

**PRZEWODNIK**  
do sporządzania

**AUDYTÓW ENERGETYCZNYCH**  
**AUDYTÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ**  
**- dla projektów efektywności energetycznej**  
**w przedsiębiorstwach**

finansowanych z funduszy europejskich w ramach  
polityki spójności na lata 2021-2027

Warszawa, grudzień 2025 r.

## SPIS TREŚCI

<b>1. Ustawy, rozporządzenia i inne materiały .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Definicje i objaśnienia ważniejszych pojęć .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Audyt efektywności energetycznej w przedsiębiorstwie .....</b>	<b>5</b>
3.1. Informacje wstępne .....	5
3.2. Wymagania ogólne dotyczące sporządzania audytów efektywności energetycznej .....	5
3.3. Audyt efektywności energetycznej – zawartość .....	6
3.4. Uwagi dotyczące sporządzania audytów .....	12
<b>4. Weryfikacja audytów .....</b>	<b>14</b>
4.1. Weryfikacja audytu efektywności energetycznej .....	14
4.2. Weryfikacja efektów .....	14
<b>5. Poprawa efektywności energetycznej systemów zaopatrzenia w ciepło – w przedsiębiorstwach energetyki ciepłej .....</b>	<b>15</b>
5.1. Audyt efektywności energetycznej – zawartość .....	15
5.2. Uwagi dotyczące sporządzania audytów .....	16
5.3. Weryfikacja efektu .....	23
<b>Załącznik 1 Karta i spis treści przykładowego audytu efektywności energetycznej .....</b>	<b>27</b>
<b>Załącznik 2 Przykładowe obliczenia efektu energetycznego wynikającego z modernizacji oświetlenia wbudowanego .....</b>	<b>31</b>
<b>Załącznik 3 Przedsięwzięcia dla których audyt efektywności energetycznej może zostać sporządzony w sposób uproszczony .....</b>	<b>35</b>
<b>Załącznik 4 Karta weryfikacji audytu efektywności energetycznej .....</b>	<b>36</b>
<b>Załącznik 5 Karta zakończenia projektu .....</b>	<b>41</b>

## 1. Ustawy, rozporządzenia i inne materiały

Poniżej umieszczono tytuły ustaw, rozporządzeń i innych materiałów wykorzystanych w niniejszych materiałach pomocniczych, które mogą być pomocne przy sporządzaniu oraz weryfikacji audytów i opracowywaniu wniosków o pożyczki przeznaczone na poprawę efektywności energetycznej w przedsiębiorstwach.

1) Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej skrót nazwy w dalszej treści: Ustawa o efektywności energetycznej

a) 2) Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii  
skrót nazwy w dalszej treści: Rozporządzenie o audycie efektywności

3) Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 30 listopada 2021 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej

skrót nazwy w dalszej treści: Obwieszczenie o wykazie przedsięwzięć

4) Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków

skrót nazwy w dalszej treści: Ustawa termomodernizacyjna

a) 5) Rozporządzenie 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  
skrót nazwy w dalszej treści: Rozporządzenie o audycie energetycznym

6) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów  
skrót nazwy w dalszej treści: Rozporządzenie o weryfikacji audytu energetycznego

7) Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków  
skrót nazwy w dalszej treści: Ustawa o charakterystyce energetycznej

8) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;

skrót nazwy w dalszej treści: Warunki techniczne

9) Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za rok 2022, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Warszawa, styczeń 2023

skrót nazwy w dalszej treści: KOBiZE, wskaźniki emisji - spalanie paliw

10) Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023, KOBiZE, Warszawa grudzień 2022

skrót nazwy w dalszej treści: KOBiZE - wskaźniki emisji CO<sub>2</sub>

11) Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej, KOBiZE, Warszawa, grudzień 2022

skrót nazwy w dalszej treści: KOBiZE, wskaźniki emisji - energia elektryczna

## **2. Definicje i objaśnienia ważniejszych pojęć**

Audyt efektywności energetycznej – opracowanie zawierające ocenę stanu technicznego (głównie pod względem energetycznym) *obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji*, które wskazuje przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej (obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji) oraz zawiera ocenę efektywności ekonomicznej a także oszczędności energetyczne możliwe do osiągnięcia w wyniku realizacji tych przedsięwzięć modernizacyjnych. Opracowanie to powinno zostać wykonane zgodnie z Rozporządzeniem o audycie energetycznym.

Oszczędność energii – ilość energii stanowiąca różnicę między energią potencjalnie zużytą przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację w danym okresie, przed zrealizowaniem jednego lub kilku przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, a energią zużytą przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację w takim samym okresie, po zrealizowaniu tych przedsięwzięć i po uwzględnieniu znormalizowanych warunków zewnętrznych wpływających na zużycie energii.

Energia pierwotna – energia zawarta w pierwotnych nośnikach energii, pozyskiwana bezpośrednio ze środowiska.

Nieodnawialna energia pierwotna – różnica pomiędzy energią pierwotną i częścią odnawialną energii pierwotnej; obliczeniowo jest to energia końcowa pomnożona przez współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej zgodnie z obowiązującą metodologią wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej.

Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej – działanie polegające na wprowadzeniu zmian lub usprawnień w obiekcie, urządzeniu technicznym lub instalacji, w wyniku których uzyskuje się oszczędność energii.

Efektywność energetyczna – iloraz wielkości uzyskanego w obiekcie, urządzeniu lub instalacji efektu użytkowego do ilości zużycia energii przez obiekt, urządzenie lub instalację w typowych dla tego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji warunkach eksploatacji.

Wskaźnik EP – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną budynku odniesione do powierzchni o regulowanej temperaturze wyrażone w kWh/(m<sup>2</sup>\*rok), obliczone zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15 Ustawy o charakterystyce energetycznej.

Audyt – wykonawca audytu energetycznego lub audytu efektywności energetycznej.

### **3 Audyt efektywności energetycznej w przedsiębiorstwie**

#### **3.1 . Informacje wstępne**

*W przypadku identyfikacji przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w przedsiębiorstwie należy wykonywać wyłącznie audyty efektywności energetycznej niezależnie od tego jaki zestaw prac poprawiających efektywność energetyczną przedsiębiorstwa jest planowany.*

Skutkiem działań poprawiających efektywność energetyczną w przedsiębiorstwie powinno być zmniejszenie zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej o minimum 30% w jego budynku i/lub w urządzeniach technicznych i/lub w instalacjach technicznych. Redukcję zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej należy wykazać w audycie efektywności energetycznej. W zakresie modernizacji budynków przedsiębiorstw mieści się instalowanie źródeł energii odnawialnej, które zaopatrują systemy ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody oraz oświetlenie wbudowane a także prace, związane z działalnością (produkcja i/lub usługi) prowadzoną w tych budynkach i które powodują poprawę efektywności energetycznej.

Montaż instalacji OZE jest elementem audytu efektywności energetycznej o ile wytworzona przez te instalacje energia przeznaczona będzie na potrzeby budynku i prowadzonej w przedsiębiorstwie działalności produkcyjnej i/lub usługowej.

#### **3.2. Wymagania ogólne dotyczące sporządzania audytów efektywności energetycznej**

Audyt efektywności energetycznej wykonać należy zgodnie z wymaganiami szczegółowymi opisanymi w Rozporządzeniu o audycie efektywności. W **Załączniku 1** zamieszczono obowiązujący wzór karty audytu efektywności energetycznej oraz przykładowy spis treści tego typu audytu

- a. Audyt powinien być sporządzony w języku polskim, w formie pisemnej, stosując oznaczenia graficzne i literowe określone w Polskich Normach lub inne oznaczenia graficzne i literowe objaśnione w legendzie audytu.
- b. Wszystkie strony (arkusze) audytu oraz załączniki powinny być oznaczone kolejnymi numerami.
- c. Audyt powinien być oprawiony w okładkę formatu A-4, w sposób uniemożliwiający zdekompletowanie.
- d. Audyt powinien zawierać stronę tytułową oraz kartę audytu wg. wzoru stanowiącego załącznik nr 1 do niniejszych wytycznych.
- e. Audyt powinien zawierać wykaz dokumentów, danych źródłowych oraz wytycznych, z których korzystał audytor przy jego sporządzaniu.

Audyt efektywności energetycznej jest dokumentem przygotowującym inwestycję a w przypadku gdy do wykonania inwestycji niezbędny jest projekt, audyt stanowi założenia i zawiera dane do projektu czyli jest to dokument wykonywany przed (ex ante) modernizacją.

W przypadku zrealizowanej inwestycji mogą być wykonywane audyty po modernizacji (ex post) czyli podsumowujące inwestycję po jej wykonaniu. Celem wykonywania audytu ex post jest stwierdzenie czy wykonana (działająca) inwestycja pozwala na osiąganie efektów energetycznych zaplanowanych w audycie ex ante. Gdy inwestycja zrealizowana została dokładnie tak jak zapisano w audycie ex ante wykonanie audytu ex post nie jest uzasadnione. W takim przypadku audyt ex post jest zastępowany dokumentem potwierdzającym zgodność wykonania inwestycji z audytem ex ante.

### **3.3. Audyt efektywności energetycznej – zawartość**

Głównym aktem prawnym dotyczącym efektywności energetycznej jest Ustawa o efektywności energetycznej. Na podstawie art. 29 tej ustawy wydane zostało Rozporządzenie o audycie efektywności energetycznej.

W Rozporządzeniu o audycie efektywności energetycznej zostały określone następujące elementy mające wpływ na audyt efektywności energetycznej:

1. szczegółowy zakres i sposób sporządzania audytu efektywności energetycznej;
2. wzór karty audytu – Załącznik nr 3 do rozporządzenia;
3. szczegółowy sposób i tryb weryfikacji audytu, o której mowa w art. 26 ust. 1 ustawy o efektywności energetycznej;
4. dane i metody, które mogą być wykorzystywane przy określaniu i weryfikacji uzyskanych oszczędności energii – Załącznik nr 2 do rozporządzenia;
5. sposób sporządzania oceny efektywności energetycznej dostarczania ciepła, o której mowa w art. 25 ust. 3 ustawy o efektywności energetycznej – Załącznik nr 1 do rozporządzenia;
6. współczynniki sprawności procesów przetwarzania energii pierwotnej w energię finalną – Załącznik nr 4 do rozporządzenia;

7. sposób przeliczania jednostek energii na porównywalne jednostki – Załącznik nr 5 do rozporządzenia.”

W § 2 Rozporządzenia o audycie efektywności określone są zakresy wymaganych części audytu:

#### Część 1:

Ocena stanu technicznego oraz analiza zużycia energii przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, która powinna obejmować:

- a. inwentaryzację techniczną tego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, (w tym dane obiektu, ogólne dane techniczne, dokumentację lub opis techniczny obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji),
- b. wyniki pomiarów wielkości fizycznych i parametrów pracy obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji zawierające (czynniki wpływające na zużycie energii, charakterystykę sprzętu pomiarowego, dokumentację pomiarów i czas wykonywania),
- c. wyniki oszacowań zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację,
- d. ocenę błędów,
- e. uzgodnienie wyników pomiarów z oszacowaniami analitycznymi – w przypadku wykonania czynności, o których mowa w pkt. b i c,
- f. określenie czynników wpływających na zużycie energii przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację uwzględniając: usytuowanie budynku i jego zasiedlenia, warunki eksploatacyjne; całkowitą, bazową wielkość zużycia energii przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację (stanowi dane referencyjne dla planowanego lub zrealizowanego przedsięwzięcia lub przedsięwzięć tego samego rodzaju służących poprawie efektywności energetycznej),
- g. wykaz obowiązujących przepisów, norm, dokumentów i danych źródłowych oraz specjalistycznych opracowań w zakresie najlepszych dostępnych technologii lub dobrych praktyk wykorzystanych podczas wykonywania audytu;

#### Część 2:

Analiza efektów planowanych do uzyskania albo uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia lub przedsięwzięć tego samego rodzaju służących poprawie efektywności energetycznej, stosownie do sposobu sporządzania audytu. Powinna ona obejmować:

- a. wskazanie przedsięwzięć tego samego rodzaju służących poprawie efektywności energetycznej, wraz z opisem usprawnień,
- b. określenie sposobu wykonania analizy danych, metod obliczeniowych i zastosowanych modeli matematycznych, opis użytych symboli, wskaźników i współczynników; wskazanie źródeł danych do obliczeń oszczędności energii,
- c. wyniki obliczeń, w szczególności średniorocznej oszczędności energii oraz łącznej redukcji kosztów eksploatacji obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, wraz z uzasadnieniem wyboru przedsięwzięcia,
- d. wykaz programów komputerowych użytych do obliczeń energetycznych,
- e. określenie podstawowych parametrów finansowych wraz z analizą wariantową wyboru najkorzystniejszego rozwiązania z uzasadnieniem.

Jeżeli poprawna ocena stanu technicznego oraz analizy zużycia energii przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację jest możliwa bez wykonywania pomiarów wielkości fizycznych i parametrów ich pracy, o których mowa w części 1 pkt b, wykonuje się tylko oszacowania zużycia energii, o których mowa w części 1 pkt. c.

W odniesieniu do zawartości części 2. audytu należy zwracać uwagę aby wskazane rodzaje przedsięwzięć i ich warianty były nie tylko dopuszczalne ze względów technicznych ale również uzasadnione ekonomicznie i uzgodnione z Inwestorem. Wykonując opis szczegółów proponowanych usprawnień poprawiających efektywność energetyczną należy korzystać z dokumentacji techniczno-ruchowej urządzeń (DTR).

W obliczeniach energetycznych należy opisać dane z DTR, dane eksploatacyjne pozyskane od Inwestora, dane określające obliczeniowe temperatury powietrza dla danej strefy klimatycznej, wzory, współczynniki i wskaźniki stosowane w obliczeniach energetycznych. W przypadku wykorzystywania danych literaturowych należy podać uzasadnienie wartości liczbowych użytych w obliczeniach. Podczas obliczeń opłacalności ekonomicznej poszczególnych wariantów realizacji przedsięwzięć modernizacyjnych należy uwzględnić aktualne i ewentualnie prognozowane ceny energii i jej nośników. Koszty inwestycji można przyjmować na podstawie kosztorysów inwestorskich (jeśli istnieją) lub własnych oszacowań z uwzględnieniem: kosztów zakupu urządzeń, robocizny oraz narzutów jakie stosowane są w kosztorysowaniu. Jako wskaźniki opłacalności ekonomicznej realizacji przedsięwzięcia można stosować: SPBT, NPV, IRR i LCC.

Formułując wyniki obliczeń i wnioski z nich wynikające dotyczące wyboru optymalnego wariantu inwestycji lub rodzaju przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej należy podać pełne nazwy wykorzystanych licencjonowanych programów komputerowych i ewentualnie informację o wykorzystaniu własnych arkuszy kalkulacyjnych Excel. Optymalny wariant inwestycji powinien charakteryzować się najlepszymi wskaźnikami oceny opłacalności ekonomicznej.

W audycie efektywności energetycznej należy przedstawić obliczone wartości emisji CO<sub>2</sub> oraz pyłów PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> i redukcję tych zanieczyszczeń. Obliczenia należy wykonać wykorzystując źródła [9], [10] i [11] wymienione w pkt 1 niniejszego opracowania. Należy stosować do obliczeń:

- emisji CO<sub>2</sub> – poz. [10] pkt 1; *KOBiZE - wskaźniki emisji CO<sub>2</sub>*,
- emisji pyłów PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> – poz. [9] pkt 1; *KOBiZE, wskaźniki emisji - spalanie paliw*,
- emisji dla energii elektrycznej – poz. [11] pkt 1; *KOBiZE, wskaźniki emisji - energia elektryczna*

Jeżeli audyt efektywności energetycznej dotyczy przedsięwzięć zamieszczonych w wykazie w **Załączniku 3** może on być wykonany w sposób uproszczony. Do sporządzenia audytu efektywności energetycznej w sposób uproszczony wykorzystuje się dane i metody określania



i weryfikacji oszczędności energii wyszczególnione w załączniku nr 2 do Rozporządzenia o audycie efektywności.

W przypadku gdy jest to konieczne dla prawidłowej oceny stanu technicznego oraz analizy zużycia energii przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, których dotyczy przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej do audytu uproszczonego stosuje się także wymagania opisane powyżej w części 1 zawartości audytu pod literami od b) do e).

Audyt efektywności energetycznej sporządza się w sposób bilansowy zgodnie z wiedzą techniczną, z wykorzystaniem, danych i metod określania oszczędności energii oraz zastosowaniem odpowiednio udokumentowanej metody obliczeń lub na podstawie dokonywanych pomiarów.

W audycie efektywności energetycznej należy, dla celów sprawozdawczych, również podać informację o zużyciu energii pierwotnej nieodnawialnej o szacunkowej emisji gazów cieplarnianych (CO<sub>2</sub>) i pyłów PM 10 i PM 2,5 przez przedsiębiorstwo przed i po modernizacji.

Jeżeli przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej są przedsięwzięciami termomodernizacyjnymi w rozumieniu Ustawy termomodernizacyjnej lecz dotyczą również innych budynków niż budynki mieszkalne, budynki zbiorowego zamieszkania oraz budynki stanowiące własność jednostek samorządu terytorialnego służące do wykonywania przez nie zadań publicznych – stosuje się metody obliczeń określone w Rozporządzeniu o audycie energetycznym. W takich wypadkach należy uwzględnić specyfikę użytkowania tych budynków oraz różnice wynikające z ich właściwości.

Działania poprawiające efektywność energetyczną budynków przedsiębiorstw to ich kompleksowa modernizacja - przedsięwzięcia zgodne z Ustawą termomodernizacyjną, uwzględniająca również modernizację oświetlenia. W przypadku gdy wśród zidentyfikowanych przedsięwzięć znajduje się modernizacja oświetlenia obliczenia można wykonać wg zasad stosowanych w świadectwach charakterystyki energetycznej budynków. Przykładowe obliczenia efektu energetycznego wynikającego z modernizacji oświetlenia wbudowanego zamieszczono w **Załączniku 2**.

Usprawnienia poprawiające efektywność energetyczną budynków przedsiębiorstwa to:

- poprawa izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych budynku,
- wymiana stolarki okiennej i drzwiowej (zewnątrznej),
- wymiana oświetlenia wbudowanego,
- przebudowa systemów grzewczych wraz z wymianą źródeł ciepła i podłączeniem do źródła ciepła (wyłączone są źródła ciepła opalane węglem),
- przebudowa systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych wraz z wynikającą z niej potrzebą przebudowy/podłączenia do systemów wodno-kanalizacyjnych,
- budowa systemów zarządzania/sterowania oświetleniem,

- budowa instalacji OZE w modernizowanych budynkach przy czym wielkość instalacji wynikać ma z sumarycznych potrzeb energetycznych budynku użyteczności publicznej po modernizacji; w potrzebach energetycznych w tym przypadku oprócz wymienionych w opisie audytu energetycznego powyżej mieszczą się potrzeby energetyczne związane z działalnością prowadzoną w danym budynku (dopuszczalne jest przekazywanie do sieci dystrybucyjnej niewykorzystanej części energii w okresach zwiększonej produkcji przy małym zapotrzebowaniu na potrzeby własne obiektu).

W przypadku inwestycji dotyczących likwidacji kotłów węglowych w pierwszej kolejności należy rozważyć możliwość podłączenia do sieci ciepłowniczej lub wymianę na OZE, a w przypadku gdy to jest niemożliwe ze względów technicznych lub nieuzasadnione ekonomicznie, wymianę na kotły opalane gazem.

Modernizacja lub wymiana oświetlenia - można stosować metodę obliczeniową z Ustawy o charakterystyce energetycznej. Należy uwzględniać takie usprawnienia jak:

- zastosowanie energooszczędnych źródeł światła lub opraw oświetleniowych,
- zastosowanie systemów automatycznego sterowania wydajnością i parametrami oświetlenia,
- optymalizację czasu załączania oświetlenia oraz wprowadzenie sekcji oświetleniowych w zależności od przeznaczenia oświetlanych stref i pomieszczeń.

Modernizacja procesu technologicznego, produkcyjnego, energetycznego, telekomunikacyjnego lub informatycznego wymaga wykonania oceny potencjału w zakresie poprawy efektywności energetycznej zamkniętych procesów technologicznych, produkcyjnych, energetycznych, telekomunikacyjnych lub informatycznych oraz procesów pomocniczych z nimi związanych, oraz poszczególnych urządzeń technicznych wykorzystywanych w tych procesach. W audycie uwzględniającym taką modernizację powinno się opisać:

- a) źródła oraz poziom strat energii w procesie technologicznym, produkcyjnym, energetycznym, telekomunikacyjnym lub informatycznym oraz w procesach pomocniczych z nimi związanych; w szczególności wykonuje się inwentaryzację energetyczną urządzeń technicznych i procesów technologicznych, produkcyjnych, energetycznych, telekomunikacyjnych lub informatycznych, wraz z ich parametrami ruchowymi i regulacyjnymi oraz pomiary i opracowanie wyników tych pomiarów, z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu i metod pomiarowo-badawczych,
- b) możliwe do zastosowania nowe rozwiązania technologiczne, procedury i regulaminy wpływające na zużycie energii w procesie technologicznym, produkcyjnym, energetycznym, telekomunikacyjnym lub informatycznym oraz w procesach pomocniczych z nimi związanych, a także możliwe do wprowadzenia sposoby reorganizacji tych procesów w celu ograniczenia energochłonności urządzeń, z wyjątkiem zmiany asortymentu lub rodzaju produkcji lub świadczonej usługi.

Modernizacja lub wymiany sieci ciepłowniczej wymaga wykonania analizy możliwości poprawy izolacji cieplnej rurociągu i armatury przesyłowej, zmiany trasy rurociągu w celu zmniejszenia jego długości lub likwidacji jego zbędnych odcinków lub zamiany rurociągów napowietrznych na podziemne preizolowane, a także przeprowadzenia analizy doboru średnicy rurociągu i prędkości przepływu nośnika ciepła w celu wymiany na dostosowany do aktualnej wielkości odbioru ciepła.

Modernizacja lub wymiana napędów, w tym silników, przekładni i układów regulacji wymaga wykonania pomiarów i analizy:

- a) wpływu rozruchu silników na pracę sieci elektroenergetycznej oraz wymiany silników niedociążonych na silniki o niższej mocy,
- b) ograniczenia biegu jałowego silników przez wprowadzenie samoczynnego wyłączenia biegnących jałowo odbiorników wszędzie tam, gdzie praca urządzeń technicznych ma charakter przerywany i występują niezbędne przerwy technologiczne w ich pracy,
- c) możliwości wprowadzenia regulacji prędkości obrotowej silników,
- d) możliwości modernizacji przekładni w układzie napędowym z zastosowaniem rozwiązań energooszczędnych,
- e) zasadności stosowania układów monitoringu zużycia elementów eksploatacyjnych służących bieżącej ocenie sprawności napędów.

Modernizacja lub wymiana urządzeń i instalacji oraz odzysk energii w procesach przemysłowych lub energetycznych wymaga przeprowadzenia analizy strat energii w procesie, w postaci bilansu przepływów energii i strumienia energii możliwego do odzyskania, ze wskazaniem możliwych do zastosowania rozwiązań technologicznych.

Ograniczenie strat energii elektrycznej w transformatorach wymaga przeprowadzenia analizy obciążeń transformatorów mocą czynną i bierną, strat energii w transformatorach odniesioną do czasu ich pracy w roku z badanym obciążeniem oraz ocenę celowości i opłacalności ich wymiany na jednostki dostosowane do zapotrzebowania, rezygnacji z eksploatacji części transformatorów oraz zastosowania łączny między stacjami po stronie niskiego napięcia lub rezygnacji z transformacji i odbioru energii na wysokim napięciu.

Ograniczenie strat związanych z poborem energii biernej przez różnego rodzaju odbiorniki energii elektrycznej wymaga przeprowadzenia pomiarów wielkości i analizy miejsc usytuowania urządzeń do kompensacji mocy biernej w celu wyeliminowania jej zbędnych przepływów powodujących straty mocy czynnej w przewodach linii napowietrznych i kablowych.

Modernizacja lub wymiana urządzeń i instalacji oraz ograniczenia strat sieciowych związanych z przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej lub gazu ziemnego wymaga przeprowadzenia oceny potencjału w zakresie poprawy efektywności energetycznej,

wskazując źródła oraz poziom strat energii i możliwe do zastosowania rozwiązania technologiczne, których celem będzie oszczędność energii elektrycznej lub gazu ziemnego.

### **3.4. Uwagi dotyczące sporządzania audytów**

Poniżej zamieszczono uwagi i wskazówki wynikające z doświadczenia podczas wykonywania oraz weryfikacji audytów energetycznych.

Częstą, niewłaściwą praktyką w sytuacji zasilania budynku z sieci ciepłowniczej jest wyznaczanie nieodnawialnej energii pierwotnej  $Q_p$  i wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP na podstawie standardowych wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (z rozporządzenia) a nie wskaźników rzeczywistych podawanych przez dostawców energii cieplnej. Ta sama uwaga dotyczy obliczania emisji  $CO_2$  i pyłów oraz udziału odnawialnych źródeł (OZE) w produkowanej energii cieplnej. Zarówno emisje ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $CO_2$ ) jak i udział OZE powinna pochodzić wprost z danych uzyskanych od dostawcy energii cieplnej lub należy ją wyznaczać na podstawie danych o udziale poszczególnych paliw w wytwarzanej energii cieplnej oraz ilości wytwarzanej energii elektrycznej (w przypadku kogeneracji) w danym systemie ciepłowniczym.

Najczęstsze błędy w audytach:

- a. Błędnie przyjęte materiały przegród, a w konsekwencji błędne wyliczenie współczynnika  $U$  przegród. Zawyżane wartości w celu uzyskania większych efektów energetycznych lub z braku wiedzy audytorów na temat konstrukcji przegród. Przypadki ścian zewnętrznych o współczynniku  $U = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$ , czy stropodachu o  $U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- b. Niewłaściwie przyjęte współczynniki sprawności (niegodnie z Rozporządzeniem o audycie energetycznym lub brak uzasadniania dla przyjętych innych wartości.
- c. Brak w karcie audytu zużycia ciepła (zmierzonego) bez jednoczesnej informacji, że brak danych pomiarowych na dany obiekt (na przykład: węzeł grupowy, brak podliczników)
- d. Wyliczone zużycie ciepła znacząco różni się do zmierzonego i jednocześnie brak wyjaśnienia takiej sytuacji.
- e. Stan po modernizacji wykazuje, że budynek będzie pasywny pomimo przeprowadzania standardowej termomodernizacji (znacząco zaniżone, nieprawdopodobne wskaźniki po modernizacji)
- f. Uwzględnianie w kosztach prac nie objętych dofinansowaniem (nie związanych bezpośrednio z poprawą standardu energetycznego obiektu)
- g. Współczynniki przenikania ciepła przegród po modernizacji są wyższe od granicznych zapisanych w Warunkach Technicznych
- h. Brak wariantów usprawnień termomodernizacyjnych

- i. Pomijanie modernizacji instalacji c.o. w przypadku gdy z opisu wynika, że instalacja nie posiada zaworów termostatycznych i ma np. 40. letnie grzejniki.
- j. Błędne wyliczenia efektów wynikających z montażu paneli PV i pompy ciepła (np. wykazanie 100% oszczędności pomimo, że w budynku pompa ciepła będzie pracować wraz ze źródłem wspomagającym).
- k. Redukcja strumienia powietrza (uwzględniająca  $Cr=0,7$ ) przy wymianie okien (jak dla okien z nawiewnikami) i brak zapisu o konieczności stosowania okien z regulowanymi nawiewnikami.
- l. Błędna kolejność wariantów. Modernizacja c.w.u jest często uwzględniana tak jak modernizacja systemu ogrzewania na 1 lub 2 miejscu zaraz po instalacji c.o. bez uwzględniania kolejności wynikającej ze wskaźnika SPBT
- m. Brak załączników w postaci wydruków obliczeń cieplnych przynajmniej dla stanu istniejącego i stanu po modernizacji
- n. Brak szczegółowych obliczeń współczynników przenikania ciepła U poszczególnych przegród.
- o. Wykonywanie wyliczeń wskaźnika EP metodą „normową” PN 13790 zamiast metodą świadectw energetycznych (Wskaźnik EP jest charakterystyczny dla świadectw charakterystyki energetycznej i nigdy nie był stosowany wcześniej w audytach więc powinien być obliczany tak jak wymaga tego metodologia świadectw charakterystyki energetycznej)
- p. Błędne wyliczenie emisji CO<sub>2</sub>

Należy zwrócić uwagę na opisanie w audytach następujących zagadnień:

- Powierzchnia paneli PV podawana przez producentów i dostawców nie jest tożsama z powierzchnią czynną paneli (zawsze mniejsza od powierzchni paneli), którą należy wykorzystywać obliczając możliwą do uzyskania energię elektryczną.
- Emisje należy liczyć wykorzystując wskaźniki publikowane przez KOBIZE (dla pyłów wskaźniki zamieszczone w załączniku nr 4) i dedykowane do obliczeń za dany rok oraz energię końcową wyznaczoną w audytach energetycznych.
- Obliczenia wskaźnika EP wykonuje się metodą świadectw charakterystyki energetycznej natomiast obliczenia zużycia ciepła można wykonać wg Polskiej Normy (13790); metoda dotychczas najczęściej wykorzystywana w audytach energetycznych lub metodą świadectw; wykorzystywana coraz częściej po wprowadzeniu obowiązku podawania w karcie audytu energetycznego wskaźnika EP.
- Do audytu należy dołączyć karty produktu np. (urządzenia techniczne, elementy instalacji, panele PV itp.) zawierające wszystkie dane wykorzystywane w obliczeniach energetycznych.

## 4. Weryfikacja audytów

### 4.1. Weryfikacja audytu efektywności energetycznej

Weryfikacja audytu efektywności energetycznej polega na sprawdzeniu w szczególności:

- a. Spełnienia wymagań, o których mowa w art. 25 ustawy o efektywności energetycznej;
- b. Prawdliwości oceny stanu technicznego oraz analizy zużycia energii przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację będących przedmiotem audytu;
- c. Poprawność opisu możliwych rodzajów przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej oraz oceny opłacalności ekonomicznej tych przedsięwzięć, a także możliwej do uzyskania oszczędności energii;
- d. Prawdliwość analizy efektów planowanych do uzyskania w wyniku wdrożenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej, w szczególności określenia średniorocznej oszczędności energii (uzasadnione moce i czasy pracy urządzeń technologicznych z uwzględnieniem wydajności nowych urządzeń);
- e. Dokumentowania parametrów modernizowanych urządzeń, linii technologicznych, instalacji w stanie istniejącym i po modernizacji
- f. Prawdliwość wykonanych obliczeń efektów energetycznych, ekonomicznych i ekologicznych.

W **Załączniku nr 4** zamieszczono kartę weryfikacyjną audytu efektywności energetycznej.

### 4.2. Weryfikacja efektów

Potwierdzeniem uzyskania efektów zaplanowanych w audycie efektywności energetycznej (ex ante) jest złożenie przez Inwestora dokumentów wymienionych w pkt a i b lub a, c i d (omówionych poniżej) zależnie od tego czy inwestycja została przeprowadzona dokładnie wg audytu ex ante, czy były wprowadzane zmiany. Dokumenty wymagane w obu sytuacjach opisano poniżej:

- a. Potwierdzenie osoby odpowiedzialnej (uprawnionej, np. projektanta) o zgodności projektu budowlanego z pozytywnie zweryfikowanym audytem efektywności energetycznej dołączonym do wniosku o pożyczkę (tj. audytem ex ante).
- b. Potwierdzenie osoby odpowiedzialnej (uprawnionej, np. projektanta/inspektora nadzoru inwestorskiego), że przedsięwzięcie zrealizowane zostało zgodnie z projektem budowlanym; w przypadku, gdy przedsięwzięcie poprawiające efektywność energetyczną zostało wykonane zgodnie z pozytywnie zweryfikowanym audytem efektywności energetycznej (ex ante), nie występuje wówczas konieczność wykonywania audytu ex post, chyba że taki obowiązek wynika z Metryki Instrumentu Finansowego.

albo

- c. Informacja/zaświadczenie osoby odpowiedzialnej (uprawnionej, np. projektant/inspektor nadzoru inwestorskiego) o zmianach dokonanych podczas przeprowadzania inwestycji w stosunku do założeń audytu efektywności energetycznej (tj. audytu ex ante); w przypadku, gdy przedsięwzięcie poprawiające efektywność energetyczną zostało wykonane niezgodnie z audytem ex ante konieczne jest wykonanie audytu efektywności energetycznej ex post. W w/w informacji/zaświadczeniu powinny być wymienione wszelkie zmiany w inwestycji w stosunku do założeń pozytywnie zweryfikowanego audytu efektywności energetycznej ex ante.
- d. Audyt ex post – zgodnie z pkt c, tj. w przypadku wystąpienia rozbieżności w zakresie wykonanych prac, czy przyjętych rozwiązań, mogących potencjalnie spowodować pogorszenie efektów energetyczno-ekologicznych, bądź gdy Metryka Instrumentu Finansowego wymaga obligatoryjnego złożenia audytu ex post w ramach weryfikacji efektów zrealizowanego przedsięwzięcia.

Audyt efektywności energetycznej ex post wykonuje się analogicznie do audytu ex ante lecz z pominięciem wariantowości wykonania poszczególnych usprawnień. Audyt ex post dotyczy wyłącznie ostatecznie przyjętego w audycie ex ante wariantu realizacyjnego inwestycji modernizacyjnej. W audycie ex post należy przyjmować jako parametry charakteryzujące obiekt, urządzenie technologiczne lub instalację, rzeczywiste dane obiektu, urządzenia, instalacji (na przykład z kart katalogowych, dokumentacji techniczno-ruchowej, dokumentacji powykonawczej itp.). W podsumowaniu audytu ex post należy porównać uzyskane wskaźniki, wyznaczone dla wykonanej inwestycji ze wskaźnikami wyznaczonymi i zapisanymi w audycie ex ante.

Potwierdzenia dotyczące wykonania przedsięwzięcia zgodnie z założeniami audytu ex ante (pkt 4.2 a i b) lub informacja o zmianach w zakresie inwestycji w stosunku do zakresu wynikającego z audytu ex ante (pkt 4.2 c) oraz audyt ex post (pkt 4.2 d) stanowią podstawę weryfikacji przez Partnera Finansującego osiągnięcia celu przedsięwzięcia na etapie rozliczania pożyczki i poniesionych przez Ostatecznego Odbiorcę wydatków.

## **5. Poprawa efektywności energetycznej systemów zaopatrzenia w ciepło – w przedsiębiorstwach energetyki ciepłej**

W przypadku identyfikacji przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w systemach zaopatrzenia w ciepło, których właścicielem są spółki prawa handlowego z udziałami samorządów stosuje się metodykę audytu efektywności energetycznej. Poniżej przedstawiono wskazówki do sporządzania audytów dotyczących tego obszaru zużycia energii.

### **5.1. Audyt efektywności energetycznej – zawartość**

## 5.2. Uwagi dotyczące sporządzania audytów

W zakresie przedsięwzięć dotyczących lokalnych źródeł ciepła metodyka powinna uwzględniać zarówno obszar urządzeń wytwórczych (sprawność wytwarzania ciepła, zastosowanie kogeneracji) jak i urządzeń pomocniczych zużywających energię elektryczną (napędy).

W zakresie przedsięwzięć dotyczących lokalnych sieci ciepłowniczych i węzłów cieplnych, zaleca się korzystanie z metodyki szacowania oszczędności energii stosowanych przez NFOŚiGW w Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko 2014 – 2020, Oś priorytetowa I, Zmniejszenie emisyjności gospodarki, Działanie 1.5, Efektywna dystrybucja ciepła i chłodu:

- a) Metodyka szacowania zmniejszenia strat ciepła (sieci)  
[https://poiis.nfosigw.gov.pl/gfx/poiis/userfiles/files/skorzystaj\\_z\\_programu/2019/1.5\\_v\\_konkurs/zalacznik\\_10\\_metodyka\\_szacowania\\_zmniejszenia\\_strat\\_ciepla\\_-\\_sieci.pdf](https://poiis.nfosigw.gov.pl/gfx/poiis/userfiles/files/skorzystaj_z_programu/2019/1.5_v_konkurs/zalacznik_10_metodyka_szacowania_zmniejszenia_strat_ciepla_-_sieci.pdf)
  - b) Metodyka szacowania zmniejszenia strat ciepła (węzły)  
[http://poiis.nfosigw.gov.pl/gfx/poiis/userfiles/files/skorzystaj\\_z\\_programu/2019/1.5\\_v\\_konkurs/zalacznik\\_11\\_metodyka\\_szacowania\\_zmniejszenia\\_strat\\_ciepla\\_-\\_wezly.pdf](http://poiis.nfosigw.gov.pl/gfx/poiis/userfiles/files/skorzystaj_z_programu/2019/1.5_v_konkurs/zalacznik_11_metodyka_szacowania_zmniejszenia_strat_ciepla_-_wezly.pdf)
1. Obliczenia energetyczne, wyznaczenie wielkości oszczędności energii planowanej do uzyskania wskutek realizacji rekomendowanych przedsięwzięć.
  2. Przeliczenie planowanych oszczędności energii na energię pierwotną (energię zawartą w pierwotnych nośnikach energii). Przy obliczeniach należy uwzględnić rzeczywiste sprawności urządzeń wytwórczych ustalone w oparciu o pomiary lub odpowiednio udokumentowane szacunki własne. Wartości opałowe paliw należy przyjąć opierając się na dokumentach użytkownika źródła ciepła lub zgodnie z rekomendacją zawartą w p. 11 poniżej.
  3. Przeliczenie planowanych oszczędności energii na nieodnawialną energię pierwotną.  
  
Obliczenia należy wykonać z zastosowaniem współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla poszczególnych nośników energii zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
  4. Przeliczenie obliczonych, planowanych oszczędności energii na wielkość unikniętych emisji CO<sub>2</sub>.

Zaleca się przyjęcie wskaźników emisji i wartości opałowych stosowanych do raportowania w systemie EU ETS w danym roku. Wskaźniki te publikowane są na stronie



KOBIZE: <https://www.kobize.pl/pl/article/monitorowanie-raportowanie-weryfikacja-emisji/id/318/tabele-wo-i-we>

Uwaga: Emisji CO<sub>2</sub> ze spalania biomasy (drewna opałowego i odpadów pochodzenia drzewnego, odpadów komunalnych biogenicznych i biogazu) nie wlicza się do sumy emisji ze spalania paliw, zgodnie z zasadami ustalonymi w systemie handlu uprawnieniami do emisji. Podejście to jest równoważne ze stosowaniem zerowego wskaźnika emisji z biomasy.

5. Analiza kosztów i korzyści dla rekomendowanych przedsięwzięć. Analiza powinna zawierać zwymiarowane nakłady inwestycyjne, koszty dodatkowe związane z wdrożeniem oraz korzyści wynikające z oszczędności energii.
6. Wyznaczenie statycznych i dynamicznych wskaźników rentowności rekomendowanych przedsięwzięć.
7. Podsumowanie wniosków i rekomendacji.

Obliczenie zmniejszenia zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej

1. Oszczędności energii planowane do uzyskania w trakcie realizacji projektu należy przeliczyć na efekt zmniejszenia zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w lokalnym źródle ciepła.
2. W audycie otwarcia ex-ante określone są następujące wielkości:

$Q_{DH,1}$  – [GJ/rok] ciepło dostarczone do odbiorców końcowych przez lokalny system ciepłowniczy przed realizacją projektu w roku bazowym (odniesienia).

$Q_{DH,2}$  – [GJ/rok] ciepło jakie byłoby dostarczone do odbiorców końcowych przez lokalny system ciepłowniczy po realizacji projektu obliczone w odniesieniu do warunków roku bazowego. W zależności od metodyki przyjętej w audycie ex-ante ciepło to jest wyznaczane jako:

$$Q_{DH,2} = Q_{DH,1} - \Delta Q_{DH}$$

$$Q_{DH,2} = Q_{DH,1} \cdot UQ_{DH}$$

Gdzie:

$\Delta Q_{DH}$  – [GJ/rok] planowane oszczędności energii końcowej wskutek realizacji przedsięwzięcia – obliczone przez audytora wg. określonej metodyki.

$UQ_{DH}$  – [%] planowane względne zmniejszenie zużycia energii końcowej wskutek realizacji przedsięwzięcia – obliczone przez audytora wg. określonej metodyki.

3. W celu obliczenia efektu energetycznego (zmniejszenia zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w lokalnym źródle ciepła) wynikającego z realizacji projektu należy skorzystać z następującego wzoru:

$$\Delta Q_{nren} = (w_{i,DH,1} - w_{i,DH,2}) \cdot Q_{DH,2} / 3,6 \text{ [MWh/rok]} \quad (1)$$

Gdzie:

$w_{i,DH,1}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla ciepła sieciowego dostarczanego z lokalnego systemu ciepłowniczego przed realizacją projektu obliczany ze wzoru:

$$w_{i,DH,1} = \frac{Q_{nren,1}}{Q_{DH,1}} \cdot 3,6 \quad (2)$$

Gdzie:

$Q_{nren,1}$  [MWh/rok] zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej przed realizacją projektu obliczane ze wzoru :

$$Q_{nren,1} = \sum_j Q_{fuel,j,1} \cdot w_{i,fuel,j} + \sum_k Q_{fuel,k,1} \cdot w_{i,fuel,k} + (El_{in,1} - El_{CHP,exp,1}) \cdot w_{i,El} \text{ [MWh/rok]} \quad (3)$$

Gdzie:

$Q_{fuel,j,1}$  [MWh/rok] energia dostarczona z j-tym paliwem (nośnikiem energii) do lokalnego źródła ciepła [MWh/rok], obliczona ze wzoru:

$$Q_{fuel,j,1} = \dot{m}_{j,1} \cdot w_{u,j} / 3,6 \quad (4)$$

Gdzie:

$\dot{m}_{j,1}$  [Mg (Nm<sup>3</sup>)/rok] zużycie roczne j-tego paliwa przed realizacją projektu

$w_{u,j}$  [GJ (Nm<sup>3</sup>)/Mg] wartość opałowa j-tego paliwa

$w_{i,fuel,j}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla i-tego paliwa dostarczonego do ciepłowni, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;

$Q_{fuel,k,1}$  energia dostarczona z k-tym paliwem do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła [MWh/rok], obliczona wg wzoru (3);

$w_{i,fuel,k}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla k-tego paliwa dostarczonego do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła;

$El_{in,1}$  energia elektryczna pobrana z systemu energetycznego przez lokalny system ciepłowniczy [MWh/rok]

$El_{CHP,exp,1}$  energia elektryczna z układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła wyeksportowana do systemu energetycznego [MWh/rok]

$w_{i,El}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla krajowego mixu energetycznego

$w_{i,DH,2}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla ciepła sieciowego dostarczanego z lokalnego systemu ciepłowniczego po realizacji projektu obliczany ze wzoru:

$$w_{i,DH,2} = \frac{Q_{nren,2,stand}}{Q_{DH,2,stand}} * 3,6 \quad (3)$$

Gdzie:

$Q_{nren,2,stand}$  [MWh/rok] zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej po realizacji projektu wyznaczone dla standardowych warunków klimatycznych, obliczane ze wzoru:

$$Q_{nren,2} = \sum_j Q_{fuel,j,2} \cdot w_{i,fuel,j} + \sum_k Q_{fuel,k,2} \cdot w_{i,fuel,k} + (El_{in,2} - El_{CHP,exp,2}) \cdot w_{i,El} \quad (4)$$

Gdzie:

$Q_{fuel,j,2}$  energia dostarczona z j-tym paliwem (nośnikiem energii) do lokalnego źródła ciepła [MWh/rok], obliczona ze wzoru:

$$Q_{fuel,j} = \dot{m}_{j,2} * w_{u,j} / 3,6 \quad [\text{MWh/rok}] \quad (5)$$

Gdzie:

$\dot{m}_{j,2}$  zużycie roczne j – tego paliwa po realizacji projektu [Mg/rok],

$w_{u,j}$  wartość opałowa j-tego paliwa [GJ/Mg], należy przyjmować wartości , zgodnie z wartościami podanymi w źródle [10];

$w_{i,fuel,j}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla j-tego paliwa dostarczonego do ciepłowni, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;

$Q_{fuel,k,2}$  energia dostarczona z k-tym paliwem do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła [MWh/rok], obliczona wg wzoru (5);

$w_{i,fuel,k}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla k-tego paliwa dostarczonego do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła;

$El_{in,2}$  energia elektryczna pobrana z systemu energetycznego przez lokalny system ciepłowniczy przed realizacją projektu [MWh/rok]

$El_{CHP,exp,2}$  energia elektryczna z układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła wyeksportowana do systemu energetycznego przed realizacją projektu [MWh/rok]

$w_{i,El}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla krajowego mixu energetycznego

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w lokalnych systemach ciepłowniczych.

W celu obliczenia efektu ekologicznego (zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> w lokalnym źródle ciepła) wynikającego z realizacji projektu należy skorzystać z następującego wzoru:

$$\Delta E_{CO2} = (E_{CO2,1} - E_{CO2,2}) \cdot Q_{DH,2} \quad [\text{kg/rok}] \quad (6)$$

Gdzie:  $E_{CO2,1}$  [kg/GJ] jednostkowa emisja CO<sub>2</sub> lokalnego źródła ciepła przed realizacją projektu obliczana ze wzoru:

$$E_{CO2,1} = \frac{[(\sum_j Q_{fuel,j,1} \cdot w_{i,fuel,j} \cdot w_{e,fuel,j} + \sum_k Q_{fuel,k,1} \cdot w_{i,fuel,k} \cdot w_{e,fuel,j}) \cdot 3,6 + (El_{in,1} - El_{CHP,exp,1}) \cdot w_{e,El}]}{Q_{DH,1}} \quad (7)$$

gdzie:

$Q_{fuel,j,1}$  energia dostarczona z j-tym paliwem (nośnikiem energii) do lokalnego źródła ciepła [MWh/rok] przed realizacją projektu, obliczona ze wzoru (3);

$w_{i,fuel,j}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla j-tego paliwa dostarczonego do ciepłowni, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;

$w_{e,fuel,j}$  referencyjny wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> dla j-tego paliwa dostarczonego do lokalnego źródła ciepła [kg/GJ], zgodnie z wartościami podanymi w źródle [10];

$Q_{fuel,k,1}$  energia dostarczona z k-tym paliwem do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła [MWh/rok], obliczona wg wzoru (3);

$w_{i,fuel,k}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla k-tego paliwa dostarczonego do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;

$El_{in,1}$  energia elektryczna pobrana z systemu energetycznego przez lokalny system ciepłowniczy przed realizacją projektu [MWh/rok]

$El_{CHP,exp,1}$  energia elektryczna z układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła wyeksportowana do systemu energetycznego przed realizacją projektu [MWh/rok]

$w_{e,El}$  referencyjny wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> [kg/MWh] dla krajowego mixu energetycznego, zgodnie ze źródłem [11]

$Q_{DH,1}$  – [GJ/rok] ciepło do odbiorców końcowych przez lokalny system ciepłowniczy przed realizacją projektu.

$E_{CO2,2}$  [kg/GJ] jednostkowa emisja CO<sub>2</sub> lokalnego źródła ciepła po realizacji projektu obliczana ze wzoru:

$$E_{CO2,2} = \frac{[(\sum_j Q_{fuel,j,2} \cdot w_{i,fuel,j} \cdot w_{e,fuel,j} + \sum_k Q_{fuel,k,2} \cdot w_{i,fuel,k} \cdot w_{e,fuel,j}) \cdot 3,6 + (El_{in,2} - El_{CHP,exp,2}) \cdot w_{e,El}]}{Q_{DH,2}} \quad (7)$$

gdzie:

$Q_{fuel,j,2}$  energia dostarczona z j-tym paliwem (nośnikiem energii) do lokalnego źródła ciepła [MWh/rok] po realizacji projektu, obliczona ze wzoru (3);

$w_{i,fuel,j}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla j-tego paliwa dostarczonego do ciepłowni, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;

$w_{e,fuel,j}$  referencyjny wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> dla j-tego paliwa dostarczonego do lokalnego źródła ciepła [kg/GJ], zgodnie z wartościami podanymi w źródle [10];

$Q_{fuel,k,2}$  energia dostarczona z k-tym paliwem do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła [MWh/rok] po realizacji projektu, obliczona wg wzoru (3);

$w_{i,fuel,k}$  wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla k-tego paliwa dostarczonego do układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego

zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii;

$El_{in,2}$  energia elektryczna pobrana z systemu energetycznego przez lokalny system ciepłowniczy po realizacji projektu [MWh/rok]

$El_{CHP,exp,2}$  energia elektryczna z układu CHP zainstalowanego w lokalnym źródle ciepła wyeksportowana do systemu energetycznego po realizacji projektu [MWh/rok]

$w_{e,El}$  referencyjny wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> [kg/MWh] dla krajowego miksu energetycznego, zgodnie ze źródłem [11]

$Q_{DH,2}$  [GJ/rok] ciepło dostarczone do odbiorców końcowych przez lokalny system ciepłowniczy po realizacji projektu w warunkach roku bazowego.

### Szczegółowy katalog przedsięwzięć

Poniżej przedstawiono katalog przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w systemach ciepłowniczych.

**Uwaga:** Przedsięwzięcia wyszczególnione w poniższym katalogu mogą być dowolnie łączone, a efekt sumowany, w przypadku gdy dotyczą tego samego beneficjenta i będą zrealizowane w ramach jednego zadania inwestycyjnego będącego przedmiotem wniosku.

#### Obszar źródeł ciepła

1. Przedsięwzięcia polegające na zastąpieniu istniejących kotłów, kotłami o wyższej sprawności wytwarzania lub modernizacji kotłów poprawiające ich sprawność wytwarzania, z wyłączeniem kotłów wykorzystujących stałe paliwa kopalne lub olej opałowy;
2. Przedsięwzięcia polegające na zastąpieniu nieskorygowanych kotłowni lub ciepłowni osiedlowych z wykorzystaniem ciepła z sieci ciepłowniczej, w tym budowa przyłączy do tej sieci i węzłów cieplnych;
3. Przedsięwzięcia polegające na zastosowaniu układów wysokosprawnej kogeneracji w istniejących lokalnych źródłach ciepła;
4. Przedsięwzięcia polegające na całkowitym lub częściowym zastąpieniu instalacji energetycznego spalania paliw kopalnych instalacją odnawialnego źródła energii lub ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych;
5. Przedsięwzięcia polegające na wymianie, modernizacji lub optymalizacji pracy instalacji i urządzeń lokalnego źródła ciepła, z wyłączeniem źródeł ciepła wykorzystujących stałe paliwa kopalne lub olej opałowy, w tym:
  - a. wymiana lub modernizacja napędów elektrycznych z zastosowaniem elektronicznych układów sterowania;
  - b. wymiana lub modernizacja urządzeń wyposażonych w napędy elektryczne w tym: pomp, wentylatorów, przenośników taśmowych, podajników paliwa itp.;
  - c. wykonanie lub poprawa izolacji termicznej;
  - d. wprowadzenie, modernizacja lub rozbudowa systemów sterowania i nadzoru;

6. Przedsięwzięcia polegające na modernizacji systemów zasilanych z grupowych węzłów cieplnych poprzez przebudowę tych systemów na węzły indywidualne;
7. Przedsięwzięcia polegające na wymianie, modernizacji lub optymalizacji pracy węzła cieplnego w wyniku czego uzyskana zostanie poprawa sprawności wymiany ciepła i regulacji, a zmniejszeniu ulegnie zużycie energii niezbędnej do jego pracy, w tym:
  - a. wymiana lub modernizacja pomp;
  - b. wymiana lub modernizacja wymienników ciepła;
  - c. wymiana lub optymalizacja pracy układów automatycznej regulacji;
  - d. wymiana lub modernizacja układów i urządzeń zabezpieczających;
  - e. wymiana rurociągów, armatury i aparatury kontrolno-pomiarowej;
  - f. wykonanie lub poprawa izolacji termicznej;
  - g. usunięcie nieszczelności;
8. Przedsięwzięcia polegające na wprowadzeniu, modernizacji lub rozbudowie systemów zdalnego sterowania i nadzoru węzła cieplnego i instalacji odbiorczych;

### **Obszar sieci ciepłowniczych**

1. Przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej w zakresie ograniczenia strat w lokalnych sieciach ciepłowniczych, w tym przez:
  - a. zmianę technologii wykonania i ułożenia tych sieci,
  - b. poprawę izolacji cieplnej rurociągów i innych elementów sieci ciepłowniczej,
  - c. zmianę trasy przebiegu rurociągów w celu zmniejszenia ich długości lub likwidacji zbędnych odcinków,
  - d. zmianę średnicy rurociągów w celu optymalizacji warunków hydraulicznych jej pracy,
  - e. usunięcie nieszczelności i przyczyn ich powstawania,
  - f. zmianę parametrów pracy sieci ciepłowniczej lub sposobu regulacji tej sieci,
2. Przedsięwzięcia polegające na wprowadzeniu lub rozbudowie systemu monitoringu i sterowania pracą sieci ciepłowniczej;
3. Ponadto dopuszczalne są przedsięwzięcia polegające na:
  - a. budowie, przebudowie lub modernizacji sieci ciepłowniczych lub chłodniczych o mocy zamówionej nie wyższej niż 5 MW w ramach efektywnych systemów ciepłowniczych, w tym przedsięwzięcia polegające na przyłączeniu do sieci ciepłowniczych lub chłodniczych,
  - b. Budowie lub zakupie magazynów ciepła i chłodu z zastrzeżeniem, że będą one realizowane jako element projektu o większym zakresie.

### **5.3. Weryfikacja efektu**

Do weryfikacji efektu w przypadku zrealizowania planowanej inwestycji zgodnie z zakresem określonym w audycie efektywności energetycznej ex ante ma zastosowanie punkt 4.2.

Z zastrzeżeniem pkt 4.2.d, w przypadku rozbieżności pomiędzy zakresem zrealizowanej inwestycji a zakresem zaplanowanym, należy sporządzić audyt ex post według następującej metodyki.

1. Do weryfikacji zakresu inwestycji wykorzystuje się dokumentację realizacji przedsięwzięć:
  - a. dokumentację techniczną wykonawczą;
  - b. protokoły odbioru robót;
  - c. dokumentację techniczną powykonawczą (DTR, instrukcje eksploatacji, pomiary odbiorowe i gwarancyjne itp.) potwierdzające osiągnięcie zakładanych parametrów technicznych obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji po modernizacji;
  - d. faktury i inne dokumenty finansowe potwierdzające wartość zrealizowanych robót.
2. Do weryfikacji efektów energetycznych można alternatywnie zastosować metody:
  - a. Metoda pomiarowa. Mierzona jest ilość ciepła wprowadzonego do systemu lokalnego (dystrybutor) lub zużyta w systemie lokalnym (odbiorca końcowy). Przy metodzie pomiarowej konieczne jest przeliczenie wielkości zmierzonych (po realizacji przedsięwzięć) na rok i warunki odniesienia. Metodyka przeliczania powinna zostać opisana w audycie.
  - b. Metoda obliczeniowa. Należy zastosować taką samą metodykę jak w audycie ex-ante wstawiając do obliczeń zmienione parametry (np. współczynnik przenikania ciepła, temperatury pracy, wielkość ubytków – zmierzone lub określone po realizacji przedsięwzięć).
3. Audyt ex post zawiera podsumowanie:
  - a. zrealizowanych robót budowlanych;
  - b. zrealizowanych działań nie inwestycyjnych, w tym:
    - i. zmian w obszarze zarządzania i sterowania obiektem, urządzeniem technicznym lub instalacją;
    - ii. zmian formalno-prawnych i organizacyjnych np. zmian standardów jakościowych dostawy ciepła, umów i wymagań technicznych;
  - c. osiągniętych efektów;
  - d. wydatków finansowych.

### Wytyczne przeliczenia oszczędności energii do roku bazowego

1. Efekty energetyczne uzyskane w trakcie realizacji projektu odnoszone są do roku bazowego (odniesienia). Rokiem bazowym jest pełny rok kalendarzowy przed rozpoczęciem realizacji przedsięwzięcia - wskazany przez audytora w audycie ex-ante.
2. Ciepło dostarczone do odbiorcy końcowego należy rozdzielić wg zużycia na poszczególne potrzeby.

$$Q_{DH} = Q_{DH,co} + Q_{DH,cwu} + Q_{DH,ct}$$

Gdzie:

$Q_{DH,co}$  [GJ/rok] Ciepło zużyte na potrzeby ogrzewania.



$Q_{DH,cwu}$  [GJ/rok] Ciepło zużyte na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej, obliczone jako średnie miesięczne zużycie z miesięcy letnich – czerwiec, lipiec i sierpień pomnożone przez 12 miesięcy.

$Q_{DH,ct}$  [GJ/rok] Ciepło zużyte na potrzeby technologiczne (np. podgrzanie wody w basenie, suszenie, pranie, ogrzewanie szklarni itp.).

3. Ciepło zużyte na potrzeby ogrzewania po zrealizowaniu przedsięwzięcia należy przeliczyć na warunki klimatyczne roku bazowego (odniesienia).

$$Q_{DH,co,2}^1 = Q_{DH,co,2} \cdot \frac{Sd_2}{Sd_1} \text{ [GJ/og]}$$

Gdzie:

$Q_{DH,co,2}^1$  [GJ/og] Ciepło zużyte na potrzeby ogrzewania po realizacji przedsięwzięcia odniesione do warunków meteorologicznych roku bazowego.

$Sd_{1,2}$  liczba stopniodni odpowiednio przed i po realizacji przedsięwzięcia - suma wartości dla miesięcy, w których czynne jest ogrzewanie, wielkość charakteryzująca okres ogrzewania, którą wyznacza się wg wzoru:

$$Sd = \sum_{m=1}^{Lg} [t_{wo} - t_e(m)] \cdot L_d(m) \quad [\text{dzień} \cdot \text{K/rok}],$$

gdzie:

$t_{wo}$  – temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, [°C],

$t_e(m)$  – średnia temperatura miesiąca m, określona na podstawie wiarygodnych danych meteorologicznych dla dni, w których czynne było ogrzewanie, [°C].

$L_d(m)$  – liczba dni ogrzewania w miesiącu m przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji lub stanem faktycznym,

4. Wielkość obiektów, do których dostarczane jest ciepło należy również odnieść do roku bazowego.

$$Q_{DH,2}^1 = Q_{DH,2} \cdot \frac{A_1}{A_2} \text{ [GJ/rok]}$$

$Q_{DH,2}^1$  [GJ/rok] Ciepło zużyte w lokalnym systemie ciepłowniczym po realizacji przedsięwzięcia odniesione do wielkości odbiorników ciepła z roku bazowego.

$A_1$	[m <sup>2</sup> ], całkowita powierzchnia obiektów, do których dostarczane było ciepło z lokalnego systemu ciepłowniczego w roku bazowym.
$A_2$	[m <sup>2</sup> ], całkowita powierzchnia obiektów, do których dostarczane było ciepło z lokalnego systemu ciepłowniczego po realizacji przedsięwzięcia.

5. Weryfikacja oszczędności energii w wyniku realizacji przedsięwzięcia. W przypadku gdy weryfikacja odbywa się metoda pomiarową, tj. kiedy porównujemy energię dostarczoną do odbiorców końcowych zasilanych z lokalnego systemu ciepłowniczego przed i po realizacji przedsięwzięcia, należy dokonać przeliczenia ilości energii zmierzonej po realizacji przedsięwzięcia na warunki roku bazowego. Przeliczenia dokonuje się wg. wzoru:

$$\Delta Q_{DH} = Q_{DH,1} - Q_{DH,2}^1 = Q_{DH,1} - (Q_{DH,co,2} \cdot \frac{Sd_2}{Sd_1} + Q_{DH,cw,2}) \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

Ciepło na potrzeby technologiczne powinno być traktowane indywidualnie.

**Załącznik 1** Karta i spis treści przykładowego audytu efektywności energetycznej

<b>KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ</b>		<b>Data wykonania</b>		
		15.05.2020 r.		
<b>Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
<b>Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:</b>	<i>Zastosowanie elektrowni fotowoltaicznej, modernizacja oświetlenia wewnętrznego oraz zastosowanie energooszczędnych urządzeń chłodniczych</i>			
<b>Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków)</b>	<i>W celu poprawy efektywności energetycznej instalacji elektrycznej znajdującej się w analizowanym budynku zastosowana zostanie elektrownia fotowoltaiczna o mocy 49,98 kWp. Elektrownia zamontowana zostanie na dachu budynku. Ponadto istniejące oświetlenie wewnętrzne i urządzenia chłodnicze zostaną zastąpione nowymi, energooszczędnymi urządzeniami. Przedsięwzięcia będą zrealizowane w .....</i>			
<b>Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane * przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):</b>	..... ..... ..... .....			
<b>Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej. **</b>	<b>Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej. ***</b>	<b>Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:</b>		
2020	---	od 2021 do 2045 r. (25 lat)		
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
<b>Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **</b>	80 431	kWh/rok	6,915	toe/rok
<b>Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **</b>	201 078	kWh/rok	17,289	toe/rok
<b>Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej: ***</b>	---	---	---	toe/rok

<b>Średnioroczna zaoszczędzonej pierwotnej: ***</b>	<b>ilość energii</b>	---	---	---	<b>toe/rok</b>
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>					
<b>Imię i nazwisko:</b>	.....				
<b>Nr telefonu:</b>	.....				
<b>Podpis:</b>					

\* Niepotrzebne skreślić;      \*\* W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

\*\*\* W przypadku zrealizowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

## Spis treści

1.	OCENA STANU TECHNICZNEGO ORAZ ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII PRZEZ INSTALACJĘ ELEKTRYCZNĄ W BADANYM OBIEKCIE .....	str. X
1.1.	Inwentaryzacja urządzeń zasilanych z analizowanej instalacji elektrycznej.....	str. X
1.2.	Wyniki pomiarów wielkości fizycznych i parametrów pracy instalacji elektrycznej	str. X
1.3.	Analityczne oszacowanie zużycia energii przez urządzenia zasilane z analizowanej instalacji elektrycznej oraz uzgodnienie tego zużycia z wynikami pomiarów .....	str. X
1.4.	Określenie całkowitej, bazowej wielkości zużycia energii elektrycznej przez urządzenia zasilane z analizowanej instalacji elektrycznej .....	str. X
1.5.	Wykaz obowiązujących przepisów, norm, dokumentów i danych źródłowych .....	str. X
2.	ANALIZA EFEKTÓW PLANOWANYCH DO UZYSKANIA W WYNIKU REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA SŁUŻĄCEGO POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ .....	str. X
2.1.	Wskazanie i opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej analizowanej instalacji elektrycznej .....	str. X
2.2.	Określenie sposobu wykonania analizy danych, metod obliczeniowych i zastosowanych modeli matematycznych oraz wskazanie źródeł danych zastosowanych do obliczeń oszczędności energii .....	str. X
2.3.	Omówienie wyników obliczeń oszczędności energii oraz łącznej redukcji kosztów	str. X
2.4.	Wykaz wykorzystywanych programów komputerowych użytych do obliczania oszczędności energii .....	str. X
2.5.	Określenie podstawowych parametrów finansowych służących ocenie opłacalności realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej wraz z analizą wariantową wyboru najkorzystniejszego rozwiązania z odpowiednim uzasadnieniem .....	str. X
2.6.	Podstawowe, łączne efekty <b>przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej</b> .....	str. X
Załącznik nr 1.	Dane techniczne i eksploatacyjne urządzeń technologicznych zasilanych z analizowanej instalacji elektrycznej .....	str. X

Załącznik nr 2.	Rzut dachu i rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych	str. X
	.....	
Załącznik nr 3.	Dobór instalacji fotowoltaicznych i określenie ilości produkowanej energii	str. X
	.....	
Załącznik nr 4.	Faktury za dostawę i zużycie energii elektrycznej w 2022 r. ....	str. X
Załącznik nr 5.	Dane techniczne i eksploatacyjne nowych urządzeń technologicznych.....	str. X

## **Załącznik 2** Przykładowe obliczenia efektu energetycznego wynikającego z modernizacji oświetlenia wbudowanego

### **Modernizacja oświetlenia wewnętrznego**

Możliwa jest modernizacja istniejącego oświetlenia, polegająca na wymianie istniejącego oświetlenia żarowego oraz oświetlenia tzw. jarzeniowego na nowoczesne oświetlenie energooszczędne np. typu LED: tzw. liniowe – świetlówki LED oraz żarówki LED.

W celu zapewnienia odpowiednich wymaganych parametrów natężenia oświetlenia, wskaźnika ośnienia, oddawania barw i klasy oświetlenia poszczególnych typów pomieszczeń w projekcie technicznym należy wykonać dokładne obliczenia (PN-EN 12464-1 – Technika Świetlna – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy wewnątrz pomieszczeń).

Zestawienie oświetlenia w stanie istniejącym budynku (według danych dostarczonych przez Inwestora) przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Zestawienie oświetlenia w stanie istniejącym budynku

TYP OŚWIETLENIA	ILOŚĆ	MOC JEDNOSTKOWA	MOC ZAINSTALOWANA
	szt.	W	W
Żarówka 60 W	4	60	240
Żarówka 75 W	2	75	150
Świetlówka 18 W	66	18	1 188
Świetlówka 36 W	78	36	2 808
Żarówki LED	14	4	56
Żarówki LED	7	18	126
		SUMA	<b>4 568</b>

Moc zainstalowanego oświetlenia w stanie istniejącym wynosi: **4 568 W**.

Kalkulacje przedstawione poniżej mają jedynie charakter orientacyjny. Ze względu na konieczność wyznaczenia efektów energetycznych w warunkach porównywalnych stan po modernizacji odpowiada pod względem jakości oświetlenia sytuacji wyjściowej. Jeżeli w momencie wykonywania audytu dysponujemy projektem modernizacji oświetlenia to stan po modernizacji można przyjmować wg projektu.

Zestawienie oświetlenia po modernizacji przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Zestawienie oświetlenia po modernizacji

TYP OŚWIETLENIA	ILOŚĆ	MOC JEDNOSTKOWA	MOC ZAINSTALOWANA	CENA JEDNOSTKOWA BRUTTO	NAKŁADY ŁĄCZNIE
	szt.	W	W	zł/szt.	zł
Żarówki energooszczędne, np.: żarówki LED 10W (zamiennik 60W)	4	10	40		XXXX
Żarówki energooszczędne, np.: żarówki LED 12W (zamiennik 75W)	2	12	24		
Świetlówki energooszczędne, np.: świetlówki LED 9W (zamiennik 18W)	66	9	594		
Świetlówki energooszczędne, np.: świetlówki LED 18W (zamiennik 36W)	78	18	1404		
Żarówki LED	14	4	56		
Żarówki LED	7	18	126		
SUMA			2 244		
Niezbędne montażowe prace					XXXX
				SUM A	XXXX

Moc oświetlenia po modernizacji wyniesie: **2 244 W.**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, zapotrzebowanie na energię na potrzeby oświetlenia należy wyznaczać w oparciu o polskie normy, czyli normę PN-EN 15193 : 2010P Charakterystyka energetyczna budynków – Wymagania energetyczne dotyczące



oświetlenia. Najważniejszym parametrem, jaki trzeba wyznaczyć jest tzw. liczbowy wskaźnik energii oświetlenia **LENI** (Lighting Energy Numeric Factor) w [kWh/(m<sup>2</sup> × rok)].

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia **LENI** oblicza się na podstawie wzoru:

$$\text{LENI} = [F_C \times P_N / 1000 \times ((t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O))] + m + n \times [5 / t_y \times (t_y - (t_D + t_N))]$$

WYSZCZEGÓLNIENIE		Jednostka	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
<b>P<sub>N</sub></b>	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku	W/m <sup>2</sup>	2,85	1,40
<b>F<sub>C</sub></b>	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	-	1	1
<b>F<sub>D</sub></b>	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu	-	1	1
<b>F<sub>O</sub></b>	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy	-	1	1
<b>t<sub>D</sub></b>	roczny czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia	h/rok	1 800	1 800
<b>t<sub>N</sub></b>	roczny czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy	h/rok	200	200
<b>t<sub>y</sub></b>	czas równy 8760 h (rok odniesienia)	H	8 760	8 760
<b>M</b>	m=1, gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie m=0	-	0	0

<b>N</b>	n=1, gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie n=0	-	0	0
	<b>LENI</b>	kWh/(m <sup>2</sup> × rok)	5,71	2,80
	<b>Af - POWIERZCHNIA OŚWIETLANA W BUDNYKU</b>	m <sup>2</sup>	1 600,10	1 600,10
	<b>EI =LENI × Af</b>	kWh/rok	9 136,00	4 488,00

Biorąc pod uwagę standardowe godziny rocznego czasu użytkowania oświetlenia zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi:

- dla stanu istniejącego: 9 136,00 kWh/rok,
- dla stanu po modernizacji: 4 488,00 kWh/rok,

Stąd oszczędności wyniosą:  $9\,136,00 - 4\,488,00 = \mathbf{4\,648,00\ kWh/rok}$ .

Wg faktury za energię elektryczną udostępnionej przez Inwestora, koszt jednostkowy opłaty za energię elektryczną wynosi: X zł/kWh brutto

Oszczędności finansowe związane z wymianą oświetlenia wyniosą:

$$4\,648,00\ kWh \times X\ \text{zł/kWh} = Y\ \text{zł/rok}$$

Modernizacja oświetlenia

$$SPBT = \text{Nakłady łączne (zł)} / \text{oszczędności finansowe (zł/rok)} = XXXX\ \text{lat}$$

**Załącznik 3** Przedsięwzięcia dla których audyt efektywności energetycznej może zostać sporządzony w sposób uproszczony

Przedsięwzięcia dla których audyt efektywności energetycznej może zostać sporządzony w sposób uproszczony

Lp.	Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej
1.	Ocieplenie ścian zewnętrznych, stropodachu, dachu
2.	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanych poddaszem
3.	Ocieplenie stropu nad piwnicą
4.	Modernizacja/wymiana stolarki okiennej
5.	Modernizacja/wymiana instalacji c.w.u.
6.	Wymiana opraw oświetleniowych i/lub źródeł światła
7.	Wymiana urządzeń przeznaczonych do użytku domowego – pralki, suszarki, zmywarki do naczyń, chłodziarki, kuchenki, piekarniki
8.	Wymiana silników elektrycznych o mocy znamionowej od 0,75 do 375 kW
9.	Wymiana pojazdów transportu drogowego

#### **Załącznik 4** Karta weryfikacji audytu efektywności energetycznej

Numer Wniosku o pożyczkę (wypełnia Weryfikator)

.....

#### **Karta weryfikacji audytu efektywności energetycznej**

**WOJEWÓDZTWO .....**

**Pożyczka na .....**

*(nazwa projektu)*

Po zakończeniu postępowania weryfikacyjnego stwierdzam/y, że Audyt:

.....  
.....

*(nazwa Projektu, nazwa Wnioskodawcy)*

został zweryfikowany:

☐ **pozytywnie;** szczegółowe ustalenia zawarte zostały w poniższej tabeli

☐ **negatywnie;** uzasadnienie:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Karta weryfikacji audytu efektywności energetycznej ex ante			
L.p.	Co podlega sprawdzeniu	Tak  Nie  Nie dotyczy	Komentarz
1	Czy zakres planowanych prac wskazany w optymalnym wariantcie audytu efektywności energetycznej ex-ante jest bezpośrednio związany z poprawą efektywności energetycznej obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji?		
2	Czy audyt został sporządzony zgodnie z metodologią?		
3	Czy wykazana poprawa efektywności energetycznej prowadzi do redukcji o minimum 30% zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w stosunku do stanu wyjściowego, w odniesieniu do obszaru podlegającego zakresowi projektu?		
4	Czy w wariantcie zaleconym do realizacji przewidziano zastosowanie opomiarowania (jeśli nie ma go w stanie wyjściowym) umożliwiającego kontrolę osiąganego efektu energetycznego?		
5	Czy, w przypadku gdy w zakresie inwestycji jest termomodernizacja budynku przedsiębiorstwa, wszystkie przegrody i elementy budynku podlegające modernizacji mają po jej zakończeniu współczynniki przenikania ciepła U zgodne z Warunkami Technicznymi 2021?		
6	Czy udokumentowano (uzasadniono) parametry decydujące o zużyciu energii (moc, sprawność, czas pracy) modernizowanego procesu technologicznego, urządzenia technicznego lub instalacji?		
7	Czy udokumentowano (uzasadniono) wielkość instalacji OZE (produkcja na potrzeby własne przedsiębiorstwa, po modernizacji)?		
9	Czy prawidłowo została wyliczona redukcja emisji CO <sub>2</sub> , PM10, PM2,5 (aktualne wskaźniki KOBiZE, poprawne wskaźniki WECO <sub>2</sub> ).		

10	Czy prawidłowo wyznaczono wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną EP (konkretne wartości $w_H$ dla konkretnego systemu scentralizowanego zasilającego budynek)?		
Wynik oceny (pozytywna/negatywna)			
Dane podsumowujące audyt w zakresie wskaźników rezultatu			
I.	Opis wskaźnika rezultatu	Wartość	
1.	Roczne zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej w przedsiębiorstwie przed inwestycją [MWh/r]		
2.	Roczne zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej w przedsiębiorstwie po inwestycji [MWh/r]		
3.	Oszczędność nieodnawialnej energii pierwotnej <u>w obszarze objętym projektem</u> [%]		
4.	Zużycie energii elektrycznej w przedsiębiorstwie przed modernizacją [MWh/r]		
5.	Zużycie energii elektrycznej w przedsiębiorstwie po modernizacji [MWh/r]		
6.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [MWh]		
7.	Zużycie energii cieplnej w przedsiębiorstwie przed modernizacją [MWh/r]		
8.	Zużycie energii cieplnej w przedsiębiorstwie po modernizacji [MWh/r]		
9.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej w przedsiębiorstwie [MWh]		
10.	Dodatkowa zdolność wytwarzania energii cieplnej ze źródeł OZE [MW]		
11.	Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł OZE [MW]		
12.	Ilość wytworzonej energii cieplnej ze źródeł OZE [MWh/r]		
13.	Ilość wytworzonej energii elektrycznej ze źródeł OZE [MWh/r]		
14.	Szacowana emisja gazów cieplarnianych w przedsiębiorstwie przed inwestycją [tona ekwiwalentna CO <sub>2</sub> /rok]		
15.	Szacowana emisja gazów cieplarnianych w przedsiębiorstwie po inwestycji [tona ekwiwalentna CO <sub>2</sub> /rok]		
16.	Redukcja szacowanej emisji gazów cieplarnianych w przedsiębiorstwie [tona ekwiwalentna CO <sub>2</sub> /rok]		
17.	Szacowana emisja pyłów PM 10 w przedsiębiorstwie przed inwestycją [Mg/rok]		

18.	Szacowana emisja pyłów PM 10 w przedsiębiorstwie po inwestycji [Mg/rok]		
19.	Redukcja szacowanej emisji pyłów PM 10 w przedsiębiorstwie [Mg/rok]		
20.	Szacowana emisja pyłów PM 2,5 w przedsiębiorstwie przed inwestycją [Mg/rok]		
21.	Szacowana emisja pyłów PM 2,5 w przedsiębiorstwie po inwestycji [Mg/rok]		
22.	Redukcja szacowanej emisji pyłów PM 2,5 w przedsiębiorstwie [Mg/rok]		
WERYFIKATOR		Data	Podpis

## Załącznik 5 Karta zakończenia projektu

### KARTA ZAKOŃCZENIA PROJEKTU

Pożyczka udzielona w ramach Umowy Operacyjnej ..... (PF zamieszcza dane identyfikujące UO)

1	Numer Umowy Inwestycyjnej		
2	Nazwa wnioskodawcy		
3	Pomoc publiczna	<input type="checkbox"/> tak: pomoc de minimis / publiczna <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> nie	
4	Preferencje	<input type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> umorzenie ... .. % kapitału pożyczki z tytułu ... <input type="checkbox"/> dotacja na pokrycie wydatków poniesionych na ... <input type="checkbox"/> obniżone oprocentowanie o ..... p.p. z tytułu ... <input type="checkbox"/> wydłużony okres spłaty o ... miesięcy z tytułu ... <input type="checkbox"/> inne (wymienić): .....	
5	Wartość inwestycji [zł brutto]		
6	Kwota udzielonej pożyczki [zł brutto]		
7	Wartość wydatków kwalifikowalnych [zł brutto] na podstawie przedłożonej PF dokumentacji (faktury, rachunki, zestawienia dokumentów jeśli dotyczy)		
8	Kwota udzielonej i wypłaconej dotacji/Wartość zastosowanego umorzenia	<input type="checkbox"/> wartość wypłaconej dotacji: ... zł (jeśli dotyczy) <input type="checkbox"/> wartość zastosowanego umorzenia na podstawie rozliczenia: ... % wartości pożyczki ... czyli ... zł (jeśli dotyczy)	
9	Wynik rozliczenia Umowy Inwestycyjnej	<input type="checkbox"/> pożyczkę rozliczono w 100% <input type="checkbox"/> wydatki nierozliczone: ... zł <input type="checkbox"/> wydatki niekwalifikowalne: ... zł <input type="checkbox"/> środki do zwrotu: ... zł <input type="checkbox"/> uwagi/komentarz: ...	
10	Osiągnięte wskaźniki nie są gorsze niż deklarowane we wniosku o pożyczkę	TAK/NIE*	

<sup>1</sup> Niepotrzebne skreślić



1	Uwagi/komentarz PF (jeśli dotyczy)	TAK/NIE	
1			
.			

\* W przypadku oceny negatywnej konieczny opis/komentarz/uzasadnienie.

Sporządził:

Podpis Przedstawiciela PF

Data

.....

.....

Sprawdził/zatwierdził:

Podpis Przedstawiciela PF

Data

.....

.....