

AUDYT ENERGETYCZNY OŚWIETLENIA

| | |
|--|---|
| Adres budynku | Zespół Placówek Oświatowych ul. Kościelna 10 27 – 215 Wąchock powiat starachowicki woj. świętokrzyskie |
| Wykonawca audytu energetycznego oświetleniowego | Imię i nazwisko : Paweł Zarzycki tytuł zawodowy : mgr inż. nr opracowania : 2/2017 |

Kraków, 2017-01-24

AUDYT ENERGETYCZNY

OŚWIETLENIA

1. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu

1.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja oświetlenia wykonana przez Wykonawcę.

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 Infrastruktury z dnia 03.09.2015r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 05.07.2013r. 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 27.02.2015r. 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.
5. Polska Norma PN-EN 12464-1:2004 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część I. Miejsca pracy we wnętrzach” .
6. Polska Norma PN-IEC60364-5-559:2003. „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Inne wyposażenie. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe.”
7. Ustawa z dnia 20.05.2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2016 r. poz. 831).
8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10.08.2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru kart audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. z 2012 r. poz. 962).
9. Ustawa z dnia 22.06.2016 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw.
10. Ustawa z dnia 10.04.1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r. poz. 1059 ze

zm.).

11. Ustawa Prawo budowlane z dn. 7.07.1994 r. (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414)
12. Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dn. 27.03.2003 r.
13. Ustawa Prawo ochrony środowiska z dn. 27.04.2001 r.

1.3. Osoby udzielające informacji:

Pracownicy Zespołu Placówek Oświatowych w Wąchocku.

1.4 Data wizji lokalnej:

24 styczeń 2017 r.

1.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) :

- obniżenie kosztów oświetlenia wewnątrz budynku,
- uzyskanie dotacji lub pożyczki na wykonanie działań modernizacyjnych ze środków NFOŚ, WFOŚ, GIS, POIS, RPO lub podobnych.

1.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji :

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

2. Oświetlenie wewnętrzne budynku Urzędu Miasta w Wąchocku

2.1. Określenie strumienia świetlnego oświetlenia stosowanego w Zespole Placówek Oświatowych w Wąchocku

Parametry oświetlenia budynku przedstawiono w tab. nr 1.

Tabela nr 1 – Parametry oświetlenia budynku Zespołu Placówek Oświatowych.

| Źródło światła | Ilość opraw oświetleniowych [szt.] | Ilość [szt.] | Moc [W] | Strumień świetlny [lm] | Całkowity strumień świetlny [lm] |
|-------------------------|------------------------------------|--------------|---------|------------------------|----------------------------------|
| Świetlówki liniowe 36 W | 160 | 320 | 36 | 3015 | 964 800 |
| Żarówki 60 W | 64 | 64 | 60 | 710 | 45 440 |
| | | | | | |
| Suma : | | | | | 1 010 240 |

2.2. Określenie deklarowanego znamionowego strumienia świetlnego oświetlenia Zespołu Placówek Oświatowych w Wąchocku

- Określenie deklarowanego znamionowego strumienia świetlnego ϕ świetlówki liniowej 36 [W] , którą ma zastąpić oświetlenie LED 30 [W] (wg Rozporządzenia WE 244 / 2009 z dnia 18.03.2009 roku).

| | | |
|--|---|--|
| Strumień świetlny świetlówki liniowej wg WE 244/2009 | | Strumień świetlny oświetlenia LED wg WE 244/2009 |
| 3 172 [lm] | – | 3 452 [lm] |
| 3 015 [lm] | – | x [lm] |

$$x = 3\,281 \text{ [lm]}.$$

Strumień świetlny ϕ świetlówki liniowej (36 [W], 3015 [lm]) odpowiadający strumieniowi świetlnemu ϕ oświetlenia LED wg w/w Rozporządzenia jest równy 3 281 [lm].

- Określenie deklarowanego znamionowego strumienia świetlnego ϕ żarówki żarnikowej (wolframowej) 60 [W] , którą ma zastąpić żarówka LED 10,5 [W] (wg Rozporządzenia WE 244 / 2009 z dnia 18.03.2009 roku).

| | | |
|--|---|---|
| Strumień świetlny oświetlenia LED wg WE 244/2009 | | Strumień świetlny żarówki żarnikowej wg WE 244/2009 |
| 806 [lm] | – | 710 [lm] |

2.3. Określenie wydajności strumienia świetlnego ϕ z mocy 1 [W] Oświetlenia świetlówek liniowych , świetlówek LED , żarówek LED i żarówek żarnikowych (wolframowych)

Wydajność strumienia świetlnego ϕ z mocy 1 [W] oświetlenia świetlówek liniowych, świetlówek LED, żarówek LED i żarówek żarnikowych przedstawiono w tab. nr 2.

Tabela nr 2 – Wydajność strumienia świetlnego ϕ z mocy 1 [W] oświetlenia .

| Źródło światła | Wydajność strumienia świetlnego ϕ z mocy 1 [W] oświetlenia [lm] | Wydajność strumienia świetlnego ϕ [lm] |
|-----------------------------|--|---|
| Świetlówki liniowe 36,0 [W] | 83,75 | 3015 |
| Żarówki 60,0 [W] | 11,83 | 710 |
| Świetlówka LED 30,0 [W] | 105,00 | 3150 |
| Żarówka LED 9,5 [W] | 76,00 | 800 |

2.4. Określenie ilości źródła światła

$320 \text{ [szt.]} \cdot 3281 \text{ [lm]} / 3150 \text{ [lm]} = 333,31 \text{ [szt.]} = \sim 334 \text{ [szt.]}$

Zastępując świetlówki liniowe 3 015 [lm] świetlówkami LED 3 150 [lm] trzeba zwiększyć ilość z 320 [szt.] 3 015 [lm] do **334 [szt.] 3150 [lm]**.

$64 \text{ [szt.]} \cdot 806 \text{ [lm]} / 800 \text{ [lm]} = 64,48 \text{ [szt.]} = \sim 64 \text{ [szt.]}$

Zastępując żarówki żarnikowe 710 [lm] żarówkami LED 800 [lm] trzeba zainstalować **64 żarówek LED 800 [lm]**.

2.5. Określenie wartości cenowej źródła światła

Wartość cenową źródła światła przedstawiono w tab. nr 3.

Tabela nr 3 – Określenie wartości cenowej źródła światła.

| Źródło światła | Cena brutto [zł] |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Świetlówka liniowa 36,0[W] | 7,00 |
| Żarówka 60,0 [W] | 1,00 |
| Świetlówka LED 30,0 [W] wraz z oprawą | 154,99 |
| Żarówka LED 9,5 [W] | 34,54 |

2.6. Określenie trwałości źródła światła

Określenie trwałości źródła światła przedstawiono w tab. nr 4.

Tabela nr 4 – Określenie trwałości źródła światła.

| Źródło światła | Średni czas [h] |
|--------------------------------|-----------------|
| Świetlówka liniowa 36,0[W] | 13 000 |
| Oświetlenie LED 9,5 ; 30,0 [W] | 50 000 |
| Żarówki 60,0 [W] | 1 000 |

* Na jedną trwałość oświetlenia typu LED przypada 0,26 trwałości oświetlenia świetlówkowego.

* Na jedną trwałość oświetlenia typu LED przypada 0,02 trwałości oświetlenia żarnikowego(wolframowego).

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 w budynku charakteryzuje się małą funkcjonalnością, sporą awaryjnością, niewłaściwym stopniem doświetlenia i zimną barwą w związku z powyższym zachodzi konieczność jego wymiany na nowoczesne spełniające kryteria polskich i europejskich norm oświetlenia miejsc o charakterze biurowym. W niniejszym opracowaniu kierując się wytycznymi wcześniej przeprowadzanych konkursów organizowanych przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej ograniczono się jedynie do analizy wymiany punktów świetlnych bez uwzględnienia wymiany przewodów, włączników, tablic elektrycznych i zabezpieczeń. Powyższe działania są kosztami niekwalifikowanymi i ich realizacja powinna być finansowana z innych środków.

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania zakłada się wymianę starych świetlówek liniowych 36 W na świetlówki energooszczędne typu LED o mocy 30 [W]. Powyższe wymiany punktów świetlnych odbywać się będą z wymianą opraw z uwagi na brak kompatybilność rozmiarów elementów istniejących i proponowanych do wymiany.

Punkty świetlne podlegające wymianie przedstawiono w tabeli nr 5.

Tab. nr 5 – punkty świetlne podlegające wymianie.

| Źródło światła | Przed modernizacją | | | Po modernizacji | | |
|-----------------------|--------------------|---------|----------------|-----------------|---------|----------------|
| | Ilość [szt.] | Moc [W] | Łączna moc [W] | Ilość [szt.] | Moc [W] | Łączna moc [W] |
| Żarówki żarnikowe/LED | 64 | 60 | 3 840 | 64 | 9,5 | 608 |

| | | | | | | |
|------------------------|-----|----|--------|---------|----|--------|
| Światłówki liniowe/LED | 320 | 36 | 11 520 | 334 | 30 | 10 020 |
| Razem : | | | 15 360 | Razem : | | 10 628 |

3.2. Określenie kosztów realizacji zadania

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

- koszt wymiany 1 światłówki liniowej 36 [W] to 154,99 PLN Brutto,
- koszt wymiany 1 żarówki 60 [W] to 34,54 PLN Brutto .

Łączny koszt wymiany oświetlenia w budynku Urzędu Miasta w Wąchocku wyniesie:

$$N = 334 \text{ [szt.]} \times 154,99 \text{ [zł]} + 64 \text{ [szt.]} \times 34,54 \text{ [zł]}$$

$$N = 53\,977,89 \text{ [szt.} \times \text{zł]}$$

3.3. Określenie szacunkowych oszczędności w wyniku realizacji zadania

W celu wyliczenia szacunkowych oszczędności zużycia energii oświetlenia w budynku należy skorzystać ze wzoru:

$$\Delta E_{el} = \Delta E_{el1} - \Delta E_{el2}$$
$$\Delta E_{el} = P_{1el} \times \tau_{1el} - P_{2el} \times \tau_{2el}, \text{ gdzie:}$$

ΔE_{el} – szacunkowe oszczędności zużycia energii oświetlenia [MWh/rok],
 P_{1el} , P_{2el} – obliczeniowa moc oświetlenia przed, po realizacji zadania [MW],
 τ_{1el} , τ_{2el} - uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku [h/rok].

Uśredniony czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku przyjęto zgodnie z Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Dla pomieszczeń o charakterze oświatowym przyjęto czas użytkowania 2000 [h/rok].

3.3.1. Wymiana całego oświetlenia (światłówki liniowe i żarówki żarnikowe) na oświetlenie LED :

$$\Delta E_{el} = 15\,360 \times 10^{-6} \text{ [MW]} \times 2000 \text{ [h]} - 10\,628 \times 10^{-6} \text{ [MW]} \times 2000 \text{ [h]}$$

$$\Delta E_{el} = 9,46 \text{ [MWh]}$$

$$\Delta E_{el} [\%] = \Delta E_{el} / E_{el1} \times 100\%$$

$$\Delta E_{el} [\%] = 9,46 / 30,72 \times 100 [\%] = 30,79 [\%]$$

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

$$\Delta O_{el} = E_{e11} \times O_{z1} - E_{e12} \times O_{z2}, \text{ gdzie:}$$

O_{z1} , O_{z2} – średnioroczna cena energii elektrycznej, przed i po modernizacji [zł/MWh].
Średnioroczna cena energii elektrycznej ustalona została w wysokości 450 [zł/MWh], na podstawie analizy faktur za dostawę energii elektrycznej.

$$\Delta O_{el} = 30,72 \text{ [MWh]} \times 511,00 \text{ [zł/MWh]} - 21,26 \text{ [MWh]} \times 511,00 \text{ [zł/MWh]}$$

$$\Delta O_{el} = 4 \text{ 834,06 [zł]}$$

3.3.1.1. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności realizacji zadania

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

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

$$SPBT = 53 \text{ 977,89 [zł]} / 4 \text{ 834,06 [zł]} = 11,17 \text{ roku (WARIANT 1)}$$

3.3.2. Wymiana oświetlenia świetlówkowego liniowego na oświetlenie LED :

$$\Delta E_{el} = 11 \text{ 520} \times 10^{-6} \text{ [MW]} \times 2000 \text{ [h]} - 10 \text{ 020} \times 10^{-6} \text{ [MW]} \times 2000 \text{ [h]}$$

$$\Delta E_{el} = 3,00 \text{ [MWh]}$$

$$\Delta E_{el} [\%] = \Delta E_{el} / E_{el1} \times 100\%$$

$$\Delta E_{el} [\%] = 3,00 / 23,04 \times 100 [\%] = 13,02 [\%]$$

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

$$\Delta O_{el} = E_{e11} \times O_{z1} - E_{e12} \times O_{z2}, \text{ gdzie:}$$

O_{z1} , O_{z2} – średnioroczna cena energii elektrycznej, przed i po modernizacji [zł/MWh].

Średnioroczna cena energii elektrycznej ustalona została w wysokości 450 [zł/MWh], na podstawie analizy faktur za dostawę energii elektrycznej.

$$\Delta O_{el} = 23,04 \text{ [MWh]} \times 511,00 \text{ [zł/MWh]} - 20,04 \text{ [MWh]} \times 511,00 \text{ [zł/MWh]},$$
$$\Delta O_{el} = 1\,533 \text{ [zł]}.$$

3.3.2.1. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności realizacji zadania

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

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

$$SPBT = 51\,767,42 \text{ [zł]} / 1\,533 \text{ [zł]} = 33,77 \text{ roku (WARIANT 2)}$$

3.3.3. Wymiana oświetlenia żarówkowego żarnikowego na oświetlenie LED :

$$\Delta E_{el} = 3\,840 \times 10^{-6} \text{ [MW]} \times 2000 \text{ [h]} - 608 \times 10^{-6} \text{ [MW]} \times 2000 \text{ [h]}$$
$$\Delta E_{el} = 6,46 \text{ [MWh]}$$

$$\Delta E_{el} [\%] = \Delta E_{el} / E_{el1} \times 100\%$$
$$\Delta E_{el} [\%] = 6,46 / 7,68 \times 100 [\%] = 84,11 [\%]$$

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

$$\Delta O_{el} = E_{el1} \times O_{z1} - E_{el2} \times O_{z2}, \text{ gdzie:}$$

O_{z1} , O_{z2} – średnioroczna cena energii elektrycznej, przed i po modernizacji [zł/MWh].
Średnioroczna cena energii elektrycznej ustalona została w wysokości 450 [zł/MWh], na podstawie analizy faktur za dostawę energii elektrycznej.

$$\Delta O_{el} = 7,68 \text{ [MWh]} \times 511,00 \text{ [zł/MWh]} - 1,22 \text{ [MWh]} \times 511,00 \text{ [zł/MWh]}$$
$$\Delta O_{el} = 3\,301,06 \text{ [zł]}$$

3.3.3.1. Wskaźnik ekonomiczny opłacalności realizacji zadania

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

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

$$SPBT = 2\,210,43 \text{ [zł]} / 3\,301,06 \text{ [zł]} = 0,67 \text{ roku (WARIANT 3)}$$

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

4.1 Opis i ocena zaproponowanego przedsięwzięcia ograniczającego zużycie energii na potrzeby oświetlenia wewnątrz.

Przeprowadzony audyt oświetlenia wewnątrz miał na celu inwentaryzację stanu obecnego, wskazanie możliwości jego poprawy przy wykorzystaniu środków zewnętrznych oraz oszacowanie kosztów realizacji zadania i możliwych do osiągnięcia oszczędności.

W budynku zinwentaryzowano :

- 64 żarówek tradycyjnych o mocy 60 [W],
- 320 świetlówek liniowych o mocy 36 [W],

o łącznej mocy 15 360 [W].

Po dokonaniu analizy możliwości pozyskania źródeł finansowania zewnętrznego zaproponowano wymianę punktów świetlnych bez ingerencji w sieć przewodów, włączniki i tablice zabezpieczające z uwagi na to, że koszty realizacji tych prac traktowane są przez donatorów jako niekwalifikowane.

Szacunkowe oszczędności powstałe w wyniku realizacji zadania polegającego na modernizacji oświetlenia wewnętrznego w budynku Zespołu Placówek Oświatowych przedstawiono w tabeli nr 6.

Tab. nr 6 – szacunkowe oszczędności

| Modernizacja | Oszczędności energii finalnej [MWh] | Oszczędności energii finalnej [%] | Oszczędności kosztów energii finalnej [zł] | Oszczędności kosztów energii finalnej [%] | SPBT [rok] | Wariant |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|--|---|------------|---------|
| Całe oświetlenie wewnętrzne (świetłowodowe liniowe i żarówkowe - wolframowe) | 9,46 | 30,79 | 4 834,06 | 30,79 | 11,17 | 1 |
| Tylko oświetlenie świetłowodowe liniowe | 3,00 | 13,02 | 1 533 | 13,02 | 33,77 | 2 |
| Tylko oświetlenie żarówkowe - wolframowe | 6,46 | 84,11 | 3 301,06 | 84,11 | 0,67 | 3 |

| Modernizacja | Oszczędności energii pierwotnej [MWh] | Szacowana redukcja emisji CO ₂ do atmosfery po wymianie oświetlenia Mg CO ₂ /rok | Wariant |
|--|---------------------------------------|--|---------|
| Całe oświetlenie wewnętrzne (świetlówkowe liniowe i żarówkowe - wolframowe) | 28,38 | 7,68 | 1 |
| Tylko oświetlenie świetlówkowe liniowe | 9,00 | 2,43 | 2 |
| Tylko oświetlenie żarówkowe - wolframowe | 19,38 | 5,24 | 3 |

Najbardziej korzystnym działaniem modernizacyjnym oświetlenia wewnętrznego budynku Zespołu Placówek Oświatowych w Wąchocku biorąc pod uwagę oszczędności energii elektrycznej oraz oszczędność kosztów energii elektrycznej i prosty czas zwrotu nakładów SPBT jest wariant nr 1, który kwalifikuje przedsięwzięcie jako ekonomicznie uzasadnione.

Efektom środowiskowym będzie zmniejszenie emisji substancji szkodliwych, zaś efektem społecznym poprawa warunków pracy osób zatrudnionych i innych przebywających w audytowanym budynku.

4.2. Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej lub złożenie odpowiedniego wniosku do instytucji finansujących,
2. Zawarcie umów z dostawcami,
3. Realizacja robót i odbiór techniczny,
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym roku).