

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

**Budynku DPS przy ul. A. Mickiewicza 49
w Sopocie**

**Zamawiający: GMINA MIASTA SOPOTU
ul. Kościuszki 25/27
81-704 Sopot**

Data zakończenia pracy: listopad 2021 roku

Wykonawca: mgr inż. Jerzy Wiater

uprawnienia budowlane
nr UANB-II-7342/48/90

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		25.11.2021	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Wymiana źródeł światła oświetlenia ogólnego i montaż instalacji fotowoltaicznej		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Wymiana opraw oświetlenia ogólnego na wykorzystujące LED , wykonanie instalacji fotowoltaicznej .		
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	GMINA MIASTA SOPOTU ul. Kościuszki 25/27 81-704 Sopot		
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**	Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:	
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	197379	kWh/rok	16,97 toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	592136	kWh/rok	50,91 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:	Jerzy Wiater		
Nr telefonu:	603 103 662		
Podpis:			

*Niepotrzebne skreślić.

** W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

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

Wskaźniki rezultatu

Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową przed modernizacją (MWh/rok)	197,530
Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową na oświetlenie przed modernizacją (MWh/rok)	156,380
Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową po modernizacji (MWh/rok)	0,151
Zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową na oświetlenie po modernizacji (MWh/rok)	66,306
Produkcja energii elektrycznej przez OZE (MWh/rok)	107,305
Średnioroczna oszczędność energii elektrycznej końcowej (MWh/rok)	197,379
Średnioroczna redukcja energii elektrycznej końcowej (%)	99,92%
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej (kWh/rok)	592136
Emisja CO2 przed modernizacją (ton CO2/rok)	142,024
Emisja CO2 po modernizacji (ton CO2/rok)	0,109
Średnioroczna redukcja emisji CO2 (ton CO2/rok)	141,915

1. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

1.1. Dokumentacja projektowa:

P.T. Instalacji elektrycznych wewnętrznych , inwentaryzacja oprav oświetleniowych.

1.2. Inne dokumenty:

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz. U. Nr. 223, poz.1459
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego-Dz. u. 2012 Nr 0 poz. 962
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie- Dz. U. Nr 75 poz. 690 z późn. zm.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.11 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów i świadectw ich charakterystyki energetycznej Dz. U. Nr 201 poz. 1240
5. Polska Norma PN-EN 12464-1:2004 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsca pracy. Część I. Miejsca pracy we wnętrzach” .
6. Polska Norma PN-IEC 60364-5-559:2003. „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenie elektrycznego. Inne wyposażenie. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe.”
7. Ustawy o EE z dn. 20.05.2016. oraz ustawy z dnia 20 kwietnia 2021 roku o zmianie ustawy o efektywności energetycznej i niektórych innych ustaw, która wdraża przepis dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2002 z 11 grudnia 2018 r w sprawie efektywności energetycznej.
8. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
9. Kopie faktur za energię elektryczną

1.3. Osoby udzielające informacji:

Pracownicy Urzędu Miasta Sopotu

1.4. Data wizji lokalnej:

Październik 2021 .

1.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- obniżenie kosztów oświetlenia wewnątrz budynku,
- uzyskanie dotacji lub pożyczki na wykonanie działań modernizacyjnych ze środków RPO lub podobnych

1.6 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów modernizacji instalacji elektrycznej.

Inwestor zamierza pozyskać dofinansowanie w maksymalnej możliwej wielkości w formie dotacji lub pożyczki.

2. Inwentaryzacja instalacji elektrycznej budynku

2.1. Opis techniczny podstawowych elementów budynku związanych ze zużyciem energii elektrycznej .

W poszczególnych pomieszczeniach budynku występuje oświetlenie naturalne poprzez okna dwuszybowe oraz sztuczne realizowane głównie poprzez tradycyjne świetlówki, oprawy żarowe .

Instalacje co, cwu oraz wentylacji zużywające energię elektryczną a także system zarządzania energią podlegają ocenie w audytach energetycznych i są poza zakresem audytu efektywności energetycznej energii elektrycznej .

Ze względu na charakter budynku oraz innych zainstalowanych instalacji i odbiorników energii elektrycznej ich ewentualna modernizacja lub wymiana jest nieopłacalna .

2.2. Zestawienie danych dotyczących zastosowanego oświetlenia

Łącznie w budynkach zinwentaryzowano 989 punktów świetlnych przewidzianych do wymiany w tym: 168 opraw wykorzystujących jako źródło światła świetlówki 2x36 W, 117 opraw 4x18, 22 oprawy 1x36, 3 oprawy 2x58, 249 opraw 2x18, 395 opraw żarowych, 5 opraw halogenowych 50 W, 8 świetlówek kompaktowych 30W .

Zainstalowaną moc tych opraw oświetleniowych określono na 55850 W.
Moc wszystkich opraw oświetleniowych określono na 55850 W.

3. Propozycja działań zmierzających do ograniczenia kosztów związanych ze zużyciem energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wewnętrznego

3.1. Określenie zakresu rzeczowego robót

Zainstalowane oświetlenie wewnętrzne charakteryzuje się małą funkcjonalnością , sporą awaryjnością i energochłonnością , w związku z powyższym zachodzi konieczność jego wymiany na nowoczesne spełniające kryteria polskich i europejskich norm oświetlenia . W niniejszym opracowaniu kierując się faktem , że w wyniku modernizacji instalacji oświetlenia znacząco spadnie jego moc a co za tym idzie obciążenie instalacji ograniczono się jedynie do analizy wymiany punktów świetlnych bez uwzględnienia wymiany włączników, tablic elektrycznych i zabezpieczeń jedynie uwzględniono , że w trakcie realizacji wymiany opraw może zajść konieczność zmiany ilości i rozmieszczenia opraw i wykonania związanych z tym robót instalacyjnych a także uwzględniono montaż instalacji do kompensacji mocy biernej.

Wymagane parametry źródeł światła LED minimum 120 Lm/W , minimum IP 40 ,

temperatura barwowa 3000/4000K, CRI>80, trwałość źródła LED minimum 35 000h przy stabilności źródła światła minimum 70% dla temperatury pracy 25 stopni Celsjusza, współczynnik mocy minimum 0,98 .

3.2. Określenie mocy zainstalowanej po realizacji zadania

Aktualnie zainstalowane oprawy zapewniają właściwy poziom oświetlenia .
Generowany przez przewidziane do wymiany oprawy strumień świetlny wynosi :

- świetlówki T8 , T5 : 31660 W x 80 lm/W= 2532800 lm
- oprawy żarowe : 23700 W x 12 lm/W= 284400 lm
- świetlówki kompaktowe : 240 W x 50 lm/W= 12000 lm
- halogeny : 250 W x 50 lm/W= 12500 lm

Łącznie : **2841700 lm**

Moc planowanych do zamontowania źródeł światła w postaci LED wyniesie :

oświetlenie wewnętrzne: **2841700lm / 120 lm/W = 23681 W**

3.3. Określenie kosztów realizacji wymiany źródeł światła i części opraw

Do obliczeń przyjęto następujące ceny jednostkowe na podstawie analizy ofert firm produkujących osprzęt elektryczny wywodzących się z Unii Europejskiej oraz kosztów dostawy i wymiany:

dla źródeł światła wewnętrznych średni koszt wymiany opraw na oprawy wykorzystujące diody LED: 9,00+23% VAT za 1 WAT mocy nowej źródła/oprawy.

Łączny koszt wymiany opraw oświetlenia wewnętrznego w budynku wyniesie:

$$N_w = (23681 \text{ W} \times 9,00 \text{ zł/W}) \times 1,23 = \mathbf{262147 \text{ zł}}$$

3.4. Określenie szacunkowych oszczędności energii elektrycznej na oświetlenie w wyniku realizacji zadania

Z uwagi na brak usprawnień wpływających na zmniejszenie zużycia energii wskutek: obniżenia natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, uwzględnienia nieobecności użytkowników w miejscu pracy oraz wykorzystania światła dziennego w oświetleniu zamieszczone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 06.11.2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej wzory nr 2.43.i 2.44 można uprosić do postaci:

$$\Delta E_{el} = P_{N1el} \times t_{01el} - P_{N2el} \times t_{02el}, \text{ gdzie:}$$

ΔE_{el} – szacunkowe oszczędności zużycia energii oświetlenia, MWh/rok
 P_{01el}, P_{02el} – moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu budynku użyteczności publicznej przyjmowana na podstawie projektu oświetlenia budynku lub na podstawie § 180a przepisów techniczno-budowlanych, MW
 t_{01el}, t_{02el} – uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/rok.

Uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku dla budynku o podobnym charakterze zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 06.11.2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno- użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej wynosi 3000 h/rok, na podstawie faktycznego zużycia energii elektrycznej przyjęto 2800 h/rok .

$$\Delta E_{el} = (55850-23681) \times 2800 \times 10^{-6} = \mathbf{90,07 \text{ MWh/rok}}$$

W celu określenia przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii oświetlenia w budynku po wymianie opraw należy skorzystać ze wzoru:

$$\Delta O_{el} = \Delta E_{el} \times O_z, \text{ gdzie:}$$

O_z – średnioroczna cena energii elektrycznej, zł/MWh.

Średnioroczna cena energii elektrycznej brutto ustalona została w wysokości 930,- zł/MWh, na podstawie analizy faktur za dostawę energii dostarczonych przez Zamawiającego.

$$\Delta O_{el} = 90,07 \times 930 = \mathbf{83\,769 \text{ zł/rok}}$$

3.5. Instalacja fotowoltaiczna

W wyniku analizy wielkości planowanego po termomodernizacji budynku zużycia łącznie: oświetlenie , zasilanie urządzeń oraz energia pomocnicza oraz związanych z tym kosztów energii elektrycznej ustalono :

- że opłacalne będzie zainstalowanie paneli fotowoltaicznych
- że optymalnym rozwiązaniem ze względu na charakter budynku i sposobu wykorzystania energii elektrycznej będzie instalacja fotowoltaiczna o mocy 121,6 kWp z wykorzystaniem paneli monokrystalicznych o mocy 400 Wp co daje 304 moduły o ogólnej powierzchni ok. 520 m² . Instalacja powinna być wykonana w opcji on-grid z możliwością przekazania nadwyżki energii do sieci .

Uwaga: panele należy zamontować w taki sposób żeby zapewnić im maksymalny poziom oświetlenia a także, żeby uniknąć okresowego zacieniania w ciągu dnia przez elementy budynku lub otoczenia, zakłada się montaż instalacji na dachu.

Koszt brutto wykonania instalacji :

- panele fotowoltaiczne : 304 moduły 400 Wp : 243200,-
- konstrukcja wsporcza , inwertery , rozłączniki , bezpieczniki , instalacja odgromowa , okablowanie : 158080,-
- robocizna : 85120,-
- Łącznie : 486400,- zł**

Średni roczny uzysk energetyczny z instalacji o mocy 121,6 kWp dla rejonu Sopotu (na podstawie PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM):

107305,- kWh

co daje oszczędność kosztów :

$$107305 * 0,930 * 0,5 = 49897 \text{ zł/rok}$$

Analiza opłacalności zastosowania magazynu energii

Dla powyższej instalacji optymalną pojemnością magazynu energii będzie (przy założeniu, że rozpatrujemy model litowo-żelazowo-fosforanowy lub podobne):

$$Pa = Zr/730$$

Gdzie :

Pa – pojemność magazynu energii, kWh

Zr – roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną, kWh/rok

$$Pa = 107456/730 = \mathbf{184 \text{ kWh}}$$

Koszt takiego magazynu to :

$$N = Pa * 6000$$

Gdzie :

6000 zł/kWh – średni koszt 1 kWh w magazynie energii

$$N = \mathbf{1104003 \text{ zł}}$$

Przyjmując całkowity okres pracy magazynu 12 lat oraz średnioroczną oszczędność kosztów wynikających z zastosowania magazynu :

$$\Delta O_{kr} = U * 0,7 * 0,7 * 0,9 * (O_z - 280), \text{ zł/rok}$$

Gdzie :

U- roczna produkcja energii przez instalację fotowoltaiczną, MWh/rok

O_z – średnioroczna cena energii elektrycznej, zł/MWh.

$$\Delta O_{kr} = \mathbf{30759 \text{ zł/rok}}$$

Oszczędność kosztów energii przez cały okres funkcjonowania magazynu energii wynosi:

$$\Delta O_{kcał} = 12 * \Delta O_{kr} = \mathbf{369108 \text{ zł}}$$

Koszt magazynu energii 1104003 zł jest większy od uzyskanych oszczędności 369108 zł wobec czego jego montaż jest nieuzasadniony ekonomicznie i nie jest przewidziany do realizacji .

3.6 Wskaźnik ekonomiczny opłacalności realizacji zadania

Jako ekonomiczny wskaźnik opłacalności realizacji zadania przyjęto prosty czas zwrotu SPBT stanowiący stosunek nakładów do rocznych oszczędności:

$$SPBT = N / \Delta O_{el}$$

$$SPBT = (262147+486400) / (83769+49897) = 748547/133665 = \mathbf{5,60 \text{ lat}}$$

3.7 Roczna redukcja emisji CO2

Dla energii elektrycznej, zakłada się, że wykazywana w tej pozycji tabeli energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci elektroenergetycznej. Dla tej sieci, wskaźnik emisji wg KOBiZE na 2020 r. wynosi 0,719 Mg CO2/MWh.

$$\Delta CO_2 = \Delta E_{el} \times 0,719 \text{ Mg CO}_2/\text{MWh} \text{ gdzie:}$$

ΔCO_2 - roczna redukcja emisji równoważnej CO2 w Mg/rok

ΔE_{el} – szacunkowe roczne oszczędności zużycia energii oświetlenia, MWh/rok

$$\Delta CO_2 = (90,07+107,305) \times 0,719 = \mathbf{141,92 \text{ Mg/rok}}$$

3.8 Roczna oszczędność energii elektrycznej końcowej

$$\Delta E_{el} = 90,07+107,305 = \mathbf{197,379 \text{ MWh/rok}}$$

-roczne zapotrzebowanie na en. elektryczną finalną całkowitą wg faktur obecnie:

$$\mathbf{197,530 \text{ MWh/rok}}$$

-roczne zapotrzebowanie na en. elektryczną finalną po modernizacji z uwzględnieniem oszczędności z instalacji PV :

$$\mathbf{0,15 \text{ MWh/rok}}$$