

Formułowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii

Jan Górzyński

1. Obszary poszukiwania oszczędności energii według ustawy o efektywności energetycznej [U10, U11]

Poszukiwanie oszczędności energii finalnej, zalecanej podmiotom zobowiązanym i odbiorcom końcowym do uzyskania w celu realizacji obowiązku wynikającego z ustawy o efektywności energetycznej, może odbywać się w przedsięwzięciach:

- izolacja cieplna instalacji przemysłowych;
- przebudowa lub remont budynku wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi;
- modernizacja lub wymiana: oświetlenia, urządzeń i instalacji wykorzystywanych w procesach przemysłowych, energetycznych, telekomunikacyjnych lub informatycznych, lokalnych sieci ciepłowniczych i lokalnych źródeł ciepła, urządzeń przeznaczonych do użytku domowego;
- odzyskiwanie energii, w tym odzyskiwanie energii w procesach przemysłowych;
- zmniejszenie strat związanych z poborem energii biernej, sieciowych związanych z przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej lub gazu ziemnego, na transformacji, w sieciach ciepłych związanych z systemami zasilania urządzeń telekomunikacyjnych lub informatycznych;
- stosowanie do ogrzewania lub schłodzenia obiektów energii wytwarzanej w instalacjach odnawialnego źródła energii, ciepła użytkowego w wysoko sprawnej kogeneracji lub ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych.

Ponadto odpowiedni minister odpowiedzialny za sprawy gospodarcze ma obowiązek okresowego przedstawiania szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w postaci obwieszczenia

w Monitorze Polskim. Taki wykaz został przedstawiony na przykład w obwieszczeniu w Monitorze Polskim z dnia 11 stycznia 2013 r. poz. 15 i może służyć pomocą przy formułowaniu przedsięwzięć w każdej jednostce wykorzystującej nośniki energii w swojej działalności.

2. Audyting energetyczny i zasady jego wykonywania

2.1. Wprowadzenie

Audyting energetyczny oznacza procedurę postępowania o charakterze rzeczoznawczym, która obejmuje analizę wykorzystania energii w jednostce gospodarczej oraz sformułowanie na tej podstawie propozycji przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Efektem wykonanego audytingu energetycznego jest raport, zwany *audytem energetycznym*, który stanowi podstawę do przygotowania i realizacji programu poprawy efektywności wykorzystania energii w danej jednostce gospodarczej.

Audyting energetyczny powstał w okresie, kiedy wzrost cen pierwotnych nośników energii, głównie ropy naftowej, wymusił na jednostkach gospodarczych zwiększone zainteresowanie efektywnością wykorzystania energii, szczególnie w sektorze budowlanym i przemysłowym. Zainicjowany w USA pod koniec lat 70. XX wieku, szybko zyskał szerokie rozpowszechnienie w wielu krajach uprzemysłowionych, gdzie procedura postępowania według zasad audytingu energetycznego była wykorzystywana głównie w celu poprawy kondycji finansowej użytkowników energii. Również był wykorzystywany w krajach o niższym poziomie rozwoju, za pośrednictwem ekspertów działających głównie w ramach ONZ-towskich organizacji międzynarodowych UNIDO (ang. *United Nations Industrial Development Organization*, Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Rozwoju

Przemysłowego) i DTCD (ang. *Department of Technical Cooperation for Development (United Nations)*), prowadzących działalność na rzecz rozwoju gospodarczego zacofanych regionów świata, finansowaną w ramach programu UNDP (ang. *United Nations Development Programme*, Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju).

Faktem, który uzasadniał wprowadzenie procedury audytingu energetycznego, był znaczący udział kosztów energii w kosztach działalności gospodarczej. Wsparcie stanowiła również rosnąca niepewność w zakresie zaopatrzenia w nośniki energii. W latach 80. XX wieku audyting energetyczny został znacznie rozpowszechniony w wielu krajach jako podstawowe i skuteczne narzędzie w dążeniu do zmniejszenia kosztów zużycia energii i kosztów działalności gospodarczej. W latach 90. XX wieku zyskał dalsze rozpowszechnienie w wielu krajach, w których dokonała się transformacja systemu gospodarczego, w tym również w Polsce. W tych krajach nastąpiły zmiany strukturalne i urealnienie zaniżonych wcześniej cen nośników energii, co sprzyjało unowocześnieniu działalności gospodarczej z uwzględnieniem oszczędnego gospodarowania energią, w czym przydatny był audyting energetyczny.

W budownictwie, w którym istniał i nadal istnieje znaczny potencjał oszczędności energii, ze względu na wysokie koszty materiałów i robót budowlanych opłacalność modernizacji nie była tak wysoka, jak w przemysłowych jednostkach gospodarczych. Między innymi z tego powodu w ustawie energetycznej w Stanach Zjednoczonych z 1977 r. wprowadzono wspomaganie z budżetów stanowych w zakresie termomodernizacji budynków użyteczności publicznej (szpitali, szkół, przedszkoli), które miały problemy z ponoszeniem

wysokich kosztów energii na ogrzewanie. Ustawa przewidywała, że podstawą takiej termomodernizacji będzie audyting energetyczny najpierw wstępny, dla wsparcia zasadności prowadzenia prac, a następnie pełny, wykonany przez uprawnionego eksperta, którego już w ówczesnej ustawie nazwano audytem energetycznym.

W latach 90. XX wieku zainteresowanie zmniejszeniem zużycia energii zyskiwało już dodatkowe argumenty, które dyktowała potrzeba ochrony środowiska. Rozpoczęło się formułowanie strategii zrównoważonego rozwoju gospodarczego i społecznego oraz narzędzi jego realizacji. Jednym z istotnych zadań rozpatrywanych w ramach tej strategii było dążenie do zmniejszenia zużycia energii pozyskiwanej z paliw kopalnych, w dużym stopniu odpowiedzialnej za degradację środowiska naturalnego, oraz promocji stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

Podobnie jak w ustawie energetycznej w Stanach Zjednoczonych z 1977 r. w odniesieniu do budynków, również w Polsce audyting energetyczny stał się obowiązkowym składnikiem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego realizowanego według ustawy z 1998 r. (Ustawa z dnia 18 grudnia 1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, Dz.U. 1998 nr 162 poz. 1121 – akt prawny uchylony, obecnie obowiązuje [U9]). Bowiernie zgodnie z zapisami tej ustawy tzw. premię termomodernizacyjną mógł otrzymać inwestor, który zrealizował przedsięwzięcie termomodernizacyjne według zakresu wskazanego w audycie energetycznym, uzasadniającym odpowiedni poziom zmniejszenia zużycia energii. Od 19 marca 2009 r. obowiązuje nowa zmieniona ustawa [U9] o termomodernizacji i remontach, która rozszerzyła zakres inwestorów mogących korzystać ze wsparcia finansowego przy modernizacji obiektów budowlanych. W celu zapewnienia poprawności wykonania analizy i jej wiarygodności co do sformułowania zakresu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, niezbędne jest, aby audyting energetyczny był wykonywany przez audytora energetycznego posiadającego odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia.

2.2. Podstawowe określenia

Audyting energetyczny stanowi procedurę, która z definicji ma wspomagać działania zmierzające do zmniejszenia zużycia i kosztów energii, co pośrednio prowadzi do zmniejszenia obciążenia środowiska. Prawdopodobnie w przyszłości właśnie oddziaływanie na środowisko i koszty jego ochrony będą w znacznie większym stopniu decydować o kosztach produkcji i o potrzebie oszczędności energii.

Audyting energetyczny może być wykonany dla dowolnej jednostki gospodarczej (przemysłowej, komunalnej, rolniczej) lub innego użytkownika energii (zakłady służby zdrowia, jednostki sportowe, administracyjne), również dla osób fizycznych, u których istnieje potrzeba przeprowadzenia analizy w zakresie poprawy efektywności energetycznej. Może zapoczątkować zorganizowane systematyczne działania danej jednostki w celu poprawy efektywności użytkowania energii oraz zmniejszenia kosztów energii i obciążenia środowiska.

Audytor energetyczny jest specjalistą w zakresie znajomości środków technicznych oszczędnego gospodarowania energią i ochrony środowiska oraz w zakresie finansowania inwestycji energooszczędnych, działającym jako niezależny, obiektywny doradca. Celem działania audytorów jest pomoc inwestorom w osiągnięciu wysokiej efektywności inwestycji energooszczędnych oraz pomoc bankom w zapewnieniu bezpieczeństwa kredytowego przy celowym wykorzystaniu kredytów.

Podstawowym zadaniem audytorów jest analiza i ocena obiektów (zakładów przemysłowych, instalacji technologicznych, obiektów energetycznych, budynków), a także projektów tych obiektów pod względem istniejącego lub przewidywanego zużycia energii oraz rozpatrzenie możliwych do zastosowania środków technicznych racjonalizacji, przygotowanie wstępnej wyceny kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego, dokonanie oceny opłacalności ekonomicznej różnych jego wariantów i przedstawienie propozycji przedsięwzięcia charakteryzującego się odpowiednim poziomem opłacalności. Stosowana jest standardowa metodyka wykonywania audytingu,

w tym wcześniej przygotowane formularze ułatwiające ocenę obiektów.

W praktyce często realizuje się audyting energetyczny, który obejmuje niepełny zakres branych pod uwagę instalacji i urządzeń w przedsiębiorstwie. Ma to miejsce wtedy, gdy gospodarka energetyczna wydziału nie ma istotnych powiązań międzygałęziowych, dane urządzenie czy instalacja nie ma powiązań z innymi instalacjami czy urządzeniami i mogą być rozpatrywane niezależnie. Przykładem może być analiza zużycia energii wydziału walcowni, w której zainstalowano kilka pieców pokrocznych opalanych olejem opałowym i nie występują inne paliwa, które mogłyby zastąpić paliwo dotychczas stosowane. Innym przykładem może być również system elektryczny w zakładzie przy poborach z sieci lub wyodrębniony system oświetleniowy, który może być rozpatrywany samodzielnie.

Realizacja celów audytingu energetycznego wymaga wielu działań wykonywanych zgodnie z określoną kolejnością ustalaną podczas wieloletniej praktyki jego wykonywania. Audyting energetyczny zwykle jest wykonywany etapowo w działaniach według następującej kolejności [34]:

- ustalenie celu i zakresu audytingu energetycznego;
- inwentaryzacja obejmująca zgromadzenie niezbędnego zbioru danych wraz z ich uporządkowaniem i oceną jakości;
- etap identyfikacji, tzn. ocena aktualnego poziomu użytkowania energii;
- określenie miejsc racjonalizacji użytkowania energii i sposobów jej wprowadzenia;
- opracowanie propozycji wykonalnych technicznie przedsięwzięć prowadzących do osiągnięcia ustalonego celu i zakresu;
- ocena efektywności ekonomicznej przedsięwzięć oraz wybór przedsięwzięć do realizacji;
- przygotowanie sprawozdania końcowego (raportu) ze wskazaniem przedsięwzięć proponowanych do realizacji. W tej pracy przedmiotem zainteresowania jest głównie audyting energetyczny obiektów budowlanych, którego zasady wykonywania zostały

w całości sformalizowane w aktualnej ustawie [U9] i rozporządzeniach [R11, R12]. Natomiast zasady wykonywania audytu energetycznego jednostek gospodarczych, zwłaszcza przemysłowych, są bardziej szczegółowo omawiane w pracy [36].

2.3. Wykonywanie audytu energetycznego

2.3.1. Przygotowanie do wykonywania audytu

W ramach etapu przygotowawczego do audytu przewidziane są następujące czynności [34, 36]:

- wstępna wizyta w jednostce gospodarczej połączona ze spotkaniem z dozorem technicznym, której celem jest poznanie wszystkich wydziałów produkcyjnych, ze szczególnym zwróceniem uwagi na urządzenia i instalacje energetyczne; wykonanie schematów układów energetycznych i zebranie charakterystycznych danych dla obiektów energetycznych; pomocne są w tym przypadku gotowe kwestionariusze zawierające pytania o procesy produkcyjne, rodzaj i liczbę stosowanych nośników energii oraz ich pomiary,
- określenie struktury zbioru danych niezbędnych do wykonania audytu, który winien zawierać: informacje o zużyciu poszczególnych nośników energii z okresu co najmniej dwóch ostatnich lat, dane o jednostkowych kosztach energii wraz z dodatkową informacją o stosowanych taryfach opłat i umowach o dostawę energii, dane o wielkości produkcji oraz o wydajności urządzeń, instalacji lub linii technologicznych, charakterystyki energetyczne urządzeń energetycznych i energotechnologicznych; dane porównawcze dla gałęzi gospodarki, w której rozpatrywana jednostka funkcjonuje.

Przy wykonywaniu szczegółowej analizy energetycznej można wyróżnić dwa skrajne podejścia określone ilością dostępnych informacji:

- istnieje system pomiarów i monitoringu danych i w związku z tym są dostępne wszystkie podstawowe informacje określające ilości zużywanych nośników energii i ich parametry,

a także dane określające zużycie surowców i wielkość produkcji wyrobów;

- nie istnieje system pomiarów i monitoringu danych, a są dostępne jedynie informacje o dostawach nośników energii określone na przykład na podstawie faktur i ponoszonych opłat za nośniki energii i gospodarcze wykorzystanie środowiska; dostępne są również dane o wielkości produkcji.

W pierwszym przypadku istnieje możliwość bezpośredniego wyznaczenia wielkości, które audytor zaakceptuje jako podstawę do oceny efektywności użytkowania energii. Niezbędne jest jednak zastosowanie odpowiedniej procedury w celu sprawdzenia poprawności działania systemu pomiarowego. Natomiast takie możliwości nie istnieją w drugim przypadku. Dlatego przy ograniczonej liczbie danych dostępnych u wytwórcy audytor powinien przeznaczyć znacznie więcej czasu na wykonanie ewentualnych pomiarów i gromadzenie danych oraz na ich odpowiednią weryfikację.

W praktyce najczęściej mamy do czynienia z sytuacją pośrednią, to znaczy dostępna jest pewna liczba danych, niekiedy mało wiarygodnych, które pozostają audytorowi do wykorzystania w analizie gospodarki energetycznej po odpowiedniej weryfikacji.

2.3.2. Opracowanie zbioru danych o użytkowaniu energii

Podstawą uzyskania poprawnych wyników analizy użytkowania energii w przedsiębiorstwie (audytu) są wiarygodne informacje o zużyciu stosowanych w przedsiębiorstwie nośników energii bezpośrednio w roku poprzedzającym okres, w którym jest wykonywany audyt, oraz o produkcji wyrobów w tym samym okresie.

Zbiór danych o użytkowaniu energii jest kompletowany na podstawie sprawozdawczości zakładowej oraz własnych zapisów audytora, uzyskanych w czasie wizyty oraz własnych obserwacji i pomiarów w przedsiębiorstwie. Zbiór danych ze sprawozdawczości zakładowej powinien uwzględniać informacje co najmniej z dwóch ostatnich lat, natomiast dane szczegółowe do analizy powinny pochodzić z okresów miesięcznych odnoszących się do tych lat.

Zbiór danych o zużyciu energii należy uzupełnić informacją o wielkości produkcji każdego produkowanego w przedsiębiorstwie wyrobu lub grupy wyrobów, produkowanych według zbliżonych technologii.

Informacje o procesach produkcyjnych i urządzeniach powinny zawierać:

- plan sytuacyjny jednostki;
- schematy poszczególnych wydziałów produkcji;
- schematy procesów produkcji z naniesionymi parametrami i strumieniami wszystkich czynników;
- schemat gospodarki elektroenergetycznej;
- schemat gospodarki gazoenergetycznej;
- schemat gospodarki cieplnej zakładu (sieć rozpyłu pary i powrotu skroplin, wody grzewczej, ciepłej wody);
- schemat gospodarki sprężonym powietrzem i innymi gazami technicznymi (tlen techniczny, azot techniczny);
- schemat sieci chłodniczej;
- schemat gospodarki wodno-ściekowej;
- schematy systemu ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji;
- schematy podstawowych energotechnologicznych urządzeń i linii produkcyjnych oraz odpowiednie instrukcje technologiczne tych urządzeń.

Informacje o planach jednostki dotyczących zamierzeń powinny obejmować następujące zakresy:

- instalowanie nowych urządzeń i linii produkcyjnych;
- wyłączenia z ruchu eksploatowanych urządzeń i linii produkcyjnych;
- modernizacja istniejących urządzeń i linii produkcyjnych.

Zbiór informacji o ruchu przedsiębiorstwa i przebiegu procesów produkcyjnych powinien zawierać:

- harmonogram produkcji z uwzględnieniem zróżnicowania między wydziałami i charakteru zmian w poszczególnych latach;
- planowane przerwy w ruchu zakładu (okresy urlopowe, planowane przerwy na remonty i naprawy bieżące, przerwy socjalne) oraz charakter ruchu urządzeń w czasie tych przerw;
- częstotliwość i długotrwałość przypadkowych przerw w ruchu przedsiębiorstwa;

- charakter procesów produkcyjnych – ciągły czy okresowy, zależny od obciążenia jednostki.

Po skompletowaniu zbioru danych o użytkowaniu energii w jednostce gospodarczej prowadzi się wstępną analizę zebranych informacji. Porównywane są wówczas informacje uzyskane ze sprawozdawczości jednostki z własnymi obserwacjami i ustaleniami audytora. W przypadku rozbieżności konieczna jest weryfikacja lub pozyskanie dodatkowych danych. Należy przy tym zwrócić uwagę na porównywalność warunków eksploatacji dla zebranych informacji własnych i uzyskanych ze sprawozdawczości jednostki.

2.3.3. Obserwacje przebiegu procesów produkcji i pomiary

Źródłem informacji do ilościowej oceny użytkowania energii są pomiary eksploatacyjne i pomiary wykonywane przez zespół audytorski, których wynik wraz ze zbiorem danych o użytkowaniu energii w przedsiębiorstwie, omówionym poprzednio, stanowi podstawę do wykonania tego etapu audytu. Warunkiem wykonania tego etapu audytu energetycznego jest poznanie przez audytora i jego zespół całości procesów energetycznych i technologicznych oraz istniejących między nimi zależności.

W przedsiębiorstwach, w których już wprowadzono proste i łatwe do realizacji przedsięwzięcia, wprowadzenie następnych jest trudniejsze technicznie i wiąże się z poważniejszymi nakładami finansowymi. Jednak w dalszym ciągu istnieje również dla tych przedsiębiorstw duży potencjał oszczędności energii zwłaszcza w procesach produkcyjnych. W tych przypadkach sformułowanie przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii wymaga zwykle dłuższego czasu ze względu na dokładniejszą analizę i większą liczbę pomiarów.

Pomiary eksploatacyjne mogą być wykorzystywane w dwóch aspektach:

- do oceny wartości chwilowego zużycia nośników energii;
- do określenia rocznego zużycia nośników energii na podstawie rejestrowanych w zakładzie wyników pomiarów eksploatacyjnych; dane powinny być gromadzone dla typowego okresu

rocznego uznanego za typowy z punktu widzenia wyników produkcji i charakteru ruchu procesów produkcji.

Pomiary specjalne wymagają odrębnego przygotowania zespołu niezbędnych przyrządów pomiarowych i skompletowania grupy pomiarowej. W opracowaniu wyników tych pomiarów należy stosować metody z wykorzystaniem rachunku wyrównawczego. Ze względu na dużą pracochłonność pomiary specjalne wykonuje się w przypadkach procesów, które zużywają najwięcej energii lub wówczas, gdy pomiary eksploatacyjne są niekompletne lub mało wiarygodne.

Informacje dotyczące charakteru ruchu jednostki i przebiegu procesu produkcyjnego są niezbędne do określenia zużycia energii i opracowania propozycji przedsięwzięć usprawniających jej użytkowanie. Jedynie w nielicznych zakładach dane te są dostępne w postaci zarchiwizowanych dokumentów. Dlatego uzyskuje się je z bezpośredniej obserwacji procesów, w wyniku pomiarów lub weryfikacji informacji otrzymanych od pracowników przedsiębiorstwa. Opracowany na podstawie zebranych informacji dokument powinien zawierać odpowiedzi na poniżej sformułowane pytania.

- Jaki jest harmonogram produkcji (czas pracy w tygodniu, miesiącu, roku)?
- Czy istnieją planowane wakacje oraz przerwy na naprawy bieżące i remonty (niezbędny jest szczegółowy opis tych przerw)?
- Czy ruch zakładu jest zatrzymywany w czasie przerwy śniadaniowej i w innych, zdarzających się okresowo, okolicznościach – określić liczbę godzin dziennie; czy urządzenia produkcyjne są w tym okresie wyłączane z ruchu czy też pozostawione na biegu luzem?
- Czy opisany dotychczas harmonogram przebiegu procesów produkcyjnych jest niezmienny, czy zmienia się w ciągu roku?
- Czy są wydziały, które pracują według innych harmonogramów?
- Jak często produkcja jest przerywana w wyniku przypadkowych przerw w ruchu; jak długo trwają takie nieplanowane przerwy?
- Jakie jest normalne obciążenie zakładu; pełne czy częściowe?

- Czy przebieg procesów technologicznych jest ciągły czy okresowy?
- Czy były zmiany w charakterze ruchu zakładu w ciągu ostatnich 2 lat i czy przewiduje się podobne zmiany w roku przyszłym?

2.3.4. Zestawienie bilansu energii

Zestawienie bilansu energii powinno dotyczyć roku uznanego za typowy. Zalecane jest sporządzenie bilansu energii zgodnie ze strukturą liniowego modelu matematycznego bilansu energii opisanego w [112]. Opracowany dla konkretnej jednostki gospodarczej model matematyczny należy poddać weryfikacji, wykonując bilans energii dla roku, dla którego zgromadzono najpełniejsze dane. Bilans energii sporządzony dla okresu retrospektywnego daje możliwość sprawdzenia założeń upraszczających przyjętych przez audytora oraz danych uzyskanych ze sprawozdawczości energetycznej jednostki. Praktycznie można liczyć się z 5–10-procentową różnicą między ilością energii doprowadzonej a ilością energii zużytej przez odbiorców, oszacowanej na podstawie ewidencji zakładu. Doprowadzenie do zgodności bilansu wymaga korekty danych i ponownej analizy założeń upraszczających. Zweryfikowany model może być następnie zastosowany do wykonania bilansu energii dla roku typowego, stanowiącego podstawę do analizy efektów uzyskanych dzięki zastosowaniu wyników audytu oraz może być przydatny do analizy systemowej racjonalizacji gospodarki energetycznej zakładu przemysłowego [112].

Energia odpadowa w jednostce gospodarczej może stanowić nawet 50–60% energii doprowadzonej. Zasoby energii odpadowej można ocenić według metody analizy procesów lub za pomocą metody systemowej [112]. Efekty energetyczne wykorzystania energii odpadowej ocenia się za pomocą wyżej wspomnianych metod.

2.3.5. Sformułowanie propozycji przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii

Na tym etapie audytu energetycznego, przy wykorzystaniu informacji uzyskanych wcześniej i uzyskanych

wyników obliczeń, są formułowane przede wszystkim propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii oraz jest analizowana zasadność ich zastosowania [36]. Etap ten jest realizowany głównie w trzech działaniach:

- określenie przedsięwzięć racjonalizujących użytkowanie energii;
- analiza technicznych możliwości wykonania przedsięwzięć, która powinna obejmować zarówno ocenę ich poprawności technicznej, jak również analizę ich wpływu na procesy produkcyjne w zakładzie;
- analiza wpływu proponowanych przedsięwzięć na warunki środowiska pracy i środowisko zewnętrzne.

Zwykle wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje działań prowadzących do zmniejszenia zużycia energii:

- bezpośrednie przedsięwzięcia oszczędnościowe (np. poprawa izolacji cieplnej, zmniejszenie liczby punktów świetlnych);
- odzyskiwanie energii odpadowej (wewnętrzne i zewnętrzne wykorzystanie);
- substytucja nośników energii (zastępowanie droższych nośników energii tańszymi).

2.3.6. Obliczanie energetycznych efektów modernizacji

W analizach gospodarki energetycznej w obiektach budowlanych zwykle rozpatruje się pewną liczbę przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii, przy czym każde z przedsięwzięć, na przykład kompleksowa termomodernizacja obiektu budowlanego, może składać się z wielu pojedynczych usprawnień (zabiegów) cząstkowych.

Przy rozpatrywaniu problemu termomodernizacji budynku w zakresie jego obudowy i instalacji ogrzewania usprawnieniami cząstkowymi są najczęściej następujące działania: zwiększenie izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych, wymiana okien i drzwi na nowe o korzystniejszej charakterystyce energetycznej, modernizacja instalacji ogrzewania, wprowadzenie automatyki pogodowej, zwiększenie izolacyjności cieplnej stropodachu i stropu nad ogrzewanymi piwnicami, zmniejszenie strumienia powietrza wentylacyjnego,

zastosowanie odzysku ciepła w układzie wentylacji.

Zarówno realizowane przedsięwzięcia, jak i tworzące to przedsięwzięcie usprawnienia cząstkowe mogą być wzajemnie zależne lub niezależne. Przy opisie przedsięwzięcia składającego się z wielu usprawnień cząstkowych usprawnienia wzajemnie zależne występują wtedy, gdy nie ma możliwości wyodrębnienia energii związanej z danym usprawnieniem. Ilościowa zmiana zużycia energii wynikająca z realizacji usprawnienia zależnego wpływa jedynie na całkowitą ilość zużycia energii związaną z przedsięwzięciem. Gdy rozpatruje się pojedyncze usprawnienie w zbiorze realizowanych usprawnień wzajemnie zależnych, wówczas można stwierdzić, że energia z nim związana zależy od kolejności, w jakiej ten zabieg jest realizowany.

Przyjmuje się często zasadę, że obliczona oszczędność zużycia energii dla każdego z rozpatrywanych zabiegów odnosi się do tej samej podstawy, to znaczy do zużycia energii przed realizacją usprawnień. Oznacza to, że zmniejszenie zużycia energii, powodowane przez każdy zabieg wchodzący w skład złożonego przedsięwzięcia, powinno być obliczane tak, jak gdyby to było jedyne przedsięwzięcie brane pod uwagę. Gdy usprawnienia są wzajemnie zależne, otrzymane w ten sposób wartości zmniejszenia zużycia energii są błędne, ponieważ ich wartości zależą od kolejności realizacji.

Obliczanie wartości bezwzględnych oszczędności energii wykonywane podczas prowadzenia analizy przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wymaga szczególnej uwagi, ponieważ oszczędności te zależą od kolejności realizacji zabiegów cząstkowych.

W celu uniknięcia trudności w obliczaniu bezwzględnej wartości zmniejszenia zużycia energii w prowadzonych obliczeniach opracowano metodykę postępowania [32, 36], w której podstawą są względne oszczędności energii uzyskiwane w poszczególnych usprawnieniach cząstkowych.

Zmniejszenie zużycia (oszczędność) energii w całym przedsięwzięciu modernizacyjnym określa różnica

$$-\Delta E = E_0 - E_n \quad (1)$$

gdzie:

E_0 – zużycie energii przed realizacją przedsięwzięcia;

E_n – zużycie energii po realizacji przedsięwzięcia złożonego z n zabiegów.

Względne zmniejszenie zużycia (oszczędność) energii w całym przedsięwzięciu definiuje wzór

$$\omega = \frac{-\Delta E}{E_0} \quad (2)$$

Zabiegi cząstkowe realizowane jako składniki przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku są wzajemnie zależne, co sprawia, że bezwzględne oszczędności energii przyporządkowane do tych zabiegów zależą od kolejności ich realizacji.

Wartości oszczędności energii w poszczególnych zabiegach posłużyły do obliczenia zmniejszenia kosztów energii w tych zabiegach, które przeprowadzono, obliczając najpierw całkowite zmniejszenie kosztów energii w przedsięwzięciu, a następnie zmniejszenie tych kosztów przypadające na zaoszczędzoną jednostkę energii. Obliczenia dokonano na podstawie zużycia energii i mocy zamówionej przed i po modernizacji oraz odpowiedniej taryfy opłat. W wyniku obliczeń ustalono, że zmniejszenie kosztów energii przypadające na zaoszczędzoną jednostkę energii wynosi 42,5 zł/GJ. Na tej podstawie obliczono wartości zmniejszenia kosztu zużycia energii przypadające na każdy zabieg w przedsięwzięciu oraz odpowiedni okres zwrotu nakładów.

Realizacja wszystkich proponowanych zabiegów zestawionych prowadzi do zmniejszenia zużycia ciepła o 1141 GJ/rok, czyli o 53,7% w stosunku do wartości zużycia przed modernizacją wynoszącej 2124,7 GJ/rok. Dzięki zmniejszeniu zużycia ciepła i mocy cieplnej można uzyskać zmniejszenie kosztów ciepła również o ok. 54%. Odpowiedniemu obniżeniu ulegnie także obliczeniowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania z wartości wynoszącej 174,8 kWh/(m²·a) przed modernizacją do 80,9 kWh/(m²·a) po modernizacji.

Obliczanie zmniejszenia zużycia (oszczędności) nośników energii dla poszczególnych cząstkowych (elemen-

tarnych) zabiegów jest wykonywane na podstawie odpowiedniej analizy energetycznej. Procedura obliczania może być niekiedy bardzo prosta, a w skrajnych przypadkach może wymagać obliczeń przy zastosowaniu bardzo pracochłonnego i złożonego modelu matematycznego. Czasami audytor ma możliwość kierować się jedynie danymi empirycznymi mówiącymi o względnym zmniejszeniu zużycia energii, które może zapewnić dany zabieg lub przedsięwzięcie. Praktycznie jednak w każdym przypadku niezbędne jest poczynienie wielu założeń upraszczających, które mogą znacząco wpływać na uzyskany wynik analizy energetycznej.

2.4. Uwagi o audytingu energetycznym obiektów budowlanych

W związku z ustawą o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych

[U9] w odniesieniu do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej wprowadzono pewną formę standardowego audytingu energetycznego, którego zakres i sposób wykonywania jest określony ściśle w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [R12]. Zasady wykonywania tego audytingu są zgodne z omawianymi w tej pracy ogólnie stosowanymi zasadami, jednak w celu ujednolicenia sposobu podejścia w staraniach o uzyskanie premii termomodernizacyjnej, przewidzianej ustawą [U9], wszystkie zasadnicze kroki postępowania w zakresie wykonywania tego audytingu zostały jednoznacznie zdefiniowane. W konsekwencji otrzymuje się wyniki przygotowane w zunifikowanej formie, zapewniające określony poziom porównywalności i wiarygodności opracowania końcowego. Ułatwiona jest możliwość przeprowadzenia weryfikacji poprawności i zasadności

sformułowanych propozycji przedsięwzięć oraz ocena stopnia zgodności wyników audytingu z wymaganiami oszczędności energii sformułowanymi w ustawie [U9] oraz wymaganiami w zakresie efektywności ekonomicznej proponowanych przedsięwzięć. ■

Bibliografia dostępna pod linkiem: nis.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki: *Efektywność energetyczna w działalności gospodarczej*, Jan Górzyński, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017