

AUDYT WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

**ZESPOŁU BUDYNKÓW DOMU POMOCY
SPOŁECZNEJ
W GÓRZE KALWARII PRZY UL. SZPITALNEJ 1
BUDYNEK NR 20**

WYKONAŁ :

mgr inż. Marek Popielewski
nr uprawnień budowlanych MAZ/0270/POOE/14

Warszawa, październik 2015 r

Spis treści:

- MAPA OBIEKTU Z ZAZNACZONYM BUDYNKIEM	3
1. WYMAGANIA OŚWIETLENIOWE DLA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ.....	4
1.1. Wyjaśnienie podstawowych parametrów oświetleniowych	4
1.2. Inwentaryzacja oświetlenia	4
2. ANALIZA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIA	5
2.1 Zestawienie zbiorcze istniejącego oświetlenia	6
3. OPRACOWANIE STRATEGII PROWADZĄCYCH DO POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA	7
3.1 Wybór i charakterystyka sprzętu oświetleniowego	7
3.2 Wybór systemu konserwacji	7
3.3 Zestawienie zbiorcze oświetlenia po modernizacji	8
4. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	9
4.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia	9
4.2 Wnioski	10
LITERATURA.....	10

1. WYMAGANIA OŚWIETLENIOWE DLA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

Wymagania oświetleniowe przyjęto na podstawie polskiej normy PN-EN 12464-1:2012 [3].

Tabela nr 1.1

Rodzaj wnętrza, zadania lub czynności	E_m [lx]	UGR_L [-]	R_a [-]	δ (*) [-]
Korytarz	100	22	80	0,4
Klatka schodowa	100	22	80	0,4
Szatnie ,umywalnie, toalety	200	22	80	0,4
Pokoje wypoczynkowe (sypialnia)	100	22	80	0,4
Kuchnia	500	22	80	0,6
Stołówka	200	22	80	0,4
Pokoje opieki medycznej	500	16	90	0,6
Magazyn	100	25	60	0,4
Pomieszczenia socjalne	100	22	80	0,4
Świetlica	300	22	80	0,4
Jadalnia	200	22	80	0,4
Pomieszczenie gospodarcze	100	22	80	0,4
Warsztat	500	22	80	0,6
Pralnia	300	22	80	0,4
Pomieszczenia medyczne	500	22	80	0,4
Biuro	500	22	80	0,6
Przygotowanie warzyw, mięsa itd.	300	22	80	0,4
Obieralnia	500	22	80	0,4

1.1. Wyjaśnienie podstawowych parametrów oświetleniowych

Natężenie oświetlenia E [1] w danym punkcie powierzchni jest to iloraz elementarnego strumienia świetlnego ($d\Phi$) padającego na powierzchnię (dS)

$$E = d\Phi / ds. \quad (1.1)$$

Jednostką natężenia oświetlenia jest lux [lx].

Równomierność oświetlenia δ jest to stosunek najmniejszej wartości natężenia oświetlenia w punkcie (E_{min}) do średniej wartości natężenia oświetlenia (E_m)

$$\delta = E_{min} / E_m \quad (1.2)$$

Temperatura barwowa T_c danego źródła światła jest to temperatura ciała czarnego, które promieniuje światło o barwie identycznej z barwą tego źródła [1]. Jednostką temperatury barwowej jest Kelwin [K]. Norma [4] podaje zakresy temperatury barwowej :

$T_c \leq 3300 \text{ K}$	– barwa światła ciepła
$3300 \text{ K} \leq T_c \leq 5300 \text{ K}$	– barwa światła naturalna
$T_c \geq 5300 \text{ K}$	– barwa światła zimna

Wskaźnik oddawania barw R_a - informuje o tym, w jakim stopniu dane źródło światła umożliwia obserwację kolorów [6]. Im wyższy stopień oddawania barw tym lepiej postrzegane są kolory. Maksymalna wartość wskaźnika $R_a = 100$.

Olśnienie - warunki widzenia powstałe na skutek niewłaściwego rozkładu, bądź zakresu luminancji, bądź też występowania zbyt dużych kontrastów, powodujące uczucie przykrości i niewygody, lub obniżenie zdolności rozpoznawania szczegółów, lub przedmiotów, lub oba te wrażenia jednocześnie [6].

2. ANALIZA ISTNIEJĄCEJ INSTALACJI OŚWIETLENIA

Instalację oświetlenia wykonano na oprawach świetlówkowych z magnetycznymi statecznikami prądu oraz na oprawach z kompaktowymi świetlówkami. Oprawy te charakteryzują się niską skutecznością świetlną oraz dużą energochłonnością. Istniejące oświetlenie nie spełnia wymagań normatywnych.

2.1 Zestawienie wyników istniejącego oświetlenia w budynku nr 20

Tabela nr 2.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń **budynek nr 20** (parter) przed modernizacją.

L.p	Rodzaj pomieszczenia	Typ oprawy	Moc oprawy P [W]	Ilość opraw [szt.]	Moc całkowita instalowana Pi [W]	Czas użytkowania w roku t [h]	Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]
PARTER							
1	Hol wejściowy	Oprawa 2x18W	39	1	39	2500	97,5
2	Dyżurka	Oprawa 2x18W	39	1	39	2500	97,5
3	Biuro	Oprawa 2x18W	39	2	78	2500	195
4	Szatnia	Oprawa 2x18W	39	1	39	2500	97,5
5	WC nr 1	Oprawa 36W	36	1	36	1500	54
6	WC nr 2	Oprawa 36W	36	1	36	1500	54
7	Pomieszczenie socjalne	Oprawa 2x18W	39	3	117	2500	292,5
8	Korytarz	Oprawa 2x18W	39	3	117	2500	292,5
RAZEM :				13	501	-	1 181

2.2 Zestawienie zbiorcze wyników istniejącego oświetlenia w budynku nr 20

Tabela nr 2.2 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 20** przed modernizacją.

L.p.	Rodzaj pomieszczenia	Moc całkowita instalowana Pi [W]	Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	Cena energii za 1 kWh [zł]	Koszt energii elektryczne za oświetlenie na rok [zł/rok]	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI [kWh/m ² ·rok]	Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system instalacji oświetlenia A _L [m ²]
1	Parter	501	1 180,5	0,595 zł	702,40 zł	20,34	58,05
	RAZEM :	501	1 180,5	0,595 zł	702,40 zł	20,34	58,05

3. OPRACOWANIE STRATEGII PROWADZĄCYCH DO POPRAWY WYDAJNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA

3.1 Wybór i charakterystyka sprzętu oświetleniowego

Do modernizacji oświetlenia zastosowano ledowe oprawy oświetleniowe firmy Plexiform. Sprzęt oświetleniowy zastosowany charakteryzują się dużą wydajnością oraz bezpieczeństwem użytkowania.

Do sterowania i regulacji oświetlenia na zasadzie ograniczania czasu świecenia i okresowego obniżania poziomu natężenia oświetlenia zastosowana te same oprawy oświetleniowe sterowane poprzez czujnik wykrywania światła oraz obecności typu DUO firmy OSRAM w pokojach mieszkalnych , pomieszczeniach socjalnych oraz na korytarzach, sterowanie poprzez czujnik ruchu SLICK JQ-L firmy Kanlux w łazienkach i magazynach oraz sterowanie oświetlenia na klatkach schodowych poprzez automat schodowy typu ASM-01 firmy Zamel.

3.2 Wybór systemu konserwacji

Przyjęty system konserwacji przewiduje :

- czyszczenie opraw oświetleniowych co 12 miesięcy
- odnawianie pomieszczeń co 48 miesięcy

Współczynnik konserwacji $k = 0,80$

3.3 Zestawienie wyników oświetlenia w budynku nr 20 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.1 Charakterystyka oświetleniowa pomieszczeń budynek nr 20 (parter) po modernizacji

L.p	Rodzaj pomieszczenia	Typ oprawy	Moc oprawy P [W]	Ilość opraw [szt.]	Moc całkowita instalowana Pi [W]	Czas użytk. w roku t [h]	Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	Średnie natężenie oświetlenia E [lx]
PARTER								
1	Hol wejściowy (*)	LATTE LED 19W	19	1	19	1500	28,5	115
2	Dyżurka	PARABOLIC LED 2x13,5W	27	1	27	2500	67,5	342
3	Biuro	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	2500	101,25	502
4	Szatnia	LATTE LED 19W	19	1	19	2500	47,5	198
5	WC nr 1 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	221
6	WC nr 2 (*)	FIBRA LED 19W	19	1	19	900	17,1	242
7	Pomieszczenie socjalne	PARABOLIC LED 3x13,5W	40,5	1	40,5	2500	101,25	336
8	Korytarz (*)	LATTE LED 36W	36	1	36	1500	54	112
RAZEM				8	220,0	-	434,2	-

(*) - sterowanie oświetleniem

3.4 Zestawienie zbiorcze oświetlenia w budynku nr 20 po modernizacji oświetlenia

Tabela nr 3.3 Zbiorcze zestawienie oświetlenia pomieszczeń w **budynku nr 20** po modernizacji.

L.p.	Rodzaj pomieszczenia	Moc całkowita instalowana Pi [W]	Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	Cena energii za 1 kWh [zł]	Koszt energii elektrycznej za oświetlenie na rok [zł/rok]	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI [kWh/m ² ·rok]	Powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system instalacji oświetlenia A _L [m ²]
1	Parter	220	434,2	0,595 zł	258,35 zł	7,48	58,05
	RAZEM :	220	434,2	-	258,35 zł	7,48	58,05

4. ANALIZA WYNIKÓW I OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Tabela 4.1 Zestawienie wyników istniejącej instalacji oświetleniowej oraz po modernizacji oświetlenia

Wybrany sposób oświetlenia	Oświetlenie stan istniejący	Oświetlenie po modernizacji	Oszczędność energii elektrycznej po modernizacji	Oszczędność energii elektrycznej po modernizacji oświetlenia [%]	Oszczędność finansowa po modernizacji oświetlenia [zł/rok]
Moc całkowita Pi [W]	501,00	220,00	281,00	56,09%	-
Zużycie energii całkowite/rok [kWh/rok]	1 180,50	434,20	746,30	63,22%	444,05 zł

Jak wynika z tabeli 4.1 wymiana opraw oświetleniowych oraz zastosowanie lokalnego sterowania oświetleniem zapewnia oszczędności energii elektrycznej w wysokości 746,3 kWh w stosunku rocznym co stanowi 63,22% zużywanej energii elektrycznej na potrzeby istniejącego oświetlenia. Wymiana opraw oświetleniowych zmniejszy o 444,05 zł roczne koszty energii elektrycznej.

4.1 Charakterystyka finansowa wymiany oświetlenia

Tabela 4.2 Koszt wymiany opraw oświetleniowych

Załącznik nr 1 do kosztorysu Wykonanie prac oświetleniowych					
L.p.	Typ oprawy oświetleniowej	Producent	Ilość	Cena jednostkowa brutto	Cena całkowita
			[szt.]	[zł]	[zł]
1	PARABOLIC LED 2x13,5W	PLEXIFORM	1	398,00	398,00
2	LATTE LED 19W	PLEXIFORM	2	248,00	496,00
3	FIBRA LED 19W	PLEXIFORM	2	219,00	438,00
4	PARABOLIC LED 3x13,5W	PLEXIFORM	2	453,00	906,00
5	LATTE LED 36W	PLEXIFORM	1	339,00	339,00
6	Czujnik SLICK JQ-L	KANLUX	4	35,00	140,00
7	KOSZT ROBOCIZNY I OKABLOWANIA		8	200,00	1 600,00
			RAZEM		4 317,00

Tabela 4.3 Charakterystyka finansowa wymiany opraw oświetleniowych

L.p.	Koszt modernizacji oświetlenia [zł]	Ilość zaoszczędzonej energii/rok [kWh/rok]	Cena energii elektrycznej za 1 kWh [zł]	Kwota oszczędności na energii elektrycznej/rok [zł]	Czas zwrotu z inwestycji t [rok]
1	4 317,00	746,30	0,595	444,05	9,72

Czas zwrotu inwestycji 9,72 roku.

4.2. Wnioski

Audyt energetyczny oświetlenia powinien polegać na wykryciu ewentualnych niezgodności w oświetleniu oraz opracowaniu najbardziej korzystnej pod względem energetycznym, jak i ekonomicznym, metody poprawy istniejącego systemu oświetlenia.

W audycie wykazano korzyści wynikające z modernizacji istniejącego oświetlenia przy jednoczesnym spełnieniu wymagań normatywnych. Jak wykazano, należy modernizować nieefektywne oświetlenie, co przyczynia się do dużych oszczędności. Koszt wymiany oświetlenia zwróci się już po 9,72 roku, a roczny rachunek za energię elektryczną zmniejszy się o 444,05 zł.

Zastosowane oświetlenie ledowe cechują się dużą trwałością ok. 50 000 godzin świecenia, co przy tak długo sprawnych źródłach światła pozwala użytkować ok. 15 lat bez wymiany źródeł światła. W przeciągu 15 lat użytkowania istniejącego oświetlenia opartego na świetłówkach kompaktowych należałoby pięciokrotnie wymienić wszystkie źródła światła.

Zmodernizowane oświetlenie poprawia jakość oświetlenia i komfort użytkowania. Poprzez zastosowanie systemów sterowania oświetleniem ułatwia użytkowanie instalacji oświetleniowej. Zmodernizowane oświetlenie cechują się nowoczesnym wyglądem, wysoką sprawnością opraw, dużą trwałością oraz natychmiastowym zapaleniem się światła, bez efektu migotania czy rozświecania się źródeł światła.

Literatura

- [1] Pracki P., Efektywność energetyczna oświetlenia obiektów użyteczności publicznej, Przegląd Elektrotechniczny, 9/2009.
- [2] J. Bąk, „Wydajne energetycznie oświetlenie wnętrz”. Wydawnictwo COSIW, Warszawa 2009.
- [3] PN-EN 12464-1:2012. Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- [4] PN-84/E-02033. Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym.
- [5] PN-EN 15193:2007. Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia (org.).
- [6] Pracki P., Energetyczne aspekty oświetlenia wnętrz budynków użyteczności publicznej, Materiały budowlane, 1/2006