



# Program efektywnego wykorzystania energii w zakładzie

*Material informacyjny dla przedsiębiorstw.*

*Opracował: mgr inż. Michał Skrzypczak*

## 1. Znaczenie oszczędności energii dla przedsiębiorstwa.

Zainteresowanie kierownictwa przedsiębiorstwa przemysłowego problemem użytkowania energii jest zazwyczaj skutkiem dążenia do zmniejszenia kosztów eksploatacji oraz podniesienia konkurencyjności produkowanych wyrobów. Rozwiązanie tych zagadnień wymaga inwestowania nie tylko w urządzenia i procesy racjonalnie wykorzystujące energię, lecz także w systemy wspomagające zarządzanie gospodarką energetyczną, system informacyjny i przygotowanie zawodowe pracowników. Inwestycje powinny być realizowane w ramach jednego programu, obejmującego wszystkie problemy użytkowania energii występujące na terenie przedsiębiorstwa. Istnieje przekonanie, potwierdzone doświadczeniem, że jedynie całościowe podejście może zapewnić wybór optymalnych dla danego zakładu nośników energii i systemów jej użytkowania. Jednakże takie podejście wymaga zaangażowania specjalistów, rzadko pracujących w zakładach małej i średniej wielkości. Można ich znaleźć w specjalistycznych przedsiębiorstwach, prowadzących prace studialne w zakresie efektywnego wykorzystania energii w przedsiębiorstwach przemysłowych. Specjaliści ci są w stanie wykonać analizy i opracowania niezbędne do przygotowania programu usprawnienia użytkowania energii oraz pomóc w podejmowaniu optymalnych decyzji inwestycyjnych w warunkach istniejących w danym przedsiębiorstwie.

Doświadczenie wskazuje, że usprawnienie użytkowania energii w przedsiębiorstwie wymaga, oprócz ustalenia właściwej organizacji, ponoszenia odpowiednich wydatków. Przeznaczone są one na zakup nowych technologii i urządzeń oraz na wprowadzanie systemów centralnego zarządzania użytkowaniem energii, wraz z odpowiednimi systemami wspomagania. Niezbędne jest do tego również ponoszenie nakładów na poprawę eksploatacji urządzeń i instalacji oraz odpowiednie przygotowanie pracowników do ich obsługi.

Zakres zmian w gospodarowaniu energią i wielkość ewentualnych nakładów ponoszonych na przedsięwzięcia usprawniające zależy od stanu wyjściowego i od dostępu do środków finansowych. Może się zmieniać, począwszy od stosunkowo niewielkich usprawnień, wymagających małych nakładów, mieszczących się w ramach środków na naprawy bieżące i remonty, poprzez modernizację urządzeń i linii technologicznych, a kończąc na kosztownych nowych instalacjach i urządzeniach, wprowadzanych w celu zastąpienia starych, najczęściej wyeksploatowanych i bardzo energochłonnych. Jednakże realizację każdego przedsięwzięcia powinno się zaczynać od wprowadzenia systemu kontroli i zarządzania użytkowaniem energii w przedsiębiorstwie. System ten może być bardzo prosty w przypadku przedsiębiorstw niewielkich, w których energia zużywana jest w urządzeniach nie wymagających złożonych systemów pomiaru i kontroli. Przykładem może tu być przedsiębiorstwo, w którym zużywany jest tylko jeden nośnik energii, na przykład elektryczność do napędu silników o niewielkiej mocy oraz do oświetlenia. W przypadkach złożonych systemów użytkowania energii, których przykładem mogą być zakłady metalurgiczne czy zakłady przemysłu chemicznego, zużywające kilka lub kilkanaście nośników energii, systemy pomiarów i kontroli mogą wymagać bardzo złożonych i kosztownych układów wspomagających zarządzanie.

W małym zakładzie system kontroli zużycia energii można ograniczyć do zlecenia pracownikowi ciągłego gromadzenia danych o zużyciu nośników energii i wydatkach ponoszonych na ich zakup. Jego zadaniem powinna być również analiza zebranych informacji i okresowe przedstawienie jej wyników kierownictwu przedsiębiorstwa wraz z ewentualnymi wnioskami.

Najczęściej stosowanym okresem obliczeniowym jest jeden miesiąc. W uzasadnionych przypadkach tydzień lub nawet jedna doba. W zakładach większych, o bardziej złożonej strukturze energetycznej, może być uzasadnione zatrudnienie jednej lub kilku osób do wykonywania kontroli i analizy zużycia energii, a nawet korzystanie z usług specjalistycznego przedsiębiorstwa. Niezbędne jest również odpowiednie wyposażenie zakładu w potrzebną aparaturę kontrolno-pomiarową, dostosowaną do rodzajów nośników energii i technologii stosowanych w danym zakładzie. W przedsiębiorstwach, w których funkcjonują złożone ciągi technologiczne, zasadne jest opracowanie programu poprawy użytkowania energii. Systemy pomiarów i kontroli zużycia energii mogą być bardzo złożone i wymagające dużych nakładów na instalację. W skrajnym przypadku może to być centralny system sterowania z zastosowaniem najnowszych technik, zapewniający nadzór nad zużyciem energii i wspomagający podejmowanie decyzji w przypadkach, gdy taka konieczność występuje.

W przedsiębiorstwach o stosunkowo złożonych procesach produkcyjnych pożądane jest opracowanie programu poprawy użytkowania energii, który po ewentualnym zweryfikowaniu mógłby być zrealizowany. Program poprawy użytkowania energii powinien obejmować wszystkie związane z tym problemy występujące w przedsiębiorstwie. W następnym rozdziale podano procedurę postępowania przy formułowaniu takiego programu, który w zasadzie powinien być wykonany przez pracowników wyspecjalizowanej firmy. Ma to szczególne znaczenie dla małych i średnich przedsiębiorstw, które nie mogą sobie pozwolić na stałe zatrudnienie specjalistów z dziedziny użytkowania energii.

Realizacja programu usprawnienia użytkowania energii może dać następujące bezpośrednie efekty:

- zmniejszenie kosztów zużycia energii i materiałów,
- uwzględnienie problemów użytkowania energii w kierowaniu gospodarką całego zakładu,
- możliwość uzyskania wiarygodnych danych, niezbędnych do podejmowania decyzji inwestycyjnych,
- poprawa jakości produkowanych wyrobów przez kontrolę warunków produkcji z uwzględnieniem w kosztach energii, a także innych parametrów,
- zainteresowanie wszystkich pracowników problemami gospodarowania energią w przedsiębiorstwie i tym samym motywowanie ich do oszczędności.

Pomiary zużycia różnych nośników energii (pary, gorącej wody, energii elektrycznej, sprężonego powietrza itd.) i kontrola zużycia oraz wydajności innych czynników występujących w procesach produkcyjnych pozwalają ustalić ich zużycie w poszczególnych operacjach, dla różnych wyrobów. Umożliwia to zwiększenie sprawności poszczególnych operacji i urządzeń oraz określenie wskaźników produkcyjnych i ich ciągłą kontrolę.

Kierowanie procesami użytkowania energii w oparciu o informacje wynikające bezpośrednio z pomiarów pozwala dostrzec odstępstwa od wartości przeciętnych oraz reagować natychmiast w celu wyjaśnienia i usunięcia niekorzystnych zmian. Pozwala także optymalizować bieżące procesy wytwarzania czy wybrać najtańszy w określonym czasie nośnik energii. Oczywiście, aby to osiągnąć, niezbędna jest analiza zawieranych umów na dostawę nośników energii.

Racjonalne kierowanie procesami produkcyjnymi, przy uwzględnieniu pomiarów parametrów i zużycia czynników energetycznych, jest przyczyną wzrostu niezawodności i bezpieczeństwa pracy urządzeń, przedłużenia ich żywotności, poprawy warunków pracy i zmniejszenia

zanieczyszczenia środowiska. Pozwala również na motywację pracowników obsługi, dostarczając środków do prowadzenia procesów zgodnie z przewidzianą procedurą oraz na wymierne określenie efektywności ich działań.

Pomiary zużycia energii prowadzą do poprawy jakości wyrobów dzięki ciągłej kontroli wymaganych parametrów procesu technologicznego. Pozwalają one również na bardziej precyzyjne określenie warunków produkcji. Warunki te mogą uwzględniać nie tylko parametry nośników energii, ale również inne, nieenergetyczne wielkości, na przykład charakteryzujące materiały. Wprowadzenie systemu pomiaru i rozliczania energii powinno się wiązać z osobistą odpowiedzialnością i zaangażowaniem wszystkich pracowników przedsiębiorstwa, lecz w szczególny sposób dotyczy to:

- pracowników obsługi, najlepiej poinformowanych o kosztach energii zużywanej w obsługiwanych urządzeniach,
- pracowników prowadzących szkolenia oraz kierowników produkcji.

Wprowadzenie systemu zarządzania energią związane jest z centralizacją procesu zbierania informacji – szczególnie wtedy, gdy należy mierzyć wiele różnych wielkości. Może się to stać pierwszym etapem realizowania centralnego sterowania podstawowymi urządzeniami, liniami produkcyjnymi, a w konsekwencji całym przedsiębiorstwem.

## 2. Przygotowanie programu poprawy efektywności użytkowania energii w przedsiębiorstwie.

Przed przystąpieniem do prac nad przygotowaniem programu efektywnego wykorzystania energii (EWE), przedsiębiorstwo powinno wstępnie ocenić jej zużycie i straty w przedsiębiorstwie na podstawie opłat ponoszonych na jej zakup, przeglądu odbiorników energii, stanu technicznego urządzeń zużywających energię itd. Może to stanowić podstawę do rozpoczęcia ewentualnych prac własnych lub rozmów ze specjalistami z zewnątrz. Przed przystąpieniem do dalszych działań należy wstępnie sformułować cele przyszłego programu EWE, weryfikowane w dalszych fazach przygotowania programu.

Przygotowanie i wdrożenie zakładowego programu usprawnienia użytkowania energii można podzielić na następujące fazy:

- **studialną**, obejmującą problemy energetyczne zakładu, kończącą się opracowaniem programu kierunkowego,
- **realizacyjną**, obejmującą działania, których wyjściowym punktem jest zatwierdzony program prac, a końcowym odbiór prac już zrealizowanych,
- **eksploatacyjną**, rozpoczynającą się po odbiorze zrealizowanych prac; jej częścią końcową jest określenie rzeczywistych efektów oszczędnościowych.

Na pokazanym niżej schemacie określono elementy składowe trzech faz realizacji i oceny efektywności programu EWE.

<p><b>Faza 1</b> Audyting energetyczny (wykonuje audytor)</p>	<p>1.1. Przygotowanie danych, pomiary, analiza 1.2. Analiza możliwości i opłacalności wykonania 1.3. Sformułowanie programu końcowego</p>	
<p><b>Faza 2</b> Inwestowanie (wykonuje przedsiębiorstwo)</p>	<p>2.1. Przygotowanie 2.2. Wykonanie</p>	<p>Wykonanie projektu wstępnego wraz z analizą techniczną i analizą opłacalności. Plan finansowania. Opracowanie projektu roboczego, plan wykonania, koordynacja i kontrola prac, odbiór prac wykonanych, uruchomienie</p>
<p><b>Faza 3</b> Eksploatacja (wykonuje przedsiębiorstwo)</p>		<p>Eksploatacja i bieżąca kontrola. Monitoring i ocena efektów usprawnień.</p>

Druga faza (realizacyjna) programu usprawnienia gospodarki energetycznej rozpoczyna się od opracowania projektu wstępnego, w skład którego wchodzi wybór optymalnego

wyposażenia, wykonanie szczegółowej specyfikacji, uzgodnienia z ewentualnymi dostawcami sprzętu, program prac i sposób finansowania przedsięwzięcia. Następnie wykonuje się projekt roboczy, który jest realizowany przez generalnego wykonawcę, prowadzącego typowe działania stosowane podczas realizacji przedsięwzięć modernizacyjnych w przemyśle.

Eksploatacja w zasadzie nie wchodzi w zakres programu usprawnienia gospodarki energetycznej w przedsiębiorstwie. Ważne jest jednak określenie efektów oszczędnościowych wynikających z zastosowanych usprawnień – co najlepiej wykonać metodami pomiarowymi. Do tego celu może być również zaangażowany audytor energetyczny.

### 3. Wykonywanie okresowych sprawozdań.

Ważnym składnikiem programu oszczędnego gospodarowania energią jest regularne przygotowywanie okresowych sprawozdań, informujących na bieżąco o zużyciu energii i o realizacji założeń programu. Sprawozdania dla kierownictwa przedsiębiorstwa powinny zawierać informacje o uzyskanych oszczędnościach poszczególnych nośników energii i związane z nimi informacje o oszczędnościach w opłatach za energię, kształtowanie się wskaźników zużycia energii w ostatnim okresie oraz wyszczególnienie wielkości nakładów ponoszonych na realizację przedsięwzięć oszczędnościowych.

Obliczone zużycie energii oznacza energię, która byłaby zużywana, gdyby nie wprowadzono działań oszczędnościowych. Oszczędność energii (lub kosztów energii) stanowi różnicę pomiędzy obliczonym zużyciem (lub kosztami) i rzeczywistym zmierzonym zużyciem (kosztami) energii.

Sprawozdanie powinno zawierać opis przedsięwzięć wprowadzonych w okresie objętym sprawozdawczością oraz opis stanu zaawansowania innych przedsięwzięć realizowanych zgodnie z przyjętym programem oszczędności energii. W ostatnim przypadku zrealizowanych przedsięwzięć sprawozdanie powinno zawierać liczbowe oszacowanie oszczędności energii i kosztów energii w porównaniu z kosztami poniesionymi na ich realizację. Sprawozdania powinny być wykonywane jak najczęściej, na przykład co miesiąc. Częste informacje o stanie gospodarki energetycznej pozwalają kierownictwu szybko reagować na wszelkie nieprawidłowości w realizowaniu programu oszczędności energii.

Niezwykle ważna jest ciągła kontrola działów, w których zużycie energii jest największe, lub też miejsc, gdzie można oczekiwać dużych strat. Szczególnie istotne mogą okazać się: źródła energii, ilość wyrobów nie spełniających parametrów technicznych, ilość odpadów, zużycie energii elektrycznej w okresach szczytowego jej zapotrzebowania, straty wartościowych czynników energetycznych (para wodna, gorąca woda, sprężone powietrze).

Skuteczność realizacji programu oszczędnego użytkowania energii zależy w znacznym stopniu od rzetelnego i systematycznego wykonywania okresowych sprawozdań i szybkiego reagowania kierownictwa przedsiębiorstwa na zawarte w nim sugestie.

Roczne sprawozdania z realizacji programu EWE, obszerniejsze niż na przykład miesięczne, powinny, poza analizą aktualnej sytuacji, zawierać:

- wskazanie słabych punktów w przedsiębiorstwie z punktu widzenia użytkowania energii,
- ocenę obecnie realizowanego programu EWE,
- propozycje zmian w programie EWE.

## 4. Uwarunkowania realizacji wyników audytingu.

Podstawowym warunkiem uzyskania efektów określonych wynikami audytingu jest działalność przedsiębiorstwa przy nieustannym dążeniu do poprawy konkurencyjności wyrobów. Zaangażowanie kierownictwa przedsiębiorstwa w racjonalne użytkowanie energii jest również warunkiem niezbędnym do realizacji wyników audytingu. Konieczne jest także włączenie w realizację programu EWE kierownictwa niższych szczebli oraz pracowników bezpośrednio zatrudnionych przy obsłudze urządzeń, z uwzględnieniem warunków finansowych, stanowiących naturalny bodziec skłaniający do inicjatywy i wysiłków w kierunku oszczędności energii.

Monitoring wyników audytingu jest jednym z podstawowych elementów prowadzenia prawidłowej gospodarki energetycznej w zakładzie. Wymaga to nakładów inwestycyjnych oraz regularnego dokonywania odczytów lub rejestracji danych (zwykle przy użyciu komputera) oraz do systematycznego prowadzenia analizy danych w celu oceny prawidłowości realizowanego programu efektywnego wykorzystania energii. Koszty monitoringu nie powinny przekraczać 5 % rocznych kosztów energii. Dlatego system monitoringu powinien być odpowiednio dostosowany nie tylko do wielkości systemu, lecz również do poziomu oszczędności kosztów energii.

Wyniki monitoringu powinny dostarczyć informacji o aktualnym zużyciu energii oraz możliwości oszacowania oszczędności energii i kosztów. Monitoring powinien również pozwolić na obserwację zużycia energii w okresie po realizacji przedsięwzięć, gdy występują oszczędności, w celu potwierdzenia założeń programu EWE.

Przygotowywanie okresowego raportu, który w zwięzły sposób sumuje efekty realizowanego programu, jest oceniane przez doświadczonych praktyków jako jeden z podstawowych warunków zapewniających sukces w realizacji przedsięwzięć oszczędnościowych. Niezbędne jest również powołanie zespołu odpowiedzialnego za realizację programu EWE. Realizacja EWE powinna być procesem ciągłym. Na podstawie uzyskiwanych wyników i śledzenia rozwoju nowych technik produkcji i użytkowania energii powinny być wytyczane i w sposób zdyscyplinowany realizowane nowe zadania.

W Wielkiej Brytanii wśród 1000 pierwszych przedsiębiorstw, które zastosowały system M&T (Monitoring & Targeting) koszty energii zmniejszyły się w granicach 5-25 % przy niewielkich nakładach finansowych. Uzasadniony z punktu widzenia interesów przedsiębiorstwa koszt wprowadzenia systemu monitoringu ocenia się na około 5 % rocznych kosztów energii, czyli prosty okres zwrotu nakładów wynosi 1 rok (przy dolnej granicy opłacalności). Oszczędności energii były głównie wynikiem usprawnienia obsługi procesów i urządzeń oraz ich lepszego wykorzystania, szkolenia obsługi itp. Ponadto, systematyczna analiza zużycia energii w ramach M&T prowadziła do poprawy jakości produkcji oraz zmniejszenia kosztów remontów i obsługi.

Audyting energetyczny powinien być powtarzany co 3-5 lat jako stały element ciągłego programu efektywnego wykorzystania energii w przedsiębiorstwie. Zbyt duża przerwa pomiędzy kolejnymi audytami sprzyja zmniejszeniu zainteresowania oszczędnością energii, co szybko prowadzi do ponownego wzrostu jej zużycia. Wskazują na to obserwacje przebiegu takich efektów w wielu przedsiębiorstwach.

Zapewnienie środków pieniężnych na finansowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii jest warunkiem koniecznym realizacji programu EWE. Istotne jest znalezienie takiego sposobu i zakresu modernizacji, której koszt mógłby być spłacony z oszczędności energii uzyskanych w wyniku tej modernizacji i aby dał podstawę do kontynuowania programu oszczędności energii.