

PRZEWODNIK

Banku Gospodarstwa Krajowego
do sporządzania

AUDYTÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ **- projekty efektywności energetycznej** **w zakresie oświetlenia przestrzeni publicznej** (budowa/rozbudowa/przebudowa)

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

Warszawa, kwiecień 2026 r.

SPIS TREŚCI

1. Ustawy, rozporządzenia i inne materiały	3
2. Definicje i objaśnienia ważniejszych pojęć	5
3. Audyt efektywności energetycznej oświetlenia przestrzeni publicznych.....	6
3.1. Informacje wstępne	6
3.2. Wymagania ogólne dotyczące sporządzania audytów efektywności energetycznej	7
3.3. Audyt efektywności energetycznej – zawartość.....	8
3.4. Uwagi dotyczące sporządzania audytów	16
4. Weryfikacja audytów	17
4.1. Weryfikacja audytu efektywności energetycznej	17
4.2. Weryfikacja efektów	17
Załącznik 1 Karta i spis treści przykładowego audytu efektywności energetycznej	20
Załącznik 2 Karta weryfikacji audytu efektywności energetycznej.....	25
Załącznik 3 Karta zakończenia projektu	28

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 oświetleni przestrzeni publicznej.

- 1) Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej
skrót nazwy w dalszej treści: Ustawa o efektywności energetycznej
- 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 Prawo budowlane
- 5) Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych
- 6) Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym.
- 7) Ustawa z dnia 16 kwietnia 1993 r. o zwalczaniu nieuczciwej konkurencji .
- 8) Ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości.
- 9) Ustawa z dnia 27 października 1994 r. o autostradach płatnych oraz o Krajowym Funduszu Drogowym.
- 10) Ustawa z dnia 23 grudnia 1994 r. o Najwyższej Izbie Kontroli.
- 11) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne.
- 12) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.
- 13) Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym
- 14) Ustawa z dnia 19 grudnia 2008 r. o partnerstwie publiczno-prywatnym.
- 15) Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych.
- 16) Ustawa z dnia 15 lipca 2011 r. o krajowym systemie ek zarządzania i audytu (EMAS).
- 17) Ustawa z dnia 11 lipca 2014 r. o petycjach.
- 18) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne.
- 19) Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
- 20) Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie określenia zróżnicowanych poziomów klasyfikacji dla robót budowlanych oraz dla robót budowlanych polegających na instalacji lub konserwacji urządzeń oświetlenia drogowego..
- 21) Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego..
- 22) Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania

planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym.

- 23) Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 29 listopada 2022 r. w sprawie sposobu kształtowania i kalkulacji taryf oraz sposobu rozliczeń w obrocie energią elektryczną.
- 24) Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2023 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego
- 25) Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej, KOBiZE, Warszawa, <https://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/28/wskazniki-emisyjnosci>

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

Normy:

- **PKN-CEN/TR 13201-1:2016-02** – Oświetlenie dróg. Część 1: Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia. W normie zawarte zostały parametry świetlne pozwalające bez przeszkód dobrać odpowiednią klasę oświetlenia.
- **PN-EN 13201-2:2016-03** – Oświetlenie dróg. Część 2: Wymagania oświetleniowe. Omawia wymagania fotometryczne dla poszczególnych klas oświetleniowych zgodnie z potrzebami dróg i uwarunkowań środowiskowych.
- **PN-EN 13201-3:2016-03** – Oświetlenie dróg. Część 3: Obliczenia oświetleniowe. Zawiera wytyczne dotyczące metod obliczeniowych i oprogramowania, które powinno być użyte podczas projektowania oświetlenia ulicznego.
- **PN-EN 13201-4:2016-03** – Oświetlenie dróg. Część 4: Metody pomiarów parametrów oświetlenia. Zasady wykonywania pomiarów, a także opis warunków, w jakich powinny być przeprowadzane.
- **PN-EN 13201-5:2016-03** – Oświetlenie dróg. Część 5: Wskaźniki efektywności energetycznej. Najnowszy wpis do norm oświetlenia ulicznego. Omawia minimalne wartości efektywności energetycznej nowoczesnych opraw oświetleniowych, które powinny być stosowane w systemach oświetlenia drogowego.

Wiedza techniczna: Normy, Euro kody

WR-D-41-4 Wytyczne projektowania infrastruktury dla pieszych. Część 4: Projektowanie oświetlenia przejść dla pieszych

<https://www.gov.pl/attachment/ecca0d73-0c12-4706-8642-ec2297e1f4e5>

WR-D-72-1 Wytyczne projektowania urządzeń do oświetlenia dróg zamiejskich i ulic. Część 1: Wymagania podstawowe i szczegółowe,

<https://www.gov.pl/attachment/1b0a7a50-d2bf-4d15-909c-77fdd50ee0c7>

WR-D-72-2 Wytyczne projektowania urządzeń do oświetlenia dróg zamiejskich i ulic. Część 2: Katalog typowych rozwiązań.

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 Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2022poz. 956).

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.

Audytor – wykonawca audytu energetycznego lub audytu efektywności energetycznej.

3. Audyt efektywności energetycznej oświetlenia przestrzeni publicznych

W przypadku identyfikacji przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej oświetlenia przestrzeni publicznej należy wykonywać audyty efektywności energetycznej.

3.1. Informacje wstępne

Celem modernizacji oświetlenia zewnętrznego jest zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w wyniku realizacji przedsięwzięć w zakresie oświetlenia energooszczędnego, a w konsekwencji ograniczenie lub uniknięcie emisji dwutlenku węgla (CO₂), pyłów i uzyskanie efektu ekologicznego.

Oświetlenie ulic i dróg w ciągu roku, w ponad połowie czasu (ok. 4610 godzin) zapewnione jest w sposób naturalny poprzez oddziaływanie słońca w sposób bezpośredni jak i pośredni (odbicia od niebosłonu oraz obiektów otaczających). W pozostałym czasie (tj. 4150h) ulice i drogi oświetlane są z wykorzystaniem sztucznego źródła światła głównie ze źródeł korzystających z energii elektrycznej.

Elementy wchodzące w skład systemu oświetleniowego to punkty świetlne, sieć linii zasilających punkty świetlne, konstrukcje wsporcze odrębne dla punktów świetlnych, systemy sterowania pracą oświetlenia oraz rozliczania zużytej energii elektrycznej. Najczęściej pomijany element systemu oświetleniowego to system eksploatacji i konserwacji, który jest marginalizowany do roli zapewnienia jedynie świecenia źródeł światła.

Zgodnie z definicją punktu świetlnego zalicza się do niego również element nośny, do którego jest on zamocowany. W przypadku sieci oświetlenia skojarzonego z przesyłowymi liniami nn. - abonenckimi (napowietrzne) jest to wysięgnik montowany do słupów linii przesyłowej. Elementy te, często po wieloletniej eksploatacji, znajdują się w różnym stanie technicznym - w większości kwalifikującym je do wymiany. Z uwagi na możliwość zastosowania wysięgników o innych wymiarach niż dotychczas stosowane – można uzyskać większe wartości uzyskiwanego natężenia oświetlenia. Dzięki temu także wymiana wysięgników staje się źródłem uzyskania oszczędności poprzez możliwość instalacji na nich opraw o mniejszej mocy niż przy użyciu wysięgników istniejących.

Inne konstrukcje zaliczane do punktu świetlnego to słupy i maszty w liniach kablowych typowo oświetleniowych, na których oprawy są montowane bezpośrednio lub z zastosowaniem wysięgników nasadzanych lub zintegrowanych ze słupem.

Odpowiednio dobrane i wykonane oświetlenie drogowe jest jednym z najważniejszych zagadnień w technice świetlnej, ponieważ ma one znaczący wpływ na bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Odpowiednio zaprojektowana oraz wykonana infrastruktura oświetleniowa zapewnia bezpieczeństwo oraz komfort w ruchu pojazdów i pieszych. Najważniejszym etapem podczas projektowania oświetlenia drogowego jest odpowiedni dobór opraw oraz źródeł

światła, które powinny łączyć energooszczędność oraz niewielkie koszty konserwacji. Od opraw wymaga się aby były specyfikowane do celów oświetlenia dróg, natomiast źródła światła powinny charakteryzować się dużą skutecznością świetlną. Koszty ponoszone na eksploatację oświetlenia drogowego (wymiana zużytych bądź uszkodzonych opraw oświetleniowych i opraw, naprawy interwencyjne i rachunki za energię elektryczną) to najczęściej bardzo znaczące pozycje w budżetach administrujących nim podmiotów, stąd dobrze zaplanowana i wykonana inwestycja może być źródłem poważnych oszczędności.

Punktem wyjściowym do sporządzenia audytu efektywności energetycznej jest posiadanie aktualnej, wiarygodnej i pełnej inwentaryzacji oświetlenia drogowego na swoim obszarze. Bez tego efekt modernizacji jest nieprzewidywalny i może wiązać się z przeszacowaniem lub – częściej – niedoszacowaniem inwestycji. Inwentaryzacja powinna zawierać wszelką niezbędną informację o dotychczasowej instalacji oświetleniowej, która ma być przedmiotem zmiany wynikającej z planowanej inwestycji (np. typ i moc używanej opraw oświetleniowych oraz określenie producenta), parametrach geometrycznych instalacji oświetleniowych (wysokość montażu, odstęp między słupami, odległość słupa od jezdni, szerokość jezdni i liczba pasów ruchu), aktualnie realizowanych i docelowo projektowanych klasach oświetleniowych. Integralnym elementem planu modernizacji oświetlenia powinna być konfrontacja teoretycznego zużycia energii elektrycznej z listy zamontowanych opraw z realnym zużyciem wynikającym z opomiarowania obwodów.

3.2. Wymagania ogólne dotyczące sporządzania audytów efektywności energetycznej

Forma audytu

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 osiągnięcie 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 Ministra Energii z dnia 5 października 2017 roku w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. z 2017 roku, poz. 1912).

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 oszacowań zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację,
- c. ocenę błędów,
- d. określenie czynników wpływających na zużycie energii (np. usytuowanie obiektu, warunki eksploatacyjne, , bazową wielkość zużycia energii)),
- e. 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.

Audyt efektywności energetycznej, rozpatrywany jako całościowy proces identyfikacji i oceny wykonalności techniczno-ekonomicznej inwestycji i jej efektów ma wspomagać działania zmierzające do obniżenia kosztów energii i obniżeniem presji środowiskowej. Koszty środowiskowe definiują gospodarkę energetyczną.

Audyt powinien określać:

- co warto modernizować, ażeby osiągnąć z tego korzyści,
- jakie zastosować rozwiązania techniczne, jakie materiały i urządzenia, jaką przyjąć kolejność realizacji,
- Jakież będą korzyści i efekty energetyczne, ekonomiczne oraz ekologiczne modernizacji.

Realizacja celów audytu energetycznego wymaga działań prowadzonych zgodnie z określoną kolejnością. Rzetelne wykonanie audytu jest wynikiem badania całości analizowanej instalacji oświetleniowej wraz z urządzeniami pomocniczymi i określenie możliwości podniesienia efektywności energetycznej oraz zmniejszenia kosztów użytkowania energii, a także określenie celowości podjęcia inwestycji modernizacyjnej. Audyt oświetlenia przestrzeni publicznej jest trudny, gdyż może być przeprowadzony na terenie bardzo rozległym (tj. na obszarze całych miast bądź nawet gmin).

Proces prowadzący do sporządzenia audytu efektywności energetycznej można podzielić na kilka etapów. Pierwszym etapem jest **inwentaryzacja** obejmująca zgromadzenie niezbędnego zbioru danych wraz z ich uporządkowaniem i oceną jakości – jest on kluczowy w wykonaniu bilansu energetycznego. Niezbędne jest wykonanie inwentaryzacji majątku oświetleniowego na terenie objętym zakresem modernizacji z uwzględnieniem opraw, słupów, punktów załączania, a także szaf oświetleniowych. Taka inwentaryzacja ma na celu przede wszystkim określenie liczby, parametrów i stanu technicznego wszystkich urządzeń oświetleniowych.

Wymagane elementy inwentaryzacji

Poprawnie przeprowadzona inwentaryzacja powinna zawierać co najmniej:

- nazwa miasta/gminy/dzielnicy,
- klasyfikacja klas oświetleniowych jezdni dróg oraz innych części drogi,
- lokalizacja punktów świetlnych (m.in. parkingi, drogi, elewacje, place, ogrodzenia itp.)
- typy zastosowanych opraw oświetleniowych (np. LED, sodowe, metalohalogenkowe)
- moc opraw (W) oraz ich liczbę
- parametry montażowe: wysokość montażu opraw na słupach lub elewacjach, odległości między słupami, długość wysięgników;
- ocenę stanu technicznego instalacji oświetleniowej oraz słupów oświetleniowych (w tym m.in. uszkodzenia mechaniczne, zabrudzenia, oznaki starzenia);
- dane dotyczące układów sterowania oświetleniem oraz realizowanych funkcjonalności, w tym harmonogramów pracy instalacji;
- dokumentację fotograficzną obrazującą aktualny stan istniejącej instalacji oświetleniowej.

Zakończeniem inwentaryzacji powinno być podsumowanie zawierające kluczowe uwagi i wnioski dotyczące stanu technicznego oraz funkcjonalnego instalacji elektrycznej i oświetleniowej, stanowiące podstawę do opracowania wariantów modernizacji.

Projekt wymiany oświetlenia powinien obejmować wymianę istniejących opraw oświetleniowych na oprawy ze źródłami LED o odpowiednio dobranych parametrach (moc, optyka, rozsył światłości, konstrukcja) oraz zastosowanie systemów sterowania oświetleniem.

Projekt powinien być wykonany oddzielnie dla każdej zidentyfikowanej sytuacji oświetleniowej i zawierać w szczególności:

- wymianę dotychczas eksploatowanych opraw oświetleniowych na oprawy ze źródłami LED;
- zastosowanie układu sterowania umożliwiającego efektywne sterowanie oświetleniem drogowym, w tym redukcję mocy opraw w okresach zmniejszonego natężenia ruchu pojazdów, przy zmianie luminancji jezdni oraz jasności otoczenia. System sterowania powinien obejmować również monitoring funkcjonowania oświetlenia – szafek i pojedynczych opraw;
- utrzymanie zgodności parametrów oświetleniowych z wymaganiami norm EN 13201:2016;
- wykonanie obliczeń parametrów oświetleniowych dla przyjętych rozwiązań technicznych dla każdej sytuacji oświetleniowej przyjętej na drodze (w formie elektronicznej) i przyjętych klas oświetleniowych przed i po redukcji mocy;
- opis zastosowanej metodologii analizy danych, metod obliczeniowych, modeli, wzorów, wskaźników oraz współczynników wykorzystywanych w obliczeniach;
- określenie kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego po modernizacji w perspektywie rocznej oraz 10-letniej;
- opis możliwości sterowania poszczególnymi obwodami instalacji oświetleniowej, w tym redukcji mocy oraz harmonogramów włączeń i wyłączeń.

Bilans energii

Kolejnym etapem jest sporządzenie zestawienia bilansu energii, który powinien dotyczyć roku uznanego za typowy a najlepiej zebrać informacje o zużyciu energii z okresu co najmniej dwóch ostatnich lat. Zebrane dane powinny również dotyczyć jednostkowych kosztów energii, wraz z dodatkową informacją o stosowanych taryfach opłat i umowach na dostawę energii oraz określenie mocy umownej (zamówionej) w stosunku do rzeczywistej zainstalowanej.

Modernizacja instalacji oświetleniowych drogowych zazwyczaj uwzględnia wymianę opraw oświetleniowych klasyfikowanych obecnie jako źródła światła. Oszczędność energii przy wymianie opraw oświetleniowych wyliczamy ze wzoru (1):

$$\Delta Q_0 = \frac{T_U(M_0 - M_1)}{1000} \quad (1)$$

gdzie:

ΔQ_0 – ilość zaoszczędzonej energii finalnej [kWh/rok],

T_U – czas użytkowania źródła światła [h/rok],

M_0 – łączna moc znamionowa istniejących (starych) opraw oświetleniowych [W],

M_1 – łączna moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych po modernizacji [W].

Moc systemu (P) oblicza się na podstawie sumy mocy czynnej źródeł światła, osprzętu sterującego i wszelkich innych urządzeń elektrycznych (jednostki sterujące punktem świetlnym, wyłączniki, ogniwo fotoelektryczne (s) itp.), które są bezpośrednio związane z oświetleniem obszaru, który ma być oświetlony i zainstalowany w celu obsługi lub regulacji instalacji. Moc systemu (P) należy obliczyć dla całej instalacji oświetleniowej lub reprezentatywnego odcinka zastosowanego podczas projektowania oświetlenia według wzoru:

$$P = \sum_{k=1}^{n_{lp}} P_k + P_{ad} \quad (3)$$

gdzie:

P – całkowita moc systemu instalacji oświetleniowej lub jej reprezentatywnej części, [W];

P_k – moc czynna „k-tego” punktu oświetleniowego (źródło światła, osprzęt, wszelkie inne urządzenia, takie jak jednostka sterująca punktem oświetleniowym, wyłącznik lub fotokomórka i komponent, które są związane z punktem oświetleniowym i niezbędne do jego działania), [W];

P_{ad} – całkowita moc czynna wszystkich urządzeń nieuwzględnionych w P_k ale niezbędnych do działania instalacji drogowej, takich jak zdalny włącznik lub fotokomórka, kontroler scentralizowanego strumienia świetlnego lub scentralizowany system zarządzania itp. [W]. Jeżeli moc systemu jest obliczana dla reprezentatywnego obszaru, całkowita moc czynna P_{ad} powinna być proporcjonalna do liczby opraw użytych do oświetlenia terenu – opraw zasilanych z urządzeń reprezentowanych przez P_{ad} .

n_{lp} – liczba punktów oświetleniowych związanych z instalacją oświetleniową lub reprezentatywną sekcją, w zależności od tego, która z tych wartości jest używana w obliczeniach.

Jeżeli źródła światła (i inne urządzenia elektryczne) pracują ze stałą mocą, moc tę należy wykorzystać do obliczenia mocy systemu (P). Jeżeli klasa oświetlenia zmienia się w nocy i/lub w określonych porach roku (na przykład obniżenie klasy oświetlenia w nocy z powodu zmniejszonego natężenia ruchu, zmian w otoczeniu wizualnym lub innych istotnych parametrów), moc systemu (P) odpowiadająca wymaganemu oświetleniu klasa w tym okresie powinna być obliczona.

W przypadku gdy strumień świetlny źródła światła zmienia się w celu skompensowania zmian strumienia świetlnego w całym okresie eksploatacji źródeł światła (na przykład źródła światła wykorzystują sterowniki o stałej wartości strumienia świetlnego), średnia moc systemu związana z tymi zmianami powinna być użyta do obliczenia gęstości mocy (DP).

Jeżeli obliczenia dla klasy oświetlenia głównego opierają się na pojedynczym obliczeniu dla odcinka drogi, tj. dla typowego rozmieszczenia i rozstawu, to w obliczeniach mocy systemu (P) uwzględnia się sumę mocy wszystkich opraw i mocy elektrycznej urządzenia (urządzenia) związane z oprawami, punktami i segmentami oświetleniowymi, które znajdują się wewnątrz i na krawędziach obszaru obliczeniowego właściwego dla tego typowego układu, zgodnie z wymaganiami normy EN 13201-3.

Jeżeli obliczenia przeprowadza się dla obszaru o nieregularnym kształcie, obliczenie mocy systemu (P) obejmuje sumę mocy każdej oprawy i urządzeń elektrycznych związanych

z oprawami, punktami oświetleniowymi i segmentami, które są potrzebne do oświetlenia obszar.

Moc systemu (P) nie powinna obejmować mocy związanej z urządzeniami niesłużącymi do realizacji funkcji oświetleniowej, nawet jeśli są podłączone do tej samej sieci. Typowymi przykładami są podświetlane reklamy i świąteczne oświetlenie.

Jeśli jezdnia drogi nie jest otoczona innymi obszarami (na przykład inną jezdnią, chodnikiem, ścieżką rowerową lub parkingami itp., które mają swoje własne, określone wymagania dotyczące oświetlenia), współczynnik oświetlenia krawędziowego (EIR) jest obliczany zgodnie z EN 13201-2 otaczające obszary wykorzystywane do obliczania EIR nie są uwzględniane przy obliczaniu wskaźnika gęstości mocy.

Roczne zużycie energii elektrycznej przez instalację oświetlenia drogowego zależy od:

- okres czasu, na jaki zapewnione jest oświetlenie,
- klasa oświetlenia określona przez odpowiednią normę oświetleniową dla każdego okresu oświetlenia,
- sprawność instalacji oświetleniowej przy zapewnieniu niezbędnego oświetlenia na każdy okres,
- sposób, w jaki system zarządzania oświetleniem podąża za zmianą potrzeb wizualnych użytkowników dróg,
- pasożytnicze zużycie energii przez urządzenia oświetleniowe w okresie, gdy oświetlenie nie jest potrzebne.

Do celów porównania i monitorowania charakterystyki energetycznej instalacji oświetleniowej wskaźnik zużycia energii uwzględnia roczne skumulowane zużycie energii przez oświetlenie drogowe oświetlające ulicę lub teren publiczny, jednak rzeczywiste potrzeby oświetleniowe mogą zmieniać się w ciągu roku z następujących powodów:

- sezonowe wahania godzin dziennych i nocnych: zależy to od położenia geograficznego obszaru,
- zmieniające się warunki pogodowe, które wpływają na postrzeganą wydajność wizualną (np. sucha lub mokra nawierzchnia drogi),
- zmieniające się natężenie ruchu na ulicy lub w obszarze publicznym w nocy (tj. różne schematy czasowe użytkowania, takie jak zwiększone użytkowanie w „godzinach szczytu”) lub w następstwie fluktuacji aktywności społecznej (np. terminy szkolne, okresy świąt państwowych),
- zmieniająca się funkcjonalność ulicy lub obszaru publicznego (tj. drogi są zamykane na pewien czas lub zamieniane w strefy dla pieszych w okresach świątecznych).

Wskaźnik rocznego zużycia energii (AECl) oblicza się według następującego wzoru:

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j \cdot t_j)}{A} \quad (4)$$

gdzie:

DE roczny wskaźnik zużycia energii dla instalacji oświetlenia drogowego, [Wh m⁻²];

P_j jest mocą czynną związaną z j-tym okres eksploatacji, [W];

t_j to czas trwania j-tego okresu pracy, gdy moc P_j zużywa się w ciągu roku [h];

A to wielkość obszaru oświetlanego przez ten sam układ oświetleniowy, [m²];

m jest liczbą okresów o różnej mocy czynnej P_j . m uznają również okres za zakończony której zużywana jest energia spoczynkowa. Okres ten byłby na ogół czasem, w którym oświetlenie nie działa, tj. godziny dzienne i okresy nocne, kiedy oświetlenie nie jest włączone.

Jeżeli strumień świetlny źródła światła ma być stały, ale pobór mocy przez to źródło światła (lub inne urządzenia elektryczne) zmienia się w czasie (na przykład w przypadku zastosowania sterowników o stałym strumieniu świetlnym, średni pobór mocy w przewidywanym okresie użytkowania należy uwzględnić w obliczeniach. W obliczeniach należy wyraźnie wskazać założenia dotyczące okresu użytkowania zastosowane do obliczenia średniego zużycia oraz sposób oceny tej wartości.

Roczny wskaźnik zużycia energii (DE) należy zawsze przedstawiać i stosować wraz z wartościami wskaźnika gęstości mocy (DP) do oceny charakterystyki energetycznej danego systemu oświetleniowego.

Wybrany wariant realizacji – działania powinien:

- wynikać z audytu oświetleniowego oraz musi być podane uzasadnienie dla przyjętego rozwiązania.
- zapewnić wykonalność techniczną (w tym: poprawny dobór technologii zapewniający trwałość rzeczową inwestycji, realistyczny harmonogram wdrażania rozwiązania).
- wykazać efekt ekologiczny (w tym: wiarygodność założeń i danych, efekt ekologiczny możliwy do osiągnięcia i możliwy do utrzymania w ciągu 5 lat po zakończeniu przedsięwzięcia),
- zawierać analizę kosztów (w tym: nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne oszacowane w oparciu o wiarygodne dane i racjonalne założenia).

Miarą selekcji rozwiązania oświetleniowego jest efektywność kosztów opisywana wskaźnikiem DGC, czyli dynamicznym kosztem jednostkowym równym cenie, która pozwala na uzyskanie zdyskontowanych przychodów, równych zdyskontowanym kosztom. Innymi słowy wskaźnik DGC pokazuje, jaki jest techniczny koszt uzyskania jednostki efektu ekologicznego. Koszt ten jest wyrażony w złotych na jednostkę efektu ekologicznego. Im niższa jest wartość wskaźnika, tym przedsięwzięcie jest bardziej efektywne. Wskaźnik DGC wylicza się z zależności (4):

$$DGC = p_{EE} = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{KIt - \Delta KE_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{EE_t}{(1+i)^t}} \quad (4)$$

gdzie:

KIt – kwalifikowane koszty inwestycyjne poniesione w danym roku – t ; ΔKE_t – różnica kosztów eksploatacyjnych ponoszonych przed modernizacją i poniesionych w danym roku – t (koszty eksploatacyjne przed modernizacją dotyczą roku poprzedzającego rozpoczęcie prac modernizacyjnych przynoszących oszczędności); i – stopa dyskontowa (w postaci ułamka dziesiętnego); t – rok, przyjmuje wartości od 0 do n , gdzie 0 jest rokiem, w którym ponoszone są pierwsze koszty, natomiast n jest ostatnim rokiem działania instalacji; EE_t – miara efektu

ekologicznego w jednostkach fizycznych uzyskiwanego w poszczególnych latach (w tym przypadku jest on sprowadzony do redukcji CO₂); pEE – cena za jednostkę fizyczną efektu ekologicznego (EE - efekt ekologiczny powinien zostać sprowadzony do redukcji emisji dwutlenku węgla).

Koszty kwalifikowane KI związane są z takimi elementami struktury finansowej jak:

- prace przygotowawcze (w tym koncepcje techniczne, audyty, raport o oddziaływaniu na środowisko, projekty budowlane i wykonawcze);
- koszt nabycia lub koszt wytworzenia nowych środków trwałych (sprzętu oświetleniowego i innego);
- koszt montażu i uruchomienia środków trwałych; - koszt nabycia materiałów lub robót budowlanych;
- nabycie wartości niematerialnych i prawnych dotyczących zarządzania oświetleniem, np. oprogramowanie komputerowe, licencje;
- koszty utylizacji zdemontowanych elementów oświetlenia (np. rtęciowych źródeł światła);
- koszt nadzoru.

Do kosztów eksploatacyjnych KE należy zaliczyć koszty poniesione na energię elektryczną (za energię zużytą, opłaty stałe, za moc zamówioną, inne opłaty) oraz koszty związane z utrzymaniem inwestycji (koszty usług serwisowych, konserwacji, ubezpieczenia i innych). Dla energii elektrycznej pochodzącej z polskiej sieci elektroenergetycznej, wskaźniki emisji obliczane dla danego roku rozliczeniowego podawany są w [25]. Należy więc efekt ekologiczny odnieść do zaoszczędzonej energii elektrycznej, czyli redukcji CO₂ i pyłów PM₁₀ i PM_{2,5} wynikającej z modernizacji systemu oświetleniowego. W ten sposób można również wyliczyć procent redukcji zanieczyszczeń atmosfery będący wynikiem realizacji energooszczędnego systemu oświetleniowego.

Dokonana analiza pozwoli na wybór działań usprawniających użytkowanie energii, przy wykorzystaniu informacji uzyskanych wcześniej oraz na podstawie otrzymanych wyników obliczeń.

Etap ten jest realizowany głównie w trzech krokach:

- określenie przedsięwzięć racjonalizujących użytkowanie energii,
- analiza możliwości technicznych wykonania przedsięwzięć,
- analiza wpływu proponowanych przedsięwzięć na warunki środowiska pracy i środowisko zewnętrzne.

Można wyróżnić trzy podstawowe rodzaje działań prowadzących do zmniejszenia zużycia energii:

- bezpośrednie przedsięwzięcia oszczędnościowe, czyli np. zmniejszenie liczby punktów świetlnych (wymiana 1 do 1 z zastosowaniem opraw oświetleniowych o odpowiednich krzywych rozsyłu światłości pozwalających na zmniejszenie liczby punktów świetlnych) lub też całkowita przebudowa instalacji oświetleniowej. Przedsięwzięcie to w przypadku oświetlenia drogowego jest trudne do zrealizowania, ponieważ wiązałoby się ze zmianą punktów posadowienia słupów oświetleniowych oraz pozostałych elementów instalacji elektroenergetycznych. Z punktu widzenia ustawy prawo budowlane, należałoby dokonać stosownych uzgodnień, wykonać projekt budowlany oraz rozpocząć procedurę administracyjną;
- odzyskiwanie energii - mogą to być systemy redukcji mocy, kompensatory, - propozycja

zastosowania narzędzi pozwalających w zależności od potrzeb zmniejszać zużycie energii. W zależności od możliwości finansowych mogą to być skomplikowane systemy inteligentnego sterowania oświetleniem ulicznym lub proste reduktory montowane w oprawie;

- substytucja nośników energii (zastępowanie droższych nośników energii tańszymi) – w przypadku oświetlenia drogowego sama zamiana nośnika energii jest raczej niewykonalna (pomijając pojedyncze rozwiązania oświetleniowe w postaci zasilania z instalacji fotowoltaicznej). Natomiast należy wziąć pod uwagę zasadę dostępu strony trzeciej (TPA), która zgodnie z zapisem w art. 18 ust. 1 pkt 2 ustawy Prawo energetyczne, umożliwia właścicielowi instalacji oświetleniowej, służącej do wykonywania zadań gminy, kupowanie energii bezpośrednio w wybranym przedsiębiorstwie wytwarzającym dany nośnik energii.

Po zakończeniu procesu audytu otrzymuje się także takie informacje jak:

- obecny stan wiedzy o nowoczesnym sprzęcie oświetleniowym i systemach regulacji oraz sterowania,
- propozycję modernizacji oświetlenia oraz plan takiej modernizacji,
- szczegółową analizę techniczną optymalizacji kosztów oświetlenia,
- szacowany kosztorys zmian.

3.4. Uwagi dotyczące sporządzania audytów

Audyt sporządza się zgodnie z metodyką określoną w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii. Modernizowany zbiorczy obiekt oświetleniowy, czyli zespół opraw oświetleniowych użytkowanych w przestrzeni publicznej wraz z ich sterowaniem, powinien dążyć do spełnienia wymogów zgodności z normą PN EN 13201.

Norma oświetlenia PN-EN 13201 podzielona została na pięć części :

Część - 1 - wybór klas oświetlenia

Część - 2 - wymagania oświetlenia

Część - 3 - obliczenia oświetlenia

Część - 4 - metody pomiarów oświetlenia

Część - 5 - wskaźniki efektywności energetycznej

Zgodnie z PN EN CEN_TR-13201-1 określa się klasy oświetlenia dla poszczególnych regularnych odcinków dróg i ulic. Badanie sytuacji oświetleniowych przeprowadza się dla poszczególnych ulic podmiotu w celu sprawdzenia (obliczeniowego), czy zostaną zachowane podane w normie 13201-1 i 13201-2 parametry oświetleniowe ulic. Dla wykonania obliczeń fotometrycznych wykorzystuje się możliwości programu do symulacji np. oprogramowanie DIALUX z uwzględnieniem uśrednionych wartości geometrii dróg i parametrów konstrukcji

wsporczych dla opraw oświetlenia jak wysokość i położenie słupa, parametry wysięgnika czy rozstaw pomiędzy słupami oświetleniowymi.

W audycie efektywności energetycznej należy przedstawić obliczone wartości emisji CO₂ oraz pyłów PM₁₀ i PM_{2,5} i redukcję tych zanieczyszczeń. Obliczenia należy wykonać wykorzystując źródło [32] wymienione w pkt 1 niniejszego opracowania. Należy stosować do obliczeń:

- emisji dla energii elektrycznej – poz. [32] pkt 1; *KOBiZE, wskaźniki emisji - energia elektryczna*
<https://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/28/wskazniki-emisyjnosci>

4. Weryfikacja audytów

4.1. Weryfikacja audytu efektywności energetycznej

Weryfikacja audytu efektywności energetycznej polega na sprawdzeniu w szczególności:

- Spełnienia wymagań, o których mowa w art. 25 ustawy o efektywności energetycznej
- Prawidłowości oceny stanu technicznego oraz analizy zużycia energii przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację będących przedmiotem audytu;
- Poprawność opisu możliwych rodzajów przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej oraz oceny opłacalności ekonomicznej tych przedsięwzięć, a także możliwej do uzyskania oszczędności energii;
- Prawidłowość 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);
- Dokumentowania parametrów modernizowanych urządzeń, linii technologicznych, instalacji w stanie istniejącym i po modernizacji
- Prawidłowość wykonanych obliczeń efektów energetycznych, ekonomicznych i ekologicznych.

W **Załączniku nr 2** 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.

Załącznik 1 Karta i spis treści przykładowego audytu efektywności energetycznej

WZÓR KARTY AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):			
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):			
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:	
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia:**		[kWh/rok]	[toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia:**		[kWh/rok]	[toe/rok]
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej:***		[kWh/rok]	[toe/rok]
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej:**		[kWh/rok]	[toe/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:			
Nr telefonu:			
Podpis:			

*W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.

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

***Na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.

Audyt oświetlenia przestrzeni publicznej powinien składać się z:

- a) analizy stanu istniejącego na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji,
 - oprawy oświetlenia ulicznego,
 - słupy oświetleniowe
- b) doboru nowych opraw z uwzględnieniem wymogów w oparciu o kategorie dróg
- c) porównanie opcji zamierzenia inwestycyjnego w odniesieniu do efektywności energetycznej:
 - opcja 1 – wymiana istniejących opraw (bez redukcji mocy),
 - opcja 2 – wymiana istniejących opraw (z redukcją mocy),
 - opcja 3 – wymiana całej instalacji wraz ze sterowaniem (oprawy z dynamiczną redukcją mocy).
- d) tabelarycznego zestawienia obejmującego stan istniejący oraz stan po modernizacji, wraz z analizą efektów ekologicznych przed i po realizacji inwestycji (m.in. moc zainstalowana, roczne zużycie energii końcowej, zapotrzebowanie na energię pierwotną, emisja CO₂)
- e) obliczeń fotometrycznych – projekt oświetlenia,
- f) kart katalogowych i raportów z badań proponowanych opraw,
- g) analiza techniczno-technologiczna proponowanych opraw,
- h) karty audytu efektywności energetycznej,
- i) analiz finansowych – parametrów aktualnie zawartych umów oraz dostaw energii elektrycznej,
- j) analizy ekonomicznej modernizacji oświetlenia (szacowanego kosztu modernizacji, rocznych oszczędności kosztów, prosty czas zwrotu (SPBT))

Przykładowe tabele

Tabela 1. Zestawienie modernizowanych punktów świetlnych - przedstawienie zużycia energii, kosztów i emisji CO₂ **przed modernizacją** (przykład)

LP	Typ oprawy	Moc nominalna oprawy	Liczba opraw	Suma mocy opraw	Czas świecenia [h/rok]	Zużycie energii [kWh/rok]	Emisja CO ₂
1.							
2.							
....							
....							
SUMA:			...		SUMA:		

Tabela 2. Zestawienie modernizowanych punktów świetlnych - przedstawienie zużycia energii,

kosztów i emisji CO₂ po modernizacji (przykład)

<i>LP</i>	<i>Typ oprawy</i>	<i>Moc nominalna oprawy</i>	<i>Liczba opraw</i>	<i>Suma mocy opraw</i>	<i>Czas świecenia [h/rok]</i>	<i>Zużycie energii [kWh/rok]</i>	<i>Emisja CO₂</i>
1.							
2.							
....							
....							
<i>SUMA:</i>			...		<i>SUMA:</i>		

Regulacje prawne, specyficzne dla oświetlenia drogowego

Analiza oddziaływania na środowisko, kalkulacja efektu ekologicznego dla wybranego na podstawie audytu wariantu

Obliczenia

Tabela 3. Efekt ekologiczny – wielkości emisji CO₂ i procentowa redukcja

<i>Emisja CO₂ przed modernizacją [Mg]</i>	...
<i>Emisja CO₂ Po modernizacji [Mg]</i>	...
<i>Redukcja emisji [%]</i>	...

Tabela 4. Efekt ekologiczny – wielkość emisji pyłów i procentowa redukcja

<i>Emisja pyłu całkowitego przed modernizacją [Mg]</i>	...
<i>Emisja pyłu całkowitego po modernizacji [Mg]</i>	...
<i>Redukcja emisji [%]</i>	...

Tabela 5. Zapotrzebowanie na energię pierwotną

<i>Zapotrzebowanie na energię pierwotną przed modernizacją [MWh/rok]</i>	...
--	-----

<i>Zapotrzebowanie na energię pierwotną po modernizacji [MWh/rok]</i>	...
<i>Redukcja zapotrzebowania na energię pierwotną [MWh/rok]</i>	
<i>Redukcja zapotrzebowania na energię pierwotną [%]</i>	...

Tabela 6. Określenie wartości wskaźników

<i>Oszczędność energii przy wymianie opraw oświetleniowych</i>			
T_U	M_0	M_1	ΔQ_0
[h/rok]	[W]	[W]	[kWh/rok]
...	...	...	...
<i>Wskaźnik gęstości mocy</i>			
P	$\bar{E}_l$	A_i	D_P
[W]	[lx]	[m ²]	[W·lx ⁻¹ ·m ⁻²]
...	...	...	...
<i>Wskaźnik rocznego zużycia energii</i>			
P	t_j	A	D_E
[W]	[lx]	[m ²]	[W·h·m ⁻²]
...	...	...	...
<i>Wskaźnik DGC - efektywność kosztów, czyli dynamiczny koszt jednostkowy</i>			
DGC	Kl_t	ΔKE_t	EE_t
[zł]	[zł]	[zł]	[-]
...	...	...	...

Załącznik 2 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 ZAŁOŻEŃ WERYFIKACJI AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ INSTALACJI OŚWIETLENIOWEJ ZEWNĘTRZNEJ

	tak/nie
Czy zostały wykonane wymagane elementy inwentaryzacji /jak poniżej/ ?	
Prawidłowo przeprowadzona inwentaryzacja powinna zawierać co najmniej:	
nazwa miasta/gminy/dzielnicy,	
klasyfikacja klas oświetleniowych jezdni dróg oraz innych części drogi,	
odległość między słupami,	
wysokość, rodzaj oraz moc zamontowanych opraw oświetlenia drogowego,	
długość wysięgnika,	
szerokość drogi, jej typ oraz rodzaj i stan nawierzchni,	
dane techniczne punktów zasilania,	
liczbę obwodów transformatora,	
analiza stanu i parametrów technicznych linii kablowych i napowietrznych,	
rodzaj i numer licznika,	
istnienie układu sterowania i realizowane funkcjonalności, istnienie harmonogramu pracy instalacji oświetlenia drogowego,	
wiedza o kosztach eksploatacyjnych całej instalacji i poszczególnych jej obwodów,	
<u>Podsumowanie zawierające uwagi i wnioski na temat stanu technicznego instalacji elektrycznej i oświetleniowej.</u>	
Czy przedsięwzięcie zawiera:	
wymianę dotychczas eksploatowanych opraw oświetleniowych na oprawy ze źródłami LED;	
zastosowanie układu sterowania umożliwiającego efektywne sterowanie oświetleniem drogowym i redukcję mocy opraw przede wszystkim przy zmniejszonym natężeniu ruchu pojazdów, zmianie luminancji jezdni i jasności otoczenia. System sterowania powinien obejmować również monitoring funkcjonowania oświetlenia – szafek i pojedynczych opraw wraz z ich wizualizacją na mapie;	
utrzymanie zgodności parametrów oświetleniowych z wymaganiami norm EN 13201:2016;	
wykonanie obliczeń parametrów oświetleniowych dla przyjętych rozwiązań technicznych dla każdej sytuacji oświetleniowej przyjętej na drodze (w formie elektronicznej) i przyjętych klas oświetleniowych przed i po redukcji mocy;	
opis metodologii i sposobu wykonania analizy danych, metod obliczeń i zastosowanych modeli, wzorów, wskaźników oraz współczynników użytych w tych obliczeniach;	
określenie kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego po modernizacji w perspektywie rocznej oraz 10 letniej;	
opis możliwości sterowania poszczególnymi obwodami instalacji oświetleniowej (redukcja mocy, pory włączeń i wyłączeń);	
Czy został wykonany bilans energii i wyznaczone mierników/wskaźników stanu jego realizacji?	
Oszczędność energii przy wymianie opraw oświetleniowych	
Wskaźnik rocznego zużycia energii (AECI)	
Efektywność kosztów wskaźnik DGC	
Czy został wykonany obliczenia zgodnie z tabelami od 1 do 2	

Czy uzyskano efekty oszczędności energii pierwotnej co najmniej 30%	
Wynik oceny (pozytywna/negatywna)	

Dane podsumowujące audyt w zakresie wskaźników rezultatu			
I.	Opis wskaźnika rezultatu	Wartość	
1.	Roczne zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej przed inwestycją [MWh/r]		
2.	Roczne zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej po inwestycji [MWh/r]		
3.	Oszczędność nieodnawialnej energii pierwotnej [%]		
4.	Zużycie energii elektrycznej przed inwestycją [MWh/r]		
5.	Zużycie energii elektrycznej po inwestycji [MWh/r]		
6.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [MWh]		
7.	Liczba nowych i zmodernizowanych punktów świetlnych [szt.]		
8.	Szacowana emisja gazów cieplarnianych przed inwestycją [tona ekwiwalentna CO ₂ /rok]		
9.	Szacowana emisja gazów cieplarnianych po inwestycji [tona ekwiwalentna CO ₂ /rok]		
10.	Redukcja szacowanej emisji gazów cieplarnianych [tona ekwiwalentna CO ₂ /rok]		
11.	Szacowana emisja pyłu całkowitego przed inwestycją [Mg/rok]		
12.	Szacowana emisja pyłu całkowitego po inwestycji [Mg/rok]		
13.	Redukcja szacowanej emisji pyłu całkowitego [Mg/rok]		
WERYFIKATOR		Data	Podpis

Załącznik 3 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	☐ tak: pomoc de minimis / publiczna ¹ ☐ nie	
4.	Preferencje	☐ tak ☐ nie ☐ dotacja na spłatę.. % kapitału pożyczki ☐ dotacja na pokrycie wydatków poniesionych na ... ☐ obniżone oprocentowanie o p.p. z tytułu ... ☐ wydłużony okres spłaty o ... miesięcy z tytułu ... ☐ 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 wypłaconej dotacji: ... zł (jeśli dotyczy)	
9.	Wynik rozliczenia Umowy Inwestycyjnej	☐ pożyczkę rozliczono w 100% ☐ wydatki nierozliczone: ... zł ☐ wydatki niekwalifikowalne: ... zł ☐ środki do zwrotu: ... zł ☐ uwagi/komentarz: ...	
10.	Osiągnięte wskaźniki nie są gorsze niż deklarowane we wniosku o pożyczkę	TAK/NIE*	
11.	Uwagi/komentarz PF (jeśli dotyczy)	TAK/NIE	

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

¹ Niepotrzebne skreślić

Sporządził:

Podpis Przedstawiciela PF

.....

Data

.....

Sprawdził/zatwierdził:

Podpis Przedstawiciela PF

.....

Data

.....