  
52 |

Prąd na sprzedaż.  
Elektryzujący biznes  
66 |

INDEKS 226289 | lipiec-sierpień 2011 r. | cena 40 zł (w tym 5% VAT) | www.sluzby-utrzymania-ruchu.pl



Relacja: str. 10



Zbadaj, zanim poprawisz

# Kompleksowy audyt energetyczny w dużym przedsiębiorstwie produkcyjnym

Przemysł obok sektora bytowo-komunalnego jest jednym z głównych odbiorców energii finalnej. Udział przemysłu w zużyciu energii bezpośredniej wynosi ok. 25% całkowitego krajowego zapotrzebowania (rys. 1).

**B**ranże zużywające najwięcej energii to przemysł hutniczy, chemiczny, mineralny, spożywczy, papierniczy, maszynowy i drzewny (rys. 2).

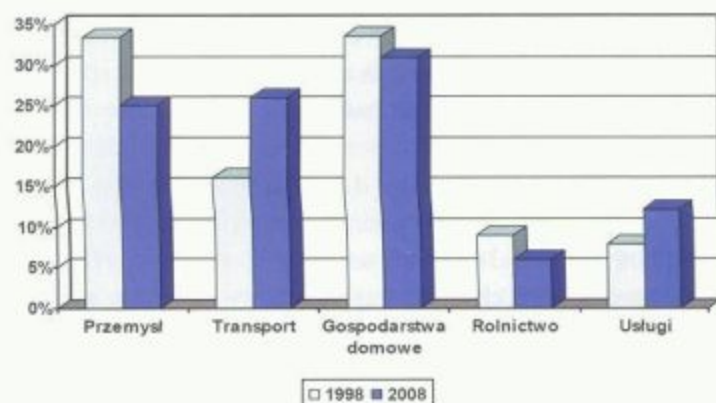
Co jednak najważniejsze, nasz przemysł, pomimo restrukturyzacji, jest bardziej energochłonny niż przemysł innych krajów europejskich. Efektywność energetyczna polskiego przemysłu jest dwa razy niższa od średniej w Unii Europejskiej oraz trzy razy niższa niż w najbardziej rozwiniętych krajach Europy. Polskie firmy ponoszą zdecydowanie większe koszty związane ze zużyciem energii, co znacznie pogarsza ich konkurencyjność na rynku europejskim.

Jednak polskie przedsiębiorstwa dysponują dużymi potencjalnymi możliwościami ograniczenia zużycia energii.

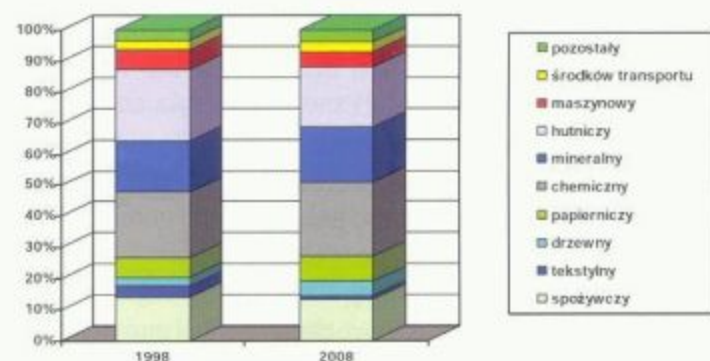
Skutecznym działaniem mającym na celu zmniejszenie energochłonności zakładu przemysłowego jest przeprowadzenie audytu energetycznego.

Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych w art. 3 definiuje audyt energetyczny jako systematyczną procedurę pozwalającą na zdobycie odpowiedniej wiedzy o profilu istniejącego zużycia energii danego budynku lub zespołu budynków, operacji lub instalacji przemysłowej oraz usług prywatnych lub publicznych, która określa i kwantyfikuje możliwości realizacji inwestycji prowadzących do uzyskania opłacalnych ekonomicznie oszczędności energetycznych oraz informuje o uzyskanych wynikach analiz w tym zakresie.

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż audyty energetyczne wykonywane w dużych przedsiębiorstwach są już powszechnym



Rys. 1. Struktura finalnego zużycia energii w Polsce wg sektorów (źródło: GUS)



Rys. 2. Struktura działowa finalnego zużycia energii w przemyśle przetwórczym (źródło: GUS)

standardem w krajach o wysoko rozwiniętym pojęciu efektywności energetycznej. W Austrii, Niemczech lub Belgii, gdzie przeprowadzenie audytu jest finansowane ze środków publicznych, z takiej usługi skorzystała niemal połowa firm.



Zasadniczą przeszkodą w wykonaniu oraz wdrażaniu audytu energetycznego w przedsiębiorstwie jest niechęć pracowników odpowiedzialnych za obniżanie kosztów. Trzeba jednak jasno powiedzieć, że wykonanie takiego audytu nie ma na celu podważania kompetencji służb technicznych przedsiębiorstwa. Jego celem jest tylko i wyłącznie poprawa sytuacji finansowej firmy poprzez wdrożenie działań prooszczędnościowych. Przy wykonywaniu audytu bardzo ważną rzeczą jest porozumienie pomiędzy audytorem a pracownikami przedsiębiorstwa w celu jak najefektywniejszej współpracy.

Zaleca się, aby regularne audyty wewnętrzne prowadzone przez służby techniczne i energetyczne przedsiębiorstwa przeprowadzane były nie rzadziej niż co 3 lata. Kompleksowy audyt energetyczny opracowany przez wyspecjalizowaną firmę zewnętrzną powinno się wykonać co 4-5 lat.

Audyt wewnętrzny i zewnętrzny powinny się uzupełniać. Audyt wewnętrzny wymaga dysponowania odpowiednio przygotowaną kadrą oraz specjalistycznym wyposażeniem. W przypadku dysponowania takim zapleczem mamy do dyspozycji pracowników posiadających szczegółową wiedzę nt. specyfiki funkcjonowania zakładu, czego nie zawsze można oczekiwać od firm zewnętrznych. Kadra ta nie jest ograniczona poufnością informacji dotyczących funkcjonowania firmy, takich jak dane na temat procesów produkcyjnych, wyposażenia itp. Dodatkowym atutem jest stały dostęp do audytowanych urządzeń i procesów. Często widzą oni potencjalne możliwości oszczędności i wiedzą, jak je osiągnąć. Jednak nierzadko zdarza się, że przy próbach wdrożenia konkretnych rozwiązań napotykają na zdecydowany opór.

Wtedy audyt energetyczny wykonany przez zewnętrznych ekspertów może stanowić silne wsparcie dla kadry inżynierskiej, zainteresowanej wdrożeniem rozwiązań w zakresie efektywnego gospodarowania energią. Często kierownictwo przedsiębiorstwa poszukuje potwierdzenia zasadności wdrożenia proponowanych rozwiązań w ekspertyzie wykonanej przez zewnętrznych, niezależnych audytorów.

Również w przypadku, gdy przedsiębiorstwo nie dysponuje odpowiednim potencjałem dla przeprowadzenia audytu własnymi siłami, niezbędne jest zlecenie tej usługi specjalistycznej firmie zewnętrznej. W każdym przypadku podstawowym atutem takiego rozwiązania jest świeże spojrzenie na to, co się dzieje w zakładzie. Audytorzy zewnętrzni nie są obciążeni rutyną i są w stanie zwrócić uwagę na te obszary wykorzystania energii, które wcześniej nie były analizowane.

Zakres możliwych przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej przedsiębiorstwa jest bardzo szeroki i zróżnicowany.

Audyt energetyczny obejmuje praktycznie wszystkie obszary związane ze zużyciem energii w przedsiębiorstwie, poczynając od kompleksowego audytu dotyczącego całej gospodarki energetycznej zakładu, poprzez audyty hal i budynków, kończąc

na audytach pojedynczych urządzeń oraz ciągów technologicznych. W zakres audytu energetycznego może wchodzić zarówno główny proces technologiczny, jak również procesy pomocnicze lub poszczególne urządzenia wchodzące w skład ciągu technologicznego.

Przedsięwzięcia o dużym stopniu skomplikowania wymagają wykonania pełnego audytu bilansowego, wymagającego wykonania pełnego bilansu energetycznego audytowanego obiektu, instalacji lub procesu technologicznego. Pełny audyt bilansowy stanowi kompleksowe podejście do zagadnień gospodarki energetycznej zakładu przemysłowego.

Dla przedsięwzięć mniej złożonych wystarczy wykonanie audytu uproszczonego, ograniczonego do pojedynczego urządzenia, instalacji lub linii technologicznej.

Wśród podstawowych obszarów podlegających procesowi auditingu energetycznego w przedsiębiorstwie wymienić można:

- ▶ napędy elektryczne,
- ▶ pompy i wentylatory,
- ▶ sprężarki,
- ▶ źródła ciepła, energii elektrycznej i chłodu,
- ▶ wewnątrzzakładowe systemy transportu energii,
- ▶ hale i budynki,
- ▶ oświetlenie,





- ▶ środki transportu,
- ▶ piece przemysłowe,
- ▶ specjalistyczne procesy technologiczne.

Napędy elektryczne wykorzystują blisko połowę zużywanej w Polsce energii elektrycznej oraz prawie 60% energii zużywanej w przemyśle. Wśród napędów elektrycznych najwięcej, bo ok. 30% energii elektrycznej, zużywają napędy pomp, następnie napędy wentylatorów i dmuchaw (18%), napędy kompresorów (14%), napędy obrabiarek (10%) oraz napędy środków transportu (8%). Dlatego tak bardzo istotny jest właściwy dobór wydajności urządzeń do potrzeb procesów, wyeliminowanie pracy urządzeń w okresach, gdy nie jest ona niezbędna oraz zastąpienie regulacji dławieniowej regulacją bardziej energooszczędną. Nie należy zapomnieć o przeanalizowaniu opłacalności wymiany istniejących napędów silnikami energooszczędnymi. Energooszczędne silniki elektryczne są droższe od standardowych o ok. 20%, zużywają jednak mniej energii, wykonując tę samą pracę. Ponadto, silniki energooszczędne charakteryzują się większą niezawodnością oraz przeciążalnością.

Racjonalizacja zapotrzebowania na energię elektryczną powinna obejmować również analizę pracy układów transformatorowych. Układy te powinny pracować przy obciążeniu 70-80% wydajności

znamionowej. Przewymiarowanie układów transformatorowych prowadzi do nadmiernych strat energii związanych z mocą biegu jałowego i ze współpracującą baterią kondensatorów. Audyt układów transformatorowych powinien zawierać analizę obciążeń transformatorów, analizę wielkości strat energii, ocenę celowości wymiany transformatorów na jednostki dostosowane do zapotrzebowania, ocenę opłacalności rezygnacji z eksploatacji części transformatorów oraz zastosowania łączy między stacjami po stronie dolnego napięcia. W przypadku dużych zakładów należy przeprowadzić analizę celowości rezygnacji z transformacji energii i odbioru energii na wysokim napięciu.

W zakładach produkcyjnych duży potencjał oszczędności energii tkwi w układach sprężonego powietrza (sprężarkownie, odzysk ciepła ze sprężarek, układy sterowania sprężarkami, kontrola wycieków, minimalizacja spadków ciśnień, prowadzenie i konstrukcja rurociągów). Sprężone powietrze jest jednym z najdroższych źródeł energii w zakładzie, gdyż efektywność energetyczna procesu sprężania powietrza może wynosić jedynie ok. 10%. Często ciśnienie utrzymywane jest na nadmiernie wysokim poziomie w celu skompensovania chwilowych spadków i dużych wahań ciśnienia w instalacji. W przypadku, gdy część urządzeń wymaga wyższego ciśnienia niż pozostałe, należy

rozważyć zastosowanie odrębnego zasilania sprężonym powietrzem. Obniżenie energochłonności systemów sprężonego powietrza może polegać na usprawnieniu sterowania pracą grupy sprężarek poprzez skrócenie czasu pracy w stanie odciążenia (na biegu jałowym), zastosowaniu właściwych nastaw ciśnienia dla poszczególnych sprężarek lub zastosowanie sterownika nadrzędnego w przypadku większej liczby maszyn. Nie należy zapominać o usunięciu wycieków sprężonego powietrza z instalacji i urządzeń oraz wdrożeniu systemu okresowych kontroli. Kolejne możliwości usprawnień polegają na zastosowaniu powietrza z dmuchaw, tam gdzie nie jest wymagane wysokie ciśnienie. Doświadczenia japońskie pokazują, że oszczędności związane z wprowadzeniem dmuchaw zamiast sprężonego powietrza ze sprężarek wynoszą nawet 80-90%. Wreszcie, należy rozważyć możliwość wykorzystania ciepła generowanego przez sprężarki jako źródła ciepła odpadowego do ogrzewania pomieszczeń.

Wykorzystanie energii odpadowej prowadzi do oszczędności paliw podstawowych (węgla, gazu ziemnego, oleju opałowego), przy czym przedsięwzięcie to niejednokrotnie wymaga mniejszych nakładów niż pozyskiwanie paliw nieodpadowych. Wykorzystanie energii odpadowej pozwala także zmniejszyć nakłady na transport i przetwarzanie paliw.

Audyty energetyczne źródeł ciepła lub energii dotyczą przedsięwzięć polegających na ograniczeniu zużycia energii pierwotnej zawartej w paliwie. Przedsięwzięcia modernizacyjne mogą polegać na zastosowaniu układów kogeneracyjnych, jak również układów trójgeneracyjnych. Efektywność wykorzystania energii w układach kogeneracyjnych jest o ok. 30% wyższa niż produkcja energii w źródłach rozdzielnych.

Audyty energetyczne sieci ciepłowniczych dotyczą przedsięwzięć polegających na ograniczeniu strat ciepła z rurociągów przesyłowych poprzez



poprawą izolacji termicznej, zmniejszenie długości, wymianę rurociągów napowietrznych na preizolowane rurociągi podziemne.

Istotnym obszarem poszukiwania oszczędności w zakładzie przemysłowym są układy centralnego ogrzewania oraz systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej. W dużej części zakładów spotykamy stare instalacje, niezaizolowane, z osadem kamienia, niesprawnymi wymiennikami. Często stosowane są nieefektywne rozwiązania, jak np. wykorzystywanie podgrzewaczy elektrycznych w przypadku dużego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową.

Audyty energetyczne budynków przemysłowych wskazują opłacalne i możliwe do realizacji przedsięwzięcia, mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na energię służącą zapewnieniu w pomieszczeniach produkcyjnych warunków umożliwiających realizację procesów technologicznych. Dotyczy to zmniejszenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, osuszania i nawilżania powietrza, przygotowania ciepłej wody, a także oświetlenia. Zaleca się, by audyty energetyczne budynków przemysłowych, bez uwzględnienia procesów technologicznych, były wykonywane zgodnie z metodyką określoną w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Zużycie energii elektrycznej do celów oświetleniowych kształtuje się w granicach 15-30% globalnego zużycia energii elektrycznej. Audyt oświetlenia w obiekcie przemysłowym polega na analizie zapotrzebowania energii na cele oświetlenia pomieszczeń, w tym na cele oświetlenia linii i ciągów technologicznych, z uwzględnieniem specyficznych wymagań w zakresie parametrów i jakości oświetlenia. W ramach audytu oświetleniowego należy brać pod uwagę usprawnienia polegające na

zastosowaniu bardziej energooszczędnych źródeł światła, systemów automatycznego sterowania wydajnością i parametrami oświetlenia, racjonalizacji czasu załączania oświetlenia, wprowadzeniu sekcji oświetleniowych w zależności od przeznaczenia oświetlanych stref i pomieszczeń, instalowaniu oświetlenia bezpośrednio nad stanowiskami pracy.

Audyty energetyczne procesów technologicznych obejmują kompleksową analizę potencjału technologicznego zakładu, stosowanych w nim procedur oraz ocenę możliwości modernizacji istniejących lub wdrożenia nowoczesniejszych rozwiązań technologicznych. Eksploatacja układów technologicznych służących do wytwarzania energii, jak również do jej przetwarzania w procesie przemysłowym, musi być związana ze stratami energii. Audyty energetyczne procesów technologicznych stanowią instrument pozwalający zidentyfikować nieuzasadnione straty energii oraz proponować środki poprawy efektywności energetycznej, z uwzględnieniem opłacalności ich zastosowania.

Każdy audyt energetyczny, niezależnie od rodzaju i przeznaczenia, powinien zawierać elementy umożliwiające dokonanie obiektywnej oceny zasadności realizacji przedsięwzięć modernizacyjnych, prowadzących do osiągnięcia pożądanego efektu energetycznego. Powinny się w nim znaleźć niezbędne informacje i dane liczbowe umożliwiające ocenę oraz weryfikację wielkości tego efektu w wyniku zastosowanych środków poprawy efektywności energetycznej. Zaleca się, aby w audycie zostały poddane analizie wszystkie dopuszczalne z technicznego punktu widzenia i racjonalnie uzasadnione możliwości usprawnień w zakresie zmniejszenia zapotrzebowania na energię w każdym obszarze jej użytkowania. Podejście takie jest najkorzystniejsze z uwagi na możliwość

identyfikacji i realizacji w pierwszej kolejności usprawnień przynoszących największe korzyści energetyczne, ekonomiczne i ekologiczne.

Analizowane przedsięwzięcia powinny być rozwiązaniami sprawdzonymi, powodującymi znaczący wzrost efektywności energetycznej, o udowodnionej skuteczności, określonej na podstawie ogólnodostępnych i/lub specjalistycznych opracowań branżowych, w tym w szczególności na podstawie dostępnego zbioru opracowań na temat najlepszych dostępnych technologii (BAT) lub dostępnych w inny sposób baz danych na temat dobrych praktyk.

Proponowane działania nie powinny dezorganizować realizowanych w zakładzie procesów produkcyjnych, a jeśli jest to niemożliwe, w audycie powinna znajdować się jasna informacja na ten temat z oceną związanych z tym skutków.

Działania prowadzące do wzrostu efektywności energetycznej przedsiębiorstwa można sklasyfikować jako:

- ▶ beznakładowe, polegające na wdrożeniu lub usprawnieniu procesów zarządzania energią oraz wzmocnieniu procesów kontroli operacji technologicznych,
- ▶ niskonakładowe, polegające na zastosowaniu dodatkowego wyposażenia,
- ▶ wysokonakładowe, polegające na modernizacji procesów technologicznych oraz termomodernizacji obiektów.

W polskim przemyśle istnieją nadal znaczne możliwości zmniejszenia energochłonności produkcji poprzez działania beznakładowe lub niskonakładowe. Według danych szacunkowych w polskich zakładach przemysłowych można zaoszczędzić beznakładowe ok. 10% zużywanej energii.